

СЕКЦИЯ 12. ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОКОВЕДУЩИХ ЧАСТЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ

И.М. Анохин, Н.М. Космынина

Научный руководитель – доцент Н.М. Космынина

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Энергоснабжение газовых и нефтяных месторождений осуществляется от тепловых, атомных, гидравлических электростанций. Энергия, вырабатываемая генераторами электростанций, по токоведущим частям передается потребителям [1]. Конструктивно токоведущие части выполняются в виде комплектных экранированных токопроводов, гибких и жестких проводников (шин), кабельных линий.

Пофазно-экранированные комплектные токопроводы серий ТЭНЕ и ТЭНП на номинальные токи от 1600 до 33000 А с напряжением от 10 до 35 кВ предназначены для электрических соединений турбогенераторов мощностью до 1500 МВт с блочными трансформаторами и трансформаторами собственных нужд электростанций [2]. На рис.1 показан пример токопровода ТЭНЕ напряжением 6, 10, 20 кВ.

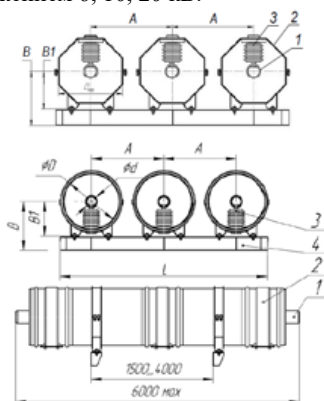


Рис. 1. Токопровод ТЭНЕ напряжением 6, 10, 20 кВ, 1 – шина токоведущая, 2 – оболочка-экран, 3 – изолятор, 4 – балка

Гибкие шины применяются в распределительных устройствах 35 кВ и выше. Предназначены они для простого и удобного монтажа или демонтажа в силовых и распределительных установках. Все они легко и просто принимают любую необходимую форму, что позволяет облегчить работу монтажника. На рис. 2. изображена гибкая плетеная шина.



Рис. 2. Гибкая плетеная шина

Для автоматизации выбора токопроводов и гибких шин в Национальном исследовательском Томском политехническом университете разработана специализированная программа в среде Microsoft Office - Excel.

Среди преимуществ Microsoft Excel наиболее значимые следующие: быстрота разработки программы; возможность автоматического пересчета всей программы при вводе новых исходных данных; высокая скорость расчета разработанного алгоритма; низкие требования программы к ресурсам компьютера; возможность расширения программы за счет новых компонентов и инструментов собственными средствами; возможность добавить новые листы [3].

В программе предусмотрен выбор комплектно-экранированных токопроводов для выводов турбогенераторов и сборных шин (гибкие шины) открытых распределительных устройств, имеющих присоединения в виде силовых трансформаторов и автотрансформаторов.

Структурно в программе имеются следующие разделы (листы):

выбор комплектного пофазно-экранированного токопровода для выводов генератора, а также дополнительных электрических аппаратов с необходимыми проверками и методическими указаниями;

протокол выбора комплектного пофазно-экранированного токопровода для выводов генератора, а также дополнительных электрических аппаратов с необходимыми проверками;

выбор сборных шин с необходимыми проверками и методическими указаниями;

протокол выбора сборных шин с необходимыми проверками;

выводы трех типов двухобмоточных трансформаторов, присоединенных к сборным шинам, с необходимыми проверками ("Выводы Т1", "Выводы Т2", "Выводы Т3");

выводы трех типов автотрансформаторов, присоединенных к сборным шинам, с необходимыми проверками ("Выводы Т4", "Выводы Т5", "Выводы Т6");

выводы трех типов трехобмоточных трансформаторов, присоединенных к сборным шинам, с необходимыми проверками ("Выводы Т7", "Выводы Т8", Выводы Т9").

В качестве примеров на рис. 3 приведен скриншот из программы Excel выбора комплектного пофазно-экранированного токопровода для выводов генератора с необходимыми проверками и методическими указаниями; на рис. 4 – скриншот протокола выбора гибких шин с необходимыми проверками.

На каждом листе программы есть инструкции для пользователя с описанием необходимых исходных данных.

