

Государственный комитет Российской Федерации  
по высшему образованию

Самарский государственный аэрокосмический  
университет имени академика С.П.Королева

В.Г. Луканенко Г.Ф. Несолонов

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА  
НА ВОЗДУШНУЮ СРЕДУ

Учебное пособие

УДК 551.510.42:5023

Определение антропогенного воздействия производственного процесса на воздушную среду: Учебное пособие /В.Г. Дуканенко, Г.Ф. Несоленов; Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 1994. 44 с.  
ISBN 5-230-16870-6

В пособии представлены расчеты, позволяющие определить категорию опасности предприятия (цеха, участка, рабочего места) в зависимости от массы, вида и состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ; найти количественные характеристики выбросов промышленных предприятий и на их основе проанализировать технологические процессы и выработать мероприятия, направленные на устранение источников выбросов или их снижение до предельно допустимых величин, а также на предотвращение экстремальных ситуаций.

Пособие предназначено для студентов I-7-го факультетов Самарского государственного аэрокосмического университета, проходящих производственную практику на предприятиях авиационной аэрокосмической промышленности, при дипломном проектировании, для самостоятельного изучения материала по охране окружающей среды в курсе "Безопасность жизнедеятельности", а также для слушателей ФПК ИТР. Пособие выполнено на кафедре охраны труда и окружающей среды.  
Табл. 10. Ил. 5. Библиогр.: 23 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П.Королева

Рецензенты: канд. техн. наук А.П. Овчинников,  
А.П. Платкин

ISBN 5-230-16870-6

© Самарский государственный  
аэрокосмический университет,  
1994

## В в е д е н и е

В настоящее время едва ли можно назвать более глобальную проблему, чем охрана окружающей природной среды и природных богатств планеты. Мировое сообщество рассматривает охрану окружающей среды как одну из важнейших проблем, стоящую по важности за проблемой предупреждения атомной катастрофы. Это обусловлено, прежде всего, биологическим аспектом окружающей природной среды и громадной социально-экономической значимостью.

О важности этой проблемы в России сказано в Законе РСФСР "Об охране окружающей природной среды", вступившем в силу со дня его опубликования 03.03.1992 г. [1]. Особое внимание уделено необходимости выполнения экологических требований при эксплуатации предприятий, сооружений, иных объектов и выполнении иной деятельности (разд. УП Закона). Эти требования можно выполнить на основе внедрения и более эффективного использования природоохранных мероприятий, среди которых важнейшая роль принадлежит мерам по предупреждению загрязнения атмосферы, так как хорошо известно, что практически любые нарушения чистоты атмосферного воздуха обязательно влияют на качество двух других основных компонентов природы – воды и земля. Поэтому мероприятия по охране чистоты воздушного бассейна должны одновременно обеспечить как сохранение здоровья и трудоспособности населения страны, так и сохранение растительного и животного мира (ст. 52 и 65 Закона). Следовательно, охрана окружающей природной среды от вредного биологического воздействия (ст. 52) требует комплексного подхода к решению задач по предупреждению загрязнения как атмосферы, так и воды, прежде всего выбросами промышленных предприятий, в том числе авиа- и аэрокосмической промышленности. В России на долю промышленных предприятий приходится около 65% всех выбросов в атмосферу [2]. В эту долю выбросов вносят свою лепту и промышленные предп-

приятия Самара. Так, в 1989 г. объем выбросов в атмосферу составил: КМПО им. Фрунзе - 1282 т/год (разрешение на выбросы отсутствовало); ПО завод им. Масленикова - 2270 т/год (разрешение также отсутствовало); металлургическое ПО им. В.И.Ленина - 3185 (разрешение отсутствовало) [3].

Из промышленных выбросов основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются низкие технологические и вентиляционные выбросы (фонари цехов, трубы вентиляционных установок и др.) непрерывного действия, составлявшие от 80 до 85% от общего количества выбросов. Чрезвычайно важной особенностью таких выбросов, с точки зрения загрязнения атмосферы, является то обстоятельство, что максимальные концентрации вредных веществ создаются непосредственно вблизи от мест их возникновения, а не на пятнадцатикратном от высоты труб расстоянии, что характерно для высоких источников.

Из сказанного следует, что неблагоприятное воздействие промышленных выбросов в атмосферу действует на человека и окружающую среду прежде всего, и к тому же в наиболее тяжелых формах проявляется на промплощадках и прилегающих к ним территориях. Именно здесь создаются наиболее высокие концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК) порой в 2...5, а то и более раз, и именно на этих территориях аккумулируется их основная масса почвой и поверхностью водоемов. В связи с этим особо остро стоит проблема предотвращения загрязнения атмосферы городов, где сосредоточено 40 и более процентов населения и 90% промышленности. А к таким городам можно с успехом отнести Самару, Тольятти, Новокуйбышевск Самарской области, расположенные вблизи реки Волга.

Причиной сложившейся неблагоприятной ситуации являются нерешенные проблемы, связанные с осуществлением природоохранных мероприятий, разрозненность методических материалов по проектированию воздухоочистных устройств, недостаточность данных для проведения экологических экспертиз как выпускаемой продукции, так и разрабатываемых технологических процессов. Это обусловлено отсутствием взаимосвязанных, дополняющих друг друга нормативно-технических документов, обеспечивающих комплексный подход к решению природоохранных вопросов. Поэтому при разработке природоохранных мероприятий необходимо опираться на такой комплексный подход к этой проблеме, который будет объединять всю систему норм, правил, методов расчета средств защиты окружающей природной среды.

1. ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ  
НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ,  
РАСТИТЕЛЬНЫЙ И ЖИВОТНЫЙ МИР,  
ПОЧВУ И ВОДОЕМЫ

Промышленные выбросы в атмосферу распространяются на значительные расстояния, загрязняя приземный слой воздуха как на промышленных площадках, так и на прилегающих селитебных территориях (основная часть города, предназначенная для строительства жилых домов и общественных зданий). Основное влияние на уровень загрязнения воздуха оказывают организованные и неорганизованные технологические выбросы. ГОСТ 12.1.004-76 [4] допускает предельное загрязнение воздушной среды в местах воздухоприемных устройств систем промышленной вентиляции, которое равно 0,3 ПДК, а по выбросам вентиляционными системами загрязнение воздушной среды не должно превышать 1 ПДК. Однако на многих предприятиях указанные выше требования не соблюдаются, и загрязненность воздуха порой превышает не только ПДК, но и нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ) в несколько раз.

Систематическое или периодическое наличие в атмосферном воздухе населенных пунктов вредных веществ в концентрациях, превышающих нормируемые величины, приводит к различного рода заболеваниям, даже раковым, а также распространению среди наиболее "отзывчивой" части населения на воздействие вредных веществ токсикомании, усугубляет течение сердечно-сосудистых заболеваний, способствует возникновению и развитию заболеваний дыхательной и нервной систем человека. Авиа- и аэрокосмические предприятия выбрасывают в атмосферу целый "букет" различных ингредиентов. В табл. I в качестве примера приводится перечень некоторых вредных веществ, содержащихся в выбросах одного из авиационных заводов.

Проведенные органами Минздрава бывшего СССР исследования 36 промышленных городов страны свидетельствуют, что в районах с сравнительно невысоким уровнем загрязнения воздушной среды частота заболевания органов дыхания увеличивается в 2 раза и более, при высоком загрязнении - в 4...10 раз. Например, по данным горздрава г. Комсомольска-на-Амуре, заболеваемость органов дыхания и нервной системы населения в 1988 г. по сравнению с 1987 г. возросла на 15%.

К тому же, трагедия заключается в том, что под воздействием загрязняющих веществ в первую очередь страдают дети. Это подтверж-

Вредные вещества, выбрасываемые в атмосферу  
одним из авиационных предприятий России

№ п/п	Наименование ингредиента	№ п/п	Наименование ингредиента
1	Ацетон	13	Сернистый ангидрид
2	Аммиак	14	Сероводород
3	Бензин	15	Стирол
4	Бутилацетат	16	Толуол
5	Ксилол	17	Углеводороды
6	Марганец	18	Фенол
7	Мономер Э-2	19	Хлор
8	Озон	20	Хлористый водород
9	Окислы азота	21	Циклогексан
10	Окись углерода	22	Щелочь
11	Пыль	23	Этилацетат
12	Селен		

дается результатами двухлетних медицинских обследований, проведенных специалистами Калифорнийского университета. Выявлено, что вред, наносимый загрязнением воздуха здоровью детей, в шесть раз превышает вред, наносимый здоровью взрослых [5]. Они рекомендуют при опасном уровне загрязнения воздуха рассматривать детей как наиболее чувствительную группу населения. И трагедия, произошедшая в Чернобых в 1988 г., этот вывод только подтвердила. На увеличение выбросов в первую очередь "отреагировали" дети. У детей, живших в центре города, полностью или частично стали выпадать волосы (заболевание называется "алопеция") [6].

Важным показателем качества окружающей среды является состояние здоровья населения страны, особенно учитывая то обстоятельство, что ныне до 80% заболеваний прямо или косвенно связано с факторами внешней среды. Вот некоторые данные по здоровью населения бывшего СССР [7]:

- средняя ожидаемая продолжительность жизни - 69 лет;
- детская смертность (до 1 года) - 24,7 на 1000;
- ежегодное увеличение онкологических больных - на 1...4%;
- практически здоровых детей до 7 лет - 23%;

практически здоровых школьников старших классов - 14%; школьников, имеющих аллергические заболевания - 20%; каждая шестая женщина не может нормально родить ребенка; каждая пятая беременность кончается выкидышем.

Минздрав СССР проанализировал показатели здоровья населения в 184 городах страны с высоким уровнем промышленного загрязнения. Оказалось, что постоянное превышение допустимой концентрации лишь по одному из контролируемых загрязнений ведет к повышению заболеваемости в 1,7 раза (по некоторым возрастным группам - до трех раз).

Загрязнение атмосферы оказывает также непосредственное влияние на фасады зданий, автомобили, декоративные украшения, памятники, одежду и т.д. Так, по сведениям лаборатории экономики Сумского филиала ХПИ, в Волынской области с наиболее чистым воздухом окраска автомобилей производится один раз в два года, а в районе Донбасса - два раза в год. Выбросы токсичных веществ (сернистого и серного ангидрида, сероводорода, аммиака, пыли) приводят к уменьшению срока носки одежды (на 5%), необходимости частой ее стирки (что требует дополнительных капитальных вложений на строительство новых бытовых предприятий), уменьшению прозрачности стекол в зданиях (что вызывает повышенный расход электроэнергии). Так, проведенные исследования показали, что для города с населением 112 тыс. человек дополнительные затраты на эксплуатацию жилых и общественных зданий составляют более 35%, на бытовые мероприятия 18%, на озеленение - 14%, на уборку территории в связи с пылевыми выбросами - 15%, расходы, связанные с увеличением потребляемой воды, возрастают на 10% [8].

