



Расчет реактивных усилий, возникающих при разрыве высокоэнергетических трубопроводов. Оценка параметров струи при воздействии на окружающие конструкции.

G-Frc

Руководство Пользователя

Version 2.0.0

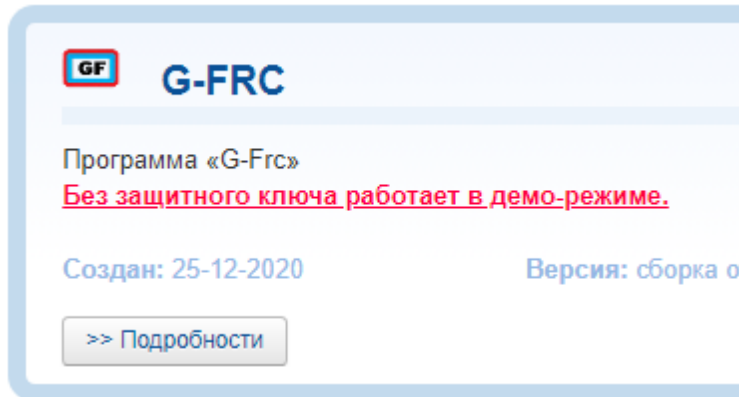


Содержание

Часть I	Установка программы	3
Часть II	Введение	3
Часть III	Типы разрывов	4
Часть IV	Руководство пользователя	9
1	Интерфейс Программы.....	9
2	Ввод исходных данных.....	11
3	Запуск на расчет.....	16
4	Результаты расчета.....	16
5	Пример.....	23

1 Установка программы

Для установки программы G-FRC необходимо скачать инсталляционную программу с сайта <https://www.dpipe.ru/ru/files.html> и далее следовать инструкциям программы-установщика.



2 Введение

Настоящий документ предназначен для быстрого ознакомления и начала работы с программой **G-Frc**. Ниже приведено краткое описание назначения, возможностей и интерфейса программы. Для [тестовой модели](#) приведен пример по заполнению панели исходных данных и просмотру результатов расчета.

Представленная в примере расчетная модель ограничена одним наружным диаметром и толщиной стенки трубопровода и может быть проанализирована в рамках демо-версии программы.

Программа **G-Frc** предназначена для расчета реактивных усилий, действующих на трубопровод со стороны струи вытекающего теплоносителя при аварийном разрыве трубопровода, а также расчета распределения избыточного давления, температуры и влажности на преграде, которая находится на пути распространения струи в окружающем пространстве за разрывом. Результаты, полученные с помощью программы **G-Frc** в дальнейшем могут использоваться для анализа динамических нагрузок на трубопровод и оценки сил, действующих на элементы конструкций, попадающих в зону распространения струи теплоносителя.

Расчетная модель, заложенная в программу, основана на методике, приведенной в American National Standard ANSI/ANS-58.2-1988 "Design Basis for Protection of Light Water Nuclear Power Plants Against the Effects of Postulated Pipe Rupture".

В соответствии с ANSI/ANS-58.2-1988 в программе предусмотрен анализ следующих [типов разрывов](#):

- полный поперечный разрыв трубопровода с неограниченным расхождением концов труб в месте разрыва;
- поперечный разрыв трубопровода с ограниченным расхождением концов труб в месте разрыва;
- продольный разрыв вдоль образующей трубопровода;
- сквозная трещина на трубопроводе.

Для случая поперечного разрыва трубопровода с ограниченным расхождением концов труб имеется две опции:

- ограниченное расхождение концов труб обусловлено способом закрепления трубопровода в районе разрыва;
- ограниченное расхождение концов труб обусловлено установкой на потенциальное место разрыва специального устройства, называемого "ограничитель расхода" и предназначенного для снижения расхода среды из разрыва.

Программа может оперировать со следующими типами теплоносителя:

- насыщенный водяной пар;
- перегретый водяной пар;
- вода под давлением с температурой, меньшей температуры насыщения при давлении в трубопроводе, но выше 100°C ;
- вода под давлением с температурой ниже 100°C .

Два последних типа теплоносителя отличаются возможностью вскипания воды в сечении разрыва.

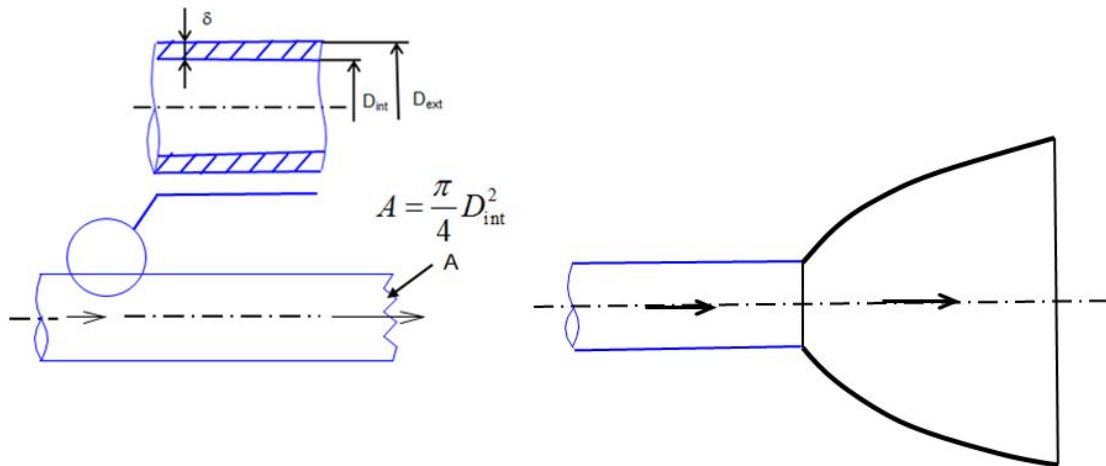
Воздействие струи на преграду (строительную конструкцию) рассчитывается при следующих предположениях:

- преграда расположена перпендикулярно к оси струи;
- площадь преграды существенно превышает площадь сечения струи в месте контакта с преградой, т.е. пятно воздействия струи находится полностью в границах преграды.

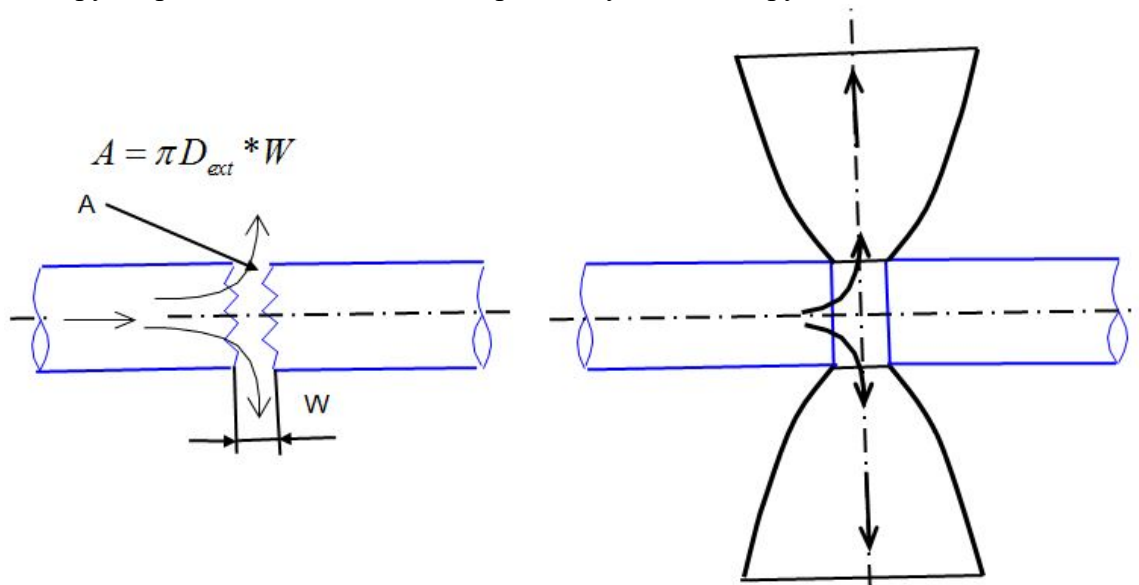
3 Типы разрывов

В Программе **G-Frc** предусмотрен расчет следующих типов разрывов:

