



**Министерство образования и науки
Российской Федерации
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»**

ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Методические указания к расчетной работе
по курсу «Безопасность жизнедеятельности»
для всех форм обучения по направлениям подготовок
«Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов», «Наземные транспортно-технологические
комплексы», «Наземные транспортно – технологические средства»

Рубцовск 2015

УДК 502:504.06

Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Методические указания к расчетной работе по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для всех форм обучения по направлениям подготовок «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Наземные транспортно-технологические комплексы», «Наземные транспортно – технологические средства». 2-е изд. Составитель Е.М. Артеменко / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2015. – 22 с.

Методические указания разработаны в соответствии с программой курса «Безопасность жизнедеятельности».

Указания предназначены для расчета концентрации вредных веществ в выбросах предприятия в атмосферу и составления плана мероприятий по охране атмосферы от загрязнений.

Рассмотрены и одобрены
на заседании каф. НТС
РИИ.
Протокол №6 от 30.01.15.

Рецензент: к.т.н., доцент кафедры «Строительство и механика» П.А. Люкшин

© Рубцовский индустриальный институт, 2005
© Рубцовский индустриальный институт, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ	4
2. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ	4
3. ЗАДАНИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНОЙ РАБОТЫ	17
4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ	21
5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА	21
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	22

ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомление с основными видами промышленных загрязнений.

Составление плана мероприятий по охране воздушного бассейна для предприятия.

2. ОБЩИЕ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Загрязнением атмосферы называют привнесение новых, не характерных для нее физических, химических и биологических агентов, или превышение среднемноголетнего уровня их содержания в связи с техногенезом, что превращает атмосферный воздух в частично или полностью непригодный для использования. Различают естественные и искусственные отклонения от санитарных норм. *Естественные* отклонения связаны с попаданием в атмосферу космических частиц, вулканического пепла, пыли, образующейся при развеивании почв, пыльцы растений, морской соли, дыма лесных пожаров. *Искусственные* отклонения связаны с производственной деятельностью человека, с работой различных видов транспорта.

Основными промышленными источниками загрязнений воздушного бассейна нашей страны ученые считают тепловые электростанции – 29% загрязнений, предприятия черной и цветной металлургии, соответственно 24 и 10,5, нефтехимии – 15,5, стройматериалов – 8,1, химии – 1,3. На долю энергетики приходится более 40% общих выбросов пыли, 70% окислов серы и более 50% окислов азота. Из общего объема загрязнений на автотранспорт приходится 13,3, однако в крупных городах эта цифра достигает 60-80%.

Один автомобиль в среднем поглощает ежегодно 4 т кислорода и выбрасывает с выхлопными газами примерно 800 кг оксида углерода, около 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов. Эти газы представляют собой смесь, состоящую из 1000-1200 индивидуальных компонентов. Основная доля в составе отработанных газов приходится на нетоксичные компоненты – **азот, кислород, пары воды, углекислый газ**. Наибольшую опасность представляет наличие в них токсичных компонентов – **окиси углерода, углеводородов, оксидов азота, альдегидов, сажи бенз(а)пирена** (основного канцерогенного вещества) и соединений **свинца**.

Большую опасность представляет главный компонент выхлопов двигателей внутреннего сгорания – **окись углерода (угарный газ)**. По количеству этот компонент преобладает в выхлопных газах. Соединяясь с гемоглобином крови человека или теплокровных животных, он препятствует усвоению кислорода, тем самым ослабляя организм, его сопротивляемость различным заболеваниям. Хроническое отравление этим газом вызывает быструю утомляемость, головную боль, тошноту, нарушение сна, сердцебиение, мышечную слабость, одышку. При тяжелой степени интоксикации – потеря сознания, кома, отек легких. При усиленной физической

работе вдыхание незначительных количеств окиси углерода может привести к инфаркту миокарда. Воздействие угарного газа на центральную нервную систему (ЦНС) проявляется в изменении цветовой чувствительности глаз – возрастает вероятность аварий.

В процессе сжигания топлива в атмосферу выделяется **углекислый газ**. Содержание его до 0,1% безвредно для человека. При концентрации 3% учащаются дыхание и сердцебиение, появляются головная боль и шум в ушах, повышается кровяное давление, замедляется пульс. При дальнейшем повышении концентрации человек теряет сознание. Повышение CO_2 стимулирует рост растений, которые поглощают CO_2 и выделяют O_2 . Угроза здоровью человека снижается растительностью.

В выхлопных газах присутствуют неразложившиеся углеводороды топлива, включая непредельные, – такие как **бенз(а)пирен**. Он является канцерогенным и предрасполагающим к заболеванию раком. Это вещество устойчиво к обычным окислителям, разлагается под действием ультрафиолетового облучения; естественная деградация его в воде и почве происходит очень медленно. Из-за неполного сгорания топлива в двигателе автомобиля часть углеводородов превращается в сажу, содержащую смолистые вещества. Много сажи образуется при неисправности мотора и в моменты форсирования двигателя. Стремясь получить «богатую смесь», водители уменьшают соотношение воздух – топливо, и за машиной тянется хвост дыма, содержащий полициклические углеводороды, включая бенз(а)пирен. В выхлопных газах содержатся также альдегиды (акролеин, формальдегид и др.), обладающие резким запахом и раздражающим действием.

Оксид азота (NO) играет большую роль в образовании продуктов окисления углеводородов в атмосфере. В воздухе NO окисляется до NO_2 (газ желтовато – бурого цвета, сильно ухудшающий видимость). Токсичность NO_2 в 7 раз выше токсичности NO . На организм человека NO_2 действует как острый раздражитель и может вызывать отек легких, затрудненное дыхание, пневмосклероз, нарушение витаминного обмена.

