# Создание теплогидравлической модели проточной части

## Создание новой теплогидравлической модели

Для создания теплогидравлической схемы в SimInTech выполните действия:

1. В главной панели инструментов выберите кнопку «Новый проект».
2. В выпадающем меню выберите пункт «Схема ТРР» (см. Рисунок 1).

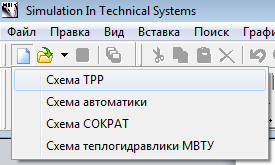


Рисунок . Меню создания новой теплогидравлической проекта

После этого откроется новое схемное окно, в котором и будет происходить создание структурной схемы теплогидравлики (см. Рисунок 2).

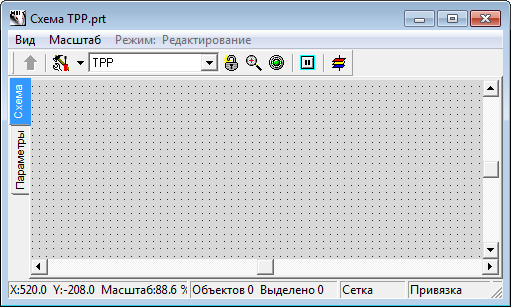


Рисунок . Окно для создания теплогидравлической схемы.

Для дальнейшей работы необходимо сохранить схему в файле с новым именем (в примере – "Проточная часть"). Для этого нужно произвести следующие действия:

1. В главном меню выбрать пункт «Файл», после чего в выпадающем списке выбрать пункт «Сохранить проект как...»
2. Используя стандартный диалог сохранения файла, выбрать новое имя и каталог для сохранения: "C:\KTZ\Turbine\Проточная часть\Проточная часть.prt".

После сохранения файла его имя и полный путь отображаются в заголовке схемного окна (см. Рисунок 3. Схемное окно с новым и сохранённым проектом.).

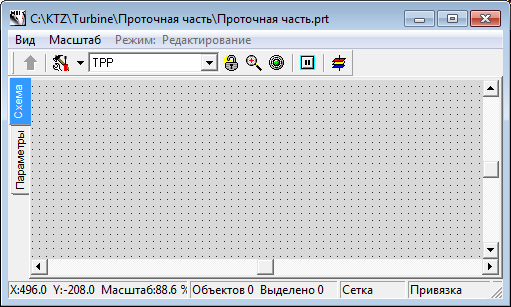


Рисунок . Схемное окно с новым и сохранённым проектом.

## Проверка подключения к базе данных сигналов

В дальнейшем, после завершения отладки всех частей модели турбины, нам будет необходимо соединять отдельные части в единый проект (в том числе и модель системы автоматики подключать к гидравлическому расчету). Для совместной работы нескольких расчетных кодов необходимо, чтобы они использовали одну и ту же базу данных сигналов. Поэтому лучше заблаговременно позаботиться о том, чтобы все проекты использовали базу данных с одним и тем же именем, и единообразным наименованием сигналов. По умолчанию в проекте ТРР используется база данных с именем файла «tpp.db». Файл находится в текущей директории проекта. Это имя файла нас вполне устраивает, будем его использовать.

Для проверки подключения базы данных во вновь созданном проекте теплогидравлики необходимо перевести программный комплекс в режим разработчика, для этого нужно в главном меню программы выбрать пункт «Файл», затем подпункт «Параметры». В появившемся диалоговом окне «Параметры» перейти на закладку «Вид» и установить галочку в опции «Режим разработчика» (см. Рисунок 4).

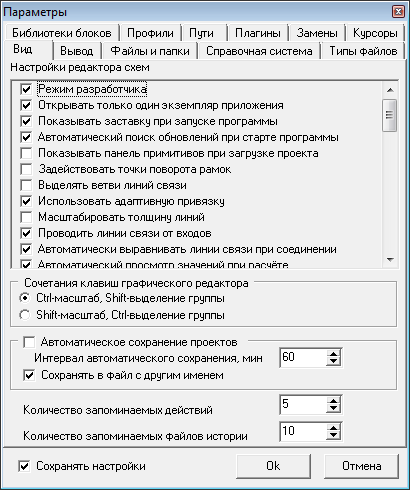


Рисунок . Диалоговое окно «Параметры», включение режима разработчика.

Подключение базы данных сигналов к схеме теплогидравлики осуществляется следующим образом:

1. На схемном окне нажать кнопку «Параметры расчёта»:

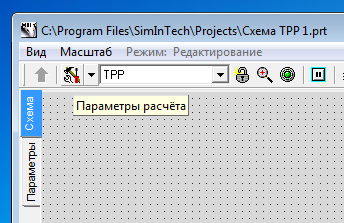


Рисунок . Кнопка доступа к параметрам расчета

1. В появившемся диалоговом окне настроек перейти на закладку «Настройки» (см. Рисунок 6).
2. В строке редактирования «Модуль базы данных проекта» необходимо ввести следующий текст: «$(Root)\sdb.dll» (вводить без кавычек; sdb.dll – имя динамической библиотеки программного модуля базы данных).
3. В строке редактирования «Имя базы данных проекта» ввести произвольное имя файла для сохранения базы данных. В нашем случае, мы просто убеждаемся в том, что всё верно заполнено и оставляем имя файла по умолчанию («tpp.db», см. Рисунок 6).

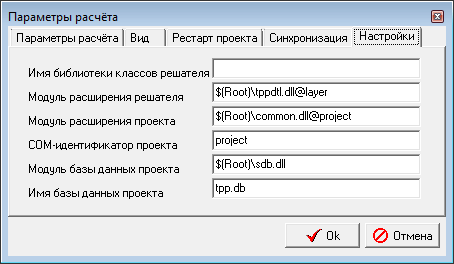


Рисунок . Закладка настройки базы данных проекта

1. Закрыть диалоговое окно нажатием кнопки «Ok» (см. Рисунок 6).

## Набор схемы проточной части

Для создания схемы используются блоки, расположенные в закладке «Технологические блоки ТРР» палитры блоков (см. Рисунок 7).