## 2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ

В соответствии с Законом РСФСР [1, разд. IV "Нормирование качества окружающей природной среды"] нормирование качества окружающей природной среды производится с целью установления предельно допустимых норм воздействия на окружающую природную среду, гарантирующих экологическую безопасность населения и сохранение генетического фонда, обеспечивающих рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов в условиях устойчивого развития хозяйственной деятельности (ст. 25 п. 1). В РСФСР разработаны и действуют нормативы ПДК. В последнее время при определении ПДК учи-

тывается не только степень влияния загрязнений на здоровье человека, на воздействие загрязнителей на диких животных, растения, грибы, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом. Исследования самого последнего времени привели к выводу об отсутствии нижних безопасных порогов (а следовательно, ПДК) воздействия канцерогенов и ионизирующей радиации. Любое превышение ими привычных природных фонов опасно для живых организмов даже генетически, в цепи поколений.

Межками установлены ПДК более 400 различных веществ, превышение которых при определенных условиях отрицательно влияет на здоровье человека. ПДК - это норматив, указывающий количество вредного вещества в окружающей среде, при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияющее на здоровье человека и не вызывающее неблагоприятных последствий у его потомства [9].

В табл. 2 приведены ПДК для некоторых наиболее распространенных вредных веществ. Как видно даже из этого небольшого перечня, нижний предел токсичности вредных веществ, т.е. их ПДК, сильно варьируется.

Т а б л и ц а 2

Предельно допустимые концентрации (мг/м<sup>3</sup>)  
некоторых вредных веществ для воздуха населенных мест

Вещество	ПДК <sub>с.с</sub>	ПДК <sub>д.р</sub>	К
Твердые вещества (пыль)	0,15	0,2	3,0
Двуокись серы	0,05	0,5	1,0
Двуокись азота	0,04	0,085	0,8
Окись азота	0,06	0,4	1,2
Окись углерода	3,0	5,0	60
Аммиак	0,04	0,2	0,8
Хлористый водород	0,2	0,2	4,0
Цианистый водород	0,01	-	0,2
Окись кадмия	0,001	-	0,02
Свинец	0,0003	0,03	0,006
Сероуглерод	0,005	0,03	0,1
Бенз(а)пирен	0,000001	-	0,00002

Вещество	ПДК <sub>с.с.</sub>	ПДК <sub>м.р.</sub>	K
Фенол	0,003	0,01	0,06
Формальдегид	0,003	0,035	0,06
Фтористый водород	0,005	0,2	0,1

Примечание:  $K = \frac{\text{ПДК}_{\text{с.с.}}^{\text{вещ.}}}{\text{ПДК}_{\text{с.с.}}^{\text{SO}_2}}$ .

На территориях, подлежащих повышенной охране, устанавливаются более жесткие требования – ПДК должны быть уменьшены на 20%.

В табл. 2 ПДК<sub>с.с.</sub> – концентрация среднесуточная предельно допустимая – концентрация загрязнителя в воздухе, не оказывающая на человека прямого или косвенного вредного воздействия при круглосуточном вдыхании; ПДК<sub>м.р.</sub> – концентрация максимально разовая предельно допустимая – концентрация загрязнителя в воздухе (населенных мест), не вызывающая рефлекторных реакций в организме человека. Значения ПДК<sub>м.р.</sub> и ПДК<sub>с.с.</sub> веществ (298 наименований) приведены в сборнике [10] при распространении их в атмосферном воздухе населенных мест.

При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих суммацией действий, сумма их концентрации не должна превышать единицы при расчете по уравнению

$$\frac{C_1}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2}{\text{ПДК}_2} + \dots + \frac{C_n}{\text{ПДК}_n} = 1,$$

где  $C_1, C_2, \dots, C_n$  – фактические концентрации веществ в атмосферном воздухе;

$\text{ПДК}_1, \text{ПДК}_2, \dots, \text{ПДК}_n$  – предельно допустимые концентрации тех же веществ.

Эффектом суммации обладают:

ацетон, акролеин, фталевый ангидрид;

ацетон и фенол;

ацетон и ацетофенон;

ацетон, фурфурол, формальдегид и фенол;

ацетальдегид и винилацетат;

аэрозоли пятиокси ванадия и окислов марганца;

аэрозоли пятиокси ванадия и сернистый ангидрид;  
аэрозоли пятиокси ванадия и трехокси хрома;  
бензол и ацетофенон;  
вольфрамовый и сернистый ангидриды;  
гексахлоран и фазолон;  
1,2 дихлорпропан, 1,2,3 - трихлорпропан и тетрахлорэтилен;  
изопропилбензол и гидроперекись изопропилбензола;  
изобутилкарбинол, диметилвинилкарбинол;  
метилгидропиран и метилентетрагидропиран;  
озон, двуокись азота и формальдегид;  
окись углерода, двуокись азота, формальдегид, гексан;  
сернистый ангидрид и аэрозоль серной кислоты;  
сернистый ангидрид и никель металлический;  
сернистый ангидрид и сероводород;  
сернистый ангидрид и двуокись азота;  
сернистый ангидрид, окись углерода и пыль конверторного про-

изводства;

сернистый ангидрид, окись углерода, двуокись азота и фенол;  
сернистый ангидрид и фенол;  
сернистый ангидрид и фтористый водород;  
серный и сернистый ангидрид, аммиак и окислы азота;  
сильные минеральные кислоты (серная, соляная и азотная);  
фенол и ацетофенон;  
фурфурол, метиловый и этиловый спирты;  
циклогексан и бензол;  
этилен, пропилен, бутилен и амилен.

Эффектом потенцирования обладают:

бутилакрилат и метилметакрилат с коэффициентом 0,8;  
фтористый водород и фторсоли с коэффициентом 0,8.

Потенцирование - взаимное усиление воздействия двух или большего количества агентов окружающей (что-то или кого-то) среды, при котором суммируемый эффект их одновременного влияния превышает сумму эффектов, возникающих при изолированном действии каждого из этих агентов в отдельности.

Вещества, для которых не определены ПДК населенных мест, оцениваются по ориентировочным безопасным уровням воздействия (ОБУВ). Список ОБУВ загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест (306 наименований) приводится в сборнике [10].

Чтобы установить состояние загрязнения воздуха несколькими веществами, действующими одновременно, часто используют комплексный

показатель - индекс загрязнения атмосферы (ИЗА). Для его подсчета нормированные на соответствующие значения ПДК средние концентрации примеси с помощью несложных расчетов приводят к концентрации двуокиси серы (коэффициент К в табл. 2), а полученные значения суммируют. Полученный таким образом показатель ИЗА показывает, во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха несколькими веществами превышает ПДК двуокиси серы.

Для каждого отдельно взятого населенного пункта в настоящее время определен конкретный перечень пяти приоритетных примесей, по которым рассчитывается индекс загрязнения атмосферы ИЗА<sub>5</sub>. В качестве примера приведен список городов Самарской области с указанием пяти примесей, определяющих величину ИЗА<sub>5</sub> [13]:

Самара - ИЗА<sub>5</sub> = 17,1 (формальдегид, фтористый водород, бенз(а)пирен, фенол, пыль);

Тольятти - ИЗА<sub>5</sub> = 16,35 (формальдегид, аммиак, фтористый водород, двуокись серы, двуокись азота);

Жигулевск - ИЗА<sub>5</sub> = 7,05 (аммиак, двуокись азота, пыль, двуокись серы);

Новокуйбышевск - ИЗА<sub>5</sub> = 5,77 (двуокись серы, аммиак, пыль, двуокись азота, бенз(а)пирен);

Чапаевск - ИЗА<sub>5</sub> = 2,34 (двуокись азота, хлористый водород, окись углерода, пыль, двуокись серы).

Оценка степени загрязнения воздушного бассейна проводилась по результатам регулярных наблюдений на 26 постах в 1990 г. и по анализу ИЗА<sub>5</sub> свидетельствует о высоком уровне загрязнения атмосферы, особенно городов Самары и Тольятти, которые включены в приоритетный список городов страны с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы.

## 2.1. Определение категории опасности предприятий в зависимости от массы и видов состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ [11]

Для определения категории опасности предприятий используют данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферу по форме статистической отчетности 2ТП-воздух. При этом в форме 2ТП-воздух в обязательном порядке должна быть подробная расшифровка "углеводородов" и "прочих" и не должна иметь место информация о суммарных

выбросах вредных веществ в атмосферу от группы предприятий (например, в целом по объединениям, управлениям и т.д.).

Категорию опасности предприятий (КОП) рассчитывают по зависимости

$$КОП = \sum_{i=1}^n \left( \frac{M_i}{ПДК_{с.с}} \right)^{a_i},$$

где  $M_i$  - масса выброса  $i$ -го вещества, т/год;

$ПДК_{с.с}$  - среднесуточная предельно допустимая концентрация  $i$ -го вещества, мг/м<sup>3</sup>;

$n$  - количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятиями;

$a_i$  - безразмерная константа, позволяющая соотнести степень вредности  $i$ -го вещества с вредностью сернистого газа (определяется по табл. 3).

Т а б л и ц а 3

Безразмерная константа в соответствии с классом опасности веществ

Константа	Класс опасности веществ			
	1	2	3	4
$a_i$	1,7	1,3	1,0	0,9

Для расчета КОП при отсутствии среднесуточных значений ПДК используют значения максимально разовых ПДК, ОБУВ или уменьшенные в десять раз значения ПДК рабочей зоны загрязняющих веществ, приведенные в сборнике [10]. Там же дается и класс опасности загрязняющих рабочую зону веществ.

Значения КОП для веществ, по которым отсутствует информация о ПДК или ОБУВ, приравнивают к массе выбросов данных веществ. По величине КОП предприятия делятся на четыре категории опасности. Граничные условия для деления предприятий по категориям опасности приведены в табл. 4.

В зависимости от той или иной категории опасности предприятия проводится учет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и

Категории опасности предприятий  
и граничные значения КОП

Категории опасности	Значения КОП	СЗЗ, м
I	$\geq 10^8$	1000
II	$10^8 > \text{КОП} \geq 10^4$	500
III	$10^4 > \text{КОП} \geq 10^3$	300
IV	$< 10^3$	100

вводится периодичность контроля за выбросами предприятий, а также назначается санитарно-защитная зона от источников загрязнения по жилых районов (СЗЗ).

В качестве примера рассмотрим выбросы, загрязняющие атмосферный воздух Новосибирского электродного завода (табл. 5), и определим категорию этого предприятия.

