



Учреждение образования
«Международный государственный экологический
институт имени А. Д. Сахарова»
Белорусского государственного университета

Мисюченко В. М., Парфимович Ю. Э.

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА»**

Учебно-методическое пособие

Минск
«ИВЦ Минфина»
2019

УДК 504.06(075.8)

ББК 28.081я73

М65

Р е ц е н з е н т ы:

кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры
общей и медицинской физики Международного государственного
экологического института имени А. Д. Сахарова

Белорусского государственного университета *Н. В. Пушкарев*;
кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры промышленной экологии
Белорусского государственного технологического университета *О. С. Залыгина*

Мисюченко, В. М.

М65 Особенности проектирования источников выбросов загрязняющих веществ по дисциплине
«Экологическая экспертиза»: учебно-методическое пособие / В. М. Мисюченко,
Ю. Э. Парфимович. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 67 с.

ISBN 978-985-7224-99-9.

Издание содержит учебно-методический материал для проведения занятий с использованием программ AutoCAD и «Эколог» по основам проектирования источников выбросов загрязняющих веществ на промышленных предприятиях Республики Беларусь.

Предназначено студентам специальности 1-33 01 07 «Природоохранная деятельность».

Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или ее части не может быть осуществлено без разрешения Учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета.

УДК 504.06(075.8)

ББК 28.081я73

ISBN 978-985-7224-99-9

© Мисюченко В. М., 2019

© МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
ГЛАВА 1. ПРОЦЕДУРА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ	5
ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ.....	8
ГЛАВА 3. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ	17
ГЛАВА 4. ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА В КОТЛАХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 25 МВт.....	24
ГЛАВА 5. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ СТОЯНОК АВТОМОБИЛЕЙ.....	38
ЛИТЕРАТУРА.....	45
ПРИЛОЖЕНИЯ	46

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование источников выбросов загрязняющих веществ необходимо при разработке раздела «Охрана окружающей среды» проектной документации, который представляется в органы экспертизы на рассмотрение для получения положительного заключения. Также этот раздел является обязательным даже в том случае, если разрабатывается проектно-сметная документация и проект не подлежит согласованию с органами экспертизы. В связи с этим изучение основ и приобретение практических навыков проектирования наиболее распространенных источников выбросов загрязняющих веществ в нашей стране является важной задачей подготовки специалистов экологического профиля.

В первой главе пособия анализируется состояние нормативной базы нашей страны в области экологической оценки и те изменения, которые произошли в 2017 году в связи с принятием целого ряда нормативных правовых документов в этой области. Далее по отдельным разделам рассматриваются особенности проектирования объектов металлообработки, сварки, котлов, работающих на различных видах топлива, парковок и станций техобслуживания автомобилей с заданиями в 20 вариантах для каждого раздела пособия. Отдельно вынесен раздел по проектированию санитарно-защитных зон, которые часто встречаются в качестве отдельного вопроса при подготовке дипломных и курсовых работ студентов. Пособие разработано в соответствии с учебной программой по дисциплине «Экологическая экспертиза».

Пособие предназначено для студентов экологических специальностей высших учебных заведений, может быть полезно также работникам экологических служб промышленных предприятий, сотрудникам территориальных органов Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды, специалистам, повышающим свою квалификацию в области экологии и, в частности, в сфере проектирования источников выбросов загрязняющих веществ в Республике Беларусь.

При изучении данного пособия необходимо помнить, что нормативная правовая база в области проектирования источников выбросов загрязняющих веществ постоянно совершенствуется и предполагается, что студенты будут обращаться при освоении практических занятий по дисциплине «Экологическая экспертиза» также к новым нормативным документам Республики Беларусь в этой области.

ГЛАВА 1. ПРОЦЕДУРА ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Термин «экологическая оценка» отсутствует в законодательстве страны в области охраны окружающей среды. Но в Республике Беларусь законодательно определены и подробно разработаны процедуры государственной экологической экспертизы (ГЭЭ) проектов, оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) с обязательным проведением общественных обсуждений, стратегической экологической оценки (СЭО), оценки трансграничного воздействия с привлечением заинтересованных сторон. Требования к разработке данных материалов определены преимущественно в Законе о государственной экологической экспертизе (утв. 2016 № 399-З). Отдельные требования определены в соответствующих ТКП, относящихся не только к экологическим требованиям, но и к проектированию смежных разделов проекта: генеральных планов промплощадок, систем производственной и ливневой канализации, систем вентиляции и отопления, промышленной безопасности котельных и так далее. Комплекс всестороннего анализа воздействия на компоненты природной среды составляет суть экологической оценки. Такой всесторонний подход к анализу и оценке планируемой хозяйственной деятельности принят во многих странах мира.

Основными этапами в оценке экологического влияния планируемой хозяйственной деятельности являются следующие:

- анализ технологических процессов, связанных с водопотреблением и водоотведением; определение показателей загрязнения сточных вод, сбрасываемых в сети канализации либо в водные объекты;

- анализ технологического оборудования, работа которого связана с выделением загрязняющих веществ в атмосферу;

- расчет уровней воздействия на компоненты природной среды и сравнение этих показателей с допустимыми уровнями (ПДК сброса сточных вод, ПДК атмосферного воздуха населенных мест).

Экологическая политика, проводимая на государственном уровне, стала к настоящему времени ключевым элементом устойчивого развития Республики Беларусь. Экологическую политику государства определяет национальное законодательство в области охраны окружающей среды. Ведущее положение в ней занимает Закон от 26.11.1992 № 1982-ХІІ «Об охране окружающей среды», имеющий универсальное значение. В этом нормативном документе отдельная глава (глава б) посвящена требованиям в области охраны окружающей среды при проектировании, строительстве, реконструкции, эксплуатации объектов хозяйственной и иной деятельности в Республике Беларусь и указывается, что должны быть предусмотрены меры по охране окружающей среды в каждом конкретном случае с учётом требований экологической безопасности.