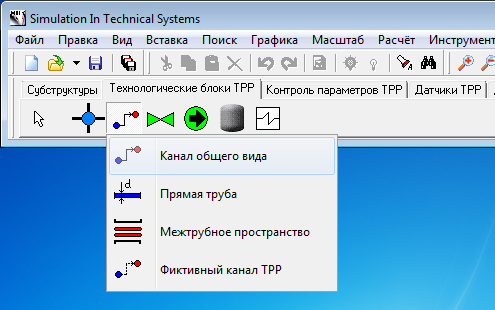


Рисунок . Выпадающий список теплогидравлических блоков

Для моделирования проточной части нам потребуется 9 каналов общего вида, 5 внутренних узлов ТРР, 4 граничных узла типа G, один граничный узел типа P и еще некоторые элементы…

Выполняем последовательные действия:

1. Поместите на схемное окно следующие расчетные теплогидравлические блоки:

– «Граничный узел P» (в правой части расчетной схемы).

– «Граничный узел G» (слева на расчетной схеме).

– «Внутренний узел» (последовательно 4 узла).

– «Граничный узел G» (внизу три узла, под внутренними узлами ТРР).

– «Внутренний узел» (еще один, около внутреннего узла типа Р).

– «Канал общего вида» (последовательно 9 труб).

Трубы лучше размещать, не соединяя пока их с узлами, отдельно. Это позволит более тщательно соединить их с узлами, при этом не возникнет «проблемных» мест (иногда бывает не видно, что узел с трубой рассоединён). После выполнения всех размещений у вас должна получиться картинка, аналогичная рисунку:

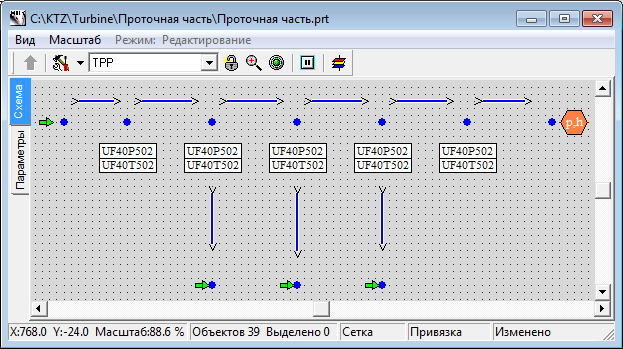


Рисунок . Начало набора теплогидравлической схемы проточной части.

1. Произведите последовательное соединение элементов таким образом, чтобы элементы «Канал общего вида» образовали одну гидравлическую линию с внутренними узлами. В нашей модели граничные узлы **«G»** будут определять расходы пара на входе в проточную часть и в отборах пара, а граничный узел **«Р»** – давление на границе с конденсатором (см. Рисунок 9).
2. Поместите на каждый из четырёх промежуточных (не соединенных с граничным условием) канала общего вида по одному элементу «Ручная задвижка с ДУ» кода ТРР. Измените имя каждой задвижки на новое: z1, z2, z3 и z4, соответственно.
3. Передвиньте для удобства задвижки на схеме чуть ниже каналов.
4. Поместите на каждый из этих каналов (с ручными задвижками) элемент **«Активный элемент ТРР»** из вкладки **«Элементы турбонасосных агрегатов»** (см. Рисунок 10).

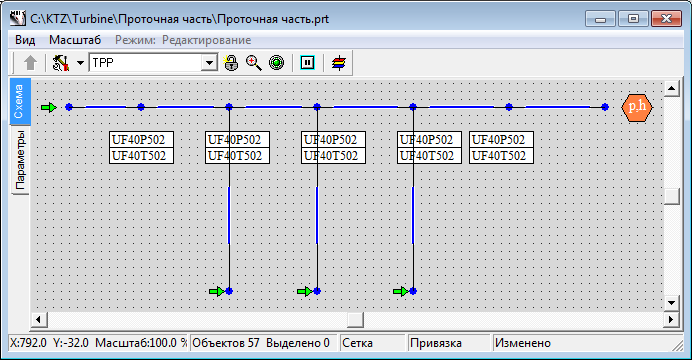


Рисунок . Образование единой гидравлической линии

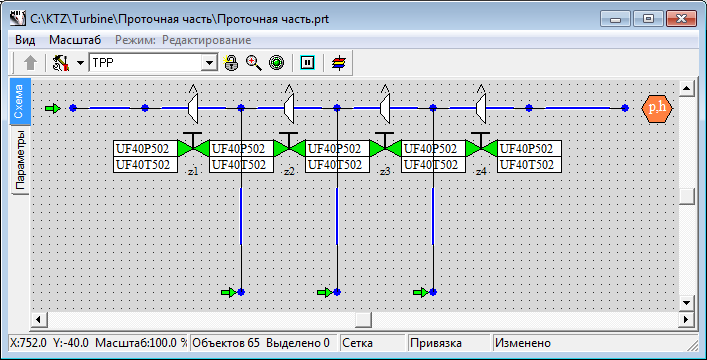


Рисунок . Добавление задвижек и активных элементов турбины

1. Добавьте элемент **«Ротор ТРР»** и измените значение его свойства **«Количество механических портов»** на **«5»**. Во вкладке «Порты» расположите пятый порт справа (остальные остаются снизу).
2. Соедините порты ротора с четырьмя нижними портами отборов. Свойство ротора **«Показывать рамку»** установите в **«Да»**.
3. Разместите на схеме элемент **«Генератор ТРР»** справа от ротора. Соедините генератор соединительной линией с ротором. Можете более красиво оформить схему – так приятнее с ней работать, и качество моделирования повышается. Например, увеличить размер ротора в соответствии с отборами.