Т а б л и ц а 5

Выбросы по ингредиентам и классам опасности  
выделяющихся веществ

Наименование выделяющихся веществ	ПДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Выброс, т/год
Взвешенные вещества (пыль)	0,15	3	4663,293
Окись углерода	3,0	4	8992,420
Сернистый ангидрид	0,05	3	727,285
Двуокись азота	0,04	2	150,000
Бенз(а)пирен	0,000001	I	0,665
Смолистые	0,02 (0,2=ПДК раб.зоны)	2	911,579

Рассчитывается КОП рассматриваемого предприятия:

$$\text{КОП} = \left( \frac{4663,293}{0,15} \right) I + \left( \frac{8992,420}{3} \right) 0,9 + \left( \frac{727,285}{0,05} \right) I + \\ + \left( \frac{150}{0,04} \right) I,3 + \left( \frac{0,6646}{0,000001} \right) I,7 + \left( \frac{911,579}{0,2} \right) I,3 = 7901229924.$$

Полученное значение КОП больше  $10^8$  (табл. 4), значит категория опасности Новосибирского электродного завода по загрязнению атмосферы - I, что свидетельствует и о высоком уровне загрязнения окружающей среды. Оценить степень загрязнения атмосферы выделяемыми веществами можно на основании численного результата, полученного от возведения в степень соответствующего члена, входящего в уравнение. Расположим выделяемые предприятием вещества по степени загрязнения атмосферы (СЗА):

Бенз(а)пирен	-	7900000000
Смолистые	-	1138660
Двуокись азота	-	44283
Пыль	-	31089
Сернистый ангидрид	-	14546
Окись углерода	-	1346

## 2.2. Расчет выбросов вредных веществ автомобильным транспортом

В связи с тем, что любое предприятие, как правило, имеет автопарк, состоящий из автомобилей различного типа, возникает необходимость расчета годового выброса вредных веществ автомобильным транспортом и включение этих данных в плановые формы № 2 ПОПР и № 2 ПОПР<sub>пл</sub> с целью осуществления государственного учета этих выбросов и разработки мероприятий по их снижению на всех уровнях планирования, контроля и учета.

В основу методики расчета [10] выбросов вредных веществ автомобильным транспортом заложен средний удельный выброс по автомобилям отдельных групп (грузовые, автобусы, легковые). При этом выброс вредных веществ корректируется в зависимости от технического состояния автомобилей, их среднего возраста, а также от влияния природных климатических условий (которые в методике не учи-

тываются и принимаются с коэффициентом, равным единице, из-за отсутствия данных, характеризующих такое влияние).

Для автомобилей парка рассматриваемого предприятия масса выбросов за расчетный период  $T$  времени  $j$ -го вещества ( $M_j^T$ ) при наличии в группе автомобилей с различными типами двигателей внутреннего сгорания (ДВС) – бензиновыми, дизельными, газовыми и др. – определяется

$$M_j^T = \sum_{i=1}^i \sum_{k=1}^k m_{jlk} L_{ik} \Pi R_{jlk} ,$$

где  $i$  – количество групп автомобилей;

$m_{jlk}$  – удельный выброс  $j$ -го вредного вещества автомобилем,  $i$ -й группы с двигателем  $k$ -го типа на расчетный период (включая в себя пробеговый выброс с учетом картерных выбросов и испарений топлива, г/км;

$L_{ik}$  – пробег автомобилей  $i$ -й группы с двигателем  $k$ -го типа за расчетный период, млн. км;

$\Pi R_{jlk}$  – произведение коэффициентов влияния  $n$  факторов на выброс  $j$ -го вредного вещества автомобилями  $i$ -й группы с двигателями  $k$ -го типа.

Коэффициент влияния определяется по табл. 6.

Т а б л и ц а 6

Коэффициент влияния для различных групп автомобилей

Группа автомобилей	Коэффициент влияния выбросов					
	Окиси углерода		Углеводородов		Окислов азота	
	СВП <sup>x</sup>	УТС	СВП	УТС	СВП	УТС
Грузовые и грузовые специальные с бензиновыми ДВС	1,33	1,69	1,20	1,86	1,0	0,8
Грузовые и специально грузовые с дизельными ДВС	1,33	1,80	1,20	2,0	1,0	1,0
Автобусы с бензиновыми ДВС	1,32	1,69	1,20	1,86	1,0	0,8

Группа автомобилей	Коэффициент влияния выбросов					
	Оксиды угле- рода		Углеводородов		Оксидов азота	
	СВП <sup>ж</sup>	УТС	СВП	УТС	СВП	УТС
Автобусы с дизельными ДВС	1,27	1,80	1,17	2,0	1,0	1,0
Легковые служебные и специальные	1,28	1,63	1,17	1,83	1,0	0,85
Легковые индивидуального пользования	1,28	1,62	1,17	1,78	1,0	0,9

СВП<sup>ж</sup> - средний возраст парка, УТС - уровни технического состояния

Приведенный в табл. 6 состав вредных выбросов не отражает в полной мере количественный состав вредных примесей в отработавших газах автомобилей с ДВС дизельного типа (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

Количественный состав вредных примесей (мг/м<sup>3</sup>)  
в отработавших газах

Компонент	Двухтактные ди- зели		Четырехтактные дизели	
	холостой ход	100%-ная нагрузка	холостой ход	100%-ная нагрузка
Диоксид углерода	1,7	2,2	1,2	2,1
Моноксид углерода	1100	1100	700	1300
Акролеин	24	31,2	2,9	0,86
Оксиды азота	650	900	90	87
Диоксид серы	1600	1700	1800	1800
Сажа	0,18	0,09	0,12	0,07
Пары топлива	3	25	3	25

П р и м е ч а н и е: для диоксида углерода качественный состав приведен в процентах.

Долю вредных примесей, проникающих в воздушную среду через неплотности в двигателе и его газовыхлопной тракт, устанавливают с помощью замеров в реальных условиях или расчетным методом. В частности, количество выделенных вредных примесей можно определить по зависимости, предложенной А.А.Рымкевичем для быстроходных негазоплотных дизелей мощностью до 735,5 кВт [14]:

$$P = N_g (3K_{ц} + 30K_{к}),$$

где  $P$  — количество газа, мг/ч;

$N_g$  — эффективная мощность дизеля при минимальном числе оборотов, кВт;

$K_{ц}, K_{к}$  — содержание отдельных составляющих (газов) в отработавших газах цилиндра и картера, мг/л (табл.8).

Из-за отсутствия подобных уравнений для других типов газоплотных двигателей реальные концентрации вредных примесей в воздухе определяются только замерами.

Т а б л и ц а 8

Содержание отдельных составляющих (мг/л)  
в отработавших газах и картере

Вредная примесь	Отработавший газ	Картер
Моноксид углерода	0,80	1,30
Акролеин	0,90	0,04
Углеводороды	0,71	0,03*
Оксиды азота	0,61	-

\* Приведена суммарная концентрация.

### 2.3. Расчет аэрозольного уноса электролита из аккумуляторов

В настоящее время свинцово-кислотные аккумуляторы относятся к наиболее распространенным химическим источникам тока, широко применяются в различных областях техники, в том числе в электрокарах, которые являются одним из основных межквартальных транспортных средств.

При эксплуатации кислотных аккумуляторных батарей выделяются водород, кислород, диоксид серы, сурьмянистый и мышьяковистый водород, углекислый газ, а также аэрозоль серной кислоты (аккумуляторные газы) в виде тумана. Водород и кислород выделяются вследствие электролиза воды. Сурьмянистый водород (стибин) получается при взаимодействии атомарного водорода с сурьмой, которую добавляют для придания прочности пластинам. Часть сурьмянистого водорода растворяется в электролите, активной массе и сепараторах, а большая часть совместно с водородом поступает в воздух. Выделение сурьмянистого водорода заметно возрастает с увеличением газовыделений из аккумулятора.

Мышьяковистый водород (арсин) образуется в небольших количествах в результате протекания реакций между мышьяком и серной кислотой. Мышьяк в виде незначительных примесей имеется в свинце и серной кислоте. Арсин — соединение нестойкое, легко разлагается на мышьяк и водород. Углекислый газ выделяется из аккумуляторов в незначительном количестве в случае использования в них сепараторов из дерева.

Капли электролита диаметром 26...30 мкм, которые и загрязняют воздух, увлекаются пузырьками водорода конвективными и вентиляционными потоками воздуха из аккумулятора. Количество выделяемой серной кислоты (щелочи) из аккумуляторов зависит от объема образующегося в аккумуляторах водорода, природы и плотности электролита.

Количество водорода (л/ч), выделяющегося при зарядке кислотных аккумуляторов, рассчитывается по выражению [15]

$$V_{H_2} = 0,5(I_1 n_1 + I_2 n_2 + \dots + I_n n_n),$$

где  $I_1, I_2, \dots, I_n$  — величина зарядного тока (указывается в паспорте аккумулятора), А;

$n$  — число аккумуляторов в заряжаемой батарее.

Зная  $V_{H_2}$ , можно установить, сколько попало в воздух серной кислоты с учетом того, что в воздух попадает с 1 л водорода 0,3 мг/л  $H_2SO_4$ . — для герметичных аккумуляторов с дыхательным отверстием, 0,9 мг/л — для открытых аккумуляторов с защитным стеклом, 3,0 мг/л — для открытых аккумуляторов без защитных стекол.

В случае заряда щелочных аккумуляторов

$$H_2 = 0,5 \eta_r (I_1 n_1 + I_2 n_2 + \dots + I_n n_n),$$

здесь  $\eta_r$  - коэффициент, учитывающий величину зарядного тока, принимается равным 0,85 при зарядке аккумулятора постоянным током и 0,25 при зарядке убывающим по величине током.

Количество выделяющейся щелочи определяется зависимостями

$$X = 0,14 V_r, \quad X = 1,5 V_{H_2},$$

где  $V_r, V_{H_2}$  - количество выделяемых из аккумуляторов газов и водорода соответственно, л/ч.

Особенностью щелочных аккумуляторов является активное взаимодействие водного раствора щелочи с углекислым газом из воздуха с образованием карбонатов. Наличие их вызывает повышение внутреннего сопротивления аккумуляторов. Увеличение карбонатов в 2,5...3,0 раза по сравнению с нормой снижает емкость аккумуляторов на 35...40%.