Сернистый газ в атмосфере может преобразовываться в серный ангидрид и в серную кислоту. В ясную погоду серная кислота составляет 3%, концентрации сернистого газа, в пасмурную погоду она может увеличиваться до 15%. В этом случае резко усиливается токсическое воздействие аэрозоля серной кислоты на человека. Растворы серной кислоты в виде капелек тумана держатся в воздухе или выпадают кислотным дождем. Кислотность, определяемая водородным показателем pH для дождевой воды, равна 5,6-5,7; в чистых реках и озерах $\text{pH} = 8$; при $\text{pH} = 7$ из-за недостатка кальция начинает гибнуть икра некоторых рыб, при 6 – икра всех рыб и креветки; при 5,5-6 – планктон и многие другие организмы водоемов; при 5,5-6 появляется мох-сфагнум, не являющийся пищей для обитателей водоемов. При $\text{pH} = 4,5$ гибнет вся рыба, лягушки, насекомые, вода становится стерильной, на дне развиваются сфагнум, грибки и бактерии-анаэробы, выделяющие углекислый газ, метан и сероводород.

Повышенное содержание **окислов серы** в воздухе приводит к различным заболеваниям, главным образом легочным; так, при длительном воздействии возникает хронический бронхит, при длительном воздействии вызывает нарушение генетической функции организма.

В результате распада **двуокиси азота** выделяются атомарный кислород и озон. Избыток озона тоже может привести к образованию смога. Нитраты и нитриты, содержащиеся в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания, в отходах промышленных объектов и в минеральных удобрениях, очень опасны для человека. Они могут вызвать синюшность, затрудненное дыхание и нарушение сна у детей, эмфизему легких, нарушение витаминного обмена.

Неблагоприятное влияние на здоровье человека и животных оказывают соединения **свинца**, выбрасываемые в основном автотранспортом. Соединения свинца способствуют разрушению красных кровяных телец, снижению ферментативной активности белков. Накапливаясь в организме, могут вызвать тяжелые расстройства нервной и кроветворной систем. Допустимое содержание свинца в воздухе равно $0,0007 \text{ мг/м}^3$; на напряженных автомагистралях оно значительно выше. Свинец проникает в организм не только с воздухом, но и с пищей и водой.

Ванадия пятиокись. Вызывает раздражение дыхательных путей, легочные кровотечения, головокружение, нарушение деятельности сердца, почек и т.д. Канцероген. Ядовит. Соединение образуется в небольших количествах при сжигании мазута.

Сероуглерод (дисульфид углерода). Пары сероуглерода ядовиты и очень легко воспламеняются. Действует на центральную и периферическую нервные системы, сосуды, обменные процессы. При легких отравлениях – наркотическое действие, головокружение. При отравлении средней тяжести возникает возбуждение с возможным переходом в кому. При хронической интоксикации возникают нервно-сосудистые расстройства, нарушение психики, сна и т.д. При длительных отравлениях могут возникать энцефалиты и полиневриты. Могут наблюдаться рецидивы судорог с потерей сознания, угнетение дыхания. При приеме внутрь наступают тошнота, рвота, боли в животе. При контакте с кожей наблюдаются гиперемия и химические ожоги.

Бензол. Канцероген. При острых отравлениях наблюдается головная боль, головокружение, тошнота, рвота, возбуждение, сменяющееся угнетенным состоянием, частый пульс, падение кровяного давления. В тяжелых случаях – судороги, потеря сознания. Хронические отравления проявляются изменением крови (нарушение функции костного мозга), головокружением, общей слабостью, расстройством сна, быстрой утомляемостью.

Хлор. Желто-зеленый газ с резким раздражающим запахом. Раздражает слизистые оболочки глаз и дыхательных путей. К первичным воспалительным процессам обычно присоединяется вторичная инфекция. Острые отравления развиваются почти немедленно. При вдыхании средних и низких концентраций отмечаются стеснение и боль в груди, учащенное дыхание, резь в глазах, слезотечение, повышенное содержание лейкоцитов в крови, температуры тела и т.п. Возможны бронхопневмония, отек легких, депрессивное состояние,

судороги. Как отдаленные последствия наблюдаются катары верхних дыхательных путей, бронхит, пневмосклероз и др. Возможна активизация туберкулеза. При длительном вдыхании небольших концентраций наблюдаются аналогичные, но медленно развивающиеся формы заболевания.

Формальдегид. Бесцветный газ с резким запахом. Токсичен, оказывает отрицательное влияние на генетику, органы дыхания, зрения и кожный покров. Оказывает сильное воздействие на нервную систему. Формальдегид занесен в список канцерогенных веществ. Вещество может оказывать действие на печень и почки, приводя к функциональным нарушениям. Применяют формальдегид при изготовлении пластмасс, а основная часть формальдегида идет на изготовление ДСП и других древесностружечных материалов. В них феноло-формальдегидная смола составляет 6-18% от массы стружек.

Фенол – летучее вещество с характерным резким запахом. Пары его ядовиты. При попадании на кожу фенол вызывает болезненные ожоги. При острых отравлениях – нарушение дыхательных функций, ЦНС. При хронических отравлениях – нарушение функций печени и почек.

Техногенные загрязнения **пылью** составляют всего 5% от количества пыли, образующейся на планете (из морской соли, путем ветровой эрозии почвы, при извержении вулканов, лесных пожарах и т.д.). Однако состав техногенной пыли очень опасен, и основная часть ее находится в трехкилометровом приземном слое над городами, площадь которых не превышает 0,4% суши. Частицы пыли размером 4-10 мкм поднимаются до 1 км, а более крупные частицы при безветренной погоде образуют купол на высоте 300-500 м, постепенно оседая на землю.

Высокая запыленность воздуха приводит к легочным и аллергическим заболеваниям. Около 20% населения развитых стран страдает от различных форм аллергии в связи с загрязнением окружающей среды.