В итоге схема теплогидравлической модели должна выглядеть сходно с рисунком Рисунок 11:

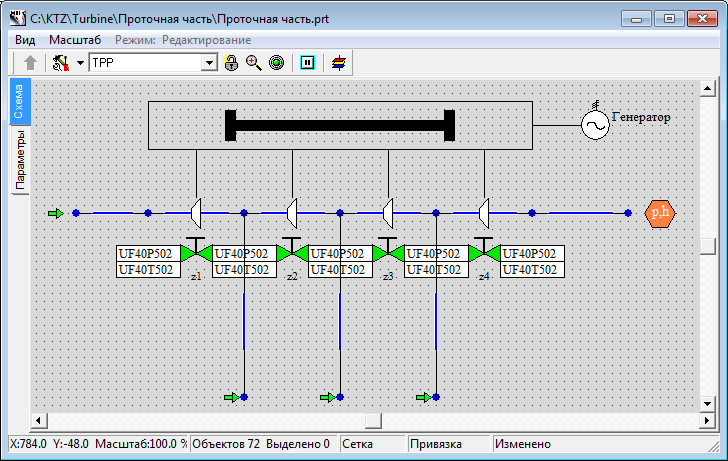


Рисунок . Завершение набора гидравлической схемы проточной части турбины

## Настройка параметров расчетной модели и свойств элементов

### Граничный узел Р

Для корректного расчета теплогидравлической модели необходимо задать свойства каждого элемента схемы в диалоговом окне «Свойства» у каждого элемента. Ниже представлено диалоговое окно для объекта «Граничный узел Р» (см. Рисунок 12).

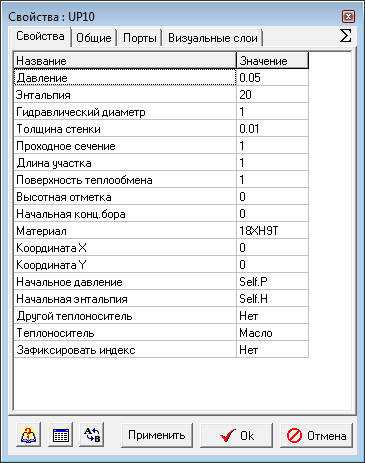


Рисунок . Диалоговое окно «Свойства» для граничного узла P

Установите в граничном узле типа «Р» новые значения свойств:

Давление: 0.05

Энтальпия: 20

Проходное сечение: 1

Поверхность теплообмена: 1

Остальные значения оставьте по умолчанию, без изменения. Этим мы задали постоянное номинальное давление в конденсаторе турбины, от которого в дальнейшем будем отталкиваться при отладке модели проточной части.

### Глобальные сигналы проекта

Для задания глобальных констант проекта, воспользуемся механизмом сигналов. Зайдите через главное меню SimInTech в пункт «Графика» → «Сигналы…».

В появившемся окне вы увидите десять сигналов (констант), заданных по умолчанию и использующихся в скриптах многих стандартных элементов ТРР (см. Рисунок 13). Нам необходимо задать еще три новых константы (сигнала) – давление, расход и температуру пара, поступающего на турбину: «Pпту», «Gпту» и «Tпту». Задайте их значения в соответствии с рисунком Рисунок 14:

Pпту – Давление пара перед турбиной – Вещественное – Вход – 35

Gпту – Расход свежего пара на турбину – Вещественное – Вход – 220

Tпту – Температура пара перед ПТУ – Вещественное – Вход – 285

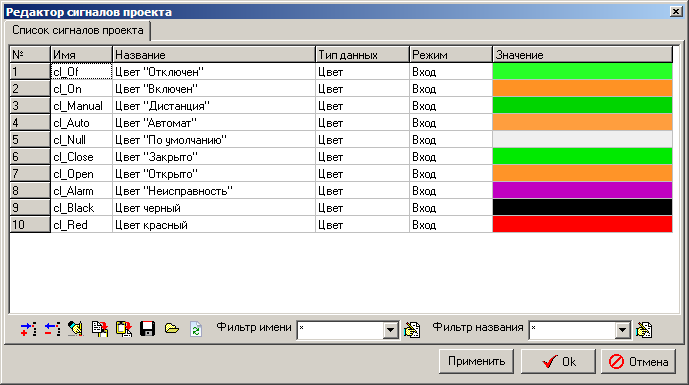


Рисунок . Диалоговое окно «Редактор сигналов проекта» с сигналами по умолчанию

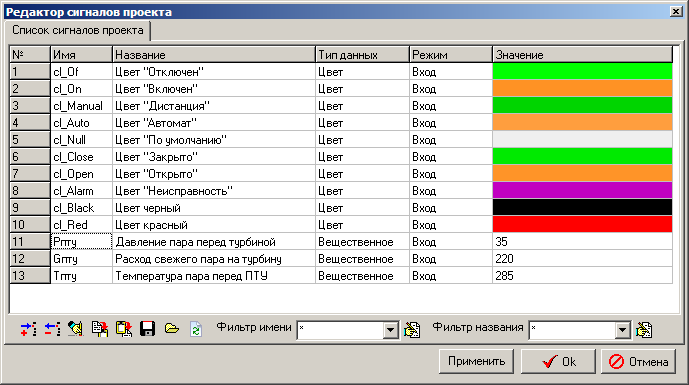


Рисунок . Диалоговое окно «Редактор сигналов проекта» с тремя новыми сигналами

### Граничный узел G

Установите в самом первом (слева) граничном узле «G» следующие значения свойств (см. Рисунок 15):

Расход: «Gпту/3.6» – перевод из т/ч в кг/с.

Энтальпия: «steampt(Pпту\*1e5,Tпту,3)/4182» – получаем ккал от давления и температуры.

Гидравлический диаметр: 1

Проходное сечение: 1

Длина участка: 1

Поверхность теплообмена: 1

Начальное давление: «Pпту» – берём из списка сигналов.

Начальная энтальпия: «Self.H» – энтальпию посчитали выше.

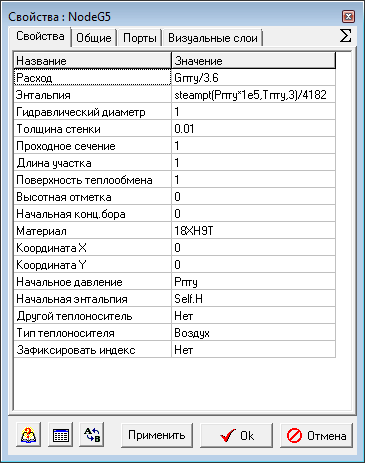


Рисунок . Диалоговое окно «Свойства» для граничного узла G

### Узлы G, соответствующие отборам пара

В узлах G, соответствующих отборам пара, установите следующие свойства (см. также Рисунок 16, Рисунок 17 и Рисунок 18):

Отбор пара I:

Расход: «-18.4/3.6» – перевод из т/ч в кг/с.