#### 2.4. Расчет предельно допустимых выбросов для одиночного источника или близко расположенных одиночных источников

2.4.1. Значение предельно допустимых выбросов (ПДВ), г/с для нагретой газовой смеси из одиночного (точечного) источника с круглым устьем или группы таких близко расположенных одиночных источников в случаях, когда фоновая концентрация  $C_{\phi}$  рассматриваемой примеси установлена как независимая от скорости и направления ветра и постоянная по территории рассматриваемого района, определяется по формуле

$$ПДВ = \frac{(ПДК - C_{\phi}) H^2 \sqrt{V_i \Delta T}}{A F m n \eta}, \quad (2.1)$$

где  $A$  - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы и определяющий условия горизонтального рассеивания атмосферных примесей,  $с^{2/3} \cdot \text{°C} \cdot \text{мг/г}$ ;

$F$  - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосфере;

$m, n$  - безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода газовой смеси из устья источника выброса;

$H$  - высота источника выброса над уровнем земли, м;

$\Delta T$  - разность между температурой выбрасываемой газовой смеси  $T_p$  и температурой окружающего воздуха  $T_B$ , °C;

$V_I$  - объем газовой смеси, м<sup>3</sup>/с,

$$V_I = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0 \quad (2.2)$$

здесь  $D$  - диаметр устья источника выброса, м;  $\omega_0$  - средняя скорость выхода газовой смеси из устья источника выброса, м/с;

$\eta$  - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности на рассеивание примесей.

\* П р и м е ч а н и е: в случаях, когда значения фоновой концентрации детализированы по скорости и направлениям ветра или по территории, учет  $C_{\phi}$  проводится в соответствии с [16], а также устанавливается по данным наблюдений. В остальных случаях фон учитывается расчетным путем с использованием данных инвентаризации выбросов всех существующих источников рассматриваемого вредного вещества и других веществ, обладающих с ним эффектом суммации по вредному действию.

Расчет ПДВ проводится в следующем порядке.

1. Коэффициент  $A$  принимается для неблагоприятных метеорологических условий, при которых концентрации вредных веществ в атмосфере от источника выброса достигают максимальных значений. Так, для Среднего Поволжья  $A = 160$ .

2. Значения  $V_I$  и  $T_p$  определяются путем технологических расчетов или принимаются в соответствии с действующими для рассматриваемого производства (процесса) нормативами.

П р и м е ч а н и я: 1) при наличии очистки выбросов от рассматриваемого вредного вещества ПДВ должно приниматься по содержанию этого вещества в газовой смеси после прохождения очистных устройств; 2) при расчете ПДВ должны

приниматься наименьшие значения  $V_z$  и  $T_r$ , реально совместно наблюдавшиеся в течение года при установленных (обычных) условиях функционирования предприятия.

3. Значение  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) следует определять, принимая температуру воздуха  $T_B$  равной его средней температуре в 13 часов наиболее жаркого месяца. В Самаре значение среднемесячной температуры равно  $20,7^{\circ}\text{C}$  для июля месяца [17].

Примечания: 1) при определении значения  $T_r$  должны учитываться подсос воздуха и охлаждение выбросов в случае применения мокрой пыле- и газоочистки; 2) для котельных, работающих по отопительному графику, допускается при расчетах принимать значения  $T_B$  равными средней температуре воздуха за самый холодный период. В Самаре самая низкая среднемесячная температура наблюдается в январе месяце, ее значение равно  $-13,6^{\circ}\text{C}$ .

4. Значения безразмерного коэффициента  $F$  принимаются следующими:

а) для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей, скорость ускоренного оседания наиболее крупных фракций которых не превышает  $3...5$  см/с —  $1,0$ ;

б) для крупнодисперсной пыли и золи при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки: не менее  $90\%$  —  $2,0$ ;  $75...90\%$  —  $2,5$ ; не менее  $75\%$  или при отсутствии очистки —  $3,0$ .

Примечание: вне зависимости от эффективности пылеулавливающих устройств значение коэффициента принимается равным  $3,0$  также при расчетах рассеивания пыли в атмосфере для производств, у которых выбросы пыли сопровождаются выделением водяного пара в количестве, достаточном для интенсивной его конденсации в течение всего года сразу же после выхода в атмосферу, а также коагуляции влажных пылевых частиц.

5. Значение безразмерного коэффициента  $m$  определяется в зависимости от параметра  $f$ ,  $\text{м}\cdot\text{с}^{-2}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$ , по формуле

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}}, \quad (2.3)$$

где  $f$  вычисляется по зависимости

$$f = 10^3 \frac{\omega_0^2}{H^2 \Delta T} . \quad (2.4)$$

6. Значение безразмерного коэффициента  $n$  определяется следующими уравнениями в зависимости от параметра  $U_M$  :

$$\text{если } U_M \leq 0,3, n = 3; \quad (2.5)$$

$$\text{если } 0,3 \leq U_M \leq 2,$$

$$n = 3 - \sqrt{(U_M - 0,3)/(4,36 - U_M)}; \quad (2.6)$$

$$\text{если } U_M > 2, n = 1. \quad (2.7)$$

При этом  $U_M$  определяется выражением

$$U_M = 0,65 \times 3 \sqrt{\frac{V_1 \Delta T}{H}} . \quad (2.8)$$

7. Безразмерный коэффициент  $\eta$  принимается равным единице, если в радиусе пятидесяти высот труб  $H$  от источника перепад отметок местности не превышает 50 м на 1 км. В других случаях поправка на рельеф устанавливается на основе анализа картографического материала, освещающего рельеф местности в радиусе пятидесяти высот труб от источника, но не менее 2 км.

8. Если в районе рассматриваемого источника выбросов (предприятия) можно выявить отдельные изолированные препятствия, вытянутые в одном направлении (гряда, гребень, ложбина, уступ), то коэффициент  $\eta$  рассчитывается следующим образом:

$$\eta = 1 + \varphi_1 \left( \frac{|x_0|}{a_0} \right) (\eta_m - 1), \quad (2.9)$$

здесь  $\eta_m$  определяется по табл. 9 в зависимости от форм рельефа, сечения которых представлены на рис. 1, и безразмерных величин  $n_1 = H/h_0$  и  $n_2 = a_0/h_0$ , где  $n_1$  определяется с точностью до десятых, а  $n_2$  - с точностью до целых.

Значения  $\eta_m$  в зависимости от  $n_1$  и  $n_2$ 

$n_1$	$n_2$								
	6-9			10-15			16-20		
	Ложбина (впадина)			Уступ			Гребень(холм)		
0,5	2,0	1,6	1,3	1,8	1,5	1,2	1,5	1,4	1,2
0,6-1,0	1,6	1,5	1,2	1,5	1,3	1,2	1,4	1,3	1,2
1,0	1,5	1,4	1,1	1,4	1,2	1,1	1,3	1,2	1,0

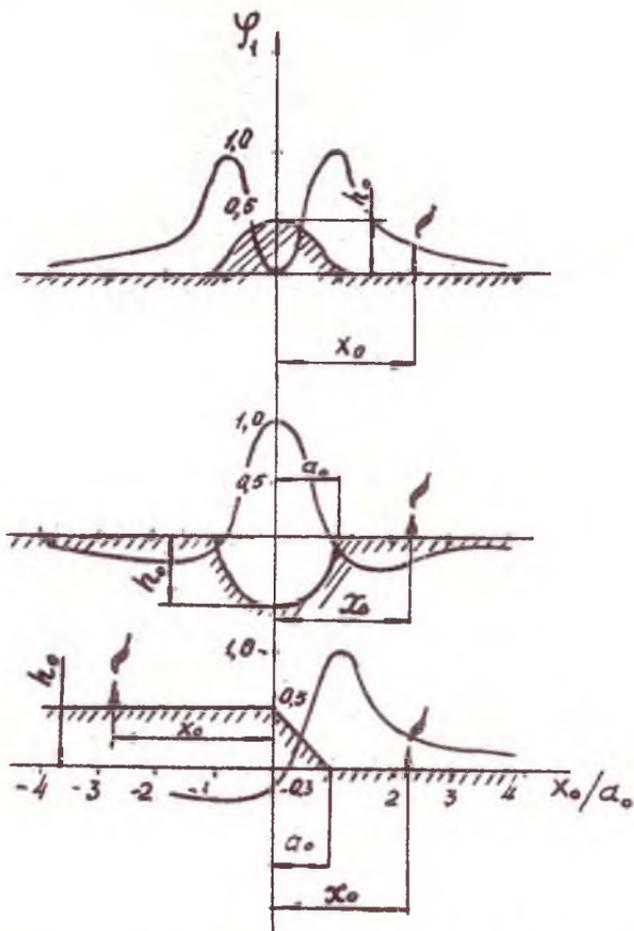
Здесь:  $H$  - высота источника,  $h_0$  - высота (глубина) препятствия;  $a_0$  - полуширина гряды, гребня, ложбины или протяженность бокового склона уступа;  $x_0$  - расстояние от середины препятствия (для гряды или ложбины) и от верхней кромки склона (для уступа) до источника, как показано на рис. 1. Значение функции  $\varphi_1(x_0/a_0)$

определяется по соответствующему графику на рис. 1, расположенному над сечениями указанной формы рельефа. Если источник расположен на верхнем плато уступа, то в качестве аргумента функции  $\varphi_1$  вместо  $x_0/a_0$  принимается  $x_0/a_0$ , как показано на рис. 1.

Если препятствия представляют собой гряды (ложбины), вытянутые в одном направлении, параметры  $h_0$  и  $a_0$  определяются для поперечного сечения, перпендикулярного этому направлению. Если изолированное препятствие представляет собой отдельные холмы (впадины), то  $h_0$  выбирается соответствующим максимальной (минимальной) отметке препятствия, а  $n_2$  - максимальной крутизне склона, обращенного к источнику.

Если источник выброса попадает в зону влияния нескольких изолированных препятствий, следует определить поправочные коэффициенты  $\eta$  для каждого отдельного препятствия и использовать максимальные из них.

В случаях, когда препятствия имеют большую крутизну ( $n_2 \leq 5$ ), а также, когда рельеф местности настолько сложен, что не удастся выделить зависимости поправки  $\eta$  от расстояния источника до препятствия с учетом затухания их влияния, поправки на рельеф устанавливаются Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова.



Р и с. 1. Форма сечения рельефа и функции

2.4.2. Величина ПДВ для случая холодной газозвушной смеси при прочих условиях, одинаковых с рассмотренными выше, определяется как

$$\text{ПДВ} = \frac{(\text{ПДК} - C_{\varphi}) H^{4/3}}{A F m n \eta} 8 V_1, \quad (2.10)$$

где  $A$  - в м<sup>1/3</sup>. мг/г.

Зависимость значений коэффициента  $A$  от расположения источника на территории государства такая же, как и в случаях нагретых выбросов.

Безразмерный коэффициент  $n$  определяется по выражениям (2.5)–(2.7) в зависимости от значения параметра  $v_m$  (м/с), вычисляемого по уравнению

$$v_m = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H}. \quad (2.11)$$

**П р и м е ч а н и е.** Если разность температур  $\Delta T$  ( $^{\circ}\text{C}$ ) близка нулю или при расчетах по выражению (2.4) параметр  $f$  больше  $100 \text{ м}\cdot\text{с}^{-2}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$ , то для таких выбросов ПДВ рассчитываются так же, как для холодных выбросов, поскольку начальный перегрев  $\Delta T$  не оказывает существенного влияния на начальный подъем факела и рассеивание выбросов в атмосфере.