Качество атмосферного воздуха

Токсичные вещества при небольших (но превышающих ПДК) концентрациях действуют на человека незаметно, по мере повышения концентрации. Вначале страдают слизистые оболочки, затем – дыхательные пути и далее – другие внутренние органы. При определенной концентрации токсичное вещество становится опасным для жизни и при кратковременном действии.

Устанавливаются два норматива: максимальная разовая ПДК, при которой обнаруживаются рефлекторные реакции у человека (запах, световое ощущение) при 20-минутном воздействии вещества, и среднесуточная, которая не оказывает вредного воздействия на человека при неограниченно длительном вдыхании. Санитарные нормы качества воздуха (СанПиН 2.1.6.575-96, СН 245-71) устанавливают ПДК вредных веществ для рабочей зоны (воздух поступает из систем вентиляции) и для населенных пунктов (воздуха нижнего слоя атмосферы от земли до уровня верхних этажей самых высоких зданий).

Гигиенические нормативы установлены для 194 веществ и 35 комбинаций атмосферных загрязнений. Для того чтобы загрязненность воздуха не превышала ПДК, в России проводится инвентаризация источников загрязнения атмосферы на каждом предприятии.

Таблица 1

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов, мг/м³

Вещество	Максимальная ПДК	Среднесуточная ПДК
Азота двуокись	0,085	0,04
Азотная кислота	0,40	0,15
Акролеин	0,03	0,03
Аммиак	0,20	0,04
Ацетон	0,35	0,35
Ацетальдегид	0,01	0,01
Бензол	1,5	0,80
Бензин (углеводороды в пересчете на углерод)	5,00	1,5
Ванадия пятиокись	0,02	0,002
Винилацетат	0,15	0,15
Дихлорэтан	3,00	1,00
Изопропилбензол	0,014	0,014
Марганец	0,01	0,001
Метанол	1,00	1,00
Мышьяк	0,03	0,003
Пропиловый спирт	0,30	0,30
Пыль нетоксичная	0,50	0,15
Сажа (копоть)	0,15	0,05
Сернистый ангидрид (газ)	0,50	0,05
Сернистая кислота	0,30	0,10
Сероводород	0,008	0,08
Сероуглерод	0,03	0,005
Свинец сернистый	0,003	0,0003
Соляная кислота (водород хлористый)	0,20	0,20
Углерода окись	3,00	1,00
Уксусная кислота	0,20	0,06
Фенол	0,01	0,003
Формальдегид	0,035	0,003
Фтористые соединения	0,02	0,005
Хлор	0,10	0,03

Мероприятия по охране воздушного бассейна

Выделяются следующие группы мероприятий по охране воздушного бассейна: технологические, архитектурно-планировочные, санитарно-технические, инженерно-организационные.

Технологические мероприятия

Технологические мероприятия включают в себя:

- 1) создание безотходных технологических процессов на основе: разработки принципиально новых технологий и технологических средств, комплексного использования сырья и утилизации отходов производства, повышения эффективности работы газопылеулавливающих установок, организации ТПК с замкнутой системой материального баланса вещества, включая отходы производства;
- 2) замену местных котелен на централизованное тепло от крупных ТЭЦ и ТЭС;
- 3) замену топлива: предпочтительнее топливо с меньшим количеством продуктов сгорания (вместо угля и мазута – природный газ);
- 4) предварительную очистку сырья и топлива от вредных примесей, в частности снижение содержания серы в топливе;
- 5) электрификацию производства, транспорта и быта, замену пламенного нагрева электрическим;
- 6) использование трубопроводов, гидро- и пневмотранспорта для пылящих материалов;
- 7) замену прерывистых технологических процессов непрерывными.

Самой действенной мерой охраны атмосферного воздуха является строительство предприятий, работающих по принципу безотходной технологии, с замкнутыми технологическими процессами. Изменение технологии должно идти по пути уменьшения количества выбросов и сокращения затрат на очистку газов в расчете на единицу продукции.

Одним из перспективных направлений является внедрение газоочистки с применением системы каталитического дожигания. Оно применяется для очистки паров растворителей красок, содержащих органические и неокисленные вещества: эфиры, углеводороды, толуол, ксилол и др. Воздух, загрязненный парами, вентилятором подается в теплообменник, нагревается там до 350⁰С за счет тепла очищенного воздуха, затем поступает в топку-нагреватель, где в результате сжигания природного газа температура его повышается до 450⁰С.

Далее в контактном аппарате в присутствии катализатора загрязненные вещества окисляются до углекислого газа и паров воды. Очищенный воздух (степень очистки 99%) охлаждается в теплообменнике и выбрасывается в атмосферу.

Следует, однако, отметить, что каталитические нейтрализаторы нельзя применять в автомобилях, работающих на этилированном бензине, так как соединения свинца нарушают процессы катализа.

Архитектурно-планировочные мероприятия

В эту группу входит комплекс приемов, включающий зонирование территории города, борьбу с природной запыленностью, рациональное размещение предприятий, организацию санитарно-защитных зон, планировку жилых районов, озеленение населенных мест.