Основным международным документом в области экологической оценки, подписанным Республикой Беларусь, является Конвенция об оценке воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте, принятая в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 20.10.2005 № 487. Правовая основа для экологической оценки в Республике Беларусь включает в себя следующие основные нормативные правовые акты. Это Закон Республики Беларусь от 26.11.1992 № 1982-ХІІ «Об охране окружающей среды», Закон Республики Беларусь от 18.07.2016 № 399-З «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду», Положение о порядке проведения государственной экологической экспертизы, в том числе требованиях к составу документации, представляемой на государственную экологическую экспертизу, заключению государственной экологической экспертизы, порядку его утверждения и (или) отмены, особых условиях реализации проектных решений, а также требованиях к специалистам, осуществляющим проведение государственной экологической экспертизы, Положение о порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду, требованиях к составу отчета об оценке воздействия на окружающую среду, требованиях к специалистам, осуществляющим проведение оценки воздействия на окружающую среду (далее – Положение об ОВОС), Положение о порядке проведения стратегической экологической оценки, требованиях к составу экологического доклада по стратегической экологической оценке, требованиях к специалистам, осуществляющим проведение стратегической экологической оценки, утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от

19.01.2017 № 47, Положение о порядке проведения общественной экологической экспертизы, утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 29.10.2010 № 1592, Положение о порядке организации и проведения общественных обсуждений проектов экологически значимых решений, экологических докладов по стратегической экологической оценке, отчетов об оценке воздействия на окружающую среду, учета принятых экологически значимых решений и внесении изменений и дополнений в некоторые постановления Совета Министров Республики Беларусь, утвержденное постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 14.06.2016 № 458. Кроме того, непосредственно к рассматриваемому вопросу относятся Положение о порядке проведения государственной экспертизы градостроительных, архитектурных и строительных проектов, обоснований инвестирования в строительство и Положение о порядке согласования и утверждения проектной документации, утверждения градостроительных проектов, утвержденные постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 8.10.2008 № 1476 и «Единый перечень административных процедур, осуществляемых государственными органами и иными организациями в отношении юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, внесении дополнения в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 14 февраля 2009 г. № 193 и признании утратившими силу некоторых постановлений Совета Министров Республики Беларусь», утвержденный постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 17 февраля 2012 г. № 156. Последний документ определяет новый порядок выдачи заключения Государственным учреждением образования «Республиканский центр государственной экологической экспертизы и повышения квалификации руководящих работников и специалистов» Минприроды по проектам, подаваемым на государственную экологическую экспертизу.

Необходимо также упомянуть важные технические нормативные правовые акты в области проведения ОВОС и разработки раздела «Охрана окружающей среды» в Республике Беларусь – ТКП 17.02-08-2012 (02120) «Правила проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и подготовки отчета» и пособие к строительным нормам Республики Беларусь ПЗ-02 к СНБ 1.03.02-96 «Состав и порядок разработки раздела «Охрана окружающей среды» в проектной документации».

Также необходимо отдельно остановиться на ТКП 45-1.01-4-2005 «Система технического нормирования и стандартизации Республики Беларусь. Национальный комплекс технических нормативных правовых актов в области архитектуры и строительства. Основные положения», который дает основные понятия, используемые в законодательстве Республики Беларусь, такие как модернизация, реконструкция объекта, капитальный ремонт объекта строительства.

В соответствии с новым законодательством Республики Беларусь в области экологической оценки такие объекты, как котельные, парковки, объекты металлообработки не будут относиться к объектам стратегической экологической оценки, но могут подлежать процедуре государственной экологической экспертизы Государственного учреждения образования «Республиканский центр государственной экологической экспертизы и повышения квалификации руководящих работников и специалистов» Минприроды и/или государственной экспертизы Республиканского унитарного предприятия «Главгосстройэкспертиза» Госстандарта.

Государственная экологическая экспертиза организуется и проводится исключительно экспертами Государственного учреждения образования «Республиканский центр государственной экологической экспертизы и повышения квалификации руководящих работников и специалистов» Минприроды. В постановлении Совета Министров Республики Беларусь от 08.10.2008 № 1476 (ред. от 12.01.2017) «Об утверждении Положения о порядке проведения государственной экспертизы градостроительных проектов, архитектурных, строительных проектов, выделяемых в них очередей строительства, пусковых комплексов и смет (сметной документации) и Положении о порядке разработки, согласования и утверждения градостроительных проектов, проектной документации» дан перечень проектной документации, представляемой на государственную экспертизу РУП «Главгосстройэкспертиза».

Статья 21.19 Кодекса Республики Беларусь об административных правонарушениях от 21.04.2003 № 194-З запрещает реализацию любой хозяйственной деятельности, требующей проведения государственной экологической экспертизы, без положительного заключения государственной экологической экспертизы.

В соответствии с законодательством Республики Беларусь определен перечень объектов, для которых в обязательном порядке разрабатывается раздел ОВОС. Объекты ОВОС указаны в статье 7 Закона от 18.07.2016 № 399-З «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду» (далее – Закон № 399-З).

Для всех объектов, подлежащих процедуре ГЭЭ и/или государственной экспертизы Республиканского унитарного предприятия «Главгосстройэкспертиза» Госстандарта в составе проектной документации также должен быть разработан раздел «Охрана окружающей среды» в соответствии с ПЗ-02 к СНБ 1.03.02-96 «Состав и порядок разработки раздела «Охрана окружающей среды» в проектной документации». Содержание раздела «Охрана окружающей среды» включает восемь основных подразделов, в частности, технологические решения, охрану атмосферного воздуха от загрязнения, охрану поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения, охрану окружающей среды от загрязнения отходами производства и твердыми коммунальными отходами, охрану и рациональное использование земельных ресурсов, охрану и преобразование ландшафта, охрану и рациональное использование недр, охрану почв, восстановление (рекультивацию) земельного участка, охрану растительности и животного мира.