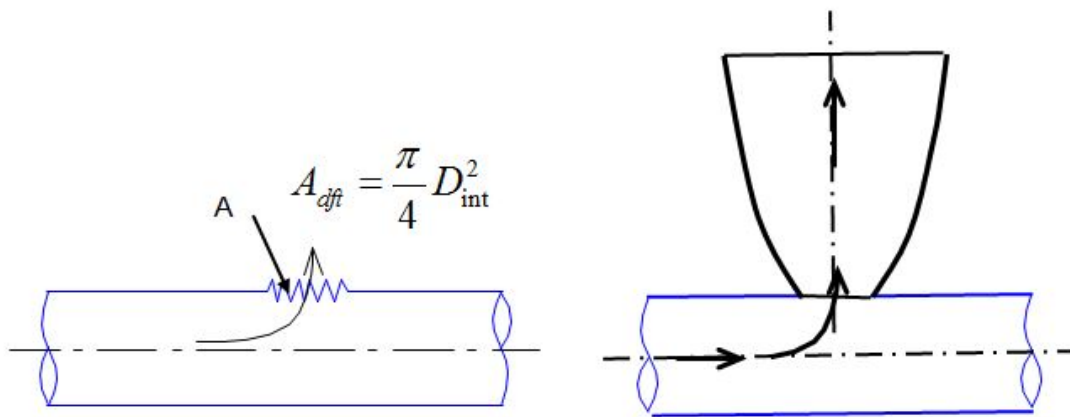
- а) Полный поперечный разрыв без ограничителя расхода. Площадь сечения разрыва однозначно определена и равна площади сечения трубопровода в месте разрыва.



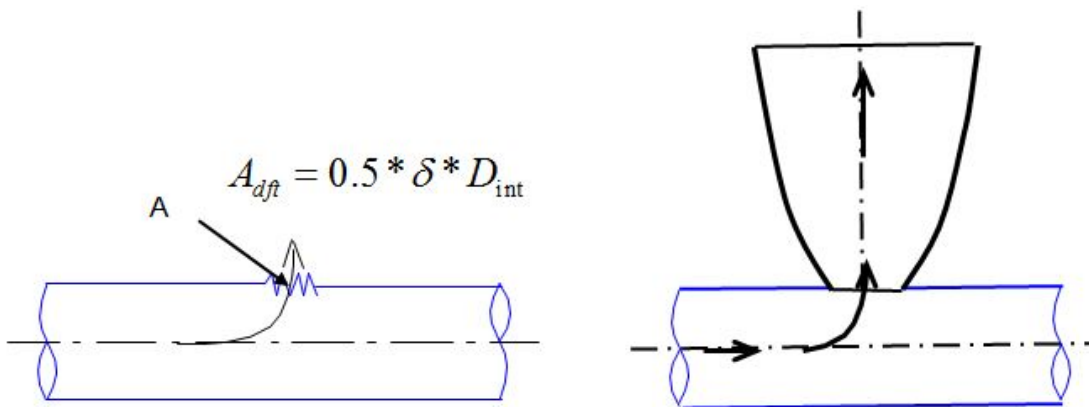
- b) Поперечный разрыв трубопровода с ограниченным расхождением концов труб в месте разрыва. Площадь сечения разрыва определяется наружным диаметром трубопровода и величиной зазора между концами труб.



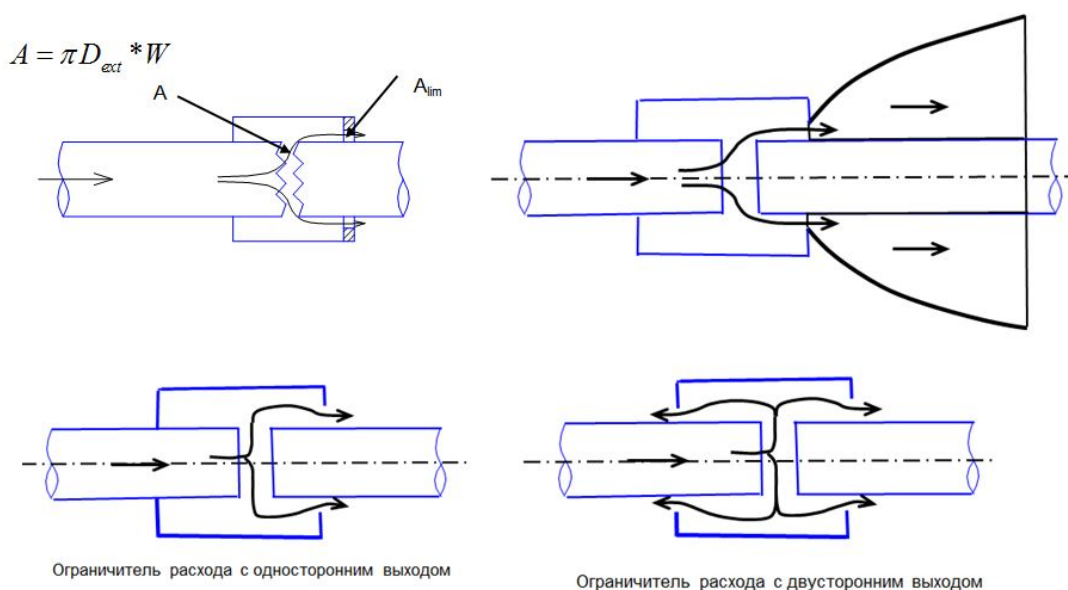
- с) Продольный разрыв вдоль образующей трубопровода. Эквивалентная площадь сечения разрыва задается пользователем или берется равной значению по умолчанию в соответствии с рекомендациями American National Standard ANSI/ANS-58.2-1988.



- d) Сквозная трещина на трубопроводе. Эквивалентная площадь сечения разрыва задается пользователем или берется равной значению по умолчанию в соответствии с рекомендациями American National Standard ANSI/ANS-58.2-1988..



Для случая установки ограничителя расхода на поперечный разрыв сечение разрыва определяется наружным диаметром трубопровода и величиной зазора между концами труб, а площадь выхода струи в окружающую среду из ограничителя расхода задается пользователем. Ограничитель расхода может быть как с односторонним так и двухсторонним выходом, предполагается что площади выходов в обе стороны одинаковы.



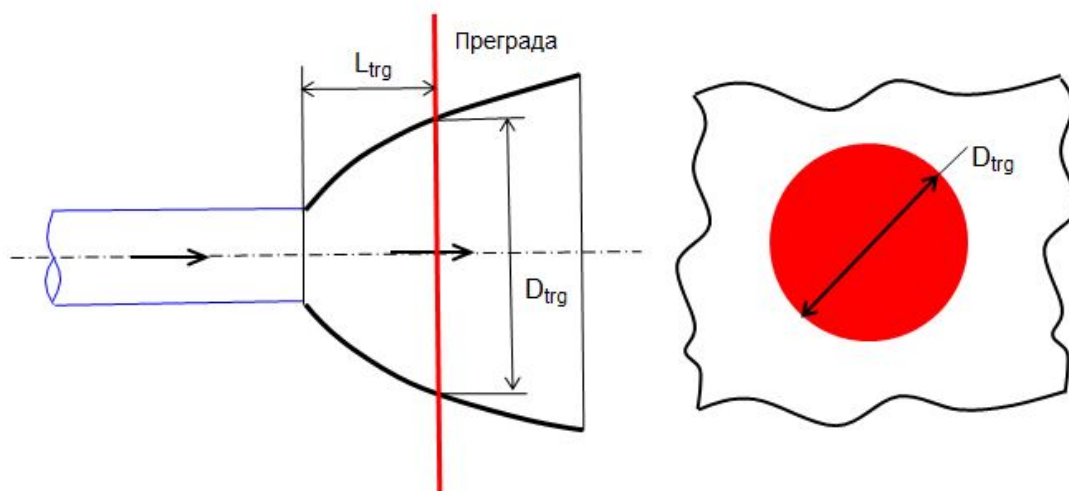
Для разрывов типа:

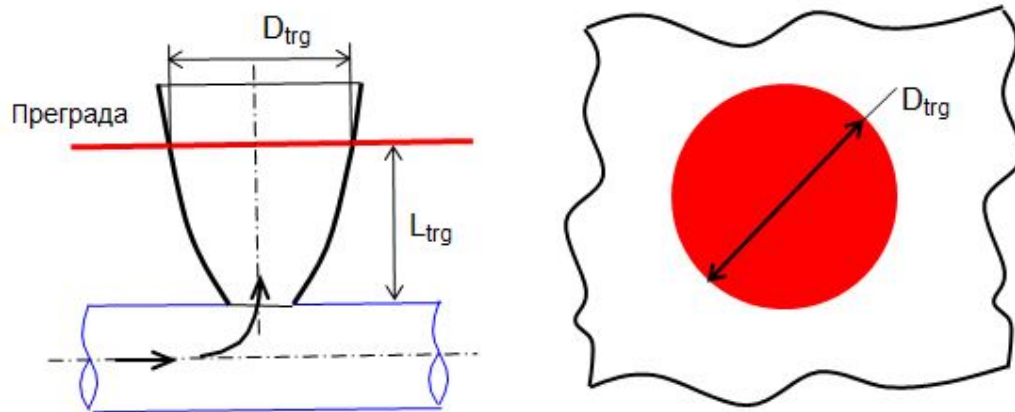
- полный поперечный разрыв бесконечным расхождением концов труб;
- продольный разрыв;
- сквозная трещина

пятно воздействия струи на преграду имеет круговую форму и преграда воспринимает всю энергию струи.

При расчете распространения в пространстве струи, вытекающей из продольного разрыва или сквозной трещины, расчет ведется также как для распространения струи из полного поперечного разрыва. Реальное сечение истечения заменяется кругом эквивалентной площади и принимается, что форма поперечных сечений струи, перпендикулярных ее оси, круговая по всей длине струи.

Диаметр D_{trg} пятна воздействия струи на преграду увеличивается с увеличением расстояния L_{trg} от сечения разрыва до преграды.

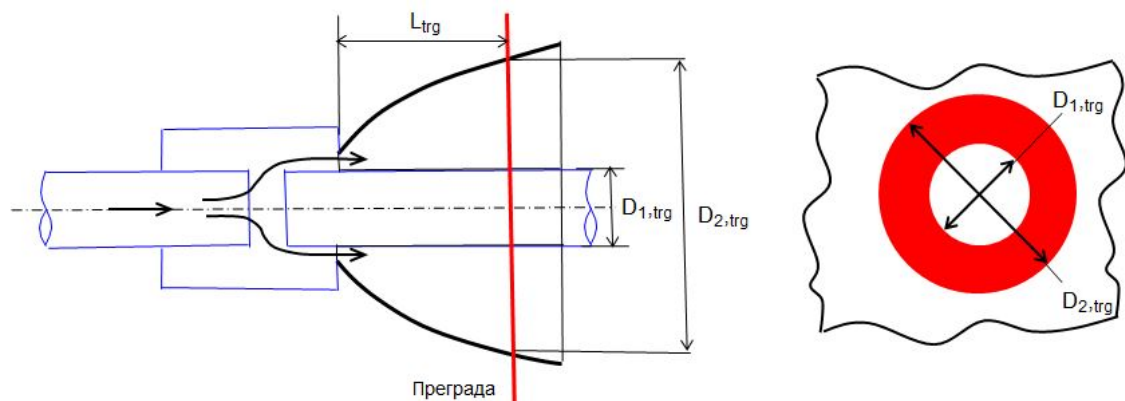




Для разрыва типа:

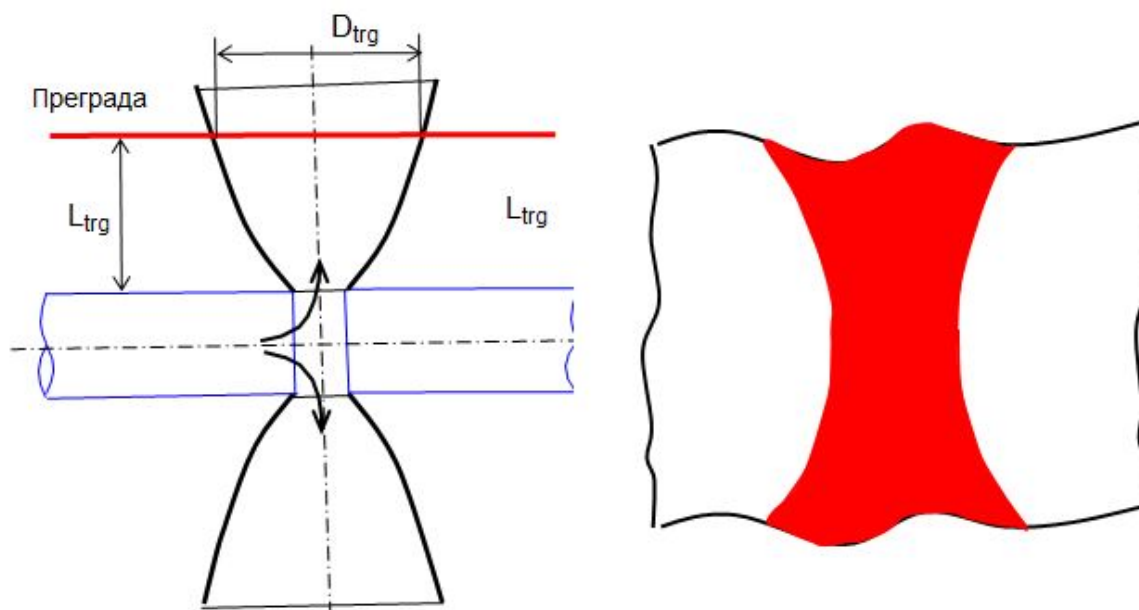
- поперечный разрыв трубопровода с ограниченным расхождением концов труб и наличием ограничителя расхода пятно воздействия струи на преграду имеет кольцевую форму и преграда воспринимает всю энергию струи.

Наружный диаметр пятна $D_{2, \text{trg}}$ воздействия струи на преграду увеличивается с увеличением расстояния L_{trg} от сечения разрыва до преграды. Внутренний диаметр $D_{1, \text{trg}}$ полагается постоянным и равным наружному диаметру трубопровода.



Для разрыва типа:

- поперечный разрыв трубопровода с ограниченным расхождением концов труб и отсутствием ограничителя расхода пятно воздействия струи на преграду имеет сложную вытянутую "седлообразную" форму с бесконечным размером в направлении, перпендикулярном оси трубопровода. Так как только часть струи попадает на преграду, она воспринимает также только часть энергии струи. Площадь пятна воздействия струи на преграду увеличивается с увеличением расстояния L_{trg} от сечения разрыва до преграды.