Согласно требованиям СанПиН 2.1.6.575-96, в целях снижения вредного влияния выбрасываемых в атмосферу пыли и газов на здоровье людей, промышленные предприятия, загрязняющие воздух, надо располагать вдали от жилых массивов, с подветренной стороны и отделять санитарно-защитными зонами. В санитарно-защитной зоне высаживаются деревья и кустарники, создаются лесопарки. В этих зонах можно располагать административно-служебные здания, склады, гаражи, пожарные депо, прачечные, бани, торговые помещения. В зависимости от вредности выбрасываемых веществ и степени их возможной очистки каждое промышленное предприятие относится к тому или иному классу, в соответствии с которыми устанавливаются следующие **размеры санитарно-защитных зон: I класс – 1000 м; II класс – 500; III класс – 300; IV класс – 100; V класс – 50 м.** К **I классу** относятся, например, целлюлозно-бумажные, химические и металлургические комбинаты, алюминиевые и медеплавильные заводы, предприятия по производству портландцемента, шлакопортландцемента и пуццоланового цемента – более 150 тыс. т в год, производству магнезита, доломита и шамота с обжигом в шахтных, вращающихся и других печах; **ко II классу** – производство гипса, асбеста, извести, а также портландцемента, шлакопортландцемента и др. – до 150 тыс. в год, асфальтобетона на нестационарных заводах, древесно-стружечных и древесно-волоконистых плит на полимерных смолах; к **III классу** – производство керамзита, стеклянной ваты и шлаковой шерсти, предприятия по выпуску асбоцементных, бетонных и железобетонных изделий, материалов из отходов ТЭЦ, элеваторы цемента, производство местных цементов до 5 тыс.т в год, асфальтобетонные заводы; к **IV классу** – производство искусственных камней и бетонных изделий, асбоцементных изделий, полимерных строительных материалов, керамических, фаянсовых и фарфоровых изделий, кирпича, огнеупорных изделий и мергелей, изделий из каменного литья и стекла, литейные цехи автомобильных заводов; к **V классу** – предприятия по добыче и обработке камня, производству гипсовых изделий, фибролита, камышита, соломы, глиняных изделий, полимерных строительных материалов, столярно-плотничных изделий и паркета.

Озеленение территории санитарно-защитной зоны и жилой застройки относится к числу мероприятий, уменьшающих воздействие выбросов предприятий на природную среду и здоровье людей.

Города делятся на зоны: селитебные (жилые), где зеленые насаждения должны составлять 15-25%, промышленные (в том числе ТЭС), коммунально-складские (в том числе гаражи, автопарки и др.), внешнего транзита (порты, вокзалы, аэродромы).

При разработке генеральных планов строительства новых городов санитарно-защитные зоны составляют 5-8, а иногда 10 км. Зеленые насаждения в городах, промышленных зонах и санитарно-защитных зонах очищают воздух от газов, обогащают его кислородом, фитонцидами, эфирными маслами и смолами. Каждое взрослое дерево поглощает из воздуха 30-40 кг пыли и копоти в год. В парковой зоне уже на расстоянии 30 м от дороги микробов в 2 раза меньше, чем на улице.

Особо пылеустойчивые деревья и кустарники: акация белая, вяз гладкий, вяз листоватый, ель колючая, каштан конский, клен остролистный, полевой, серебристый, липа, можжевельник виргинский, орех грецкий черный, тополь белый, канадский, туркестанский, черный, черемуха обыкновенная, виргинская.

Газоустойчивые деревья и кустарники: акация белая, боярышник обыкновенный, бузина красная, ель колючая, клен ясенелистый, смородина золотистая, тополь канадский, туя западная, шелковица.

Среднегазоустойчивые деревья и кустарники: береза бородавчатая и пушистая, вяз обыкновенный, граб обыкновенный, лещина обыкновенная, лиственница сибирская, можжевельник, груша обыкновенная, дуб красный и черешчатый, жасмин, жимолость татарская, ива белая, ломкая, плакучая, калина обыкновенная, клен остролистный, полевой, татарский, тополь пирамидальный, черемуха обыкновенная, яблоня лесная, ясень зеленый.

Деревья, обладающие фитонцидными свойствами: береза бородавчатая, граб обыкновенный, дуб черешчатый, клен остролистный, можжевельник обыкновенный, орех, рябина обыкновенная, сосна крымская, обыкновенная, тополь бальзамический, берлинский, туя, черемуха обыкновенная.

Деревья, листья которых обладают бактерицидными свойствами: акация белая, береза бородавчатая, кедр, клен серебристый, липа мелколистная, лиственница, дуб, тополь, можжевельник обыкновенный, орех грецкий, осина, черемуха обыкновенная, эвкалипт, сосна, пихта.

Санитарно-технические мероприятия

Для очистки промышленных выбросов используются различные конструкции очистных сооружений, которые отличаются принципом работы, эффективностью.

Очистка выбросов от пыли

Для очистки выбросов от пыли применяются пылеулавливающие аппараты: пылесадочные камеры, циклоны, матерчатые фильтры, мокрые скрубберы, электрофильтры. Выбор типа пылеуловителя обусловлен степенью запыленности воздуха, размерами частиц и требованиями к уровню очистки.

Пылеосадочная камера

Используется для осаждения крупной и тяжелой пыли с размером частиц порядка 100 мкм.

Камера представляет собой короб, пустотелый или с полками, прямоугольного сечения, с бункером внизу для сбора пыли (рис. 1). Площадь сечения камеры значительно больше площади сечения подводящих газоходов, поэтому газовый поток двигается в камере очень медленно со скоростью не более 0,5 м/с, и пыль оседает. Простота конструкции и небольшие затраты на установку и эксплуатацию являются преимуществами пылеосадочных камер, а громоздкость и низкая эффективность – недостатками.

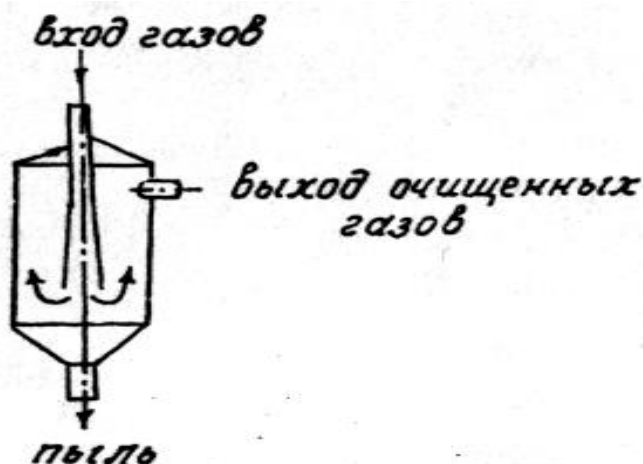


Рис. 1. Пылеосадочная камера

При установке внутри камер перегородок, замедляющих скорость воздушного потока и увеличивающих время прохождения его через камеры, коэффициент улавливания пыли повышается до 80-85%.