Энтальпия: «steamps(9.2e5,3)/4182» – энтальпия пара в ккал на линии насыщения.

Гидравлический диаметр: «1»

Проходное сечение: «1»

Длина участка: «1»

Поверхность теплообмена: «1»

Начальное давление: «9.2» – давление пара в первом отборе.

Начальная энтальпия: «Self.H» – из свойств узла (энтальпию посчитали выше).

Отбор пара II:

Расход: «-66.6/3.6» – в соответствии с исходными данными, перевод из т/ч в кг/с.

Энтальпия: «steamps(3.64e5,3)/4182» – энтальпия пара в ккал на линии насыщения.

Гидравлический диаметр: «1»

Проходное сечение: «1»

Длина участка: «1»

Поверхность теплообмена: «1»

Начальное давление: «3.64» – давление пара во втором отборе.

Начальная энтальпия: «Self.H» – из свойств узла (энтальпию посчитали выше).

Отбор пара III:

Расход: «-10.0/3.6» – перевод из т/ч в кг/с.

Энтальпия: «steamps(0.96e5,3)/4182» – энтальпия пара в ккал на линии насыщения.

Гидравлический диаметр: «1»

Проходное сечение: «1»

Длина участка: «1»

Поверхность теплообмена: «1»

Начальное давление: «0.96» – давление пара в третьем отборе.

Начальная энтальпия: «Self.H» – из свойств узла (энтальпию посчитали выше).

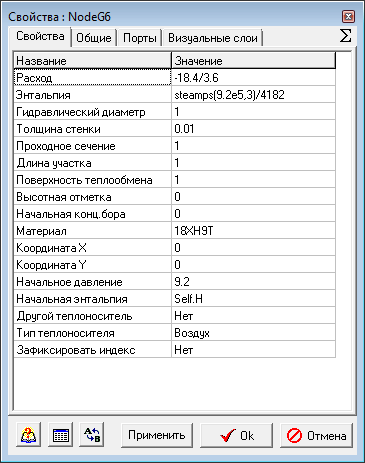


Рисунок . Диалоговое окно «Свойства» для граничного узла G (отбор пара I)

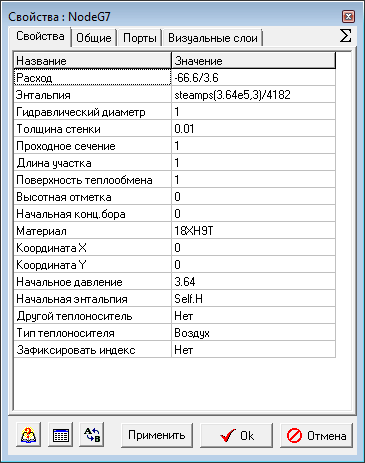


Рисунок . Диалоговое окно «Свойства» для граничного узла G (отбор пара II)

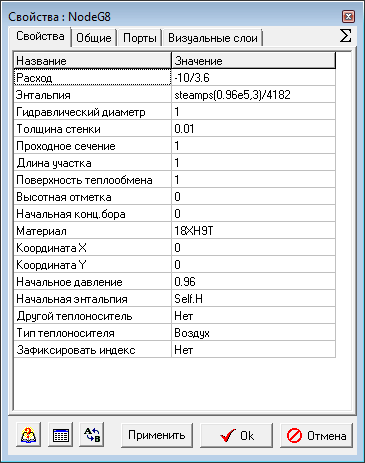


Рисунок . Диалоговое окно «Свойства» для граничного узла G (отбор пара III)

Таким образом, мы задали все необходимые нам свойства во всех граничных узлах задачи. Перейдём к заданию свойств во внутренних узлах ТРР.

### Внутренние узлы модели проточной части

Внутренний узел ТРР имеет сходный с граничными узлами набор свойств. Задаём для каждого внутреннего узла слева-направо следующие значения:

|  |  |
| --- | --- |
| Внутренний узел № 1 | Начальная энтальпия: **«702.25»**  Гидравлический диаметр: **«1.2»**  Проходное сечение: **«4.521»**  Длина участка: **«0.2»**  Поверхность теплообмена: **«1.508»**  Начальное давление: **«10.47»** |
| Внутренний узел № 2 (к I отбору пара) | Начальная энтальпия: **«676.06»**  Гидравлический диаметр: **«0.1313»**  Проходное сечение: **«0.7904»**  Длина участка: **«0.1»**  Поверхность теплообмена: **«0.041»**  Начальное давление: **«5.879»** |
| Внутренний узел № 3 (ко II отбору пара) | Начальная энтальпия: **«651.36»**  Гидравлический диаметр: **«0.2»**  Проходное сечение: **«0.9126»**  Длина участка: **«0.1»**  Поверхность теплообмена: **«0.0628»**  Начальное давление: **«3.162»** |
| Внутренний узел № 4 (к III отбору пара) | Начальная энтальпия: **«532»**  Гидравлический диаметр: **«0.4367»**  Проходное сечение: **«0.9766»**  Длина участка: **«0.1»**  Поверхность теплообмена: **«0.1371»**  Начальное давление: **«0.867»** |
| Внутренний узел № 5 | Начальная энтальпия: **«532»**  Гидравлический диаметр: **«0.4367»**  Проходное сечение: **«0.9766»**  Длина участка: **«0.1»**  Поверхность теплообмена: **«0.1371»**  Начальное давление: **«0.867»** |

### Ротор

В свойствах ротора задаем следующие значения:

Момент инерции ротора: «625878.0»

Номинальная частота вращения: «50.0»

Начальная частота вращения: «50.0»

Таблица зависимости момента сопротивления: «[[28000,28000],[28000,28000]]»

Обратите внимание на то, что дробная часть числа от целой отделяется точкой, а массивы задаются разделителями – запятыми.

### Генератор

В свойствах генератора задаем значение:

Частота вращения: «50.0»

### Отладочные элементы схемы

В целях упрощения и ускорения отладки расчетной схемы проточной части, нам потребуется разместить на схеме ещё 8 элементов: четыре кнопки и четыре текстовых элемента – для управления граничным условием по температуре и расходу пара на ПТУ.

