

Курсовой проект на тему «Разработка программного обеспечения УМК Экология 3»

Разработчики :

студенты группы МТ-45053
Терентьев А.Ю.,
Черемисина Е.Ю.

Руководители:

доцент, к.т.н Лавров В.В;
доцент, к.т.н Гольцев В.А.

Актуальность задачи

- Металлургические предприятия являются источниками загрязнения воздушного бассейна твердыми, газообразными, жидкофазными примесями вредных веществ. Масштаб техногенного влияния на атмосферу и приземной слой сопоставим с влиянием топливно-энергетического и транспортного комплексов.
- Важнейшая проблема металлургов – экологизация производства. Одним из путей решения данной проблемы является создание в составе основных производств систем улавливания и утилизации выбросов.

Цель работы

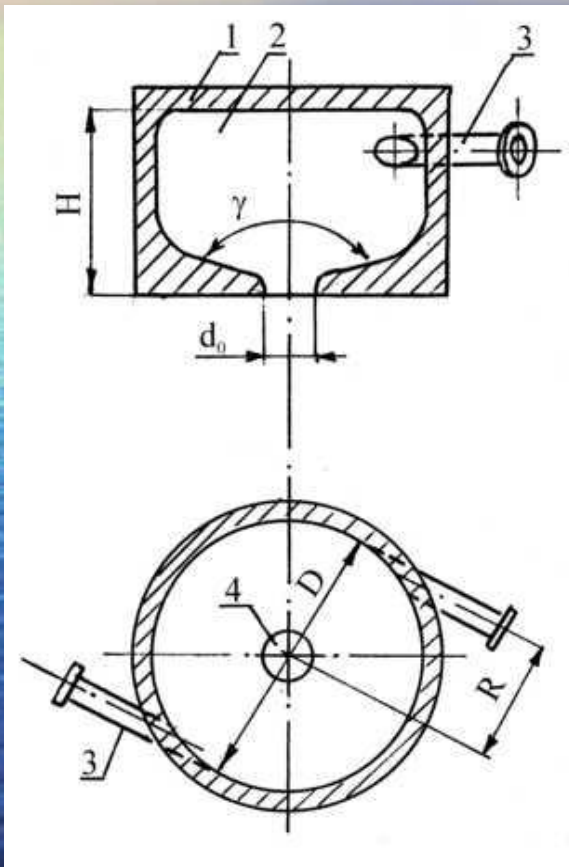
- Целью данной работы является создание программного средства, которое позволит рассчитывать конструктивные и режимные параметры газоочистной установки, показатели её работы, предоставлять пользователю результаты расчета в численном и графическом виде, создавать отчет.

Газоочистные установки

В данной работе нам необходимо автоматизировать процесс расчета следующих устройств:

- 1. центробежная форсунка для аппаратов мокрой очистки газов;
- 2. скруббер с подвижной шаровой насадкой;
- 3. газопромыватель типа ПВПР с провальными решётками и стабилизатором пенного слоя;
- 4. газопромыватель Вентури типа ГВПВ.

Механическая центробежная форсунка с тангенциальным вводом воды



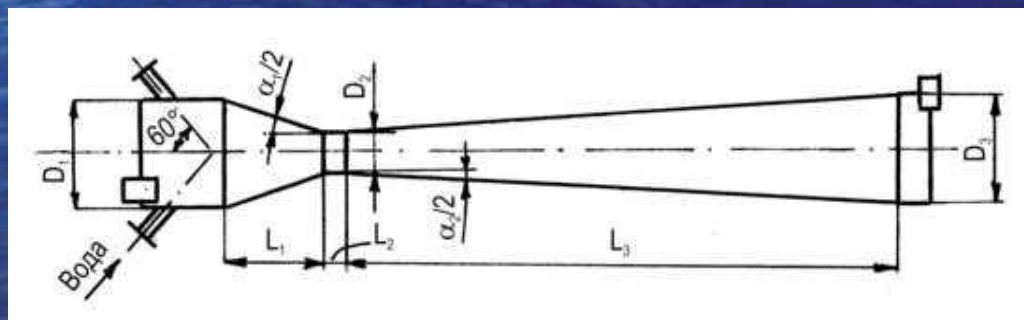
Центробежные форсунки относятся к классу механических форсунок. Их общим отличием является достаточно большой диапазон изменения угла раскрытия вытекающей струи α – от 8 до 180°.

Целью расчета является определение геометрических характеристик форсунки, определение числа форсунок и расхода воды на орошение.