Циклон. Представляет собой цилиндр с конусом в нижней части (рис. 2).

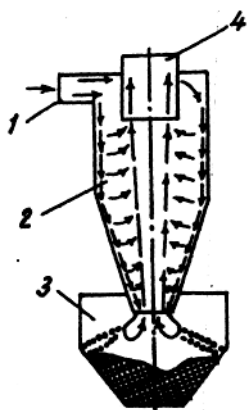


Рис. 2. Схема строения циклона:

- 1 – вход газов; 2 – корпус циклона;
- 3 – пылевой бункер;
- 4 – выход очищенных газов

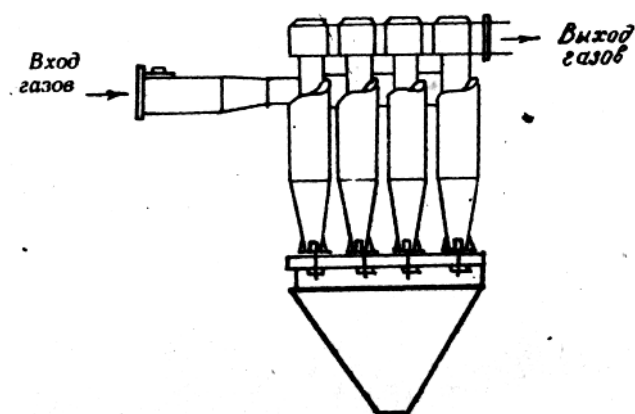


Рис. 3. Схема строения батарейного циклона

В центре этого цилиндра расположен внутренний цилиндр. Загрязненный воздух поступает сбоку в пространство между цилиндрами, и под влиянием центробежной силы частицы пыли прижимаются к внутренней стороне наружного цилиндра и оседают в его конусообразной части. Очищенный воздух удаляется в атмосферу через внутренний цилиндр. При уменьшении размера циклона эффективность очистки увеличивается, так как величина центробежной силы обратно пропорциональна радиусу вращения частиц пыли. Поэтому батарея из нескольких (обычно восьми) небольших параллельных циклонов более эффективна, чем один большой циклон (рис. 3).

Матерчатые фильтры. Запыленный воздух проходит через пористые материалы, осаждающие пыль. Для грубой очистки применяют гравий, кокс, металлические стружки, стекловолокно, а для тонкой очистки металлическую сетку, смоченную специальным маслом, пористую бумагу, ткани. Наибольшее распространение получили матерчатые рукавные фильтры. Матерчатые фильтры работают по принципу пылесоса. В металлическом шкафу, разделенном вертикальными перегородками на ряд секций, помещаются группы рукавов из фильтрующего материала. Верхние концы рукавов заглушены и подвешены к раме. С помощью этой рамы рукава периодически встряхиваются, и задержанная ими пыль попадает в бункер. Фильтрующие рукава изготавливаются из шерстяных, хлопчатобумажных или синтетических тканей в зависимости от температуры очищаемого газа. Для очистки от пыли газов, имеющих температуру выше 300°C, применяют фильтры со стеклотканью. Эффективность очистки выбросов от пыли с помощью рукавных фильтров достигает 98-99%. Рукавные фильтры используются на предприятиях по производству извести для окончательной очистки воздуха после циклонов, поскольку циклоном улавливается не более 2/3 содержащейся в воздухе известковой пыли.

Орошаемые скрубберы. По внешнему виду они похожи на циклоны, но принцип их работы основан на поглощении пыли водой, которая либо разбрызгивается форсунками, либо подается непрерывно против потока запыленного воздуха. Загрязненная пылью вода подвергается очистке и вновь поступает в скруббер.

Электрофильтры. Запыленный воздух подается через электрическое поле высокого напряжения, где он ионизируется, и частички пыли приобретают отрицательный заряд. Заряженные пылинки прилипают к положительному электроду, осаждаются и сбрасываются в бункер. При правильной эксплуатации КПД электрофильтров может достигать 99%. В цементной промышленности наиболее эффективно применять электрофильтр ПГД-4-50. Его производительность при скорости проходящего газа 2 м/с – 360 тыс. м³/ч. Для предприятий угольной промышленности выпускают электрофильтр УВП; электрофильтр СГ улавливает сажу, ШМК – пары серной кислоты.

Наиболее эффективны комбинированные установки, включающие два или больше типов пылеулавливающих устройств, например, когда за пылеосадочной камерой или батареей циклонов устанавливается электрофильтр. Это обусловлено специфическими особенностями каждого вида

обеспыливателей, рассчитанных на определенный состав пыли и расход воздуха. Улавливая, например, крупные фракции пыли на циклоне, мы тем самым снижаем пылевую нагрузку на электрофильтр и уменьшаем его абразивный износ. Кроме того, сочетание циклонов с электрофильтрами обеспечивает постоянство общей эффективности их работы при колебаниях рабочего режима.

Очистка выбросов от газов, паров и аэрозолей

Очистка осуществляется на основе следующих технологических процессов: абсорбции, адсорбции; каталитического сжигания и термического обезвреживания; окисления, озонирования.