Кроме того, в случаях определенных в ст. 5 Закона № 399-3 необходимо прохождение государственной экологической экспертизы, а для объектов указанных в ст. 7 Закона № 399-3 еще необходима и разработка раздела ОВОС. После положительного заключения государственной экологической экспертизы подпроект может проходить государственную экспертизу РУП «Главгосстройэкспертиза». Если экологическая экспертиза не требуется, то раздел ООС в составе проектной документации сразу подается на государственную экспертизу (табл. 1).

Необходимость прохождения государственной экологической и государственной экспертизы РУП «Главгосстройэкспертиза» приведена в табл. 1.

Таблица 1

Алгоритм представления проектной документации по реконструкции зданий

Объект	Необходимость прохождения ГЭЭ	Необходимость прохождения Главгосстройэкспертизы
Объект подпадает под ст. 5 Закона № 399-3 и затрагивает несущие конструкции (например, реконструкция здания в пределах территории, подлежащей особой и (или) специальной охране)	Да*	Да
Объект подпадает под ст. 5 Закона № 399-3, но не затрагивает несущие конструкции (например, реконструкция здания в пределах территории, подлежащей особой и (или) специальной охране)	Да	Нет
Объект не подпадает под ст. 5 Закона № 399-3 и затрагивает несущие конструкции (например, реконструкция зданий)	Нет	Да
Объект не подпадает под ст. 5 Закона № 399-3 и не затрагивает несущие конструкции, (например, реконструкция зданий)	Нет**	Нет**

Примечание. *Заключение государственной экспертизы РУП «Главгосстройэкспертиза» выдается только при наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы. **Проектная документация не проходит экспертизу, но раздел «Охрана окружающей среды» разрабатывается в составе проектно-сметной документации и передается заказчику.

При анализе воздействия на атмосферный воздух в разделе «Охрана окружающей среды» обязательно анализируются физические факторы воздействия – шум, вибрация и другие.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите нормативные документы Республики Беларусь, в которых отражены требования в области охраны окружающей среды при размещении объектов хозяйственной и иной деятельности?
2. Перечислите нормативные документы, составляющие правовую основу экологической оценки в Республике Беларусь.
3. Для каких проектов разрабатывается раздел «Охрана окружающей среды» в проектной документации?
4. Что включает раздел «Охрана окружающей среды» в проектной документации?

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ

Согласование проектно-сметной документации зачастую требует разработки дополнительной документации, в частности проекта санитарно-защитной зоны. Проект санитарно-защитной зоны – это документ, определяющий размеры санитарно-защитной зоны проектируемого объекта, действующего предприятия или промышленного узла (комплекса). Правовыми основами установления санитарно-защитных зон являются: Закон Республики Беларусь от 26.11.1992 № 1982-ХІІ «Об охране окружающей среды», Закон Республики Беларусь 16.12.2008 № 2-3 «Об охране атмосферного воздуха»; Кодекс Республики Беларусь от 23.07.2008 № 425-3 «О земле», Закон Республики Беларусь от 05.07.2004 № 300-3 «Об архитектурной, градостроительной и строительной деятельности в Республике Беларусь», Закон Республики Беларусь от 07.01.2012 № 340-3 «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Основной нормативный документ, определяющий требования к составу проекта санитарно-защитной зоны – «Гигиенические требования к составу проекта санитарно-защитной зоны» (инструкция по применению), утв. Министерством здравоохранения 24.12.2010 (далее – Инструкция).

Требования к базовым размерам санитарно-защитных зон определены в постановлении Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11.10.2017 № 91 «Санитарные нормы и правила «Требования к санитарно-защитным зонам организаций, сооружений и иных объектов, оказывающих воздействие на здоровье человека и окружающую среду» (далее – СанПиН).

В соответствии с этим документом санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это территория с особым режимом использования, размер которой обеспечивает достаточный уровень безопасности для здоровья населения от вредного воздействия (химического, биологического, физического) объектов на ее границе и за ней.

Это означает, что на прилегающих к промышленным предприятиям территориях возможны превышения допустимых уровней химического и физического воздействия. И, следовательно, на таких территориях не допускается размещать объекты, на которые может оказать негативное влияние превышение уровней химического и физического воздействия.

Существует понятие базовый размер СЗЗ – это размер санитарно-защитной зоны, обеспечивающий достаточный уровень безопасности для здоровья населения от вредного воздействия (химического, биологического, физического) объектов, установленный согласно приложению 1 к СанПиН.

В приложении 1 к СанПиНу установлены базовые размеры санитарно-защитных зон для объектов по отраслям народного хозяйства. Определены 5 типов базовых размеров СЗЗ – 1000 м, 500 м, 300 м, 100 м, 50 м. Те производства, которые имеют в выбросах наиболее опасные загрязняющие вещества, либо значительное их количество имеют наибольший размер СЗЗ. Например, крупные свиноводческие комплексы, горно-обоганительные предприятия и др. имеют максимальный базовый размер 1000 м.

Базовый и расчетный размер СЗЗ объектов устанавливается от:

- границы территории объекта, в случае если объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от неорганизованных стационарных источников объекта составляет более 30 % от суммарного выброса;
- организованных стационарных источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, оборудованных устройствами, посредством которых производится их локализация, и источников физических факторов.

На рис. 2.1. схематично приведен пример необходимости организации СЗЗ для промышленных предприятий. Основные загрязняющие вещества и физическое воздействие (шум, вибрация, электромагнитное излучение) не должны распространяться далее установленной СЗЗ.

Однако, не во всех случаях есть возможность установить базовую СЗЗ, поэтому введено понятие расчетной СЗЗ.

Расчетный размер СЗЗ – размер санитарно-защитной зоны, установленный на основании проекта СЗЗ объекта с расчетами рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (с учетом фона), уровней физического воздействия и оценки риска для жизни и здоровья населения и обеспечивающий соблюдение нормативов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, допустимых уровней физических воздействий и приемлемых уровней риска для жизни и здоровья населения на ее границе и за ней.