1 – корпус; 2 – вихревая камера; 3 – подводящие патрубки; 4 – сопло

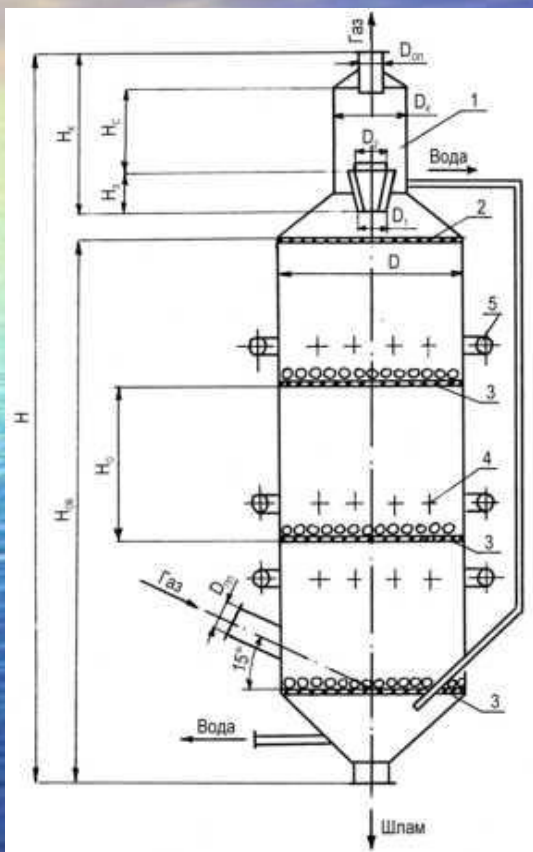
Газопромыватель Вентури ГВПВ

Работа скрубберов Вентури основана на захвате каплями воды пылевых частиц с последующем их осаждении в каплеуловителе. Дробление воды осуществляется турбулентным газовым потоком. Для очистки технологических газов разработан нормализованный типоразмерный ряд скрубберов. Скруббер ГВПВ рассчитан на очистку газа с начальной запыленностью не выше 30 г/м³ и температурой до 400 °С. Производительность скрубберов по условиям выхода 17...84 тыс. м³/ч при гидравлическом сопротивлении трубы Вентури от 6 до 12 кПа.



Нормализованная труба Вентури скруббера ГВПВ

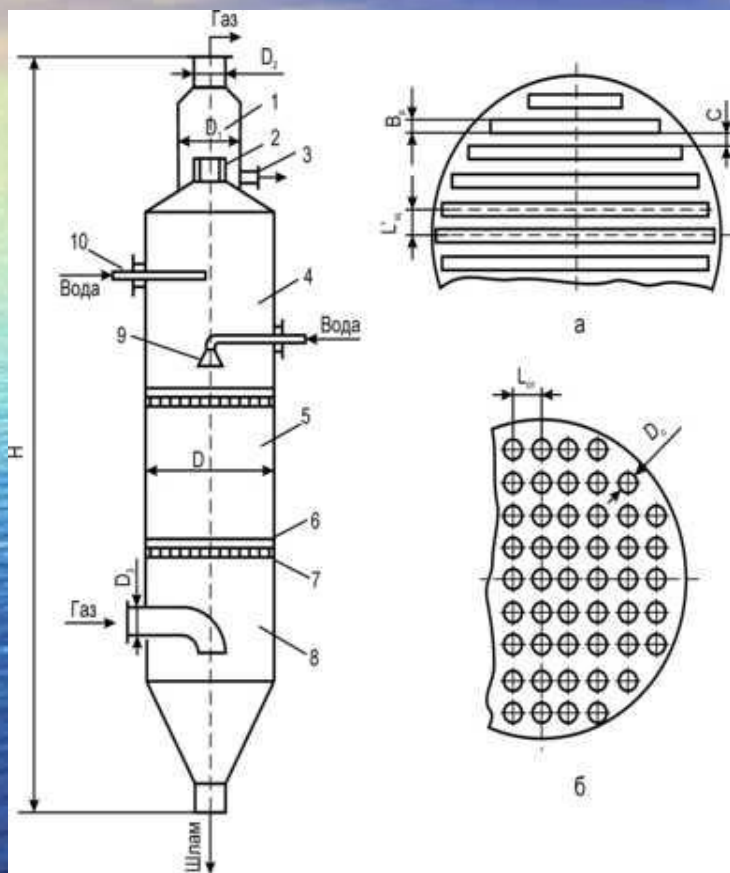
Скруббер с подвижной шаровой насадкой



Скрубберы с подвижной шаровой насадкой являются аппаратами мокрой очистки газов от пыли и растворимых в воде соединений. Они обеспечивают степень очистки газа от пыли с размерами более 2 мкм с эффективностью $\eta = 96...99\%$ и от соединений фтора при $pH = 7$ с эффективностью $\eta = 97...99\%$. Обладая меньшей, чем скрубберы Вентури эффективностью, они требуют относительно меньших энергозатрат и рабочих площадей для установки.

1 – каплеуловитель; 2 – ограничительная решетка; 3 – опорно-распределительная решетка; 4 – оси форсунок (8...16 форсунок в ряду); 5 – коллектор подвода воды

Газопромыватель ПВПР с провальными решётками и стабилизатором пенного слоя



Пенные аппараты для очистки от пыли и растворимых в воде соединений выбросов металлургического производства по способу отвода жидкости подразделяются на два типа: с переливными устройствами и с так называемыми провальными решетками. Аппараты второго типа характерны тем, что при противоточном движении жидкости и очищаемого газа вода как бы проваливается через решетку. Эффективная очистка газа от пыли и растворимых в воде соединений достигается при работе аппарата в пенном режиме со скоростями газа, меньшими критической. Для увеличения диапазона рабочих скоростей на провальную решетку устанавливают стабилизатор пены, имеющий сотовую конструкцию.