2.4.3. Величина ПДВ для случая выбросов из источника с прямоугольным устьем определяется зависимостями (2.1)–(2.9), но при  $D = D_3$  и  $V_1 = V_{13}$ . При этом эффективный диаметр устья источника  $D_3$  определяется по формуле

$$D_3 = \frac{2Lb}{L+b}, \quad (2.12)$$

где  $L$  – длина устья, м;  
 $b$  – ширина устья, м.

Эффективный объем выходящей в атмосферу газовой смеси  $V_{13}$  в этом случае определяется как

$$V_{13} = \frac{\pi L^2 b^2 \omega_0}{(L+b)^2}. \quad (2.13)$$

**П р и м е ч а н и е.** Для источников с квадратным устьем ( $L = b$ ) эффективный диаметр  $D_3$  равняется длине стороны квадрата.

2.4.4. Значение ПДВ для случая выбросов из одиночного аэрационного фонаря равно:

$$\text{ПДВ} = \text{ПДВ}_0 / S_3, \quad (2.14)$$

здесь  $\text{ПДВ}_0$  - значение ПДВ, рассчитанное по уравнению (2.1) или (2.10) при  $V_1 = V_{13}$  и  $D = D_3$ .

Значение  $D_3$  для случая аэрационного фонаря находится по зависимости

$$D_3 = \frac{2L V_1}{L^2 \omega_0 + V_1}, \quad (2.15)$$

где  $L$  - длина аэрационного фонаря, м;

$\omega_0$  - средняя скорость выхода газозвушной смеси из аэрационного фонаря, м/с.

Значение  $V_{13}$  определяется по формуле

$$V_{13} = \frac{\pi D_3^2}{4} \omega_0. \quad (2.16)$$

Безразмерный коэффициент  $S_3$  находится по уравнению

$$S_3 = \frac{1 + 0,45 L/x'_M}{1 + 0,45 L/x'_M + 0,1(L/x'_M)^2}. \quad (2.17)$$

Физический смысл величины  $x'_M$  - это расстояние  $x_M$  от одиночного точечного источника с  $D = D_3$  и  $V_1 = V_{13}$ , на котором при неблагоприятных метеорологических условиях достигается максимальная концентрация. Уравнения для расчета  $x_M$  приведены в п. 2.5.

2.4.5. Для одиночного источника, из которого выбрасывается смесь постоянного состава вредных веществ с суммирующим вредным действием, по зависимостям (2.1), (2.10) и (2.14) сначала определяется вспомогательная величина - суммарный ПДВ = ПДВ<sub>с</sub>, приведенный к выбросу одного из веществ. Для этого в указанных выражениях нужно использовать ПДК этого вредного вещества и суммарный фон  $C_{\text{ф}}$ , приведенный к этому же вредному веществу. После этого с учетом состава выбросов определить ПДВ отдельных вредных веществ.

2.4.6. Суммарный ПДВ для групп  $N$  одиночных источников равной высоты, расположенных близко друг к другу, также определяется по уравнению (2.1) или (2.10), если  $V_1 = V/N$  ( $V$  - суммарный объем выбрасываемой из всех источников газозвушной смеси, м<sup>3</sup>/с. В остальном расчет ПДВ для близко расположенных друг к другу источников (одинаковых точечных) не отличается от расчета ПДВ для одиночных источников.

2.4.7. В случае многоствольной трубы величина ПДВ из всех стволов рассчитывается следующим образом:

$$\text{ПДВ} = \frac{\text{ПДК} - C_{\phi}}{q'_M + d_1 (q'_M - q''_M)}, \quad (2.18)$$

где  $q'_M$  - приземная максимальная концентрация вредных веществ, мг/м<sup>3</sup>, определяемая по уравнениям п. 2.5 при значениях параметров выброса для одного ствола и выбросе вещества  $M = I$ ;

$q''_M$  - приземная максимальная концентрация вредных веществ, мг/м<sup>3</sup>; также определяемая по зависимостям п. 2.5, при выбросе вредных веществ  $M = I$  и диаметре устья источника  $D$ , равном его эффективному диаметру  $D_2$ , вычисляемому по выражению

$$D_2 = \left( \frac{2 + N}{3} \right) D. \quad (2.19)$$

Объем газовойздушной смеси  $V_1$  (м<sup>3</sup>/с) при этом полагается равным ее эффективному объему, рассчитываемому по зависимости (2.26).

Безразмерный коэффициент  $d_1$  определяется зависимостью

$$d_1 = \frac{\ell - D}{d_2 H - D}, \quad (2.20)$$

где  $\ell$  - среднее расстояние между центрами устьев стволов, м;

$D$  - диаметр устья отдельного ствола, м;

$d_2$  - безразмерный коэффициент, определяемый уравнением

$$d_2 = 0,2 \left[ 0,3 \left( \frac{v'_M}{u'_M} \right)^3 \sqrt{f} + 0,17 \left( \frac{v'_M}{u'_M} \right)^3 \right] \quad (2.21)$$

в зависимости от значений  $f$ ,  $v'_M$ ,  $u'_M$ , вычисляемых по выражениям (2.4), (2.8) или (2.II), (2.27)-(2.29), или (2.44) по параметрам выброса одного ствола.

**Примечание.** При  $\ell$ , большем или равном  $d_2 H$ , ПДВ для многоствольной трубы должны определяться по параметрам выбросов, характерным для каждого ствола.

## 2.5. Определение временно согласованных выбросов и расчет поля концентрации для случая одиночного источника

Значение временно согласованных выбросов (ВСВ) при разработке технологии, при выборе газоочистных и других мероприятий по охране атмосферного воздуха выбирается таким, чтобы максимум приземной концентрации  $C_M$  был минимальным с учетом конкретного выброса и неблагоприятных условий погоды.

2.5.1. Величина максимальной приземной концентрации вредных веществ от одиночного (точечного) источника с круглым устьем для выброса нагретой газозвдушной смеси при неблагоприятных метеорологических условиях определяется следующим образом:

$$C_M = \frac{AMFm\eta}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \quad (2.22)$$

где  $M$  - количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;

остальные обозначения те же, что и в предыдущем разделе, при установлении временно согласованных выбросов  $M$ -ВСВ.

Для определения величины  $C_M$  необходимо рассчитать следующие параметры:

1. Расстояние, на котором достигается максимальная концентрация  $C_M$ , определяется как

$$x_M = dH, \quad (2.23)$$

а в тех случаях, когда  $F \geq 2$ ,

$$x_M = \frac{5-F}{4} dH. \quad (2.24)$$

Для выброса нагретой газозвдушной смеси безразмерный коэффициент определяется следующими выражениями:

$$\text{при } v_M \leq 2 \quad d = 4,95 v_M (1 + 0,28 \sqrt[3]{F}), \quad (2.25)$$

$$\text{при } v_M > 2 \quad d = 7\sqrt{v_M} (1 + 0,28 \sqrt[3]{F}), \quad (2.26)$$

где значение  $v_M$  определяется по формуле (2.8).

2. Значения опасной скорости ветра  $u_M$  (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой имеет место наи-

большее значение приземной концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе  $C_M$ , принимаются по соотношениям:

$$\text{при } v_M \leq 0,5 \quad u_M = 0,5, \quad (2.27)$$

$$\text{при } 0,5 < v_M < 2 \quad u_M = v_M, \quad (2.28)$$

$$\text{при } v_M > 2 \quad u_M = v_M (1 + 0,12\sqrt{v_M}). \quad (2.29)$$

3. Распределение наибольших значений приземной концентрации  $C$  от точечного источника в зависимости от  $x$  и  $y$  при неблагоприятных условиях стратификации (для  $x \neq x_M, y \neq y_M$ ) определяется по выражению

$$C = C_{MH} S_1\left(\frac{x}{x_{MH}}\right) S_2\left(\frac{|y|}{x}\right), \quad (2.30)$$

где  $C_{MH}$  - максимальная концентрация при неблагоприятных условиях стратификации и скорости ветра  $u$ ;

$x_{MH}$  - расстояние от источника, на котором достигается эта концентрация.

Значения  $C_{MH}$  и  $x_{MH}$  определяются через  $C_M$  и  $x_M$  посредством соотношений

$$C_{MH} = r C_M, \quad (2.31)$$

$$x_{MH} = p x_M. \quad (2.32)$$

При этом полагается, что начало системы координат находится в плоскости  $(x, y)$ , горизонтальной подстилающей поверхности, и совпадает с проекцией источника на эту плоскость, ось  $x$  ориентирована по направлению ветра, а ось  $y$  направлена перпендикулярно оси  $x$ .

4. Безразмерная величина  $r$  определяется в зависимости от отношения  $u/u_M$  по следующим уравнениям:

$$\text{при } u/u_M \leq 1 \quad r = 0,67(u/u_M) + 1,67(u/u_M)^2 - 1,34(u/u_M)^3, \quad (2.33)$$

$$\text{при } u/u_M > 1 \quad r = 3(u/u_M) [2(u/u_M)^2 - (u/u_M) + 2]^{-1}. \quad (3.34)$$

5. Безразмерная величина  $\rho$  также определяется в зависимости от отношения  $u/u_m$  по зависимостям:

$$\text{при } u/u_m \leq 0,25 \quad \rho = 3, \quad (2.35)$$

$$\text{при } 0,25 \leq u/u_m \leq 1 \quad \rho = 8,43(1 - u/u_m)^5 + 1, \quad (2.36)$$

$$\text{при } u/u_m > 1 \quad \rho = 0,32(u/u_m) - 0,68. \quad (2.37)$$

При оценке загрязнения атмосферы и установлении ПДВ и ВСВ расчетные скорости ветра следует варьировать в пределах  $0,5 - u_x$ , где  $u_x$  - скорость ветра, округленная до целых (м/с), среднегодовая повторяемость превышения которой в данной местности 5%. Если  $u_x < u_m$ , то верхней границей рассматриваемого интервала скорости ветра является  $u_m$ .