В процессе расчета мы будем увеличивать и уменьшать значения глобальных констант (переменных) «Gпту» и «Tпту». Две кнопки будут работать на увеличение переменных, две – на уменьшение.

Разместите на расчетной схеме четыре кнопки «Button» и 4 текстовых элемента типа «TextLabel»:

1. Выберите в главном меню пункт **«Вставка»** → **«Панель примитивов»** → **«Кнопка»**.
2. Положите на схему четыре таких кнопки, в виде таблички 2х2 (см. ).
3. Задайте имена для кнопок «Bdec1», «Bdec2» (для первого столбца), «Binc1», «Binc1» (для второго столбца) – сокращения от button decrement, button increment.
4. Выберите в главном меню пункт **«Вставка»** → **«Панель примитивов»** → **«Текст»**.
5. Положите на схему четыре таких текстовых элемента – два над кнопками, два справа от кнопок.
6. В текстовых элементах над кнопками напишите **«-»** и **«+»** соответственно.
7. В текстовых элементах справа от кнопок напишите тексты **«Gпту, т/ч =»** и **«Тпту, С =»**, соответственно (свойство **«Текст»**).
8. В этих же текстовых элементах (справа от кнопок), установите значение свойства **«Показывать цифру»** в **«Да»**. Измените также свойство **«Отображаемое значение»** на **«Gпту»** и **«Tпту»**, соответственно.
9. Увеличьте шрифт текстовых надписей (при помощи свойства элемента) до размера 16-20 пунктов, чтобы они выделялись на расчетной схеме.
10. Перейдите на вкладку **«Параметры»** (слева от расчетной схемы, под вкладкой **«Схема»**) и наберите там четыре строки:

if Binc1.Down then Gпту = Gпту + 0.1;

if Bdec1.Down then Gпту = Gпту - 0.1;

if Binc2.Down then Tпту = Tпту + 0.02;

if Bdec2.Down then Tпту = Tпту - 0.02;

Эти строки будут выполняться на каждом расчетном шаге, и при нажатии той или иной кнопки будет изменяться значение переменной «Gпту» на ±0,1 или «Tпту» на ±0,02, что приведёт к изменению условий в граничном узле G и параметров потока пара по каналам.

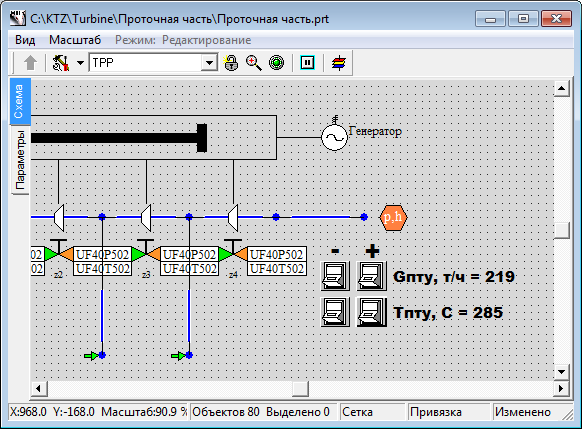


Рисунок . Размещение кнопок на схеме для дальнейшей отладки модели

### Трубопроводы

Для корректной работы расчетной схемы нужно задать свойства каждого участка трубопровода (проточной части), а также начальное положение всех задвижек. Пока схема работает только автономно, без автоматики, поэтому задвижками можно управлять только вручную – или до расчета, выставив начальное положение, или уже в процессе расчета, вручную изменяя значения переменных, в которых хранятся положения задвижек.

Всего на схеме девять участков трубопроводов – шесть вдоль проточной части, и три для отборов пара. Задайте последовательно в каждом канале общего вида следующие свойства (см. пример для первого участка проточной части на Рисунок 20):

|  |  |
| --- | --- |
| Канал № 1 | Гидравлический диаметр: **«0.3»**  Проходное сечение: **«0.070686»**  Поверхность теплообмена: **«4.712»**  Длина: **«5.0»**  Толщина стенки: **«0.01»** |
| Канал № 2 | Гидравлический диаметр: **«0.5317»**  Проходное сечение: **«0.5673»**  Толщина стенки: **«0.01»**  Поверхность теплообмена: **«1.0»** |
| Канал № 3 | Гидравлический диаметр: **«0.5794»**  Проходное сечение: **«1.1805»**  Толщина стенки: **«0.01»**  Поверхность теплообмена: **«1.0»** |
| Канал № 4 | Гидравлический диаметр: **«1.3885»**  Проходное сечение: **«2.0766»**  Толщина стенки: **«0.01»**  Поверхность теплообмена: **«1.0»** |
| Канал № 5 | Гидравлический диаметр: **«1.3885»**  Проходное сечение: **«2.0766»**  Толщина стенки: **«0.01»**  Поверхность теплообмена: **«1.0»** |
| Канал № 6 | Гидравлический диаметр: **«9.9»**  Проходное сечение: **«19.98»**  Толщина стенки: **«0.01»**  Поверхность теплообмена: **«1.0»** |

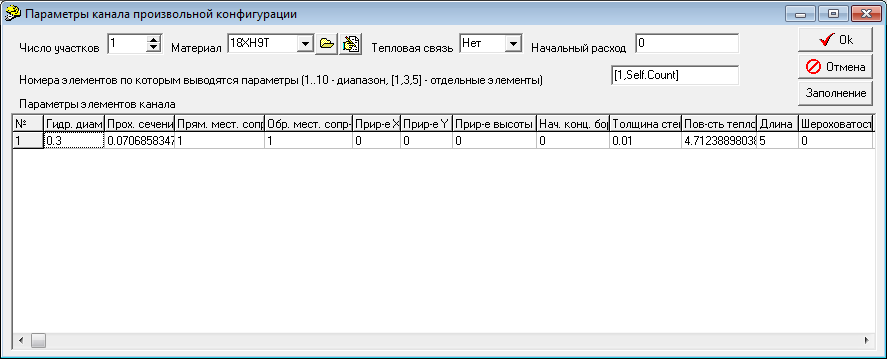


Рисунок . Параметры канала на входе в проточную часть ПТУ

Сейчас нам важно задать верные гидравлические диаметры, проходные сечения и поверхности теплообмена, на остальные параметры пока можно не обращать внимания. Задайте также материал для трубопроводов проточной части – «Ст20». Это влияет на теплообмен.