1 – брызгоуловитель; 2 – центробежный завихритель; 3 – отвод воды из брызгоуловителя в шлакоприемник; 4 – верхняя секция; 5 – средняя секция; 6 – стабилизатор пены; 7 – провальная решетка; 8 – нижняя секция; 9 – ороситель; 10 – форсунка для периодического орошения завихрителя;

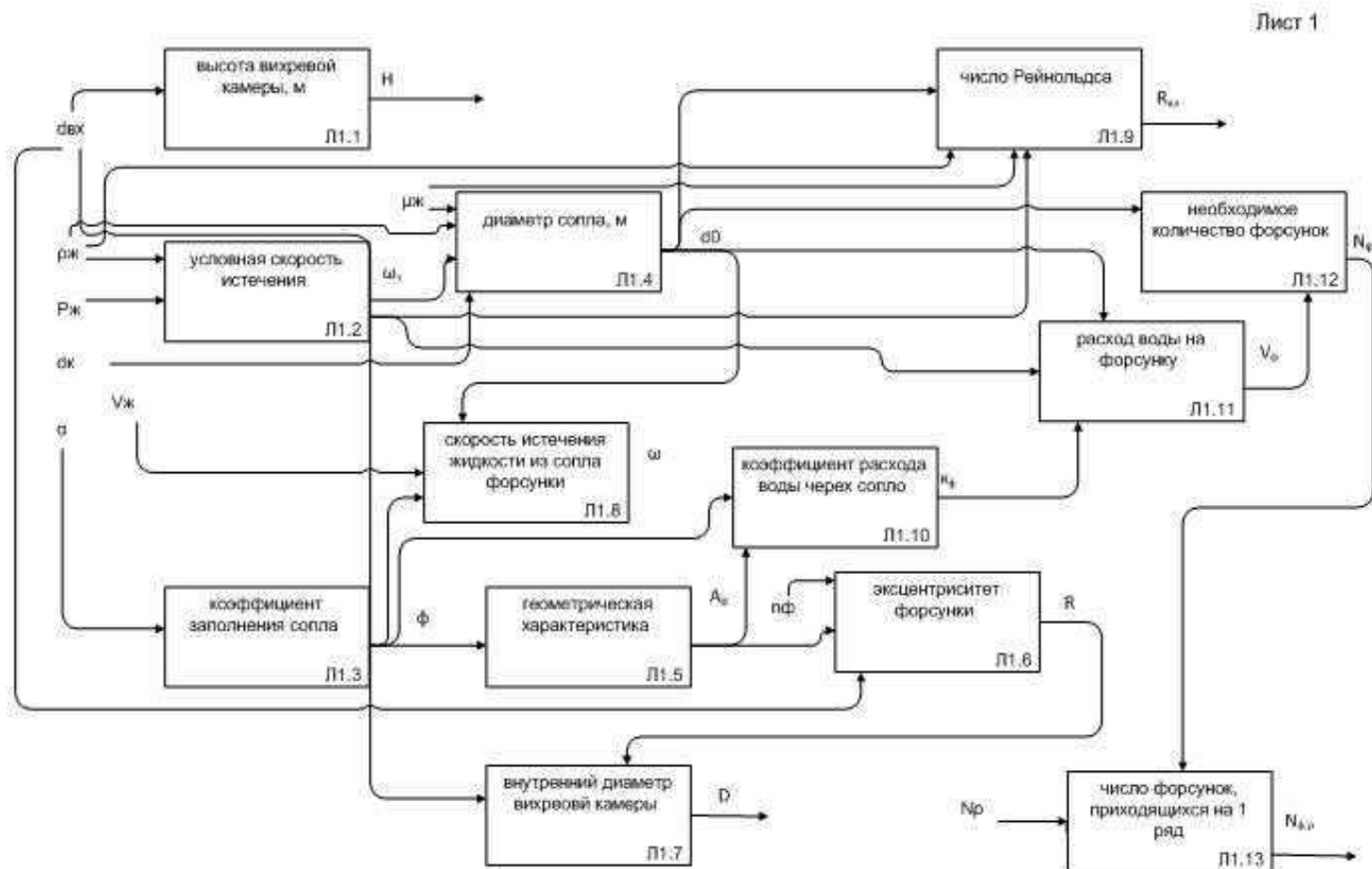
а – шедевая б – дырчатая решетки

Характеристика варианта расчета в электронных таблицах MS Office Excel

| | A | B | C | D | E | F | G | H |
|----|---|------------|------------------------|--------|---|--------------|--------------|--|
| 1 | Проект: Разработка программного обеспечения УМК | | | | | | | |
| 2 | Разработчики: Терентьев А.Ю., Черемисина Е.Ю. | | | | | | | |
| 3 | Расчет центробежной форсунки для аппаратов мокрой очистки газов | | | | | | | |
| 4 | общий расход воды на орошение (предварительное) | $V_{ж}$ | $\text{м}^3/\text{с}$ | 0,034 | | d_0 | 0,02612 | диаметр сопла |
| 5 | избыточное давление воды перед форсункой | $P_{ж}$ | Па | 20000 | | R | 0,06264 | эксцентриситет форсунки |
| 6 | плотность воды на орошение | $\rho_{ж}$ | $\text{кг}/\text{м}^3$ | 998,2 | | D | 0,14528 | внутренний диаметр вихревой камеры |
| 7 | коэффициент динамической вязкости воды | $\mu_{ж}$ | Па*с | 0,001 | | H | 0,02400 | высота вихревой камеры |
| 8 | рекомендуемый оптимальный диаметр капель распыляемой | $d_{к}$ | м | 0,0004 | | $N_{ф,р}$ | 15,0 | число форсунок, приходящихся на 1 ряд |
| 9 | заданный угол раскрытия форсунки | α | град | 120 | | $\kappa_{ф}$ | 0,17188 | коэффициент расхода воды через сопло |
| 10 | заданное число входных каналов вихревой камеры | $n_{ф}$ | | 2 | | $N_{ф}$ | 58,3 | необходимое количество форсунок |
| 11 | заданный диаметр входного канала вихревой камеры | $d_{вх}$ | м | 0,02 | | $V_{ф}$ | 0,00058 | расход воды на форсунку |
| 12 | заданное число рядов форсунок | $N_{р}$ | | 4 | | $A_{ф}$ | 4,08995 | геометрическая характеристика |
| 13 | | | | | | $\omega_{с}$ | 6,33026 | условная скорость истечения |
| 14 | | | | | | $Re_{св}$ | 164374,92438 | число Рейнольдса |
| 15 | | | | | | ω | 174,23523 | скорость истечения жидкости из сопла форсунки |
| 16 | | | | | | ϕ | 0,36424 | коэффициент заполнения сопла |
| 17 | | | | | | $N_{ф}$ | 60 | уточненное количество форсунок |
| 18 | | | | | | $V_{ж}$ | 0,03497 | общий расход воды на орошение (окончательное значение) |