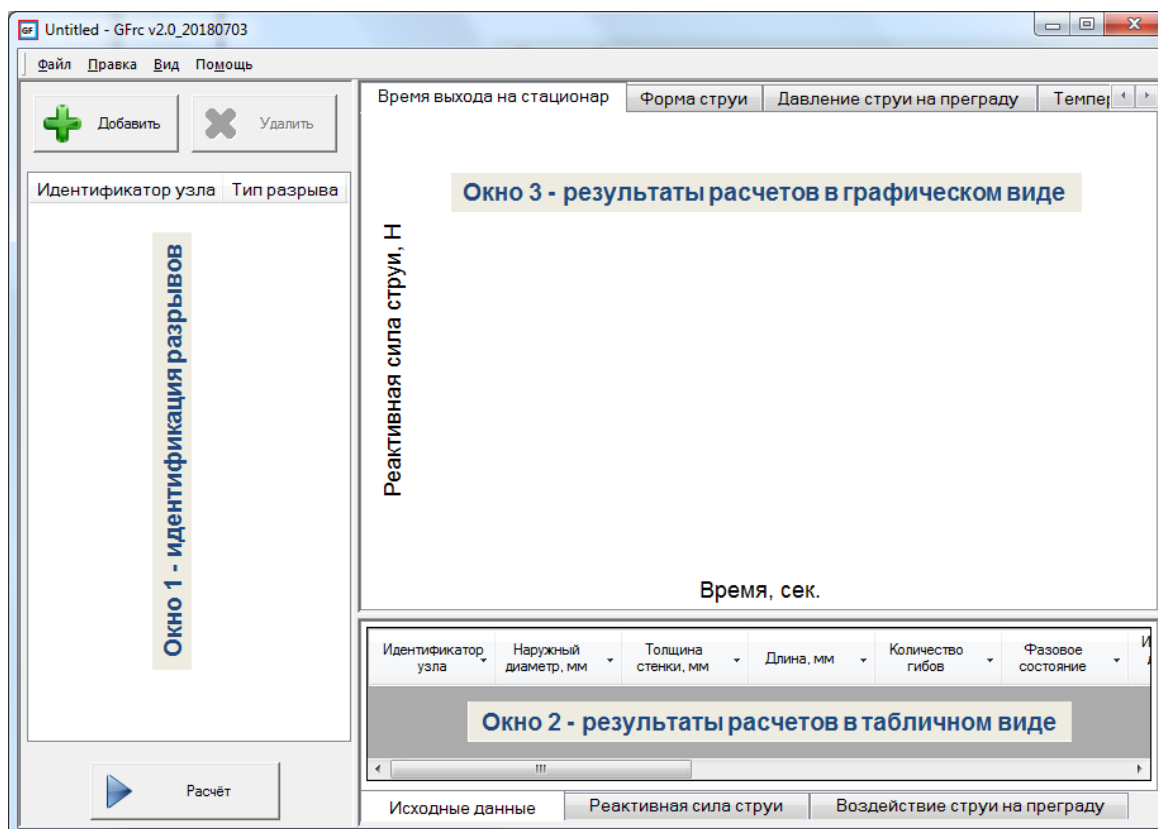
4 Руководство пользователя

1. [Интерфейс программы](#)
2. [Ввод исходных данных](#)
3. [Запуск на расчет](#)
4. [Результаты расчета](#)
5. [Пример](#)

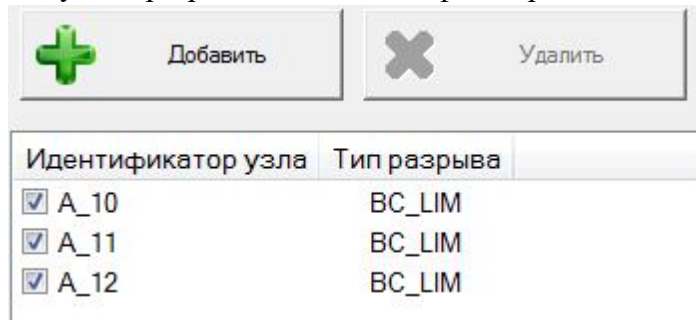
4.1 Интерфейс Программы

Для создания расчетной модели, запуска модели на расчет и просмотра результатов расчета предусмотрен графический трехоконный интерфейс, состоящий из следующих окон:

- окно 1 - идентификация узлов с разрывами;
- окно 2 - результаты расчетов в табличной форме;
- окно 3 - результаты расчетов в графической форме.
-



Модель может состоять из одного или нескольких узлов с разрывами, которые добавляются или исключаются из модели при помощи кнопок ДОБАВИТЬ и УДАЛИТЬ. Для каждого узла с разрывом при помощи [специальной панели](#) вводятся соответствующие исходные данные. После завершения задания исходных данных для узла с разрывом его идентификатор и тип автоматически заносятся в окно 1.



Количество узлов с разрывами, которые могут быть рассчитаны при одном запуске программы, не должно превышать 300.

4.2 Ввод исходных данных

Для ввода исходных данных для каждого узла с разрывом служит специальная панель, вызываемая при нажатии кнопки ДОБАВИТЬ.

Панель ввода параметров узла с разрывом. Включает следующие поля:

- Идентификация: Идентификатор узла: []
- Геометрия трубопровода: Наружный диаметр, мм.: [0], Толщина стенки, мм.: [0], Длина, мм.: [0], Количество гибов: [0]
- Параметры среды в трубопроводе: Фазовое состояние: [], Избыточное давление, МПа: [0], Температура, °C: [0]
- Разрыв: Тип разрыва: [], Площадь разрыва по умолчанию, Площадь разрыва, мм²: [0]
- Ограничитель расхода: Ограничитель расхода: [НЕТ], Площадь истечения, мм²: [0], Истечение струи: []
- Воздействие струи: Расстояние до преграды, мм.: [0], Расхождение концов труб, мм.: [0]

При помощи этой панели вводятся приведенные ниже параметры:

Идентификатор узла с разрывом.

Идентификатор состоит из произвольных буквенно-цифровых символов, количество которых не должно превышать 8.

Идентификация: Идентификатор узла: AB_15

Геометрические параметры трубопровода.

Они включают в себя наружный диаметр D_{ext} , толщину стенки δ_w , длину L и количество гибов n_g . Длина трубопровода определяется как развернутая длина от данного узла разрыва до ближайшего сосуда, давление в котором может быть принято постоянным в процессе истечения среды из разрыва.

Геометрия трубопровода

Наружный диаметр, мм:	<input type="text" value="0"/>
Толщина стенки, мм:	<input type="text" value="0"/>
Длина, мм:	<input type="text" value="0"/>
Количество гибов:	<input type="text" value="0"/>

Имеются следующие ограничения:

$$10 \text{ мм} < D_{\text{ext}} < 5000 \text{ мм}$$

$$0.1 \text{ мм} < \delta_w$$

$$100 \text{ мм} < L < 10^6 \text{ мм}$$

$$n_b < 50$$

Пользовательский интерфейс осуществляет контроль выполнения этих ограничений.

Параметры среды в трубопроводе.

Включают в себя тип среды (вода или пар), избыточное давление P , температуру T . Избыточное давление это постоянное давление в сосуде, к которому подсоединен трубопровод. Предполагается что они не изменяются в течение времени истечения среды из разрыва. Тип среды выбирается из выпадающего меню.

Параметры среды в трубопроводе

Фазовое состояние:	<input type="text" value="Пар (ST)"/>
Избыточное давление, МПа:	<input type="text" value="5"/>
Температура, °C:	<input type="text" value="280"/>

Параметры среды в трубопроводе

Фазовое состояние:	<input type="text" value="Вода (WT)"/>
Избыточное давление, МПа:	<input type="text" value="5"/>
Температура, °C:	<input type="text" value="180"/>

Имеются следующие ограничения:

$$0.20 \text{ МПа} < P < 21.0 \text{ МПа}$$

$$0.1 \text{ C} < T < 600 \text{ C}$$

При задании давления и температуры необходимо следить, чтобы оба этих параметра соответствовали выбранному типу среды.

Пользовательский интерфейс осуществляет контроль выполнения этих ограничений.

Тип разрыва и площадь сечения выхода среды из разрыва.

Тип разрыва выбирается из ниспадающего меню и может быть следующим:

BC_UNLIM - полный поперечный разрыв трубопровода с бесконечным расхождением концов труб;

BC_LIM - поперечный разрыв трубопровода с ограниченным расхождением концов труб;

BL - продольный разрыв вдоль образующей трубопровода;

CR - сквозная трещина на трубопроводе;

Разрыв

Тип разрыва:

По окружности без ограничения (BC_UNLIM) ▾

Площадь разрыва по умолчанию

Площадь разрыва, мм²: 785398.163

Разрыв

Тип разрыва:

По окружности с ограничением (BC_LIM) ▾

Площадь разрыва по умолчанию

Площадь разрыва, мм²: 50000

Разрыв

Тип разрыва:

Продольный (BL) ▾

Площадь разрыва по умолчанию

Площадь разрыва, мм²: 50000

Разрыв

Тип разрыва:

Трещина (CR) ▾

Площадь разрыва по умолчанию

Площадь разрыва, мм²: 50000

Для разрыва типа BC_UNLIM площадь сечения разрыва A_{rupt} равна площади внутреннего сечения трубопровода A_{tb} и пользователем не задается. Для остальных типов разрыва пользователь задает площадь сечения разрыва A_{rupt} или использует значение по умолчанию.

Имеются следующие ограничения:

$$A_{rupt} < A_{tb}$$

A_{tb} - площадь поперечного сечения трубопровода.

Пользовательский интерфейс осуществляет контроль выполнения этого ограничения.

Расхождение концов труб.

Для разрыва типа BC_LIM должно быть задано расхождение V_{rp} концов труб в месте разрыва. Величина расхождения определяется способом закрепления трубопровода в районе разрыва или конструкцией ограничителя расхода при его наличии.