Для трубопроводов отборов задайте следующие свойства:

|  |  |
| --- | --- |
| Канал отбора № 1 | Гидравлический диаметр: **«0.25»**  Проходное сечение: **«0.049087»**  Поверхность теплообмена: **«3.927»**  Длина: **«5.0»**  Толщина стенки: **«0.002»** |
| Канал отбора № 2 | Гидравлический диаметр: **«0.5»**  Проходное сечение: **«0.1963»**  Толщина стенки: **«0.002»**  Поверхность теплообмена: **«3.927»** |
| Канал отбора № 3 | Гидравлический диаметр: **«0.35»**  Проходное сечение: **«0.096211»**  Толщина стенки: **«0.002»**  Поверхность теплообмена: **«5.4978»** |

### Задвижки

Теперь, задайте для всех задвижек начальное положение в процентах, равное 5. Имя файла с характеристикой – «Линейная», см. Рисунок 21 и Рисунок 22.

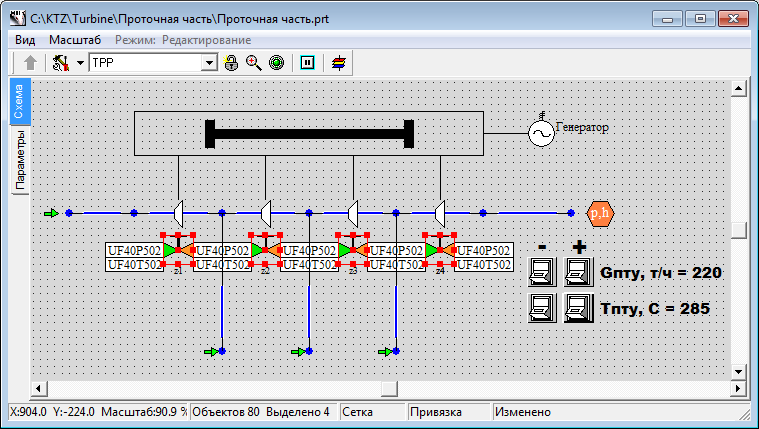


Рисунок . Одновременное выделение всех задвижек на схеме

Во многих случаях требуется задать одинаковые значения (одних и тех же свойств) для нескольких элементов схемы. В нашем примере нужно для четырёх задвижек задать одно и то же начальное положение, и одинаковую характеристику. Можно, конечно, по очереди задать для каждой задвижки нужные значения. Но лучше (быстрее) сначала выделить все задвижки и, нажав правую кнопку и зайдя в диалоговое окно «Свойства», задать сразу для всех задвижек 5% положение и линейную характеристику (см. Рисунок 21 и Рисунок 22). Обратите внимание, что при одновременном выделении четырёх задвижек и задании свойств в заголовке диалогового окна «Свойства» выведены названия всех выбранных задвижек.

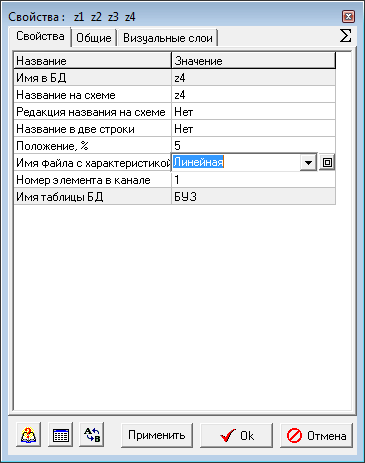


Рисунок . Одновременное задание свойств для всех четырёх задвижек

### Контроль параметров ТРР

Теперь, при условии что вы всё сделали верно и без ошибок, схема готова для нормальной работы и расчета модели проточной части турбины. Но, для просмотра значений тех или иных параметров в процессе расчета, нам нужно вывести эти параметры на графики и/или на схемное окно. Воспользуемся элементами вкладки «Контроль параметров ТРР»:

Выберите элемент «Контроль G в канале» (контроль массового расхода в канале), поместите его на схему на первый канал ТРР. При этом убедитесь, что владельцем вновь помещенного элемента «Контроль G в канале» является именно этот канал (см. Рисунок 23).

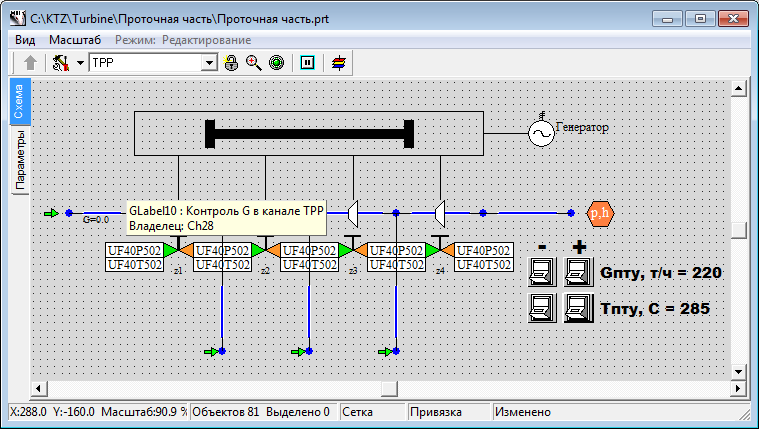


Рисунок . Контроль G в первом канале

Зайдите в свойства элемента и измените два его параметра: «Текст» замените на «G[т/ч]», а «Имена выводимых параметров» – на «g\*3.6». Этим мы изменили единицы измерения для вывода масового расхода. Внутри кода ТРР расход считается в килограммах в секунду, а на схемное окно выводить будем с коэффициентом 3,6 c/(кг/т) = 3600 c / 1000 кг/т (см. Рисунок 24).

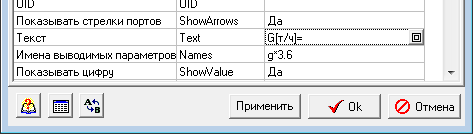


Рисунок . Перевод в тонны в час, «Контроль G в канале»

Проделайте аналогичные манипуляции для всех каналов, можно при помощи копирования только что размещенного элемента. Следите за корректностью задания владельцев размещаемых элементов. Результат должен быть похож на Рисунок 25.