Схема расчёта параметров центробежной форсунки

Расчет центробежной форсунки для аппаратов мокрой очистки газов

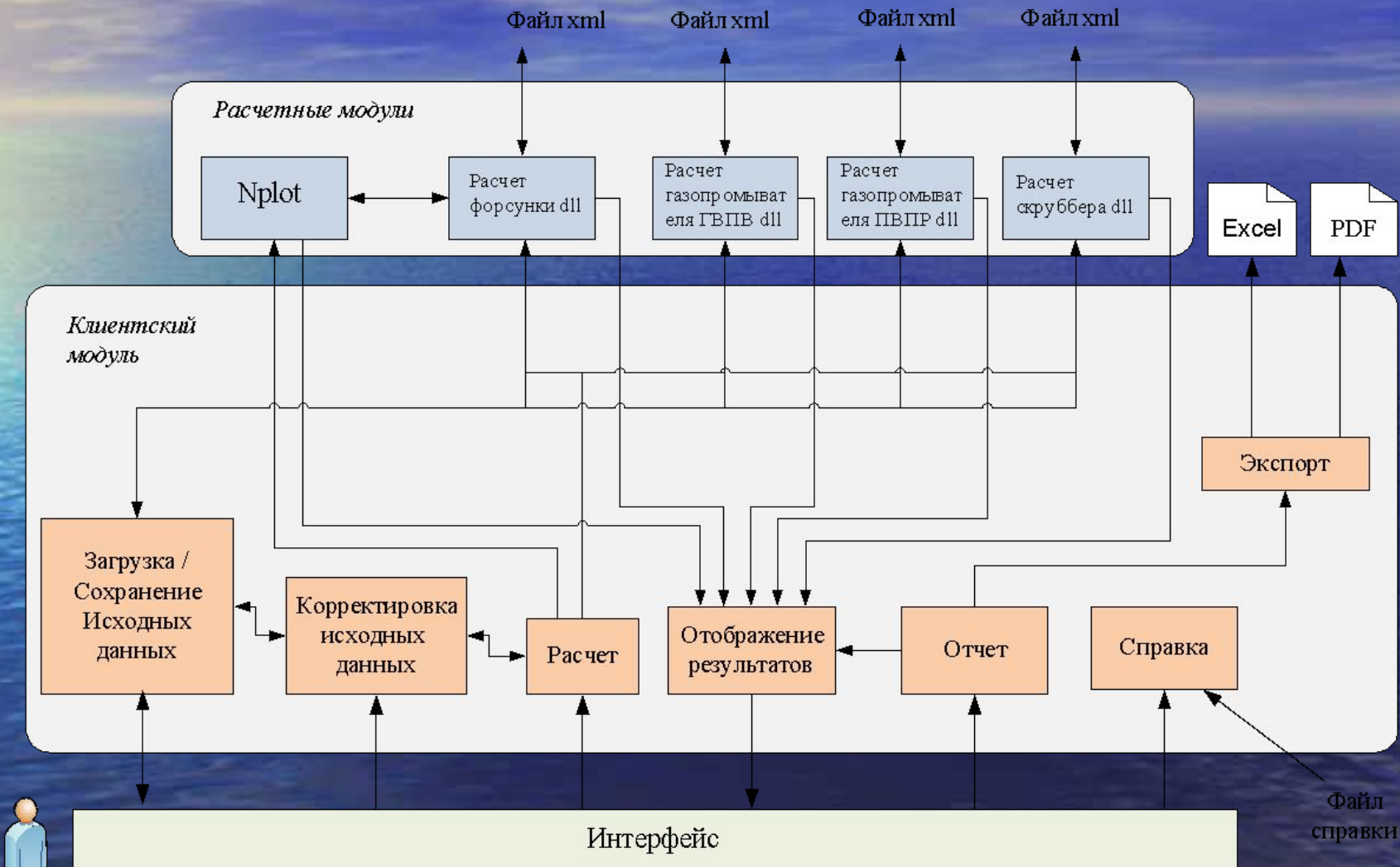


Спецификация внешних функций

Следующим этапом разработки является этап создания спецификаций внешних функций

| Наименование переменной | Единицы измерения | Расчетное уравнение (список обозначений в отдельной таблице) |
|---|-------------------|--|
| Высота вихревой камеры | м | $H = 1,2d_{вк}$ |
| условная скорость истечения | м/с | $\omega_3 = \sqrt{2P_ж / \rho_ж}$ |
| коэффициент заполнения сопла | | $\varphi = 1 - 0,001134\alpha^{1,322}$ |
| диаметр сопла | м | $d_o = 18,3 / d_k * (Re_3)^{0,59}$ |
| геометрическая характеристика | | $A_\phi = \pi \cdot d_o \cdot R / 2 \cdot n_\phi \cdot F_{вк} = (1 - \varphi)\sqrt{2} / \varphi\sqrt{\varphi}$ |
| эксцентриситет форсунки | м | $R = A_\phi n_\phi d_{вк}^2 / 2d_o$ |
| внутренний диаметр вихревой камеры | м | $D = 2K + d_{вк}$ |
| скорость истечения жидкости из сопла форсунки | м/с | $\omega = 4V_ж / (\pi \cdot d_o^2 \cdot \varphi)$ |
| число Рейнольдса | | $Re_3 = \omega_3 d_3 \rho_3 / \mu_ж$ |
| коэффициент расхода воды через сопло | | $K_\phi = \left(\sqrt{A_\phi^2 / (1 - \varphi) + 1 / \varphi^2} \right)^{-1}$ |
| расход воды на форсунку | м ³ /с | $V_\phi = K_\phi \cdot \pi \cdot d_o^2 \cdot \omega_3 / 4$ |
| необходимое количество форсунок | штук | $N_\phi = V_ж / V_\phi$ |

Архитектура ПП



Исходные данные

Параметры газовой среды

| | |
|--|-----------------------------------|
| Расход сухого газа на очистку при нормальных условиях, м ³ /с | <input type="text" value="0,45"/> |
| Влажность очищаемого газа, кг/м ³ | <input type="text" value="0,01"/> |
| Температура очищаемого газа, С | <input type="text" value="306"/> |
| Избыточное давление газа в скруббере, кПа | <input type="text" value="15"/> |
| Плотность газа в рабочих условиях, кг/м ³ | <input type="text" value="0,96"/> |
| Концентрация пыли в очищаемом газе, г/м ³ | <input type="text" value="28"/> |