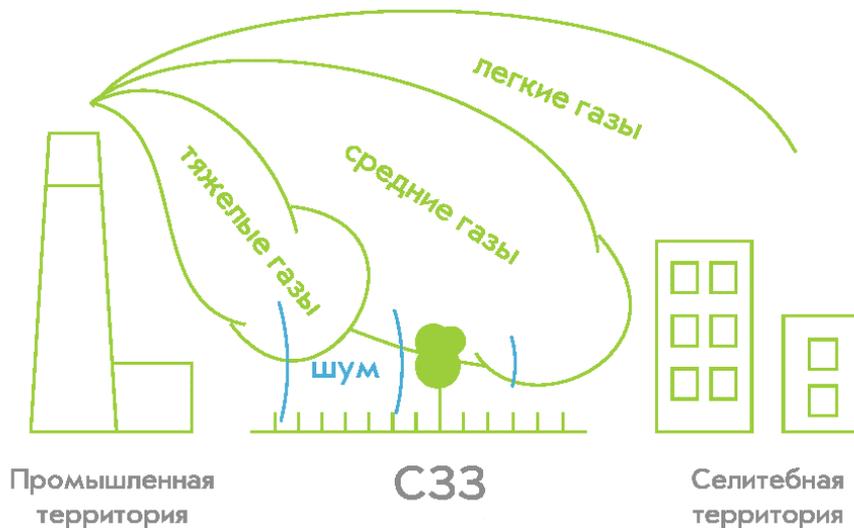


Рис. 2.1. Пример организации СЗЗ

Расчетный размер устанавливается в нескольких случаях:

1. Для объектов, не указанных в приложении к СанПиНу, а также для объектов с новыми, недостаточно изученными технологиями, размер СЗЗ устанавливается в каждом конкретном случае расчетным путем.

2. Для объектов, на прилегающей территории которых нет возможности организовать базовую СЗЗ, например, когда возле предприятия располагается жилая застройка или иные объекты, которые не допускаются к размещению в границе СЗЗ.

Расчетный размер считается достаточным при соблюдении нормативов ПДК, ОБУВ загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, ПДУ физических воздействий на границе расчетной СЗЗ объекта и за ее пределами, подтвержденное результатами аналитического лабораторного контроля и измерения физических факторов, приемлемого уровня риска для жизни и здоровья населения. На рис. 2.2. приведена схема установки расчетной СЗЗ от промышленного комплекса.



Рис. 2.2. Схема установки расчетной СЗЗ от промышленного комплекса

В соответствии с СанПиН СЗЗ объекта устанавливается до:

- границ земельных участков при усадебном типе застройке;
- окон жилых домов при мало, средне- многоэтажной и повышенной этажности жилой застройке;
- границ территорий учреждений образования;
- границ санаторно-курортных и оздоровительных организаций здравоохранения, организаций здравоохранения, за исключением организаций здравоохранения, оказывающих медицинскую помощь в амбулаторных условиях и в условиях отделения дневного пребывания;
- границ открытых и полукрытых физкультурно-спортивных сооружений, объектов оздоровления, туризма и отдыха, за исключением гостиниц, кемпингов;

– границ территории садоводческих товариществ и дачных кооперативов.

Пример (рис. 2.3): торговый центр с базовой СЗЗ, построенной от границ территории, так как основными источниками выбросов и факторами физического воздействия (шум) являются парковки легкового автотранспорта, а также движение грузовых автомашин при доставке товаров и материалов. Это не территория промплощадки, это территория, за которой обеспечиваем уровень ПДК и ПДУ. За этой территорией возможно строительство жилых домов, детсадов и пр.

