

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ име-
ни академика С.П. КОРОЛЁВА»
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)
(СГАУ)

**ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ОДИНОЧНОГО ИСТОЧНИКА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ**

САМАРА 2015

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
имени академика С.П. КОРОЛЁВА»
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

**ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ОДИНОЧНОГО ИСТОЧНИКА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ**

*Рекомендовано редакционной комиссией
по двигателям летательных аппаратов и энергомашиностроению
в качестве методических указаний*

Самара 2015

Составитель: Ю.А. Копытин

Рецензент: д.т.н., профессор Д.Л. Скуратов

УДК 551.510.04

Оптимизация геометрических параметров одиночного источника промышленных выбросов: Метод указания к лаб. раб. / сост. *Ю.А. Копытин*. – Самара: Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2015. – 13 с.

Методические указания позволяют ознакомиться с методикой оптимизации геометрических параметров одиночного источника промышленных выбросов по оценочным затратам на его строительство.

Указания продолжают цикл исследования загрязнения воздушной среды с помощью компьютера и способствует выработке навыков экологического менеджмента при принятии определенных решений, связанных с загрязнением воздушного бассейна.

Методические указания помогут студентам всех форм обучения и всех специальностей использовать полученные навыки в освоении дисциплины «Экология», а также раздела экологическая безопасность в дисциплине «Безопасность жизнедеятельности».

Разработаны на кафедре экологии и безопасности жизнедеятельности.

© Самарский государственный
аэрокосмический университет, 2015

Лабораторная работа. Оптимизация геометрических параметров одиночного источника промышленных выбросов.

Цель лабораторной работы: Ознакомиться с методикой оптимизации геометрических параметров одиночного источника промышленных выбросов из условия соблюдения ПДК_{м.р} вредного выброса в приземном слое по оценочным затратам на его строительство или реконструкцию.

Роль различных факторов на распределение загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха.

Как уже рассматривалось в лабораторной работе «Исследование процесса рассеивания выбросов загрязняющих веществ одиночного промышленного источника в приземном слое атмосферного воздуха» основным методом улучшения экологической обстановки вдали от промышленных предприятий, несмотря на свои очевидные недостатки, является метод рассеивания промышленных выбросов в атмосфере. Улучшение достигается разбавлением промышленных загрязнителей более чистым атмосферным воздухом. При этом функция нейтрализации промышленных загрязнителей перекладывается на природные факторы: солнечное излучение, озон, флору, бактерии и т.д.

К преимуществам метода относятся простота реализации и доступность. Любые антропогенные загрязнители могут быть рассеяны в окружающей среде, что предотвращает немедленную гибель природы от концентрированных промышленных выбросов.

Выбросы вредных веществ, содержащихся в отходящих газах промышленных предприятий, осуществляются через дымовые трубы, главное назначение которых — отводить выбросные газы в верхние слои атмосферы (во всяком случае за пределы приземного слоя) и рассеивать их. Струя газа, выходя из дымовой трубы, разбавляется незагрязненным воздухом. Поэтому имеет место снижение концентрации вредных компонентов дымовых газов, составляющее суть явления рассеивания. После выхода из источника выбросов загрязняющих веществ, последние не остаются в атмосфере в неизменном виде. Прежде всего в них происходят физические изменения, особенно в процессе динамических явлений, таких как перемешивание и распространение в пространстве, турбулентная диффузия, разбавление и т.д.

Рассеивание является одним из путей достижения установленных нормативов качества воздуха в приземном слое атмосферы на расстоянии 10-15 высот источника выбросов в районе расположения предприятия.

Проведенные в лабораторной работе «Исследование процесса рассеивания выбросов загрязняющих веществ одиночного промышленного источника в приземном слое атмосферного воздуха» эксперименты показали что эффективность рассеивания зависит от многих факторов, и прежде всего, от высоты трубы **H** и высоты подъема дымовых (выбросных) газов над устьем трубы.

Высота подъема газов обеспечивается направленным вверх движением со скоростью $V_{см}$, а также всплыванием теплых газов, выпускаемых в более холодный окружающий воздух.

Скорость выхода газов из устья трубы $V_{см}$ зависит от параметров технологического процесса. В случае стабильного технологического процесса при котором объём дымовых газов $Q_{см}$, их температура $T_{см}$ постоянны, скорость выхода газов зависит от диаметра устья трубы **D** и высоты трубы **H**.