| Плотность орошения газа жидкостью, дм ³ /м ³ | <input type="text" value="0,5"/> |
| Плотность орошающей жидкости, кг/м ³ | <input type="text" value="1000"/> |
| Коэффициент испарения воды | <input type="text" value="0,45"/> |

Выбор типа пыли

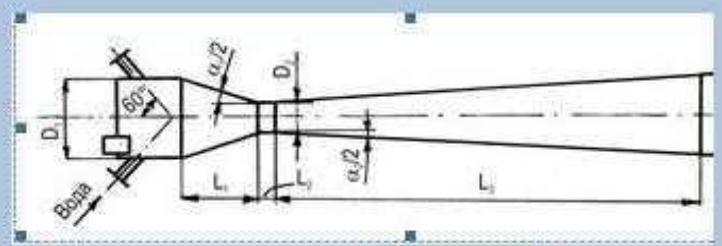
▾

Прочие параметры

| | |
|--|------------------------------------|
| Коэффициент расхода воды | <input type="text" value="0,72"/> |
| Барометрическое давление на местности, кПа | <input type="text" value="101,3"/> |

Характеристики трубы Вентури

| | |
|--|------------------------------------|
| Гидравлическое сопротивление трубы Вентури засчёт орошения влагой, кПа | <input type="text" value="5"/> |
| Коэффициент сопротивления "сухой" трубы Вентури | <input type="text" value="0,120"/> |
| Коэффициент сопротивления циклона | <input type="text" value="18"/> |
| Площадь живого сечения горловины трубы Вентури, м ² | <input type="text" value="0,1"/> |
| Угол закрытия конфузора, град | <input type="text" value="26"/> |
| Угол раскрытия конфузора, град | <input type="text" value="5"/> |
| Коэффициент для гидравлического сопротивления орошаемого циклона, В1 | <input type="text" value="0,63"/> |
| Коэффициент для гидравлического сопротивления орошаемого циклона, А1 | <input type="text" value="-0,3"/> |



Расчёт

Сохранить

Выход из программы

Параметры газовой среды и жидкости

| | |
|---|---------|
| Температура газа на выходе из скруббера, С | 75,691 |
| Содержание влаги в газе на выходе из скруббера, кг/м3 | 0,01 |
| Температура водяного пара на выходе из скруббера, С | 123,683 |
| Расход воды на орошение очищаемого газа, м3/с | 0 |
| Объёмный расход влажного газа на выходе из скруббера при рабочих условиях, м3/с | 0,507 |
| Скорость газа в каплеуловителе, м/с | 1,794 |
| Расход воды на одну форсунку, м3/с | 0 |
| Скорость газа в горловине, м/с | 84,477 |
| Необходимое количество форсунок для подачи орошающей жидкости | 2,73 |