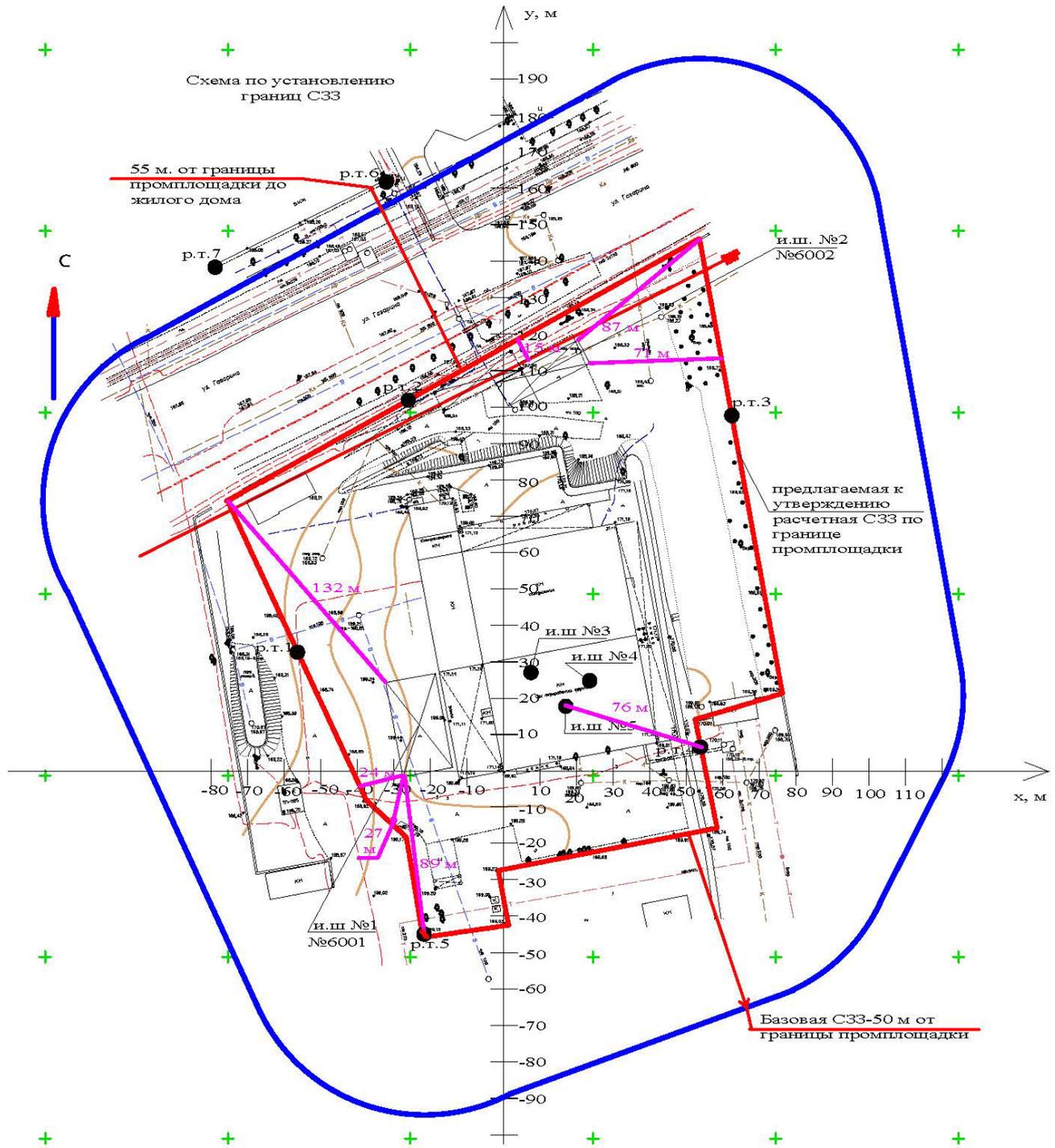


Рис. 2.3. Пример торгового центра с построенной санитарно-защитной зоной

В соответствии с СанПиН в границах СЗЗ и территории объекта, от которого организуется СЗЗ, должен быть обеспечен особый режим использования территории СЗЗ, при котором **не допускается** размещать:

– жилую застройку;

- озелененные территории общего пользования в населенных пунктах, предназначенные для массового отдыха населения, объекты туризма и отдыха (за исключением гостиниц, кемпингов, мемориальных комплексов), площадки (зоны) отдыха, детские площадки;
- открытые и полуоткрытые физкультурно-спортивные сооружения;
- территории садоводческих товариществ и дачных кооперативов;
- учреждения образования;
- санаторно-курортные и оздоровительные организации, организации здравоохранения с круглосуточным пребыванием пациентов;
- комплексы водопроводных сооружений для водоподготовки и хранения питьевой воды (за исключением обеспечивающих водой данный объект);
- объекты по выращиванию сельскохозяйственных культур, используемых для питания населения.

В границах санитарно-защитной зоны допускается размещать:

- предприятия, сооружения с меньшими размерами СЗЗ, чем основное производство при условии соблюдения нормативов ПДК (ОБУВ) и уровней физических воздействий на границе СЗЗ при суммарном учете;

- здания и сооружения для обслуживания работников объекта и для обеспечения его деятельности (в том числе нежилые помещения для дежурного персонала аварийной службы), помещения для пребывания работающих по вахтовому методу при условии работы не более двух недель подряд;

- административные здания, сооружения;

- аптеки пятой категории, зуботехнические лаборатории, микробиологические лаборатории, работающие с условно-патогенными микроорганизмами и патогенными биологическими агентами первой и второй групп риска, включая лаборатории полимеразной цепной реакции с учетом обеспечения нормативного расстояния в соответствии с требованиями законодательства;

- объекты бытового и коммунального обслуживания;

- оптовые склады продовольственного сырья и пищевых продуктов, упакованных в герметичную упаковку (при условии обеспечения безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов);

- торговые объекты и объекты общественного питания;

- производственные объекты малой мощности, осуществляющие изготовление пищевой продукции;

- объекты придорожного сервиса;

- конструкторские бюро и научно-исследовательские лаборатории;

- пожарные депо, местные и транзитные коммуникации, линии электропередачи, электроподстанции, нефте- и газопроводы;

- подземные источники технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения;

- подземные источники хозяйственно-бытового водоснабжения, обеспечивающие водой данный объект, при соблюдении зон санитарной охраны подземного источника;

- автозаправочные станции, станции технического обслуживания автомобилей;

- питомники растений для озеленения территории предприятия и территории СЗЗ;

- объекты по выращиванию сельскохозяйственных культур, не используемых для производства пищевых продуктов;

- автомобильные стоянки и парковки для хранения общественного и индивидуального транспорта.

В СЗЗ объектов могут размещаться объекты по производству пищевых продуктов, оптовые склады продовольственного сырья и пищевой продукции, объекты по производству лекарственных средств, склады сырья и полупродуктов лекарственных средств при исключении их взаимного негативного воздействия на продукцию, окружающую среду и организм человека.

При определении границы СЗЗ в некоторых направлениях может быть принята базовая, а в тех направлениях, где находятся объекты, которые не допускаются к размещению в СЗЗ, необходимо установить расчетную с сокращением базового.

Также если для предприятия определена базовая СЗЗ, то при плановой реконструкции может быть установлено более высокотехнологичное оборудование с эффективными методами снижения выбросов либо применение технологических процессов с минимальным выбросом загрязняющих веществ и минимальным уровнем физического воздействия. В таком случае базовая СЗЗ может быть максимально сокращена и установлена расчетная, например, по границе пром-

площадки. Это актуально для крупных городов, где высокая плотность застройки и нецелесообразно задействовать большие площади под организацию СЗЗ промпредприятий при условии соблюдения требуемых нормативов на сокращенной расчетной СЗЗ.

В настоящее время для крупных населенных пунктов разрабатываются планы детального планирования, чтобы избежать незапланированного размещения на смежных территориях промышленных объектов и объектов общественной и жилой застройки.