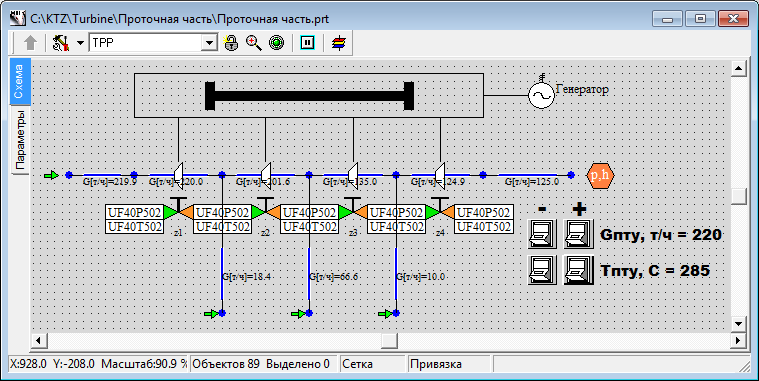


Рисунок . Размещение элементов «Контроль G в канале» на схеме

Далее, уберите со схемы датчики давления и температуры в «узлах Р» (которые автоматически разместились на схеме при добавлении узлов). Нам они не понадобятся.

Для всех граничных и внутренних узлов воспользуемся элементом «Контроль P, H, T в узле». Разместите на схеме 10 таких элементов, см. Рисунок 26. В процессе расчета здесь будут выводиться давление, энтальпия и температура в граничных узлах ТРР. Размещайте элементы аккуратно, следите также за владельцами этих элементов. Каждой точке должен соответствовать только один элемент.

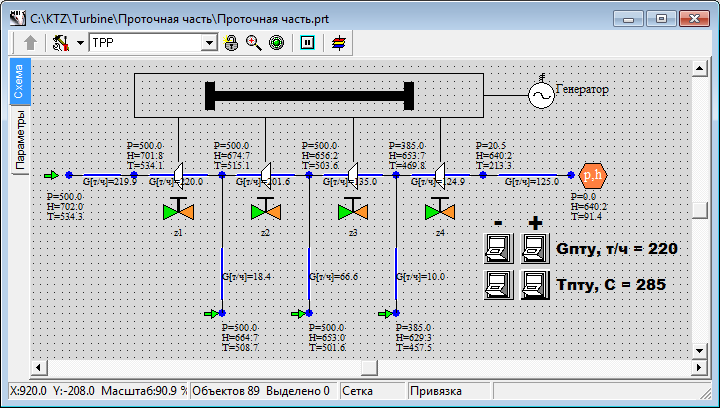


Рисунок . Размещение элементов «Контроль P,H,T в узле» на схеме

Выведем еще частоту вращения ротора и текущую мощность генератора при помощи аналогичного механизма, только через меню «Параметры» для каждого элемента.

Нажмите левой кнопкой мыши на роторе и в появившемся всплывающем окне выберите пункт «Параметры объекта». Появится маленькое окошко, в котором надо выбрать строку с параметром «n\_ (Частота вращения)» и нажать на кнопку «Создать подписи» (с буковй «А», см. Рисунок 27).

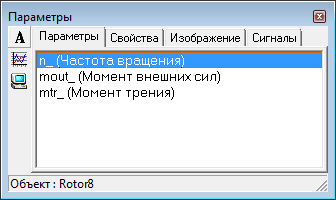


Рисунок . Параметры объекта «Ротор»

В следующем окне всё оставьте как есть, для примера можно поменять саму подпись на «Частота = », см. Рисунок 28:

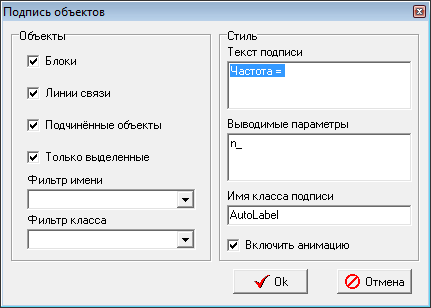


Рисунок . Окно создания анимированной подписи к объекту

В результате мы получим новую подпись на схеме, в которой будет отображаться текущая частота вращения элемента «Ротор». Проделайте аналогичные манипуляции и выведите на схему мощность электрогенератора. Зайдите в свойства подписи мощности электрогенератора и измените формат выводимого числа на «Целый», чтобы избежать появления экспоненты в выводимой на схему мощности, см. Рисунок 29. Запустите схему на расчет, убедитесь в работоспособности вновь созданных подписей.

Разместите удобно подписи на схеме, см. Рисунок 30.

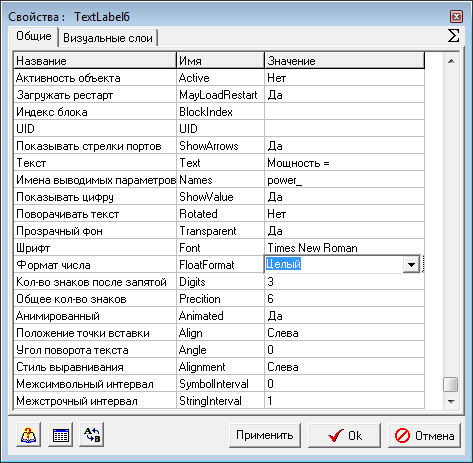


Рисунок . Окно свойств анимированной подписи к объекту «Электрогенератор»

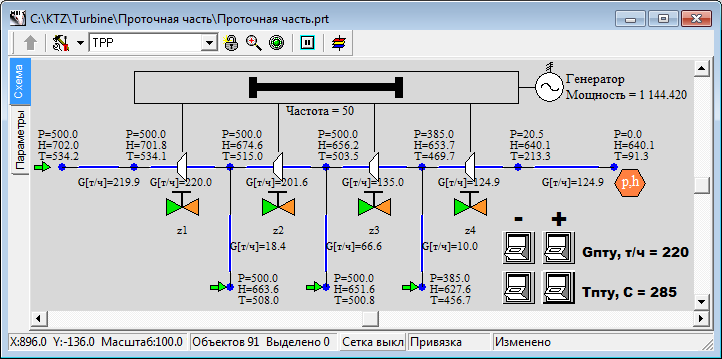


Рисунок . Схемное окно (выведена частота ротора и мощность электрогенератора)

На этом набор схемы проточной части турбины завершён, далее предстоит процесс отладки схемы и номинального состояния проточной части в соответствии с исходными данными.