6. Безразмерная величина  $S_1$ , описывающая изменение концентрации вдоль оси факела, рассчитывается в зависимости от отношения  $x/x_{ми}$  по выражениям:

$$\text{при } x/x_{ми} \leq 1 \quad S_1 = 3(x/x_{ми})^4 - 8(x/x_{ми})^3 + 6(x/x_{ми})^2, \quad (2.38)$$

$$\text{при } 1 < x/x_{ми} \leq 8 \quad S_1 = \frac{1,13}{0,13(x/x_{ми})^2 + 1}, \quad (2.39)$$

$$\text{при } x/x_{ми} > 8 \quad \text{и } F=1 \quad S_1 = \frac{x/x_{ми}}{3,58(x/x_{ми})^2 - 35,2(x/x_{ми}) + 120} \quad (2.40)$$

$$\text{при } x/x_{ми} > 8 \quad \text{и } F=2; 2,5 \text{ или } 3 \quad (2.41)$$

$$S_1 = \frac{1}{0,11(x/x_{ми})^2 + 2,47(x/x_{ми}) - 17,6}.$$

**П р и м е ч а н и е.** С наветренной стороны источника выбросов ( $x \leq 0$ ) значения концентраций вредных веществ  $C$  принимаются равными нулю.

7. Безразмерный коэффициент  $S_2$  определяется в зависимости от скорости ветра и отношения  $y/x$  по уравнению

$$S_2 = \frac{1}{[1 + 8,4(y/x)^2 u] [1 + 28,2(y/x)^4 u^2]} \quad (2.42)$$

2.5.2. Максимально приземная концентрация вредных веществ  $C_M$  для выброса холодной газозадушной смеси из устья одиночного источника с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях определяется зависимостью

$$C_M = \frac{AMF\eta}{H^{4/3}} \frac{D}{8V_1} \quad (2.43)$$

Все необходимые для расчета по выражению (2.43) обозначения и соотношения приведены выше (см. п. 2.4, 2.5.1).

Опасная скорость ветра  $u_M$  (м/с) при холодных выбросах определяется при  $v_M \leq 2$  м/с - по уравнениям (2.27) и (2.28), а при  $v_M > 2$  м/с - по формуле

$$u_M = 2,2 v_M \quad (2.44)$$

Безразмерный коэффициент  $d$  при холодных выбросах определяется следующими выражениями:

$$\text{при } v_M \leq 2 \quad d = 11,4 v_M \quad (2.45)$$

$$\text{при } v_M > 2 \quad d = 16,1 v_M \quad (2.46)$$

2.5.3. Расчеты характеристик приземного поля концентраций от выбросов нагретой или холодной газозадушной смеси объемом  $V_1$  (м<sup>3</sup>/с) из одиночных источников с прямоугольным устьем выполняются по приведенным выше уравнениям (2.29) и (2.43) для точечного источника при  $D = D_3$  и  $V_1 = V_{13}$ , определяемым по соотношениям (2.12) и (2.13)

2.5.4. Для  $N$  близко расположенных точечных источников с равными высотами, диаметрами устьев, скоростями выхода и перегревами газозадушной смеси максимальные приземные концентрации  $C_M$ , соответствующие ВСВ, рассчитываются по тем же уравнениям, что и для одиночных источников. При этом в указанных выражениях  $V_1$  заменяется на  $V/N$ , где  $V$  - суммарный объем газозадушной смеси, выходящей из  $N$  источников, а под  $M$  понимается суммарный выброс вредного вещества из всех источников.

2.5.5. Для азрационного фанаря максимальная концентрация  $C_M$  (достигающаяся при ветре вдоль оси факела) определяется выражением

$$C_M = C_{M_0} S_3 \quad (2.47)$$

где  $C_{M0}$  - максимальная приземная концентрация примеси от точечного источника, рассчитанная по уравнению (2.22) или (2.43) при  $D = D_3$ , определяемом по соотношению (2.15), и  $V_{13}$  - по (2.16);  $S_3$  находится по зависимости (2.17).

В случае произвольного направления ветра при расчете концентрации вещества, выбрасываемого из аэрационного фонаря длиной  $L$ , в точке, расположенной на расстоянии  $x$  от его центра, фонарь разбивается на  $N_f$  одинаковых участков, каждый из которых заменяется одиночным (точечным) источником, находящимся в центре участка. Значение  $N_f$  находится из выражения

$$N_f = \frac{5LVU}{x} \quad (2.48)$$

и округляется до ближайшего большего целого числа.

Для каждого из одиночных источников значение приземной максимальной концентрации вредных веществ  $C_M$  должно определяться по уравнению

$$C_M = C'_M / N \quad (2.49)$$

Расстояние  $x_M$ , на котором достигается максимальная концентрация вредных веществ  $C_M$ , определяется соотношением

$$x_M = x'_M, \quad (2.50)$$

опасная скорость ветра  $u_M$  определяется равенством

$$u_M = u'_M. \quad (2.51)$$

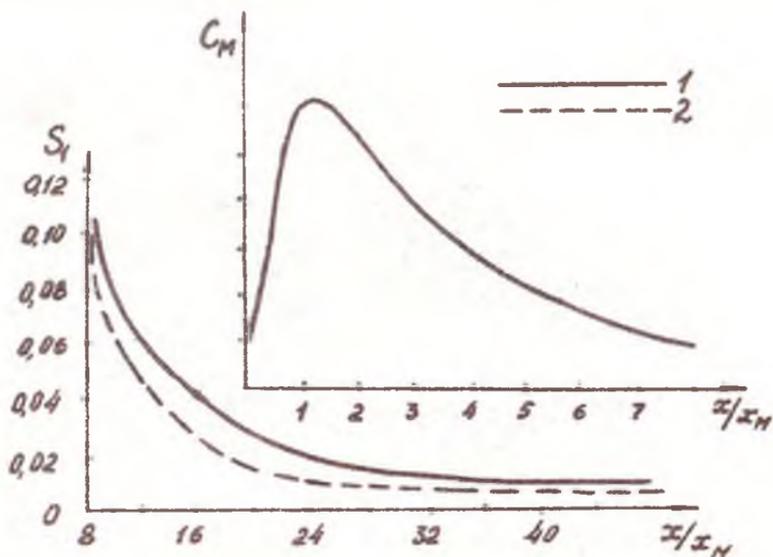
Значения  $C'_M$  (мг/м<sup>3</sup>),  $x'_M$  (м) и  $u'_M$  (м/с) принимаются равными соответственно максимальной концентрации вредных веществ  $C_M$ , расстоянию  $x_M$  и опасной скорости ветра  $u_M$  для одиночного точечного источника с круглым устьем диаметром  $D_3$  и объемом выбрасываемой газовой смеси  $V_{13}$ .

2.5.6. При определении ПДВ и ВСВ для отдельного источника следует установить его зону влияния. Радиус этой зоны приближенно оценивается как наибольшее из двух значений  $x_1$  и  $x_2$ . В этом случае  $x_1 = 10x_M$ , где  $x_M$  определяется уравнениями (2.23) и (2.24), при этом  $x_1$  соответствует расстоянию, на котором  $C$  составляет примерно 5% от  $C_M$ . Величина  $x_2$  определяется как расстояние, начиная с которого  $C \leq 0,05$  ПДК, где  $C_M$  и  $C$  задаются выражениями

(2.22) и (2.30). Значение  $x_2$  находится графически как решение уравнения

$$S_1(x_2/x_M) = 0,05 \text{ ПДК}/C_M. \quad (2.52)$$

Для этого на рис. 2 по вертикальной оси  $S_1$  откладывается отношение  $0,05 \text{ ПДК}/C_M$  и проводится линия, параллельная горизонтальной оси, до ее пересечения с кривой 1 (для легкой фракции) или 2 (для тяжелой фракции). Точки пересечения этой линии с кривыми принимаются за максимум величины  $S_1$ . Из точки пересечения опускается перпендикуляр на горизонтальную ось, после чего полученное значение  $x/x_M$  умножается на  $x_M$  и определяется искомое значение  $x_2$ . Если  $C_M \leq 0,05 \text{ ПДК}$ , то  $x_2$  полагается равным нулю.



Р и с. 2. Зависимость функции  $S_1$  от безразмерного аргумента  $x/x_M$ : 1 - легкой примеси ( $F = 1$ ); 2 - для тяжелой

2.5.7. Значение максимальной концентрации примеси  $C_M$  при выбросе через многоствольную трубу ( $N$  стволов) находится следующим образом:

$$C_M = C_M'' + d_f (C_M' - C_M''). \quad (2.53)$$

Соответствующие расстояния  $x_M$  и опасная скорость ветра  $u_M$ , при которых достигается максимальная концентрация, определяются зависимостями:

$$x_M = x_M'' + d_1(x_M' - x_M''), \quad (2.54)$$

$$u_M = u_M'' + d_1(u_M' - u_M''). \quad (2.55)$$

Здесь  $C_M'$  – максимальная концентрация вредного вещества, определяемая при значениях параметров выброса для одного ствола и выбросе  $M$ , равном суммарному выбросу из всех стволов,  $x_M$  и  $u_M$  – соответственно расстояние, на котором наблюдается максимальная концентрация вредных веществ  $C_M$ , и опасная скорость ветра  $u_M$  при параметрах выбросов для одного ствола,  $C_M''$  – максимальная концентрация примеси ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ), определяемая при выбросе  $M$ , равном суммарному выбросу из всех стволов, и значении  $D$ , равном эффективному диаметру устья источника выброса  $D_2$ , вычисленному по выражению (2.19).

Объем выходящей газовой смеси  $V_1$  при этом полагается равным ее эффективному объему  $V_{13}$ , определяемому по зависимости (2.16);  $x_M$ ,  $u_M$  соответственно расстояние, на котором наблюдается максимальная концентрация  $C_M$ , и опасная скорость ветра, определяемые зависимостями (2.23) и (2.24), (2.27) и (2.28), при  $D=D_2$ ,  $V_1=V_{13}$ . Безразмерные коэффициенты  $d_1$  и  $d_2$  определяются выражениями (2.20) и (2.21).

**П р и м е ч а н и е.** При  $\ell$ , большем или равном  $d_2 H$ , для многоствольной трубы должны приниматься в расчетах значения  $C_M = C_M'$ ,  $x_M = x_M'$ ,  $u_M = u_M'$ .

2.5.8. В случаях, когда  $C_M + C_\varphi$  (где  $C_\varphi$  – фоновая концентрация) значительно превышает ПДК и требуется снизить значения  $C_M$  до некоторого значения  $C_M^0$ , при найденном ВСВ необходимо проанализировать, за счет каких параметров выброса, в том числе и высоты трубы, можно достичь снижения концентрации выбросов.

## 2.6. Определение высоты трубы или высоты расположения вытяжного канала вентиляционной системы

Разрабатывая мероприятия по сокращению выбросов, при проектировании пехов не рекомендуется предусматривать выбросы вредных веществ через большое число низких труб, вентиляционных шахт, дефлекторов, аэрационных фонарей и т.д. Следует сконцентрировать эти выбросы в возможно меньшее число труб, высота которых  $H$  не менее чем в 2,5 раза должна превышать высоту прилегающих к ним зданий в радиусе 4-5  $H$ .