Однако есть варианты, когда в СЗЗ промпредприятий могут размещаться различные объекты. В границах санитарно-защитной зоны допускается размещать:

- предприятия, сооружения с меньшими размерами СЗЗ, чем основное производство при условии соблюдения нормативов ПДК (ОБУВ) и уровней физических воздействий на границе СЗЗ при суммарном учете;

- здания и сооружения для обслуживания работников объекта и для обеспечения его деятельности (в том числе нежилые помещения для дежурного персонала аварийной службы), помещения для пребывания работающих по вахтовому методу при условии работы не более двух недель подряд;

- административные здания, сооружения;

- аптеки пятой категории, зуботехнические лаборатории, микробиологические лаборатории, работающие с условно-патогенными микроорганизмами и патогенными биологическими агентами первой и второй групп риска, включая лаборатории полимеразной цепной реакции с учетом обеспечения нормативного расстояния в соответствии с требованиями законодательства;

- объекты бытового и коммунального обслуживания;

- оптовые склады продовольственного сырья и пищевых продуктов, упакованных в герметичную упаковку (при условии обеспечения безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов);

- торговые объекты и объекты общественного питания;

- производственные объекты малой мощности, осуществляющие изготовление пищевой продукции;

- объекты придорожного сервиса;

- конструкторские бюро и научно-исследовательские лаборатории;

- пожарные депо, местные и транзитные коммуникации, линии электропередачи, электроподстанции, нефте- и газопроводы;

- подземные источники технического водоснабжения, водоохлаждающие сооружения для подготовки технической воды, канализационные насосные станции, сооружения оборотного водоснабжения;

- подземные источники хозяйственно-бытового водоснабжения, обеспечивающие водой данный объект, при соблюдении зон санитарной охраны подземного источника;

- автозаправочные станции, станции технического обслуживания автомобилей;

- питомники растений для озеленения территории предприятия и территории СЗЗ;

- объекты по выращиванию сельскохозяйственных культур, не используемых для производства пищевых продуктов;

- автомобильные стоянки и парковки для хранения общественного и индивидуального транспорта.

Для этих объектов размещение в СЗЗ промпредприятий не могут оказать значительного вредного воздействия.

Также есть объекты, у которых нет производственных технологических процессов для производства продукции, однако есть источники воздействия химических и физических факторов. Например, объекты культурного назначения, зоопарки, автомобильные парковки и стоянки и др. Для таких объектов введено понятие санитарного разрыва.

Санитарный разрыв – это расстояние от объекта с особым режимом использования, которое обеспечивает достаточный уровень безопасности для здоровья населения от вредного воздействия (химического, биологического, физического) на его границе и за ним, имеет режим санитарно-защитной зоны, за исключением требования по разработке СЗЗ. В СанПиН приведены санитарные разрывы от различных объектов до жилой застройки.

В соответствии с СанПиН санитарные разрывы создаются:

- от республиканских автомобильных дорог, железнодорожных путей, метрополитена, а также вдоль границ полос воздушных подходов к аэродромам, аэропортам, их размер определяется в каждом конкретном случае на основании расчетов рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и уровней физического воздействия;

– от воздушных линий электропередачи (далее – ВЛЭП) вдоль трассы высоковольтной линии в соответствии с пунктом 34 настоящих Санитарных норм и правил;

– от автомобильных стоянок и автомобильных парковок в соответствии с приложением 2 к настоящим Санитарным нормам и правилам;

– от предприятий автосервиса по ремонту и/или техническому обслуживанию легковых автомобилей до 10 постов без малярных, сварочных, жестяных работ до жилых домов – не менее 15 м, до границ участков учреждений образования всех типов для детей в возрасте до 18 лет, санаторно-курортных и оздоровительных организаций для детей и детей с родителями и организаций здравоохранения, оказывающих медицинскую помощь в стационарных условиях – 50 м;

Размером 50 м от:

– объектов культового назначения (церкви, костелы, монастыри, молитвенные дома, синагоги и другое) до фасадов жилых зданий;

– отдельно расположенных зданий управлений (отделов) внутренних дел, в том числе управлений (отделов) государственной автомобильной инспекции, военных комиссариатов, следственных изоляторов до фасадов жилых зданий;

– размером 50 метров от зрелищных учреждений, зверинцев, зоопарков, зоосадов до фасадов жилых зданий.

Таким образом, в СанПиНе определены базовые размеры СЗЗ для некоторых производств и отраслей промышленности. При отсутствии базового размера устанавливается расчетная СЗЗ. Также базовый размер может изменяться и устанавливаться расчетная СЗЗ в тех случаях, когда невозможно соблюсти базовую СЗЗ. Достаточность размера СЗЗ определяется по результатам расчета рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и по уровню физического воздействия.

Требования к разработке проекта санитарно-защитной зоны

Вопрос разработки проекта СЗЗ может возникнуть не только при проектировании нового предприятия, но также и при реконструкции и модернизации уже существующего предприятия. Это может быть связано со следующими моментами:

– несоблюдение базового размера СЗЗ предприятия и отсутствие проекта СЗЗ, утвержденного в установленном порядке (такие ситуации могут возникнуть при расширении жилой зоны вокруг действующего предприятия или при изменении мощности производства, и, как следствие, увеличение базовых размеров СЗЗ);

– увеличение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, усиление уровня физического воздействия предприятия (шум, вибрация, электромагнитное излучение), обусловленное проектными решениями.

Кроме того, если на существующем предприятии имеется разработанный и утвержденный в установленном порядке проект СЗЗ, а проектными решениями не предусматривается увеличения объемов выбросов, величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и уровней физического воздействия факторов на границе СЗЗ (что должно быть подтверждено в разделе «Охрана окружающей среды» проектной документации), разработка нового проекта СЗЗ не требуется.

В соответствии с Инструкцией («Гигиенические требования к составу проекта санитарно-защитной зоны» (инструкция по применению), утв. Министерством здравоохранения 24.12.2010) Проект СЗЗ содержит:

– Общая часть с описанием краткой характеристики физико-географических условий района и площади строительства, общих данных по предприятию и размеров базовой санитарно-защитной зоны предприятия.

– Расчет санитарно-защитной зоны по фактору загрязнения атмосферного воздуха.

– Расчет размера санитарно-защитной зоны по фактору шумового воздействия.

– Расчет санитарно-защитной зоны по прочим факторам негативного воздействия.