Гидравлические сопротивления

| | |
|--|--------|
| Гидравлическое сопротивление "сухой" трубы Вентури, кПа | 25,997 |
| Гидравлическое сопротивление каплеуловителя, кПа | 0,028 |
| Гидравлическое сопротивление трубы Вентури засчёт орошения влагой, кПа | -0,141 |
| Полное гидравлическое сопротивление скруббера ГВПВ, кПа | 51,854 |
| Полное гидравлическое сопротивление трубы Вентури, кПа | 25,857 |

Характеристики газопромывателя ГВПВ

| | |
|--|-----------|
| Тип ГВПВ | 0,006-400 |
| Диаметр входного патрубка, м | 0,273 |
| Диаметр горловины, м | 0,085 |
| Диаметр выходного патрубка, м | 0,219 |
| Длина трубы Вентури, м | 1,85 |
| Длина горловины, м | 0,012 |
| Масса трубы Вентури, кг | 0 |
| Длина диффузора трубы Вентури, м | 1,635 |
| Длина конфузора трубы Вентури, м | 0,203 |
| Диаметр отверстия форсунки, м | 0,014 |
| Коэффициент сопротивления "мокрой" трубы Вентури | -0,079 |

Эффективность газопромывателя

| | |
|--|------------|
| Относительный унос пыли | 1 |
| Суммарная энергия, затрачиваемая на очистку газа, Па | 326853,892 |
| Степень очистки газа | 0 |
| Содержание пыли в очищенном газе, г/м3 | 28 |
| Количество осаждаемой из газа пыли, г/с | 0 |

Характеристики каплеуловителя

| | |
|---|----------|
| Тип каплеуловителя | КЦТ-5,00 |
| Внутренний диаметр каплеуловителя, м | 0,6 |
| Полная высота каплеуловителя, м | 2 |
| Расстояние между осями ввода и отвода газа, м | 0,87 |
| Масса каплеуловителя, кг | 168 |

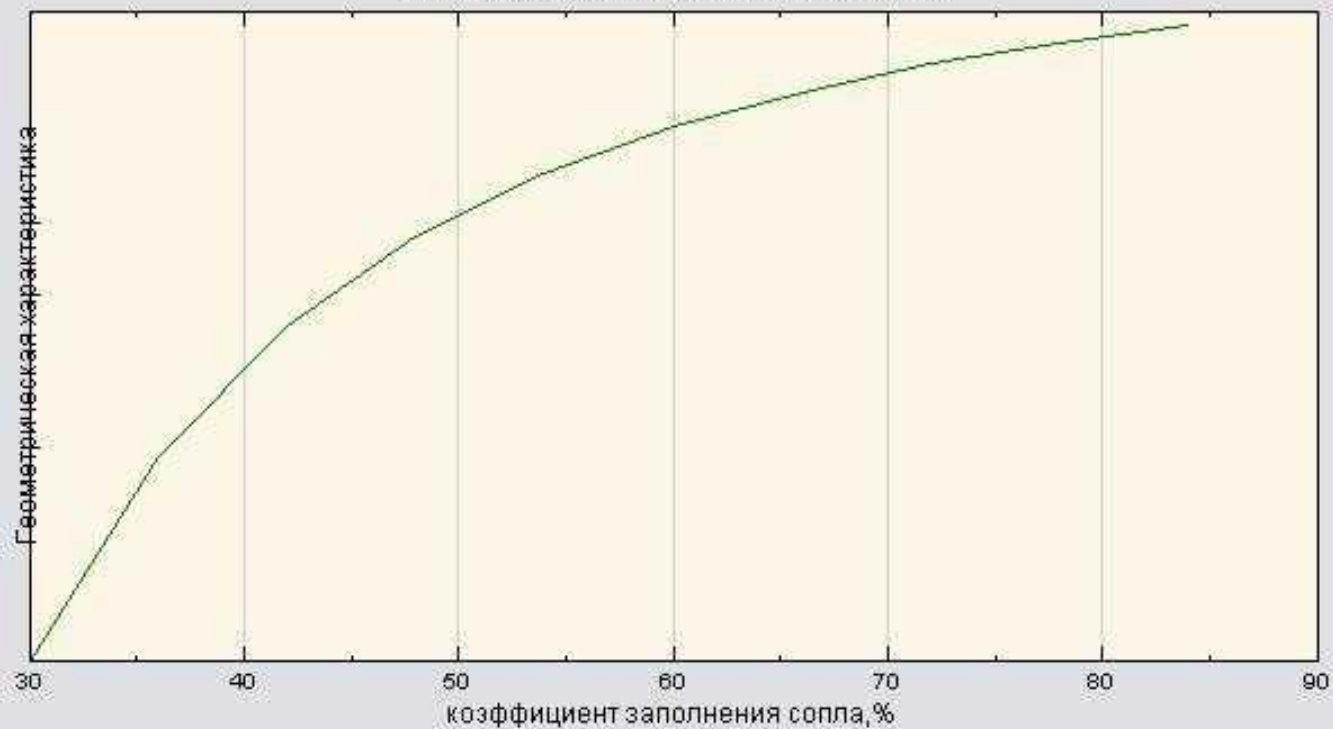
Переход на главную форму

Выход из программы

График



Зависимость Геометрической характеристики
от коэффициента заполнения сопла



Влияние параметров

коэффициент заполнения сопла:

от до

Построить

Закреть



Сохранить как

Папка: Debug

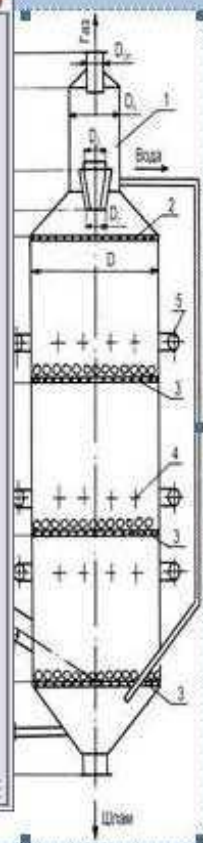
1.xml
nunit.framework.xml

- Недавние документы
- Рабочий стол
- Мои документы
- Мой компьютер
- Сетевое

Имя файла:

Тип файла: xml files (*.xml)

Сохранить
Отмена



Расход сухого газа в нормальных условиях

Температура газа в скруббер, °C

Влажность газа в скруббер, кг/м³

Барометрическое давление на местности, кПа

Избыточное давление газа, кПа

Начальная температура охлаждающей жидкости

Плотность охлаждающей жидкости, кг/м³

Количество секций

Расстояние между щелями решётки, м

Толщина решётки, м

Ширина щели решётки, м

Свободное сечение опорно-распределительной решётки, м²/м²

0,5

очищенном газе, кг/м³

0,00007

Плотность материала шаров, кг/м³

400

Насыпная плотность шаров, кг/м³

240

Выбор типа пыли

Диаметр шаров насадки, м

0,03

Агломашины К-1-75

Расчёт

Сохранить

Выход из программы

Проект "Учебно-методический комплекс Экология 3"**Расчёт газопромывателя типа ПВПР с провальными решётками и стабилизатором пенного слоя**

Исходные данные

| | |
|--|------|
| Температура очищаемого газа, град С | 145 |
| Плотность влажного газа, кг/м ³ | 1,12 |
| Избыточное давление газа, кПа | 15 |
| Барометрическое давление газа, кПа | 145 |
| Температура воды на орошение, град С | 20 |
| Плотность орошающей жидкости, кг/м ³ | 1000 |
| Влажность очищаемого газа, кг/м ³ | 0,01 |
| Расход сухого газа на очистку при нормальных условиях, м ³ /с | 2,7 |
| Удельное орошение газа жидкостью, м ³ /м ³ | 0,05 |
| Концентрация пыли в очищаемом газе, г/м ³ | 200 |
| Тип печи | 3 |
| Свободное сечение дырчатой решётки, м ² /м ² | 0,14 |
| Диаметр отверстия дырчатой решётки, м | 3 |
| Длина трубыщелевой решётки, м | 20 |
| Высота провальной решётки, м | 4 |
| Количество провальных решёток | 1 |

Справка

Скрыть Назад Вперед Домой Печать Параметры

Содержание Поиск Избранное

- [-] Справка по работе с прог...
 - [?] Необходимость ПП
 - [?] Специфика ПП
- [-] Теоретическая часть
 - [-] Расчет газопромывате...
 - [?] Описание газопром...
 - [?] Методика расчета
 - [+] Расчет скруббера с по...
 - [+] Расчет газопромывате...
 - [+] Расчет центробежной

Описание газопромывателя типа ПВПР [Previous](#) [Top](#) [Next](#)

Описание газопромывателя типа ПВПР [Previous](#) [Top](#) [Next](#)

Пенные аппараты для очистки от пыли и растворимых в воде соединений выбросов металлургического производства по способу отвода жидкости подразделяются на два типа: с переливными устройствами и с так называемыми провальными решетками. Аппараты первого типа имеют ограниченное применение из-за зарастания решетки пылевыми отложениями. Аппараты второго типа характерны тем, что при противоточном движении жидкости и очищаемого газа вода как бы проваливается через решетку. В зависимости от скорости газа ($u r$) в аппарате устанавливаются различные гидродинамические режимы. При $u r = 0,2 \dots 0,6$ м/с наблюдается режим "смоченной" решетки, характерный весьма незначительным количеством воды на ней. При $u r = 0,6 \dots 0,7$ м/с наблюдается барботажный режим, при котором резко возрастает гидравлическое сопротивление слоя воды на решетке, через который барботируют пузырьки газа. При $u r = 0,8 \dots 2,2$ м/с жидкость на решетке турбулизируется образованием пены, в которой происходит разрушение, слияние и образование новых газовых пузырьков. Увеличение скорости до критической и выше приводит к прорыву газовых струй через слой пены, сопровождающемуся его колебанием, т.е. образуется так называемый волновой режим. Эффективная очистка газа от пыли и растворимых в воде соединений достигается при работе аппарата в пенном режиме со скоростями газа, меньшими критической. Для увеличения диапазона рабочих скоростей на провальную решетку устанавливают стабилизатор пены, имеющий сотовую