Расхождение концов труб, мм:

Имеются следующие ограничения:

$$V_{rp} < D_{int} / 4 \quad D_{int} - \text{внутренний диаметр трубопровода.}$$

Пользовательский интерфейс осуществляет контроль выполнения этого ограничения.

Наличие и тип ограничителя расхода.

Опция наличия или отсутствия ограничителя расхода рассматривается только для разрыва типа BC_LIM и выбирается из ниспадающего меню.

Ограничитель расхода

Ограничитель расхода:

Площадь истечения, мм²:

Истечение струи:

При наличии ограничителя расхода необходимо задать площадь выхода потока из него A_{lim} , а также его тип - с односторонним (SS) или двухсторонним выходом (BS).

Для двухстороннего выхода задаваемая пользователем площадь понимается как площадь выхода с одной стороны, при этом площади выхода с обеих сторон одинаковы.

Имеются следующие ограничения:

$$A_{\text{lim}} < A_{\text{rupt}}$$

Пользовательский интерфейс осуществляет контроль выполнения этого ограничения.

Расстояние до преграды.

Расчет воздействия струи на окружающие объекты (преграды) проводится в предположении что преграда расположена перпендикулярно к оси струи и ее площадь намного превышает площадь пятна воздействия струи.

Пользователю необходимо задать расстояние L_{trg} от сечения выхода струи из разрыва до преграды.

Имеются следующие ограничения:

$$L_{\text{trg}} > \sqrt{\frac{4A_{\text{rupt}}}{\pi}}$$

Пользовательский интерфейс осуществляет контроль выполнения этого ограничения.

Операции с исходными данными.

С исходными данными возможно проведение описанных ниже операций.

Дублирование данных одного узла с разрывом для облегчения ввода данных для другого узла. Осуществляется из Окна 1 кликом правой клавишей "мыши" на идентификаторе узла.

Запись исходных данных в файл командой Файл-Экспорт.

Загрузка ранее созданных исходных данных из файла командой Файл-Импорт.

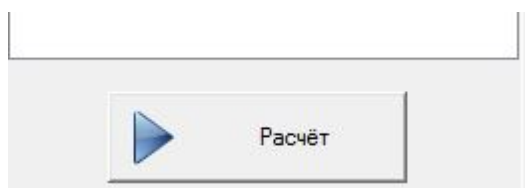
Сохранение всего проекта, включая исходные данные, командами Файл-Сохранить и Файл-Сохранить Как

Загрузка ранее созданного проекта, включая исходные данные, командами Файл-Открыть

По мере заполнения исходных данных список узлов с разрывами, который содержит их идентификаторы и типы разрывов, выводится в Окно 1. "Check box" слева от идентификатора узла позволяет добавить или исключить его из набора выбора. Результаты расчетов, выдаваемые в Окно 2 и Окно 3, представляются только для выбранных узлов.

4.3 Запуск на расчет

После окончания ввода исходных данных для всех узлов с разрывами модель запускается на расчет при помощи кнопки РАСЧЕТ, расположенной под [Окном 1](#). Расчет проводится для всех узлов разрывов, входящих в модель.



4.4 Результаты расчета

Результаты расчета представляются в табличной форме в [Окне 2](#) и в графической форме в [Окне 3](#).

В [Окне 2](#) по соответствующему выбору выводятся 3 таблицы:

- исходные данные - ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ;
- реактивные параметры струи - РЕАКТИВНАЯ СИЛА СТРУИ;
- параметры воздействия струи на преграду - ВОЗДЕЙСТВИЕ СТРУИ НА ПРЕГРАДУ.

Таблица ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В таблице представлены исходные данные для каждого узла с разрывом, которые были введены на этапе ввода исходных данных. Таблица может использоваться пользователем для контроля введенных исходных данных.

Идентификатор узла	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Длина, мм	Количество гибов	Фазовое состояние	Избыточное давление, МПа	Температура, °C	Тип разрыва	Площадь разрыва, мм²	Ограничитель расхода	Площадь истечения, мм²	Расхождение концов труб, мм	Истечение струи
A_10	1200.00	12.00	5000.00	1	WT	6.20	225.00	BC_LIM	1086186.81	YES	5000.00	30.00	BS

Исходные данные Реактивная сила струи Воздействие струи на преграду

Таблица РЕАКТИВНАЯ СИЛА СТРУИ

В таблице представлены результаты расчета реактивных параметров струи, вытекающей из разрыва.

Идентификатор узла	Тип разрыва	Площадь сечения струи, мм²	Коэффициент реактивной силы струи	Реактивная сила струи, Н	Полное давление в сечении разрыва, МПа	Статическое давление в сечении разрыва, МПа	Скорость истечения из разрыва, м/с	Массовый расход среды из разрыва, кг/с	Время выхода на стационарное истечение, сек
A_10	BC_LIM	5000.00	1.95	61400.00	6.24	0.10	121.00	507.00	17.90

Исходные данные Реактивная сила струи Воздействие струи на преграду

Площадь сечения струи (Jet Cross-section Area) равна площади разрыва в случае отсутствия ограничителя расхода или равна площади выхода из ограничителя расхода в случае его наличия.

Коэффициент реактивной силы (Thrust Coefficient), являющийся безразмерной характеристикой силы реактивной струи (Thrust Force) и определяемый по сечению площади выхода из разрыва либо площади выхода из ограничителя расхода при наличии последнего. Для несжимаемой среды максимальное значение $C_Q = 2.0$, для сжимаемой примерно $C_Q \approx 1.26$. Снижение величины C_Q отражает гидравлические потери при течении от сосуда с постоянным давлением P_0 до сечения выхода струи из разрыва или ограничителя расхода.

$$C_Q = \frac{Q}{P_0 A_{rupt}} \quad C_Q = \frac{Q}{P_0 A_{lim}}$$

Для несжимаемой среды статическое давление в сечении истечения (Jet Static Pressure) равно атмосферному давлению, для сжимаемой среды оно определяется характером истечения и в общем случае для высокоэнергетических трубопроводов выше атмосферного давления.

Полное давление в сечении истечения (Jet Total Pressure) отражает гидравлические потери при течении от сосуда с постоянным давлением P_0 до сечения выхода струи из разрыва или ограничителя расхода. Чем больше величина потерь, тем больше его отличие от величины P_0 .

Величина реактивной силы (Thrust Force), приведенная в таблице, отражает ее значение при стационарном истечении. Промежуток времени, в течение которого устанавливается стационарное истечение, (Time to Steady Thrust) определяется как время, за которое через сечение истечения вытекает масса теплоносителя, находящаяся в трубопроводе на участке от сосуда до места разрыва.

Таблица ВОЗДЕЙСТВИЕ СТРУИ НА ПРЕГРАДУ

В таблице представлены результаты расчета воздействия струи на преграду.

Идентификатор узла	Тип разрыва	Расстояние до преграды, мм	Радиус границы струи, мм	Сила воздействия струи на преграду, Н	Средняя температура струи на преграде, °С	Средняя влажность струи на преграде
A_10	BC_LIM	3000.00	1420.00	61500.00	84.60	0.63

Исходные данные	Реактивная сила струи	Воздействие струи на преграду
-----------------	-----------------------	-------------------------------

Радиус границы струи (Jet Boundary Radius) для всех типов разрывов кроме поперечного разрыва с ограниченным расхождением концов труб при отсутствии ограничителя расхода равен наружному радиусу пятна воздействия струи на преграду, которое имеет круговую или кольцевую форму. Для поперечного разрыва с ограниченным расхождением концов труб при отсутствии ограничителя расхода это размер пятна воздействия струи на преграду в плоскости, проходящей через ось трубопровода и одну из осей струи, перпендикулярной к оси трубопровода. Указанный размер определяется как расстояние от оси струи до ее границы, т.е. половина ширины струи в данной плоскости.

Сила воздействия струи на преграду (Jet Force on Target) рассчитывается как интеграл от избыточного давления в струе по площади пятна воздействия струи на преграду. Распределение избыточного давления известно в результате расчета.

$$Q = \iint_{A_{trg}} P dA_{trg}$$

Средняя температура струи на преграде (Jet Averaged Temperature on Target) рассчитывается как среднеинтегральное значение по площади пятна воздействия струи на преграду.

$$T_m = \frac{1}{A_{trg}} \iint_{A_{trg}} T dA_{trg}$$

Температура в пятне воздействия струи на преграду рассчитывается по абсолютному давлению струи в данной точке и ее энтальпии, которая считается постоянной и равной энтальпии среды в сечении истечения. Если фазовое состояние среды на преграде будет соответствовать влажному пару то температура будет равна температуре насыщения при данном давлении.