– Анализ водопотребления и водоотведения предприятия.

– Образование производственных отходов.

– Мероприятия по снижению негативного воздействия на среду обитания.

– Обоснование границ санитарно-защитной зоны по совокупности показателей.

- Мероприятия по планировочной организации, благоустройству и озеленению свободной территории санитарно-защитной зоны.
- Режим использования территории санитарно-защитной зоны.
- Оценка риска воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и шума, обусловленных выбросами и эмиссиями (при изменении базовых размеров СЗЗ или при установлении расчетных размеров СЗЗ).
- Графические материалы (схема функционального использования территории, генплан предприятия, схема размещения источников выбросов и шума с зонами воздействия, схема планировочной организации СЗЗ, план благоустройства и озеленения).

Этапы построения СЗЗ

Граница СЗЗ может быть построена от источников выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и источников физического воздействия либо от границ промплощадки предприятия. Для того, чтобы определить способ построения СЗЗ нужно выявить все источники химического и физического воздействия. Как правило, физическим воздействием на объектах является шум. Это не только технологическое оборудование, но и вентиустановки с электродвигателями в системах приточно-вытяжной вентиляции для подачи/удаления воздуха из помещений, компрессорные, движение автотранспорта, погрузочно-разгрузочные работы.

Затем от каждого источника воздействия по всем направлениям розы ветров отмеряется базовый размер СЗЗ. Для определения концентраций загрязняющих веществ и уровней физического воздействия выбираются расчетные точки. Рекомендуется определять не менее 8-ми точек по розе ветров (С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ). Чтобы определить в пространстве местонахождения расчетных точек и источников воздействия на генплане строится координатная сетка в масштабе. Масштаб должен быть удобным для восприятия.

На рис. 2.4. приведен пример построения координатной сетки, нанесения источников воздействия, определения СЗЗ.



Рис. 2.4. Пример генплана с координатной сеткой, нанесенными источниками воздействия, границей СЗЗ

Если в непосредственной близости к месту расположения объекта находится жилая застройка, либо иные объекты, на которые может оказать негативные влияние рассматриваемый объект (например, учреждения здравоохранения, детские сады, спортивные площадки и т. д.), то на этих зданиях и сооружениях также рекомендуется принять расчетную точку для определения уровня воздействия.

После определения координат источников воздействия и расчетных точек, все данные заносятся в программу расчетов УПРЗА «Эколог», «Эколог-шум».

Результатами расчетов в программах являются приземные концентрации загрязняющих веществ и уровни шумового воздействия в расчетных точках. Эти результаты сравниваются с установленными ПДК и ПДУ. Если ПДК и ПДУ не превышаются, то устанавливается базовая СЗЗ. Если хотя бы по одному из факторов воздействия наблюдается превышение ПДК, ПДУ, в таком случае необходимо применить мероприятия для снижения этого негативного фактора воздействия. Если технически невозможно применить мероприятия по снижению уровня воздействия, тогда необходимо скорректировать границу СЗЗ в сторону увеличения расстояния от источника негативного воздействия и таким образом установить расчетную СЗЗ.

Задания для самостоятельной работы

1. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 10 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов санитарно-защитную зону 100 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

2. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 5 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов санитарно-защитную зону 100 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

3. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 10 м. Подписать координатные оси. Построить от парковки санитарный разрыв 15 м и от источника выбросов санитарно-защитную зону 100 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

4. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 5 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов санитарно-защитную зону 50 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

5. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 5 м. Подписать координатные оси. Построить от парковки санитарный разрыв 25 м и от источника выбросов санитарно-защитную зону 50 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

6. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 10 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов санитарно-защитную зону 100 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

7. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 5 м. Подписать координатные оси. Построить от парковки санитарный разрыв 10 м и от источника выбросов санитарно-защитную зону 50 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

8. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 10 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов санитарно-защитную зону 50 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

9. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 5 м. Подписать координатные оси. Построить от парковки санитарный разрыв 20 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

10. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 10 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов санитарно-защитную зону 300 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

11. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 10 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов са-

нитарно-защитную зону 100 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

12. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 5 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов санитарно-защитную зону 50 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

13. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 5 м. Подписать координатные оси. Построить от парковки санитарный разрыв 15 м и от источника выбросов санитарно-защитную зону 50 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

14. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 10 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов санитарно-защитную зону 50 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

15. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 5 м. Подписать координатные оси. Построить от организованного источника выбросов санитарно-защитную зону 50 м; от стоянки грузовых автомобилей санитарно-защитную зону 100 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

16. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 10 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов санитарно-защитную зону 100 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

17. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 10 м. Подписать координатные оси. Построить от организованного источника выбросов санитарно-защитную зону 50 м; от стоянки грузовых автомобилей санитарно-защитную зону 100 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

18. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 10 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов санитарно-защитную зону 300 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

19. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 10 м. Подписать координатные оси. Построить от источников выбросов санитарно-защитную зону 50 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

20. Определить точку привязки (начало системы координат $x = 0$; $y = 0$). Построить координатную сетку с шагом 5 м. Подписать координатные оси. Построить от организованного источника выбросов санитарно-защитную зону 50 м; от стоянки легковых автомобилей санитарный разрыв 15 м. Задать 8 расчетных точек на границе санитарно-защитной зона по 8-ми румбам и подписать их. Определить координаты источников в заданной координатной системе.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково основное назначение организации санитарно-защитной зоны?
2. Перечислите основные отличия базовой и расчетной санзоны.
3. В каком случае устанавливается расчетный размер санитарно-защитной зоны?
4. Какие объекты допускается размещать в санитарно-защитной зоне в соответствии с нормативными требованиями?
5. Для каких объектов устанавливаются санитарные разрывы в Республике Беларусь?
6. Для каких проектов разрабатывается раздел «Охрана окружающей среды» в проектной документации?
7. Назовите основные этапы построения санитарно-защитной зоны.

ГЛАВА 3.