Значение высоты выброса (трубы)  $H$  при найденном выбросе вредного вещества  $M$  - ПДВ, при которой обеспечиваются не превышающие ПДК значения суммы  $C_m + C_\phi$  максимальной приземной и фоновой концентрации вредного вещества, определяется в следующем порядке.

Значение  $H$  определяется в первом приближении, когда выброс рассматривается как холодный:

$$H = \left[ \frac{AMFD}{8V_1(\text{ПДК} - C_\phi)} \right]^{3/4} \quad (2.56)$$

Если вычисленному по этому уравнению значению  $H$  соответствует значение  $v_m > 2$  м/с, где  $v_m$  определяется по выражению (2.11), и, кроме того,  $H < \omega_0 \sqrt{10D/\Delta T}$ , то полученное значение  $H$  является искомой минимальной высотой выброса, не требующей дальнейшего уточнения. Если же найденному в первом приближении значению  $H$  соответствует значение  $v_m < 2$  м/с, то необходимо уточнить полученное значение  $H$ . Для этого необходимо найти безразмерный коэффициент  $n$  в зависимости от значения  $v_m$  по выражениям (2.5)-(2.7). Затем минимальная высота выброса уточняется по рекуррентной зависимости

$$H_{i+1} = H_i \left( \frac{n_i}{n_i - 1} \right)^{3/4}, \quad (2.57)$$

где  $n_i, n_{i-1}$  - значения коэффициента  $n$ , найденные соответственно по значениям  $H_i$  и  $H_{i-1}$ .

Значения  $H$  следует уточнять до тех пор, пока два последовательно найденных значения  $H_i$  и  $H_{i-1}$  практически не будут отличаться друг от друга. Если при этом вычисленное значение  $H$  меньше или равно  $\omega_0 \sqrt{10D/\Delta T}$ , то оно определяет искомую высоту трубы.

Если найденное значение  $H$  больше  $\omega_0 \sqrt{10D/\Delta T}$  или для рассматриваемого типа источников это превышение очевидно, то для определения предварительного значения высоты выбросов (трубы) используется зависимость

$$H = \sqrt{\frac{AMF}{(\text{ПДК} - C_{\varphi})^3 \sqrt{V_1 \Delta T}}} \quad (2.58)$$

По вычисленному значению  $H$  определяются значения  $f$  и  $V_n$ , и уточняется в первом приближении произведение безразмерных коэффициентов  $m, n$ . Дальнейший рост  $H$  выбросов (трубы) выполняется по формуле

$$H_{i+1} = H_i \sqrt{\frac{m_i n_i}{m_{i-1} n_{i-1}}}, \quad (2.59)$$

где  $m_i, n_i$  соответствуют  $H_i$ , а  $m_{i-1}, n_{i-1}$  —  $H_{i-1}$ .

Если источник выбрасывает несколько разных вредных веществ, то при установлении ПДВ за минимальную высоту выброса должно приниматься наибольшее из значений  $H$ , которые определены для каждого вредного вещества в отдельности и для каждой группы веществ с эффектом суммации по вредным действиям.

В частности, если из трубы выбрасывается два вредных вещества, для которых значения  $M, F, \text{ПДК}$  и  $C_{\varphi}$  соответственно равны  $M_1, F_1, \text{ПДК}_1$  и  $C_{\varphi 1}$  и  $M_2, F_2, \text{ПДК}_2$  и  $C_{\varphi 2}$ , то при  $F_1 M_1 / (\text{ПДК}_1 - C_{\varphi 1})^2 > F_2 M_2 / (\text{ПДК}_2 - C_{\varphi 2})^2$  величина  $H$  определяется по выбросу первого вредного вещества, а при  $F_1 M_1 / (\text{ПДК}_1 - C_{\varphi 1})^2 < F_2 M_2 / (\text{ПДК}_2 - C_{\varphi 2})^2$  находится по выбросу второго вредного вещества.

## 2.7. Определение границ санитарно-защитной зоны

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) организуется с целью уменьшения ущерба, наносимого населению, от воздействия выбросов предприятий, превышающих ПДВ.

Внешняя граница СЗЗ, т.е. расстояние  $\rho$  от источника до жилых районов, определяется уравнением

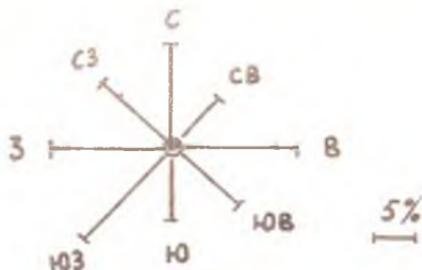
$$\rho = L_0 \frac{\rho}{\rho_0}, \quad (2.60)$$

где  $L_0$  - расчетное расстояние от источников выбросов до границы СЗЗ, до которого концентрация вредных веществ больше ПДК (без учета поправки на розу ветров), м;

$P_0$  - повторяемость направлений ветров одного румба, при круговой розе ветров (например, при восьмирумбовой розе  $P_0 = 100/8 = 12,5\%$ ), %;

$P$  - среднегодовая повторяемость направлений ветров рассматриваемого румба, %.

В Самаре в среднем за год (рис. 3) преобладают юго-западный, западный и восточный ветры (повторяемость каждого направления - 16%). В январе-феврале наибольшую повторяемость имеет ветер восточного (20-26% за месяц) и юго-западного (16-18% за месяц) направления (табл. 10). В марте-апреле и ноябре-декабре преобладает юго-западный ветер. В сентябре-октябре наряду с большой повторяемостью юго-западного ветра велика повторяемость ветра западного направления (20-22%). Летом повторяемость ветра северного направления, а также западного и северо-западного почти одинакова (15-20%).



Р и с. 3. Повторяемость различного направления ветра в течение года

Т а б л и ц а 10

Средняя скорость (м/с), повторяемость (%) ветра по направлениям и повторяемость штилей

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль (средняя повтор.)
И	4,9 10	4,4 6	4,8 20	5,4 16	5,7 12	4,7 16	4,2 13	3,7 17	5 4,7
II	5,4 9	4,2 6	5,1 26	5,6 13	6,1 10	5,1 18	3,9 10	4,4 8	4 5
III	4,7 9	5,0 5	5,3 15	5,8 12	6,4 14	5,6 22	4,5 15	4,3 8	2 5,2
IV	5,2 10	5,3 7	4,5 16	4,5 12	5,1 11	4,6 20	4,1 15	4,5 9	4 4,7
V	5,0 15	4,9 10	4,4 13	4,8 8	5,2 6	4,6 16	4,0 17	4,4 15	4 4,6

Месяц	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль (средняя повтор.)
УТ	4,1 17	4,5 12	3,8 12	3,9 7	4,4 5	4,4 12	3,5 20	3,6 15	3 4
УП	3,8 18	4,0 13	3,7 13	3,3 6	4,3 4	3,6 10	3,2 18	3,5 18	6 3,7
УШ	3,8 17	3,8 22	4,1 18	3,6 9	3,9 5	3,0 9	2,9 14	3,3 16	6 3,7
ТХ	4,1 13	4,5 5	3,6 9	4,1 9	4,5 10	3,9 18	3,4 20	3,3 16	6 4,0
Х	4,9 10	3,9 6	4,2 13	4,6 8	5,8 10	4,8 18	4,2 22	4,4 13	4 4,6
ХI	4,5 11	4,0 8	4,5 17	5,3 14	5,3 11	4,7 18	4,1 16	3,8 7	4 4,5
ХП	4,9 9	3,8 4	4,5 18	5,2 15	5,7 11	5,3 19	4,2 16	4,3 8	3 4,7
Год	4,6 12	4,4 6	4,4 16	4,7 11	5,2 9	4,5 16	4,8 16	4,0 12	4 4,4

По данным аэрологической станции Безенчук, находящейся за городом, в атмосферном слое до высоты 1 км преобладает в основном ветер такого же направления, что и у земли (юго-западный и западный); летом наибольшую повторяемость на высотах имеет северный ветер. Повторяемость направлений ветра в разное время суток зимой существенно не изменяется. Летом ночью уменьшается повторяемость ветра северо-западного направления.

Штили ( $V = 0$  м/с) чаще отмечаются в ночные часы, причем максимум их приходится на летние месяцы (июль-сентябрь). Наименьшая повторяемость штилей наблюдается в дневные часы. Среднегодовая скорость ветра в городе на высоте 11-13 м составляет 4,4 м/с.

Наименьшие средние значения скорости ветра (3,5-4,0 м/с) наблюдаются в теплый период (июнь-сентябрь). В переходные сезоны скорость ветра увеличивается до 4,5 м/с, а зимой - почти до 5 м/с. Наибольшие средние значения скорости ветра отмечаются в основном при ветре с южной составляющей.

В течение года в Самаре преобладает ветер скоростью 2-5 м/с; ветер с такой скоростью отмечается в 45-55% случаях. Преобладание такой скорости ветра сохраняется во все месяцы (рис. 4), и только в мае увеличивается повторяемость слабой скорости ветра (до 3 м/с).

С увеличением скорости ветра повторяемость ее быстро убывает. Скорость ветра 8 м/с и более встречается примерно в 10-20% случаев. Повторяемость слабой скорости ветра уменьшается днем, а повторяемость значительной скорости ветра, наоборот, в дневные часы увеличивается. При всех направлениях ветра наибольшую повторяемость имеет скорость ветра 2-5 м/с, причем большая скорость чаще присуща ветру преобладающих направлений (табл. 10).

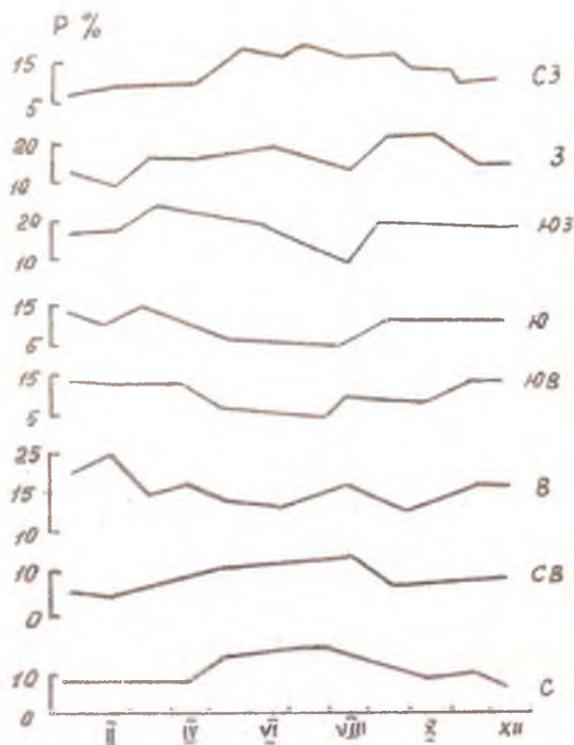
В январе чаще отмечается скорость ветра более 6 м/с при преобладающих юго-западных и восточных

направлениях. В июле наибольшая повторяемость этой скорости ветра отмечается при преобладающих северных и северо-западных направлениях (рис. 5).