## Номинальное состояние

### Общие принципы отладки теплогидравлической схемы

Прежде чем приступать к работе с динамическими режимами, или подключать регуляторы и алгоритмы автоматики к расчетной теплогидравлической модели, в общем случае требуется отладить схему таким образом, чтобы она обеспечивала стационарный и стабильный расчет и работу в номинальном режиме.

Для выставления номинального состояния мы уже сделали несколько важных шагов – задали параметры всех практически всех элементов (те параметры, которые мы точно знаем по исходным данным; знаем что они необходимы, и мы в них уверены). В частности, мы задали давление в конденсаторе и расходы в четырех граничных условиях из пяти. Задали также энтальпии пара в граничных условиях и геометрические параметры каналов.

Если запустить схему на расчет, то мы увидим что по расходам у нас устанавливается нормальное (номинальное) состояние: в отборы поступает 18,4 т/ч, 16,6 и 10.0 т/ч , на входе поступает 220 т/ч свежего пара. В данном учебном примере мы уже задали более-менее верные значения для каналов и получили правдоподобное распределение давления. В общем случае, если не хватает исходных данных, часто приходится подбирать параметры гидравлической сети для получения верных давлений, расходов и/или температур в реперных точках теплогидравлического тракта.

Если бы мы не выставили параметры для каналов (см. выше) а оставили бы значения по умолчанию, т.е. одинаковые и маленькие проходные сечения для всех каналов, то распределение давления по внутренним узлам было бы неверным и практически «произвольным».

### Метод подбора параметров проточной части

В настоящем учебном примере проточная часть турбины моделируется эквивалентными каналами. Такая модель имеет право на существование, при том условии что параметры пара в точках отбора будут соответствовать номинальным параметрам ПТУ. Регулируя задвижками перепад (потерю) давления на участках и, двигаясь от конденсатора к свежему пару, давайте подберём нужные перепады на каналах и выставим схему в номинальный режим.

Запустите схему на расчет и установите задвижку «z4» в такое положение, при котором давление в точке третьего отбора (отбор на ПНД №1) будет равно 0,96 кг/см2. Для предотвращения сильных скачков и изменений параметров при расчете, изменяйте плавно положение задвижки, с маленьким шагом, например, 0.1% или 0.5%. Последовательно выставляя значения 5.5, 5.6, 5.7 % и т.д., и перезапуская схему при каждом новом положении задвижки, наблюдайте за изменением давления в узле третьего отбора. Продолжайте до тех пор, пока не найдёте нужное положение задвижки для установления номинального давления в узле. В нашем случае получилось положение «8.1%» для задвижки «z4».

Далее переходим к задвижке «z3» и следим за давлением в отборе №2. Оно должно быть равно 3,6 кгс/см2 в номинальном режиме. В нашем примере задвижка «z3» должна быть установлена в позицию «2,35%».

После этого проводим аналогичный подбор положения задвижки «z2». Нужно получить давление 9,2 кгс/см2 в первом отборе. В нашем примере задвижка «z2» должна быть установлена в позицию «2,69%».

Положением задвижки «z1» устанавливаем известное из исходных данных (35 кгс/см2) давление свежего пара в «граничном узле G». В нашем примере задвижка «z1» должна быть установлена в позицию «1,525%».

Таким образом мы выставили в первом приближении номинальный режим по теплогидравлическим параметрам проточной части ПТУ, см. Рисунок 31. Переходим далее к мощностным (активным) элементам турбины и к установке их в номинальный режим.

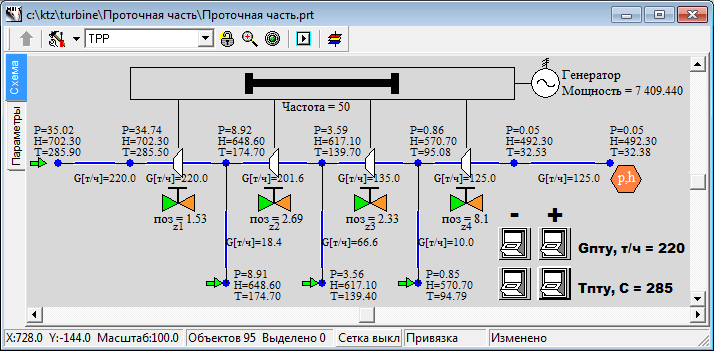


Рисунок . Схемное окно с номинальным режимом

### Активные элементы, ротор и генератор

Активные элементы «снимают» мощность с гидравлических каналов и передают её на ротор турбины (генератора).

Задайте для каждого активного элемента (в свойствах) тип расхода «Массовый», а характеристику элемента – «tk-35-38-3-st1», «tk-35-38-3-st2», «tk-35-38-3-st3», «tk-35-38-3-st4» соответственно для 1, 2, 3 и 4 элемента, см. Рисунок 32. Подробнее о характеристике активного элемента см. в документации к коду ТРР. Вообще говоря, характеристика – это 3 таблицы, в которой по точкам задается гидравлическое сопротивление канала, КПД элемента и момент сопротивления в зависимости от расхода (массового в нашем случае) и частоты вращения вала. В наших файлах для учебного примера задано постоянное КПД (равное 90% или 0.9) для всех частот вращения и расходов.

В редакторе таблиц SimInTech можно задавать реальные характеристики оборудования, либо сколотые по точкам, либо с помощью встроенного языка программирования с использованием циклов, формул и т.п.

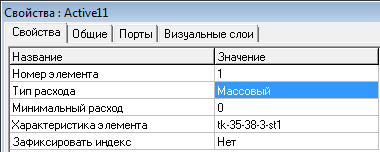


Рисунок . Свойства активного элемента № 1

После того как заданы свойства активных элементов, а проточная часть отлажена для номинального режима, можно запустить задачу на расчет и посмотреть, какую мощность выдаёт электрогенератор. В нашем случае мощность получилась равной 7400 ккал ≈ 31000 кВт, что соответствует исходным данным.