Средняя влажность струи на преграде (Jet Averaged Wetness on Target) рассчитывается как среднеинтегральное значение по площади пятна воздействия струи на преграду.

$$w_m = \frac{1}{A_{avg}} \iint_{A_{avg}} w dA_{trg}$$

Влажность в пятне воздействия струи на преграду рассчитывается аналогично расчету температуры, т.е. по абсолютному давлению струи в данной точке и ее энтальпии.

В Окне 3 в результаты расчета представляются в графической форме.

График *ВРЕМЯ ВЫХОДА НА СТАЦИОНАР*

График показывает время выхода процесса истечения на стационарный режим. Необходимо учитывать что для расчета использована весьма приближенная методика, более точный расчет требует использования нестационарной модели истечения, основанной на методе характеристик.

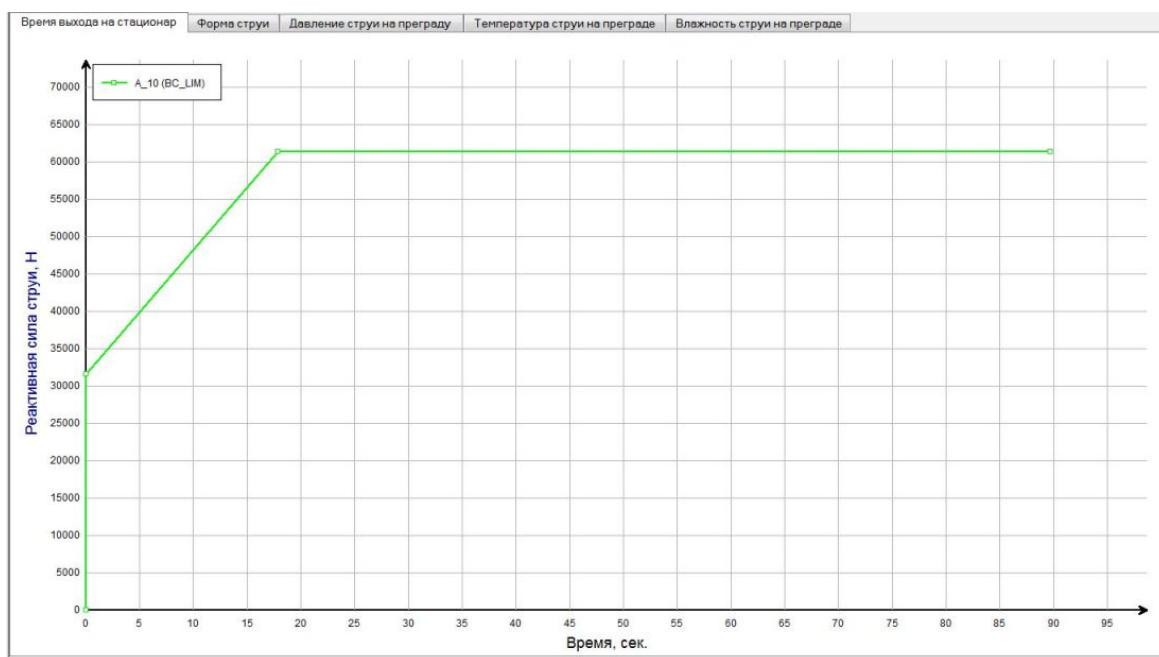
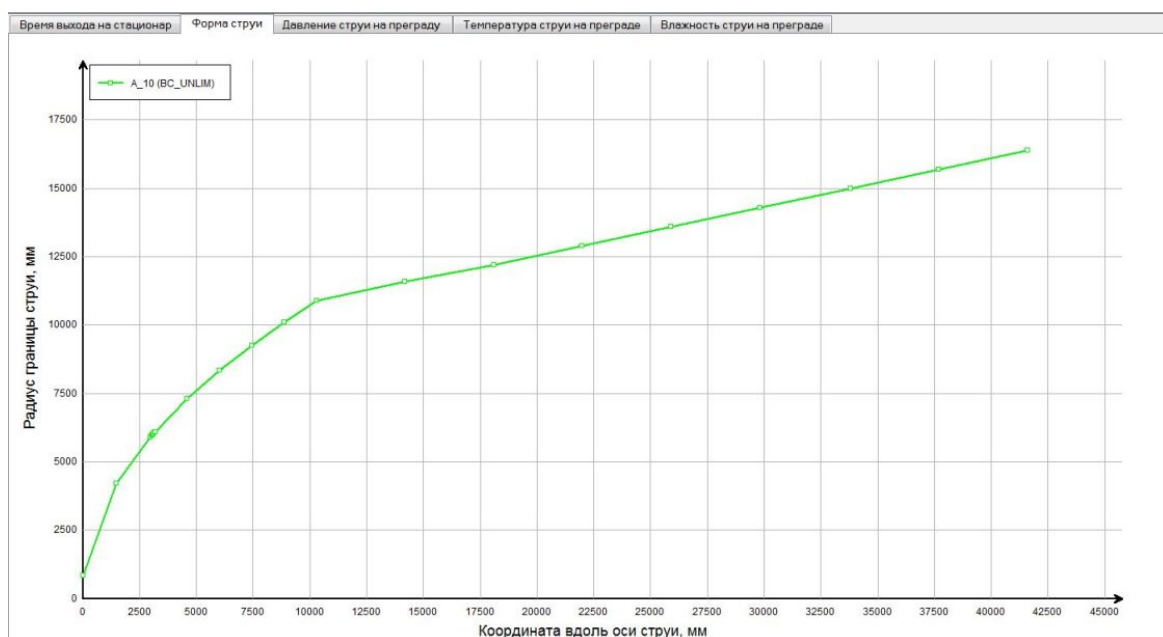


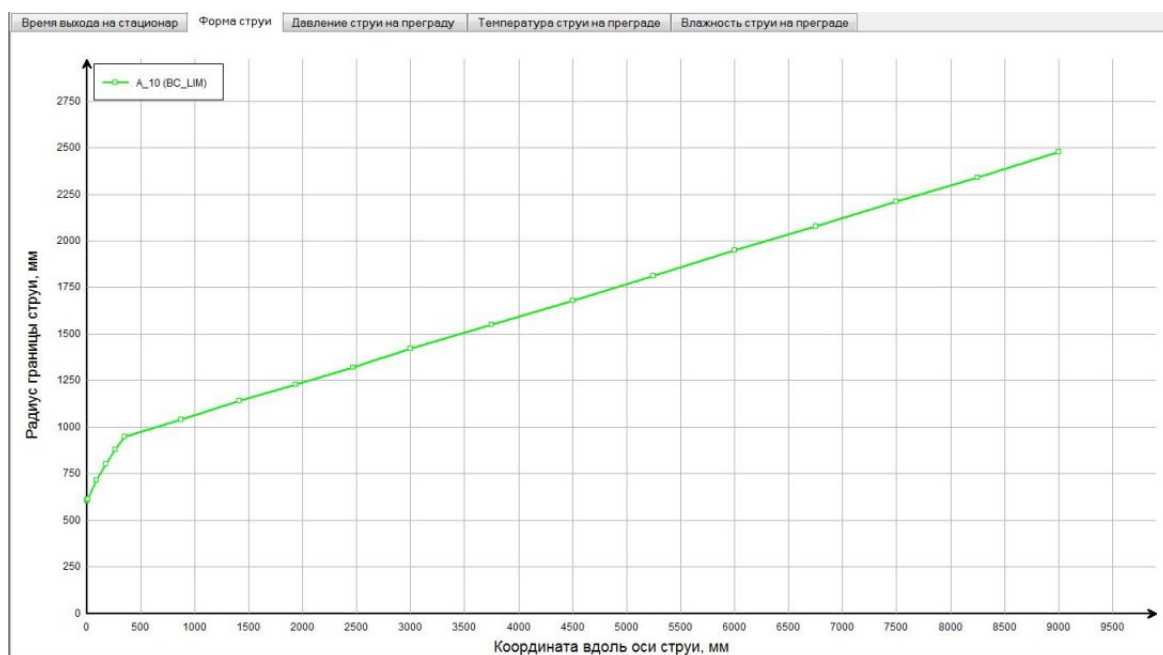
График *ФОРМА СТРУИ*

График показывает форму внешней границы струи.