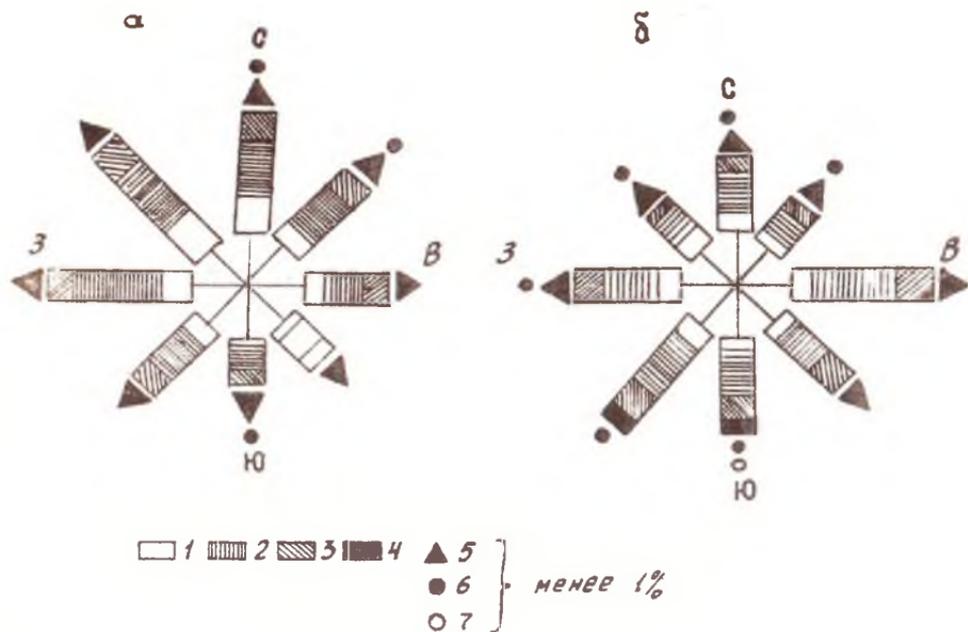
**Примечание:** значения  $P$  и  $\rho$  в общем случае могут различаться для ветров разных направлений.

Значение  $L_0$  в соответствии с Указаниями СН 369-74 [18] должно согласовываться с размерами СЗЗ, установленными на основании СН 245-71 [19, разд. 8].

В случае, когда на внешней границе СЗЗ требуется концентрация  $C' < ПДК$ ,  $\rho$  определяется также по уравнению (2.60), но при  $L_0$ , равном расчетному расстоянию от источника, до которого концентрация принимает значения, большие  $C'$ .



Р и с. 4. Годовой ход повторяемости различной скорости ветра



Р и с. 5. Повторяемость ветра различной скорости по направлениям (%): а - июль, б - январь; скорость ветра: 1 - 0...1 м/с; 2 - 2...5 м/с; 3 - 6...9 м/с; 4 - 10...13 м/с; 5 - 10...13 м/с; 6 - 14...20 м/с; 7 - 21...24 м/с

В настоящее время имеются программы, например, такие, как "Эфир-7", позволяющие рассчитывать поля концентраций при установлении ПДВ и ВСВ с помощью ЭВМ, что значительно облегчает сравнение различных вариантов по имеющимся изолиниям концентраций вредных веществ в зависимости от вида источников выбросов, параметров газовой смеси и геометрических размеров источника на основании ГОСТ 17.2.3.0278 [23].

1. Дать характеристику источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.
2. Оценить мероприятия по регулированию выбросов в период особо неблагоприятных метеорологических условий.
3. Рассчитать приземные концентрации одного загрязняющего вещества или нескольких ингредиентов, обладающих и необладающих суммацией действия, с учетом  $ПДК_{г.с}$  и  $ПДК_{н.р}$ .
4. Определить категорию опасности предприятия (цеха, участка, рабочего места) в зависимости от массы и видового состава выделяемых в атмосферу загрязняющих веществ.
5. Сделать расчет выбросов автомобильным транспортом, обслуживающим технологический процесс цеха (участка).
6. Рассчитать выбросы вредных веществ автомобильного транспорта, обслуживающего перевозку людей предприятия (цеха, участка).
7. Определить аэрозольный унос электролита из аккумуляторов парка электрокар, обслуживающих предприятие (цех, участок).
8. Рассчитать ПДВ для близко расположенных одиночных источников.
9. Определить ПДВ для одиночного источника (трубы, дефлектора, вытяжного канала вентиляционной установки).
10. Найти расстояние, на котором достигается максимальная концентрация вредных веществ.
11. Оценить загрязнение атмосферного воздуха и установить ПДВ и ВСВ в зависимости от расчетной скорости ветра (задается преподавателем или выбирается самостоятельно).
12. Рассчитать значение максимальной приземной концентрации вредных веществ, выбрасываемых из источника с круглым устьем при неблагоприятных метеорологических условиях.
13. Выполнить расчет характеристик приземного поля концентраций от выбросов нагретой или холодной газовой смеси объемом  $V$  ( $\text{м}^3/\text{с}$ ) или одиночного источника с прямоугольным устьем (объем газовой смеси задается преподавателем или берется по данным предприятия).
14. Определить концентрации вещества, выбрасываемого из аэрационного фанаря различной длины  $L$  (задается преподавателем), в случае произвольного направления ветра.

15. Найти значение максимальной концентрации примесей при выбросе через многоствольную трубу.

16. С учетом ПДК выбрасываемых веществ и фоновой концентрации рассчитать высоту трубы или высоту расположения вытяжного канала вентиляционной системы.

17. Определить границы санитарно-защитной зоны предприятия, цеха для различных месяцев года (задается преподавателем).

#### Библиографический список

1. Закон РСФСР об "Охране окружающей природной среды" //Российская газета. 1992. 3 марта.

2. Никитин В.С., Плотникова Л.В., Максимиана Н.Г. Охрана воздушной среды на промплощадках и прилегающих территориях. М.: ВЦНИИ ОТ. 1988.

3. Мартынова Р.П. Природа предъявляет санкции //Волжская заря. 1990. 6 февраля.

4. ГОСТ 12.1.005-76. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

5. Детям труднее. "Эврика". М.: Молодая гвардия. 1988.

6. Фитин А. Еще один взгляд на трагедию Чернобыля //Наука и жизнь. 1991. № 1.

7. Яблоков А. Страна-мутант - законное дитя больной цивилизации //ЭКОС. 1991. № 2. С. 36-39, 64.

8. Проблемы экологической оценки создания и внедрения безотходных промышленных производств. //Тез. докл. I-го Всесоюз. совещания. Зорогилевград. 1976. 217 с.

9. Реймерс Н.Ф. Природопользование. М.: Мысль, 1990. 638 с.

10. Сборник законодательных нормативных и методических документов для экспертизы воздухоохраняющих мероприятий. Л.: Гидрометиздат. 1986. 319 с.

11. Рекомендации по делению предприятий на категории опасности в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу веществ. Новосибирск: Зап.Сиб.НТИ. 1987.

12. Рекомендации по оформлению инженерно-экологического паспорта //Урал. науч.-консульт. центр при УЖЭНТИ ГОСНИИ ЭП. Челябинск. 1989. 72 с.

13. О состоянии экологической обстановки в области //Информ. бюл. областного комитета по охране природы. Самара. 1991. 128 с.

14. Кешкарева Н.В., Овсянникова Л.М., Ткаченко И.И. Эффективность дитетисима при экспериментальной интоксикации карбоминовыми пестицидами //Фармакология и токсикология. Вып. 18. 1983. С. 76-83.

15. Алексеевко И.Р., Коничев А.А., Панченко Н.А. Экспериментальные факторы и биообъекты //Сер. Человек и среда. Киев: Наук. думка. 1989. 152 с.

16. Временные указания по определению фоновых концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе для нормирования выбросов и установления ПДВ. М.: Стройиздат. 1981.

17. Климат Куйбышева //Под ред. Ц.А.Швер. Л.: Гидрометеоздат. 1983. 223 с.

18. СН 369-74. Санитарные нормы. Указания по расчету рассеивания вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. М.: Стройиздат. 1975. 44 с.

19. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. М.: Стройиздат. 1972.

20. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика. М.: Стройиздат. 1982.

21. Справочник по климату СССР. Ч. 1-3. Л.: Гидрометеоздат. 1965-1970.

22. Климатические характеристики условий распространения примесей в атмосфере. Л.: Гидрометеоздат. 1983.

23. ГОСТ 17.2.3.02.78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленных предприятий. М.: Изд-во стандартов. 1979. 14 с.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

В в е д е н и е .....	3
1. Влияние промышленных выбросов на здоровье людей, растительный и животный мир, почву и водоемы .....	5
2. Определение степени загрязнения атмосферы .....	7
2.1. Определение категории опасности предприятий в зависимости от массы и видов состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ .....	11
2.2. Расчет выбросов вредных веществ автомобильным транспортом .....	14
2.3. Расчет аэрозольного уноса электролита из аккумуляторов .....	17
2.4. Расчет предельно допустимых выбросов для одиночного источника или близко расположенных одиночных источников .....	19
2.5. Определение временно согласованных выбросов и расчет поля концентрации для случая одиночного источника .....	28
2.6. Определение высоты трубы или высоты расположения вытяжного канала вентиляционной системы .....	35
2.7. Определение границ санитарно-защитной зоны .....	36
Темы заданий .....	41
Б и б л и о г р а ф и ч е с к и й    с л и с о к .....	42

Луканенко Владимир Григорьевич,  
Несоленов Геннадий Федорович

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ  
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРОЦЕССА  
НА ВОЗДУШНУЮ СРЕДУ

Редактор Л.Я.Чегодаева  
Техн.редактор Г.А.Усачева  
Корректор Н.С. Куприянова

Лицензия ЛР № 020301 от 28.11.91

Подписано в печать 5.01.94.      Формат 60x84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Печать офсетная.  
Усл.печ.л. 2,56. Усл.кр.-отт, 2,8. Уч.-изд.л. 3,0.  
Тираж 500 экз. Заказ 8      Арт. С-22/94.

Самарский аэрокосмический университет  
имени академика С.П.Королева.  
443086 · Самара, Московское шоссе, 34.

---

ИГЭ Самарского государственного  
аэрокосмического университета им. академика С.П.Королева  
443001 Самара, ул. Ульяновская, 18.