В настоящей работе переброс факела воспроизведен по приблизительной модели, не претендующей на полную адекватность. При этом считаем, что высота трубы не влияет на скорость выхода газов из устья трубы.

В лабораторных работах «Исследование процесса рассеивания выбросов загрязняющих веществ одиночного промышленного источника в приземном слое атмосферного воздуха» и «Определение площади загрязнения выбросами одиночного промышленного источника и установление границ санитарно-защитных зон» было показано что чем выше дымовая труба тем выше коэффициент разбавления и тем меньше концентрация загрязняющих веществ в приземном слое.

Однако, чем выше дымовая труба тем выше затраты на её строительство. Вот почему целесообразно строить трубы с минимально возможной высотой, обеспечивающей ПДК_{м.р} загрязняющих веществ в приземном слое. При этом следует учитывать, что чем меньше диаметр устья трубы **D**, тем выше скорость выхода газов из устья трубы $V_{см}$ и тем меньше концентрация загрязняющих веществ в приземном слое.

Изменяя высоту дымовой трубы **H** и диаметр устья трубы **D** можно подобрать такое их соотношение, при котором будет обеспечиваться ПДК_{м.р} загрязняющих веществ в приземном слое при меньших затратах на её строительство.

При проведении расчетов следует учитывать связь высоты трубы **H** с диаметром устья **D** (из условия устойчивости чем выше дымовая труба, тем больше минимальный возможный её диаметр).

Выполнение лабораторной работы

1. Подготовка к выполнению лабораторной работы.

1.1. Внимательно ознакомиться с теоретическим материалом.

1.2. Получить у преподавателя задание (исходные данные):

а) исходные данные источника (берутся из варианта ЛР «Исследование процесса рассеивания выбросов загрязняющих веществ одиночного промышленного источника в приземном слое атмосферного воздуха»);

б) величина $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$ берется из ЛР «Определение площади загрязнения выбросами одиночного промышленного источника и установление границ санитарно-защитных зон» для вещества с наибольшим значением $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$;

1.3. Полученное задание занести в таблицу 1.

Таблица 1.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ			
Наименование	Обозначение	Размерность	Числовые значения
Температура смеси	$T_{\text{см}}$	$^{\circ}\text{C}$	
Температура воздуха	$T_{\text{возд}}$	$^{\circ}\text{C}$	
Высота источника	H	м	
Диаметр источника	D	м	
Скорость выхода смеси	$V_{\text{см}}$	м/с	
Предельно допустимая концентрация	$\text{ПДК}_{\text{м.р}}$	мг/ м³	

Примечание: Согласно условиям задания технологические параметры $T_{\text{см}}$, $Q_{\text{см}}$, $\text{ПДВ}_{\text{ист}}$ постоянны на всем протяжении эксперимента.

2. Определить $\text{ПДВ}_{\text{ист}}$.

Для определения $\text{ПДВ}_{\text{ист}}$ пользуемся программой расчета рассеивания выбросов лабораторной работы «Исследование процесса рассеивания выбросов загрязняющих веществ одиночного промышленного источника в приземном слое атмосферного воздуха». Подбираем значение мощности выброса M , при которой максимальное значение приземной концентрации C_m будет равно величине $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$. Найденное значение M (мг/с) и будет $\text{ПДВ}_{\text{ист}}$.

3. Рассчитать расход смеси источника.

Расход смеси источника определяется по формуле

$$Q_{см} = V_{см} S_{устья} ; \quad \text{где } S_{устья} = \pi D^2 / 4 \quad (\text{м}^2)$$

4. Найти скорость выхода газов из устья трубы $V_{см}$ при изменении диаметра устья трубы D .

Скорость выхода газов из устья трубы $V_{см}$ определяется для диаметров трубы $D_{ист} = 2,0; 2,5; 3; 3,5; 4; 4,5; 5; 5,5; 6; 6,5$ м используя формулы пункта 3 настоящей работы.

Примечание: Согласно принятым в задании условиям $Q_{см}$ остается постоянной.

При расчетах учитывается что для каждой высоты трубы имеется минимальный диаметр $D_{ист}$, размеры которого приведены ниже:

$H_{ист}, \text{ м}$	90	120	150	180	210	240
$D_{ист} \text{ мин.}, \text{ м}$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5

Полученные значения занести в Протокол исследования (см. приложение).

5. Определить максимальную приземную концентрацию вредных веществ $C_{мД}$.