Абсорберы. Представляют собой аппараты типа орошаемых скрубберов, в которых очистка от газов осуществляется с применением разнообразных по составу поглотительных растворов. Используется принцип абсорбции загрязнителей, а применяемые поглотительные растворы подвергаются затем биологической очистке. При абсорбции происходит конвективная диффузия (переход) газообразных компонентов очищаемого газа в жидкие поглотители (абсорбенты). Абсорбцию применяют для очистки вентиляционного воздуха, отсасываемого от травильных и гальванических ванн, а также при очистке технологических газов. Для очистки воздуха от хлора, серной и соляной кислот, фтористых соединений применяют абсорберы, орошаемые водными растворами щелочей (соды). От сернистого газа воздух очищают с помощью абсорберов, орошаемых раствором аммиака, и получают ценное удобрение – сульфат аммония или используют сульфитбисульфитные установки.

Адсорберы. Применяют для очистки газов от сероуглерода и других загрязнителей. Загрязненный воздух пропускается через слой адсорбента (угля), который и поглощает сероуглерод и другие вредные вещества.

Аэрозоли металлов (свинца, ванадия и т.д.) улавливают на электрофильтрах, сажу – на матерчатых фильтрах и электрофильтрах типа СГ. Органические загрязнители – ацетальдегид, винилацетат, дихлорэтан, пропиловый спирт, формальдегид, метанол, фенол, акролеин – улавливают в орошаемых водой скрубберах с последующей биологической очисткой на биофильтрах или в аэротенках или же окисляют до углекислого газа и воды в установках (печах) каталитического сжигания. Диметилсульфид, изопробилбензол, диэтиламин, дивинил или сжигают, или окисляют методом озонирования. Поскольку выбросы любого предприятия содержат не одно, а сразу несколько вредных веществ, применяют многоступенчатую очистку (или двухступенчатую), комбинируя различные методы и установки для очистки.

Инженерно-организационные мероприятия

В том случае, когда существующие методы очистки не обеспечивают санитарных норм, прибегают к инженерно-организационным мероприятиям. Снижение интенсивности движения транспорта на отдельных перегруженных городских магистралях, увеличение высоты труб, через которые

осуществляются газопылевые выбросы в атмосферу, повышение скорости движения газов по этим трубам и пр. – все это относится к инженерно-организационным мероприятиям.

Загрязнения автотранспортом зависят от организации дорожного движения; они возрастают при торможении, на малых оборотах движения и т.д. Эта проблема решается путем развязки пересечений дорог на разных уровнях, создания на дорогах «зеленой волны», прокладки трассы дорог в выемках.

Рассеивание вредных веществ в атмосфере является временным, вынужденным мероприятием, вызванным отсутствием методов очистки для того или иного вещества, а также тем, что существующие очистные аппараты не обеспечивают 100%-ную очистку выбросов от вредных веществ. Возможны аварийные ситуации как на самом производстве, так и на очистных сооружениях, однако при авариях санитарные нормы не должны нарушаться (в этих случаях необходимо рассеивать вредные вещества в атмосфере).

Специальными исследованиями установлено, что концентрация вещества в выбросах зависит от высоты трубы и выражается следующей формулой:

$$C_M = \frac{1}{H^2},$$

где C_M – максимальная концентрация вредных веществ в выбросах, мг/м³;
 H – высота трубы, м.

Так, при $H=20$ м, $C_M= 1/400$, а при $H=200$, $C_M= 1/40000$. Следовательно, увеличение высоты трубы в 10 раз позволяет достигнуть такого эффекта рассеивания, что его можно условно считать равным 98-99% очистки выбросов.

Таким образом, чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. В то же время следует учитывать тот факт, что при выбросах в высокие трубы возрастает общее количество примесей в атмосфере и повышается общее фоновое загрязнение воздуха. Если дымовая труба высотой 100 м позволяет рассеивать вредные вещества в радиусе до 20 км, то труба высотой 250 м увеличивает радиус рассеивания до 75 км. Росгидрометом не рекомендуется сооружение труб высотой более 150 м.

Согласно СанПиН 2.1.6.575-96 основная формула максимальной разовой концентрации вещества (в первом приближении):

$$C_M = \frac{A \cdot M \cdot \Phi}{H^2 \sqrt[3]{B_1 (t_1 - t_2)}} \text{ мг / м}^3,$$

где A – коэффициент, учитывающий частоту температурных инверсий в данной местности (для Средней Азии он равен 240, для Сибири, Казахстана – 200, для Урала, Поволжья, Украины – 160, для центральной европейской части России – 120);

M – количество вредного вещества в выбросе, г/с;

H – высота трубы, м;

V_1 – объем выброса, м³/с;

t_1 – температура выброса, °С;

t_2 – температура атмосферного воздуха для самого холодного месяца в данной местности;

Φ – коэффициент скорости оседания частиц в атмосфере (для газов 1,0 для паров – 2,0, для пыли – 3,0).

Точка обнаружения максимальной концентрации C_m находится по направлению ветра («под факелом») на расстоянии $X_m=20H$. Из этих формул видно, что X_m должно быть равно радиусу санитарно-защитной зоны, а C_m – максимально-разовой ПДК для рассматриваемого загрязнителя атмосферы. Рассчитываем модуль предельно допустимого выброса $M_{ПДВ}$, г/с:

$$M_{ПДВ} = \frac{C_m \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot (t_1 - t_2)}}{A \cdot \Phi},$$

где C_m – максимально-разовая ПДК, мг/м³.