Для разрывов типа BC_UNLIM, BL, CR, для которых струя имеет круговое поперечное сечение, показано изменение радиуса струи вдоль ее оси.



Для разрыва типа BC_LIM при наличии ограничителя расхода, при котором струя имеет кольцевое сечение, показано изменение наружного радиуса струи вдоль ее оси.



Для разрыва типа BC_LIM при отсутствии ограничителя расхода, для которого сечение струи плоскостью, перпендикулярной одной из осей струи, имеет "седлообразную" форму, показано изменение половины ширины струи вдоль соответствующей оси.

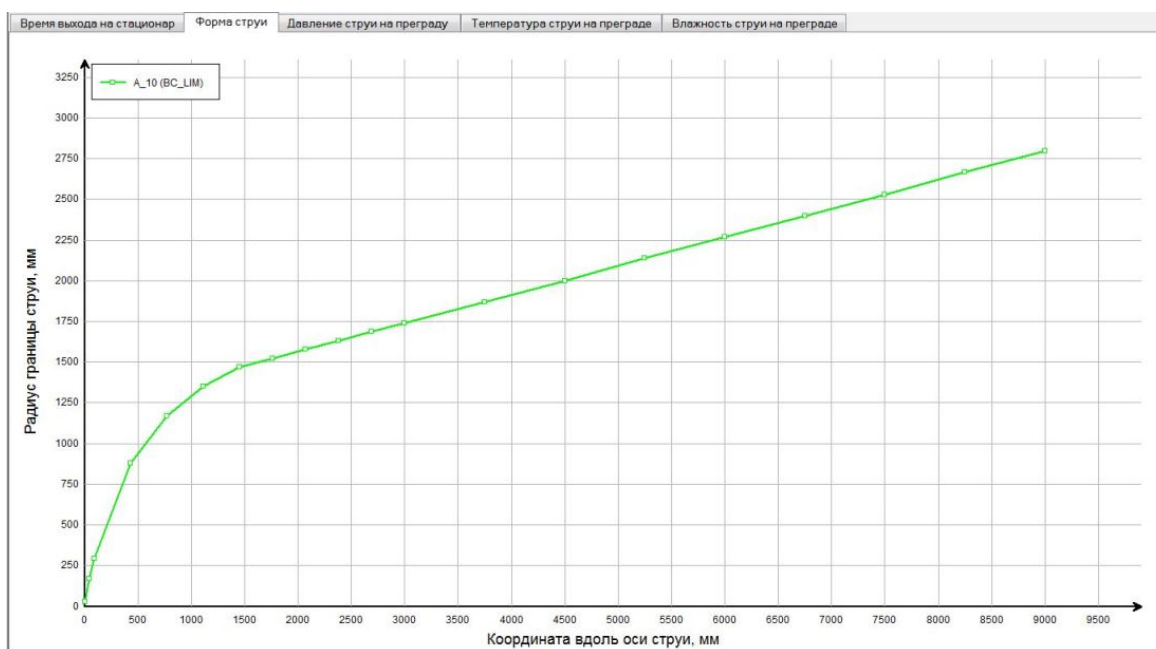


График *ДАВЛЕНИЕ СТРУИ НА ПРЕГРАДУ*

График показывает распределение избыточного давления по радиусу или ширине пятна воздействия струи на преграду в зависимости от типа разрыва и формы поперечного сечения струи.

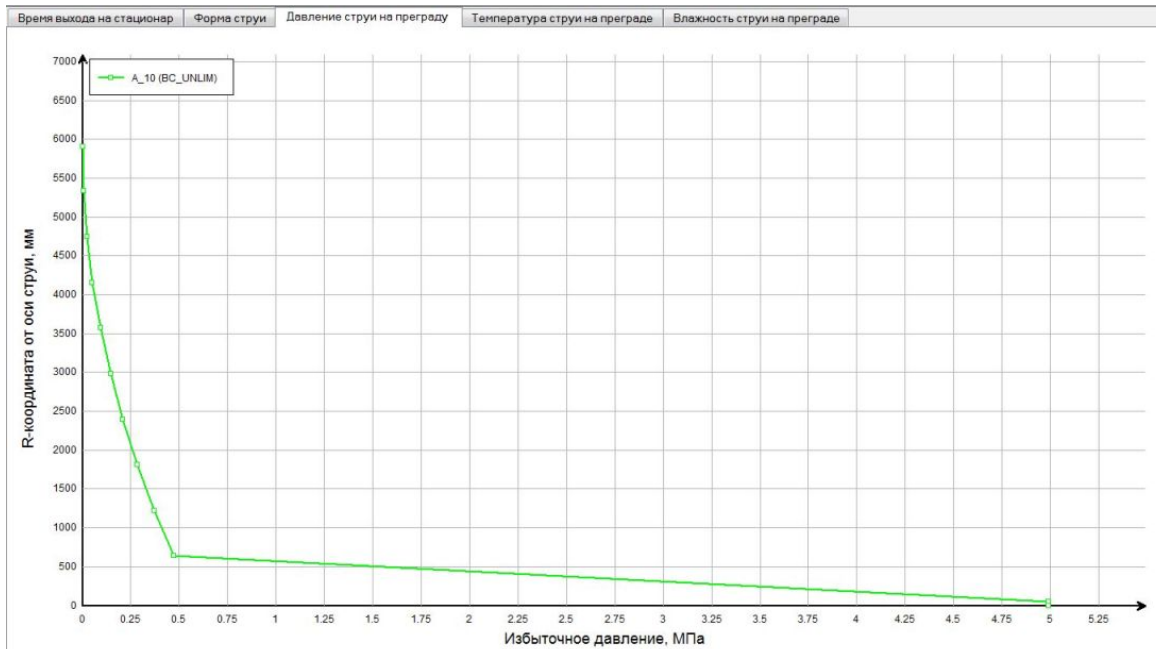


График *ТЕМПЕРАТУРА СТРУИ НА ПРЕГРАДЕ*

График показывает распределение температуры торможения по радиусу или ширине пятна воздействия струи на преграду в зависимости от типа разрыва и формы поперечного сечения струи.