Определение максимальной приземной концентрации вредных веществ $C_{мД}$ выполняются в диапазоне диаметров источника **2,0 - 6,5** м для высот

$$H = 90 \text{ м}, 120 \text{ м}, 150 \text{ м}, 180 \text{ м}, 210 \text{ м}, 240 \text{ м}.$$

Остальные параметры источника устанавливаются в соответствии с вариантом задания.

Внимание! Для каждого диаметра источника своя $V_{см}$.

Полученные значения занести в Протокол исследования.

6. Построить графики зависимости максимальной концентрации вредных веществ $C_m = f(D)$ для рассматриваемых высот источника H , совместив графики на одном рисунке.

7. На полученном графике отметить горизонтальной линией ПДК_{м.р}.

8. По полученным графикам провести качественный анализ возможности оптимизировать геометрические параметры трубы по затратам на её строительство при условии не превышения концентрации загрязняющих веществ ПДК_{м.р}.

Форма отчета

Отчёт оформляется на отдельных стандартных листах бумаги формата А4 с указанием на титульном листе фамилии и инициалов, № группы, названия работы, фамилии и инициалов преподавателя в соответствии с требованиями стандарта СТО СГАУ 020684 10 – 004 2007 «Общие требования к учебным текстовым документам».

Внести в отчёт цель лабораторной работы и некоторые теоретические вопросы, касающиеся непосредственного выполнения работы.

Все результаты проведенных исследований представить в виде табличного и графического материала.

По проведенному исследованию дать анализ полученных результатов и сделать соответствующие выводы.

По результатам проведенных исследований дать предложения по возможности оптимизировать геометрические параметры трубы по затратам на её строительство при условии не превышения приземной концентрации загрязнения атмосферного воздуха в процессе рассеивания промышленных выбросов стационарного одиночного источника $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$.

Подготовиться к отчёту по лабораторной работе (см. список вопросов для самопроверки).

Контрольные вопросы

1. Что такое одиночный точечный источник?
2. Что такое подфакельная зона? Ее ось?
3. Что такое приземная концентрация?
4. Что такое опасная скорость ветра?
5. Каковы преимущества и недостатки метода рассеивания выбросов?
6. Под действием, каких факторов происходит рассеивание выбросов?
7. Что такое предельно допустимый выброс вредных веществ в атмосферу?
8. Какие основные загрязняющие вещества Вы знаете?
9. Что Вы знаете об аэрозольном загрязнении атмосферы?
10. Расскажите, как образуется фотохимический туман?
11. Как рассчитываются предельно допустимые концентрации для конкретных загрязнителей?
12. Что такое зона влияния источника?
13. При каком режиме работы оборудования определяется ПДВ?
14. Какие нормативы на содержание вредных веществ устанавливаются для воздуха населенных мест?

ПРОТОКОЛ ИССЛЕДОВАНИЯ

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА
ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОДИНОЧНОГО ИСТОЧНИКА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

Исходные параметры источника:

$$\begin{array}{lll} H = & T_{\text{см}} = & ПДК_{\text{м.р}} = \\ D = & T_{\text{воз}} = & V_{\text{см}} = \end{array}$$

Расчетные параметры источника:

$$ПДВ_{\text{ист}} = \quad Q_{\text{см}} =$$

$D_{\text{ист}}, \text{ м}$	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
$V_{\text{см}}, \text{ м/с}$										

Экспериментальные (моделируемые) данные:

Максимальная концентрация	D (м)									
	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
H = 90 м										
$C_{\text{мD}} \text{ (мг/м}^3\text{)}$										
H = 120 м										
$C_{\text{мD}} \text{ (мг/м}^3\text{)}$	X									
H = 150 м										
$C_{\text{мD}} \text{ (мг/м}^3\text{)}$	X	X								
H = 180 м										
$C_{\text{мD}} \text{ (мг/м}^3\text{)}$	X	X	X							
H = 210 м										
$C_{\text{мD}} \text{ (мг/м}^3\text{)}$	X	X	X	X						
H = 240 м										
$C_{\text{мD}} \text{ (мг/м}^3\text{)}$	X	X	X	X	X					

C_m
мг/м³

D, м

Рис.1. График зависимости максимальной концентрации ЗВ при опасной скорости ветра от диаметра источника для различных высот источника.

Учебное издание

**ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ ОДИНОЧНОГО ИСТОЧНИКА
ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ**

Методические указания

Составитель *Копытин Юрий Александрович*

© Самарский государственный
аэрокосмический университет
443086, Самара, Московское шоссе, 34