Зная фактическое содержание вредного вещества на границе санитарно-защитной зоны, можно рассчитать модуль фактического выброса $M_{факт}$ по аналогичной формуле, заменив C_m на $C_{факт}$ – фактическую концентрацию загрязнителя, мг/м³:

$$M_{ФАКТ} = \frac{C_{ФАКТ} \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot (t_1 - t_2)}}{A \cdot \Phi} \text{ г/с.}$$

Эффективность необходимой для соблюдения санитарных норм очистки (или рассеяния) определяем по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{M_{ФАКТ} - M_{ПДВ}}{M_{ФАКТ}} \times 100\%.$$

В зависимости от необходимой эффективности очистки выбираются те или иные методы, способы и аппараты очистки газопылевых выбросов от загрязнителей.

3. ЗАДАНИЕ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНОЙ РАБОТЫ

Вариант № 1

Химический комбинат строится на Урале. Будет производить синтетические вискозные волокна и выбрасывать в атмосферный воздух через трубы высотой 50 м $1000 \text{ м}^3/\text{с}$ различных газов и аэрозолей с $t 160^\circ\text{C}$. Расчетная температура атмосферного воздуха для января в данной местности -16°C .

Вариант № 2

Химический комбинат синтетических волокон строится на юге Сибири. Через трубу высотой 70 м выбрасывается $1700 \text{ м}^3/\text{с}$ различных газов и аэрозолей с температурой 190°C . Расчетная температура атмосферного воздуха для января в данной местности -26°C .

Вариант № 3

Крупная ГРЭС строится на Урале. Будет выбрасывать в атмосферу через трубу высотой 250 м $2340 \text{ м}^3/\text{с}$ различных газов и аэрозолей, $t 130^\circ\text{C}$.

Расчетная температура атмосферного воздуха для января в данной местности -17°C .

Вариант № 4

Крупная ГРЭС строится на Дальнем Востоке. Высота трубы 190 м. Объем выбросов составит $1960 \text{ м}^3/\text{с}$. Температура газов и аэрозолей составит 150°C , а расчетная температура атмосферного воздуха для января -10°C .

Вариант № 5

Металлургический комбинат строится на Урале, проектная мощность – более 1 млн т стали в год, конверторное производство. Будет выбрасывать через систему аспирации на высоте 50 м в атмосферный воздух $1900 \text{ м}^3/\text{с}$ отходящих газов и аэрозолей, $t 110^\circ\text{C}$. Расчетная температура атмосферного воздуха зимой для данной местности -18°C .

Вариант № 6

Современный металлургический комбинат строится в средней полосе европейской части России. Высота трубы 120 м. Объем выбросов $2230 \text{ м}^3/\text{с}$ с температурой 130°C . Расчетная температура атмосферного воздуха для января составляет -12°C .

Вариант № 7

Завод проектируется в г. Северо-Уральске. Будет производить алюминий электролизным методом и выбрасывать в атмосферу через трубу высотой 50 м $900 \text{ м}^3/\text{с}$ отходящих газов и аэрозолей, $t 160^\circ\text{C}$. Расчетная температура января -20°C .

Вариант № 8

Завод по производству алюминия с высотой труб в 120 м и объемом выбросов 170 м³/с строится в Сибири. Температура выбросов составляют 130⁰С и температура января – 17⁰С.

Вариант № 9

Целлюлозно-бумажный комбинат проектируется в Сибири. Будет выбрасывать в атмосферу через трубы высотой 60 м 1500 м³/с отходящих газов и аэрозолей, их температура 95⁰С. Расчетная температура января – 25⁰С.

Таблица 2

Концентрации загрязненных веществ, выбрасываемых в атмосферу на границе санитарно – защитной зоны, мг/м³

№ варианта	Вещество	Максимально – разовая			Среднесуточная		
		Фактическая	ПДК по СанПиН 2.1.6.576-96	Кратность превышения	Фактическая	ПДК по СанПиН 2.1.6.576-96	Кратность превышения
1	2	3	4	5	6	7	8
1,2	Ацетальдегид	0,1			0,08		
	Винилацетат	0,6			0,25		
	Сероуглерод	0,09			0,045		
	Акролеин	0,3			0,03		
	Сернистый газ	0,8			0,04		
	Двуокись азота	0,14			0,098		
3, 4	Окись углерода	10,0			5,0		
	Сернистый газ	1,1			0,49		
	Сажа (копоть)	0,6			0,1		
	Двуокись азота	1,9			0,19		
	Формальдегид	0,04			0,015		
	Пыль нетоксичная	1,1			0,76		
5,6	Сернистый газ	3,0			0,75		
	Окись углерода	6,0			4,75		
	Сажа (копоть)	0,65			0,09		
	Марганец	0,04			0,02		
	Ванадия пятиокись	0,01			0,005		
	Сероуглерод	0,07			0,025		

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
7,8	Дихлорэтан Сернистый газ Окись углерода Фториды (газы и фторсоли) Пыль нетоксичная Сажа (копоть)	5,0 1,5 5,0 0,16 4,0 0,3			2,3 0,15 2,35 0,09 0,64 0,05		
9, 10	Окись углерода Пыль нетоксичная Сернистый газ Сернистая кислота Изопропилбензол Пропиловый спирт	6,0 1,0 1,1 1,0 0,06 0,81			2,0 0,6 0,26 0,51 0,02 0,50		
11, 12	Окись углерода Сернистый газ Двуокись азота Метанол Формальдегид Фенол	5,5 0,75 0,21 2,2 0,03 0,03			2,4 0,11 0,09 0,90 0,03 0,03		
13, 14	Сернистый газ Окись углерода Двуокись азота Мышьяк Свинец сернистый Пыль нетоксичная	1,1 7,0 0,3 0,005 0,003 2,0			0,5 3,7 0,1 0,005 0,003 0,25		
15, 16	Сернистый газ Сероводород Окись углерода Пыль нетоксичная Сажа (копоть) Двуокись азота	0,8 0,07 5,0 2,8 0,3 0,2			0,23 0,033 1,95 1,00 0,05 0,1		
17, 18	Сернистый газ Окись углерода Соляная кислота Двуокись азота Серная кислота Пыль нетоксичная	1,2 6,0 4,0 0,085 0,5 4,0			0,52 2,75 0,2 0,065 0,38 2,85		
19, 20	Сернистый газ Сероводород Акролеин Изопропилбензол Сажа (копоть) Свинец сернистый	0,4 0,2 0,08 0,04 4,0 0,005			0,002 0,1 0,04 0,04 1,73 0,0042		

Вариант № 10

Целлюлозно-картонный комбинат на севере европейской территории страны. Высота труб 90 м. Объем выбросов 200 м³/с. Температуры выбросов и воздуха в январе соответственно составляют +120⁰С и – 19⁰С.