1. Выбор комплектного пофазно-экранированного токопровода								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Введите исходные данные в графу H								
Введите тип турбогенератора							ТГВ-200МТ	
Номинальная мощность турбогенератора, МВт					Pном		210	
Номинальное напряжение турбогенератора, кВ					Uном G		15,75	
Коэффициент мощности					cos φ		0,85	
Расчет максимального тока генератора								
Максимальный ток с учетом снижения напряжения на выводах турбогенератора, кА							I _{max G} 9,53313	
В графу I введите расчетное значение ударного тока трехфазного КЗ на выводах турбогенератора, кА							iуд 127	
УСЛОВИЯ выбора пофазно-экранированного токопровода:								
1) номинальный ток токопровода=>максимального тока турбогенератора (I _{ном} =>I _{max G})								
2) номинальное напряжение токопровода=>номинального напряжения турбогенератора (U _{ном пров} =>U _{ном G})								
3) электродинамическая стойкость=>расчетного значения ударного тока трехфазного КЗ на выводах генератора (I _{дин} =>i _{уд})								
В графу I введите каталожные данные токопровода для турбогенератора:							ТГВ-200МТ	
Введите тип выбранного пофазно-экранированного токопровода							ГРТЕ-20-10000-300	
Номинальный ток токопровода, кА					I _{ном токопровода}		10	
Электродинамическая стойкость токопровода, кА					I _{дин токопровода}		300	
Номинальное напряжение токопровода, кВ					U _{ном токопровода}		20	
Проверка								
I _{ном токопровода, кА} =>					I _{max G, кА}			

Рис.3. Скриншот выбора комплектного пофазно-экранированного токопровода для выводов генератора с необходимыми проверками и методическими указаниями

2. Выбор гибких шин								
A	B	C	D	E	F	G	H	I
Максимальный ток Т6, кА					I _{max 6}		0	
Максимальный ток Т7, кА					I _{max 7}		0	
Максимальный ток Т8, кА					I _{max 8}		0	
Максимальный ток Т9, кА					I _{max 9}		0	
Максимальный ток линии W1, кА					I _{max (W1)}		0,206354379	
Максимальный ток линии W2, кА					I _{max (W2)}		0,143301652	
Максимальный ток наиболее мощного присоединения, кА					I _{max}		1,840697631	
УСЛОВИЕ выбора провода:								
допустимый ток провода => тока наиболее мощного присоединения (I _{доп} => I _{max})								
Каталожные данные выбранных гибких шин								
Марка провода							АС 400/51	
Количество проводов в фазе							3	
Допустимый ток одного провода, кА					I _{доп 1}		0,705	
Выбранное сечение провода, мм ²					q		400	
Допустимый ток провода, кА					I _{доп}		2,115	
Проверка сечения на нагрев								
I _{доп} =>					I _{max}			
2,115 =>					1,8407			
Проверка по условиям коронирования								
Напряжение РУ, кВ					220			
Марка провода					АС 400/51			
Проверьте по таблице 1 правильность выбранного провода								
Проверка шин слесывание								

Рис.4. Скриншот протокола выбора гибких шин с необходимыми проверками

Программа предусматривает все необходимые проверки токоведущих частей по продолжительным и аварийным режимам.

В настоящее время ведется внедрение программы в учебный процесс Томского политехнического университета.

Литература

1. Сибикин Ю. Д. Электрооборудование нефтяной и газовой промышленности. Книга 1. Оборудование систем электроснабжения. - М.: РадиоСофт, 2015. - 348 с.
2. Техническая информация ТЭНЕ и ТЭНП 10, 20, 24, 35 кВ // МОСЭЛЕКТРО URL: <http://moselectro.ru/production/tokoprovody/tokoprovody-komplektnye-generatornogo-napryazheniya-tene-i-tenp-10-20-24-35-kv/> (дата обращения: 28.11.2017).
3. Электронные таблицы: определение, достоинства, Excel // Orientir 365 URL: <http://orientir365.ru/25-elektronnye-tablicy.html> (дата обращения: 06.12.2017).