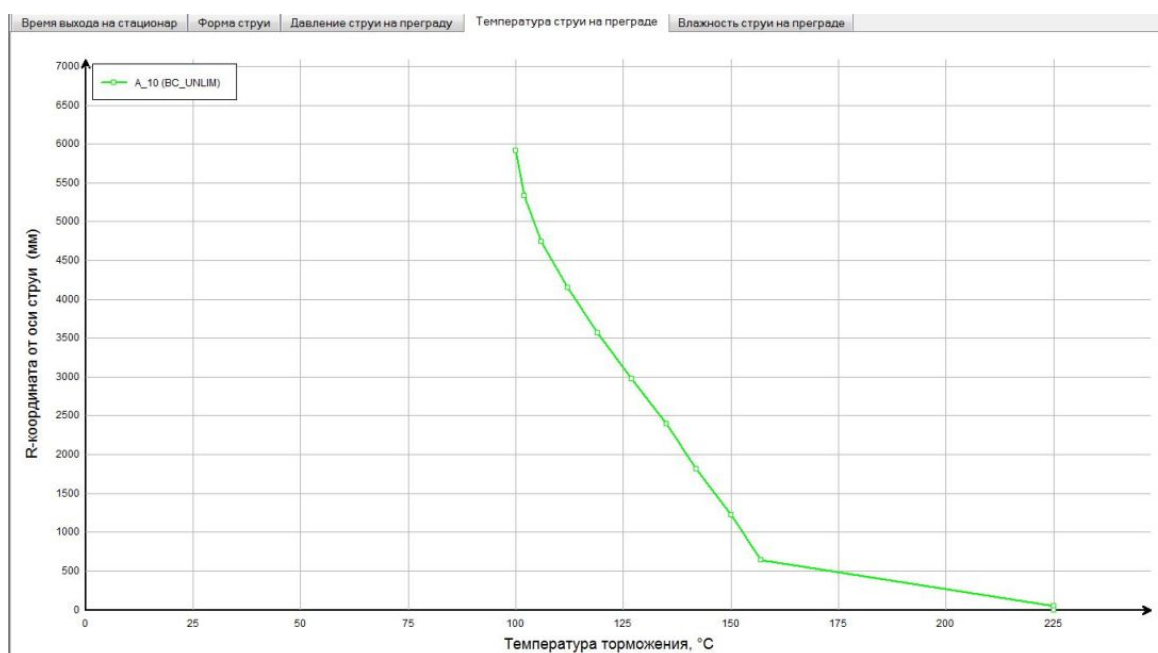
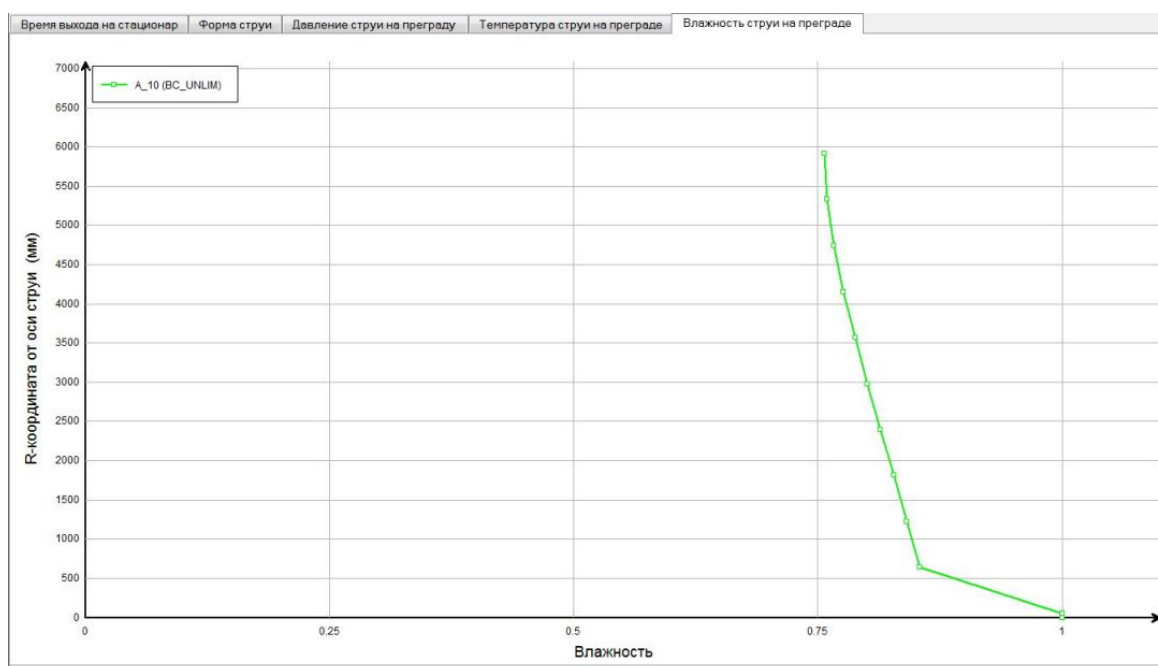


График ВЛАЖНОСТЬ СТРУИ НА ПРЕГРАДЕ

График показывает распределение влажности по радиусу или ширине пятна воздействия струи на преграду в зависимости от типа разрыва и формы поперечного сечения струи.



Таблицы из Окна 2 и графики из Окна 3 могут быть скопированы в буфер обмена командами соответственно:

Правка - Копировать таблицу

Правка - Копировать график

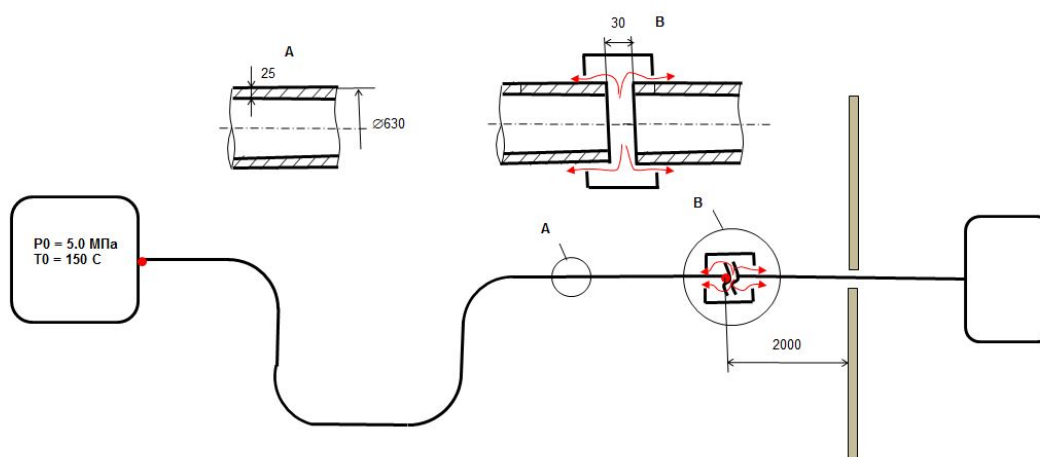
Графики также могут быть сохранены в файл в различных графических форматах командой

Файл - Сохранить график как изображение

4.5 Пример

Для иллюстрации приведенной выше информации дан тестовый пример и результаты его расчета.

Модель и ее описание.



Развернутая длина трубопровода от сосуда до точки разрыва	- 10000 мм
Количество гибов	- 4
Наружный диаметр трубы	- 630 мм
Толщина стенки трубы	- 25 мм
Тип разрыва	- BC_LIM
Наличие ограничителя расхода	- ДА
Истечение из ограничителя расхода	- двухстороннее
Площадь выхода из ограничителя расхода	- 500 мм ²
Расхождение концов труб в месте разрыва	- 30 мм
Расстояние от разрыва до преграды	- 2000 мм
Среда	- вода
Избыточное давление среды	- 5.0 МПа
Температура среды	- 150 C

Панель исходных данных.

Параметры узла

Идентификация
Идентификатор узла: A_10 ▶ Расчёт

Геометрия трубопровода
Наружный диаметр, мм.: 630
Толщина стенки, мм.: 25
Длина, мм.: 10000
Количество гибов: 4

Параметры среды в трубопроводе
Фазовое состояние: Вода (WT) ▾
Избыточное давление, МПа: 5
Температура, °C: 150

Разрыв
Тип разрыва:
По окружности с ограничением (BC_LIM) ▾
 Площадь разрыва по умолчанию
Площадь разрыва, мм²: 264207.942

Ограничитель расхода
Ограничитель расхода: ДА ▾
Площадь истечения, мм²: 500
Истечение струи: Обе стороны (BS) ▾

Воздействие струи
Расстояние до преграды, мм: 3000

Расхождение концов труб, мм: 30

OK Очистить форму Отмена Справка

Результаты расчета в табличном виде.

Идентификатор узла	Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм	Длина, мм	Количество гибов	Фазовое состояние	Избыточное давление, МПа	Температура, °C	Тип разрыва	Площадь разрыва, мм ²	Ограничитель расхода	Площадь истечения, мм ²	Расхождение концов труб, мм	Истечение струи	Расстояние до преграды, мм
A_10	630.00	25.00	10000.00	4	WT	5.00	150.00	BC_LIM	264207.94	YES	500.00	30.00	BS	3000.00

Исходные данные Реактивная сила струи Воздействие струи на преграду

Идентификатор узла	Тип разрыва	Площадь сечения струи, мм ²	Коэффициент реактивной силы струи	Реактивная сила струи, Н	Полное давление в сечении разрыва, МПа	Статическое давление в сечении разрыва, МПа	Скорость истечения из разрыва, м/с	Массовый расход среды из разрыва, кг/с	Время выхода на стационарное истечение, сек
A_10	BC_LIM	500.00	1.96	5000.00	5.10	0.10	104.00	47.90	101.00

Исходные данные Реактивная сила струи Воздействие струи на преграду

Идентификатор узла	Тип разрыва	Расстояние до преграды, мм	Радиус границы струи, мм	Сила воздействия струи на преграду, Н	Средняя температура струи на преграде, °C	Средняя влажность струи на преграде
A_10	BC_LIM	3000.00	873.00	5000.00	87.50	0.79

Исходные данные Реактивная сила струи Воздействие струи на преграду

Результаты расчета в графическом виде.