Вариант № 11

Проектируется литейный цех автомобильного завода на Волге. Выбросы (300 м³/с) будут поступать через трубу вытяжной вентиляции высотой 10 м в атмосферный воздух, температура выбросов 24⁰С. Расчетная температура января –15⁰С.

Вариант № 12

Литейный цех авторемонтного завода проектируется в Курганской области. Труба высотой 20 м. Объем выбросов 550 м³/с. Температуры выбросов и атмосферного воздуха соответственно равны 36⁰С и –18⁰С.

Вариант № 13

Медеплавильный завод проектируется в Читинской области. Будет выбрасывать через трубу высотой 70 м 1200 м³/с отходящих газов и аэрозолей, t 170⁰С. Расчетная температура января –27⁰С.

Вариант № 14

Медно-серный комбинат реконструируется в г. Медногорске на Южном Урале. Труба имеет высоту 120 м. Объемы выбросов 1600 м³/с. Температуры выбросов и воздуха в январе соответственно составляют +190⁰С и – 17⁰С.

Вариант № 15

Завод по производству асбеста проектируется в г. Ново-Асбест на Среднем Урале. Будет выбрасывать через трубу высотой 35 м 1200 м³/с отходящих газов и аэрозолей, t 90⁰С. Расчетная температура января – 20⁰С.

Вариант № 16

Завод по производству асбоцементных изделий проектируется в г. Ясном на Южном Урале. Высота труб 55 м. Объемы выбросов 1720 м³/с. Температуры выбросов и воздуха в январе соответственно составляют +110⁰С и –16⁰С.

Вариант № 17

Завод по производству портландцемента (более 150 тыс. т в год) проектируется на Урале. Будет выбрасывать через трубу высотой 60 м 1000 м³/с отходящих газов и аэрозолей, t 80⁰С. Расчетная температура января –19⁰С.

Вариант № 18

Комбинат по производству цемента реконструируется в г. Новороссийске. Высота труб 90 м. Объем выбросов 2100 м³/с. Температуры выбросов и воздуха в январе соответственно составляют +110⁰С и – 12⁰С.

Вариант № 19

Асфальтобетонный завод проектируется на Урале. Будет выбрасывать через трубу высотой 25 м 900 м³/с отходящих газов и аэрозолей, t 130⁰С. Расчетная температура января –21⁰С.

Вариант № 20

Завод по производству асфальта проектируется в Тюменской области. Высота трубы 32 м. Объем выбросов 1470 м³/с. Температуры выбросов и воздуха в январе соответственно составляют +150 ⁰С и –27 ⁰С.

4. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. По исходным данным определить класс предприятия и размер санитарно-защитной зоны.

2. Пользуясь СанПиН 2.1.6.575-96 (табл. 1), определить кратность превышения ПДК вредных веществ на границе санитарно-защитной зоны: по среднесуточным и максимально-разовым фактическим концентрациям.

3. Для трех наиболее загрязняющих воздух вредных веществ определить фактический и максимально допустимый выброс, фактическую и необходимую для соблюдения санитарных норм ПДК, эффективность их рассеивания или очистки.

4. Составить план мероприятий по охране воздушного бассейна для данного предприятия. План должен включать следующие разделы:

а) характеристика и оценка загрязнения атмосферного воздуха на границе санитарно – защитной зоны и жилой застройки (см. вопросы 1, 2);

б) описание действия на организм человека и окружающую среду одного из вредных веществ смеси, наиболее интенсивно загрязняющего воздушный бассейн;

в) обоснование величины максимально допустимого выброса для трех наиболее загрязняющих воздух вредных веществ и размера санитарно-защитной зоны (см. вопросы 1,3);

г) обоснование применения конкретных типов очистных аппаратов для каждого вредного вещества в соответствии с необходимой для него эффективностью очистки;

д) обоснование ассортимента деревьев и кустарников для высадки в санитарно-защитной зоне предприятия.

5. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название работы.

2. Цель работы.

3. Провести необходимые расчеты и пояснения в соответствии с п. 1-4 порядка выполнения работы

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест http://snipov.net/c_4655_snip_101311.html.
2. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны http://snipov.net/c_4655_snip_106869.html
3. Гаев А.Я., Гацков В.Г., Штерн В.О., Карташкова Л.М. Геоэкология для строителей: Учебное пособие для студентов строительных и технических специальностей. – Оренбург: ГОУ ВПО ОГУ, 2004. – 313 с.
4. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. Промышленно – транспортная экология. – М.: Высшая школа, 2001. – 273 с.

Составитель
Артеменко Елена Михайловна

ЗАЩИТА АТМОСФЕРЫ ОТ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Методические указания к расчетной работе по курсу «Безопасность жизнедеятельности» для всех форм обучения по направлениям подготовок «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», «Наземные транспортно-технологические комплексы», «Наземные транспортно – технологические средства»

Редактор Е.Ф. Изотова

Подписано в печать 17.02.15. Формат 60x84 /16.
Усл. печ. л. 1,38. Тираж 30 экз. Заказ 15 1385. Рег. №16.

Отпечатано в ИТО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.