Исходные данные

Характеристики жидкости

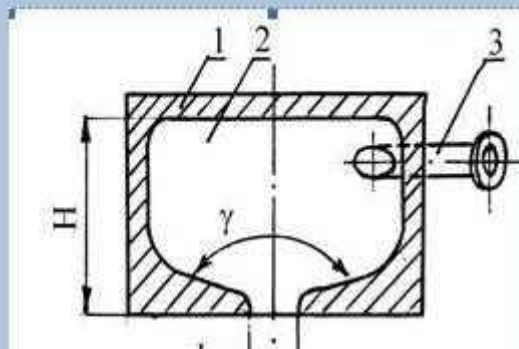
Общий расход воды на орошение, м³/с:

Избыточное давление воды перед форсункой, Па:

Плотность воды на орошение, кг/м³:

Коэффициент динамической вязкости воды, Па·с:

Оптимальный диаметр капель распыляемой воды, м:



Ошибка



Значение не попадает в заданный диапазон!

ОК

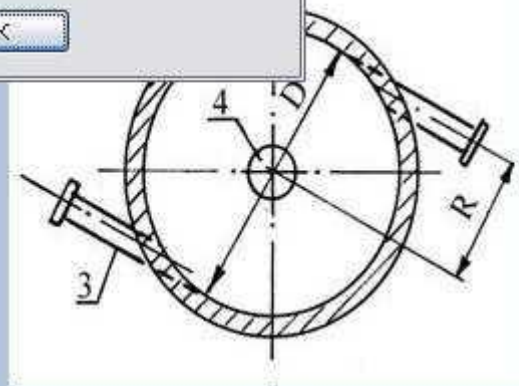
Характеристики форсунки

Угол раскрытия форсунки, град:

Число входных каналов вихревой камеры:

Диаметр входного канала вихревой камеры, м:

Число рядов форсунок:



Расчёт

Сохранить

Выход из программы

Исходные данные

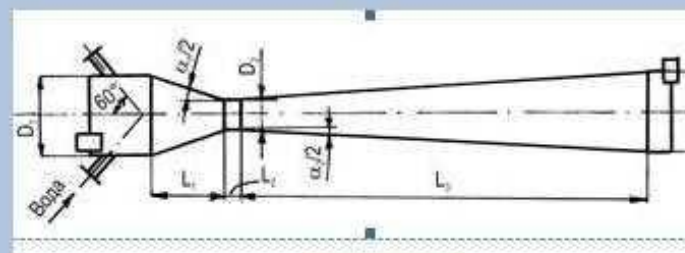
| | | | |
|--|-----------------------------------|---|------------------------------------|
| Расход сухого газа на очистку при нормальных условиях, м ³ /с | <input type="text" value="0,45"/> | Коэффициент расхода воды | <input type="text" value="0,72"/> |
| Влажность очищаемого газа, кг/м ³ | <input type="text" value="0,01"/> | Площадь живого сечения горловины трубы Вентури, м ² | <input type="text" value="0,1"/> |
| Температура очищаемого газа, С | <input type="text" value="306"/> | Гидравлическое сопротивление трубы Вентури за счёт орошения влагой, кПа | <input type="text" value="5"/> |
| Избыточное давление газа в скруббере, кПа | <input type="text" value="15"/> | Коэффициент сопротивления "сухой" трубы Вентури | <input type="text" value="0,120"/> |
| Плотность газа в рабочих условиях, кг/м ³ | <input type="text" value="0,96"/> | Коэффициент сопротивления циклона | <input type="text" value="18"/> |
| Концентрация пыли в очищаемом газе, г/м ³ | <input type="text" value="28"/> | | |
| Плотность орошения газа жидкостью, дм ³ /м ³ | <input type="text" value="0,5"/> | | |
| Плотность орошающей жидкости, кг/м ³ | <input type="text" value="1"/> | | |
| Коэффициент испарения воды | <input type="text" value="0"/> | | |
| Барометрическое давление на местности, кПа | <input type="text" value="1"/> | | |
| Угол закрытия конфузора, град | <input type="text" value="2"/> | | |
| Угол раскрытия конфузора, град | <input type="text" value="5"/> | | |
| Коэффициент для гидравлического сопротивления орошаемого циклона, В1 | <input type="text" value="0,63"/> | | |
| Коэффициент для гидравлического сопротивления орошаемого циклона, А1 | <input type="text" value="-0,3"/> | | |
| Выбор типа пыли | <input type="text"/> | | |

Сообщение



Введите данные !

OK



Расчёт

Сохранить

Выход из программы

Заключение

В процессе проектирования и создания программного средства «Учебно-методический комплекс Экология 3» было создано следующее:

- тестовый файл расчета и проверки методики расчета Excel;
- функциональная схема проектируемой программы;
- программное средство для расчета параметров очистных устройств;
- архитектура программного средства;
- справочная система программы;
- руководство пользователя.

Разработанное программное средство отвечает всем задачам, определенным в начале проектирования, обеспечивает заданную функциональность.

Проведенные тестовые расчеты показали, что рассчитанные в программе данные соответствуют данным расчета, которые получаются в файле Excel. Таким образом, поставленная в начале проектирования цель достигнута