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПРИ МЕТАЛЛООБРАБОТКЕ

В технической литературе под металлообработкой понимают технологический процесс изменения формы, размеров и качеств металлов и сплавов. Во время технологических процессов обработки металлов различными методами меняются форма и размер металла, а также могут меняться физико-механические свойства металлов. Для обработки металлов для достижения поставленных целей применяются различные методы. Основными методами обработки металлов являются: литьё, обработка металлов давлением, механическая обработка, сварка металлов.

При металлообработке изменяется форма и размеры металла, деталям придается нужная форма при помощи одного или нескольких методов обработки металла. Надежность любого производства, любой металлической конструкции зависит от качества выполнения металлообработки.

Выбросы при металлообработке определяются согласно ТКП 17.08-02-2006 (02120) «Правила расчета выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов» (далее – ТКП 18.08-02-2006).

Определение выбросов от металлообработки используется при:

- инвентаризации и нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- государственном, ведомственном, производственном контроле за соблюдением установленных нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- оценке воздействия на окружающую среду и проведении государственной экологической экспертизы;
- исчислении и уплате налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- разработке проектной документации на строительство, реконструкцию, расширение, техническое перевооружение, модернизацию, изменение профиля производства, ликвидацию объектов и комплексов;
- установлении разрешенных (лимитируемых) объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- ведении первичного учета о воздействии на атмосферный воздух;
- ведении отчетности о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- иных мероприятиях по охране атмосферного воздуха, предусмотренных законодательством Республики Беларусь.

Металлообрабатывающие станки являются не только основным технологическим оборудованием для производства металлоизделий, но также они устанавливаются в качестве вспомогательного. Например, на крупных предприятиях текстильной, сельскохозяйственной, пищевой промышленности существуют собственные ремонтные мастерские для мелкого текущего ремонта основного технологического оборудования.

Важным понятием для данной методики является источник выделения.

Источник выделения загрязняющего вещества – это объект, в котором происходит образование и из которого осуществляется выделение загрязняющего вещества (технологическая установка, устройство, аппарат, агрегат, станок и др.).

Для определения количества выделяющихся загрязняющих веществ от единицы технологического оборудования используются удельные показатели.

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ – это усредненные значения величин образования загрязняющих веществ, определенные на основании инструментальных замеров, материальных балансов, аналитических расчетов и отнесенные к различным единицам: количеству расходуемого материала, времени, мощности технологического оборудования.

Также существует понятие выброса загрязняющих веществ. Источником выбросов вредных веществ называется специальное устройство: труба, аэрационный фонарь, вентиляционная шахта и т. п., посредством которых осуществляется выброс вредных веществ в атмосферу.

Принципиальное отличие понятий выделение и выброс состоит в том, что выделение происходит непосредственно от оборудования и чаще всего загрязняющие вещества попадают в производственное помещение, а **выброс** – это организованный газоход вытяжной вентиляции, кото-

рый обеспечивает удаления загрязняющих веществ из производственного помещения в атмосферу. Например, в помещении мастерской может быть установлено несколько металлообрабатывающих станков с различными операциями. Мастерская оборудована одной вытяжной системой вентиляции. Таким образом, в данном случае источников выделения может быть несколько (металлообрабатывающие станки, а выброс будет один (вентиляционная труба).

Для нормирования количества выбрасываемых загрязняющих веществ различают валовый и максимальный выброс.

Валовый выброс – это количество загрязняющего вещества, поступающего в атмосферный воздух за рассматриваемый период (т/год).

Максимальный выброс – количество загрязняющего вещества, поступающего в атмосферный воздух в единицу времени (г/с).

Рассмотрим пример: в цехе уставлены два станка: сверлильный и шлифовальный. Для получения требуемых деталей сверлильный работает 3 часа в смену, а шлифовальный 2 часа в смену, но одновременно они не работают. Максимальный выброс будет соответствовать выбросу от станка с максимальным удельным содержанием пыли неорганической при металлообрабатывающей операции. А валовый выброс будет суммировать от этих двух станков с учетом годового фонда рабочего времени каждого из них.

В случае, если эти станки могут работать одновременно, максимальный выброс от каждого станка также суммируется.

Для определения влияния металлообрабатывающего оборудования на атмосферный воздух, а также при проведении расчета рассеивания в программе УПРЗА «Эколог» для определения границы санитарно-защитной зоны используется максимальный выброс (г/с).

Расчет выбросов при сварке

Одним из наиболее экономичных и надежных способов соединения металлов является сварка. При выполнении сварочных работ атмосферный воздух загрязняется сварочным аэрозолем, в составе которого в зависимости от вида сварки, марок электродов и флюса находятся загрязняющие вещества – оксиды металлов (железа, марганца, хрома, ванадия, вольфрама, алюминия, титана, цинка, меди, никеля и др.), газообразные (фтористые соединения, оксиды углерода, азота, озон). Известно, что сварочный аэрозоль образуется не только в результате испарения элементов расплава, но и в результате образования летучих оксидов (например, SiO и FeO), количество которых зависит от окислительного потенциала атмосферы дуги (электрического разряда между находящимися под напряжением электродами в смеси газов и паров). Уровень содержания твердой и газовой составляющей сварочного аэрозоля в воздухе производственных помещений связан с видом и типом сварочных материалов, режимами сварки, условиями организации труда, наличием и эффективностью работы приточно-вытяжной вентиляции и др. Количество образующихся при сварке пыли и газов характеризуют валовыми выделениями, отнесенными к 1 кг расходуемых материалов. Образующийся при сварке аэрозоль характеризуется очень мелкой дисперсностью – свыше 90 % частиц, скорость витания которых меньше 0,1 м/с. По мере удаления от источника выделения как по горизонтали, так и по вертикали концентрация вредных веществ в воздухе резко уменьшается и на расстоянии соответственно 2–4 м приближается к общему фону загрязнения воздуха и помещения.

Расчет выбросов при сварке определяется на основании рассматриваемого ТКП 17.08-02-2006 (02120) «Правила расчета выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов».

На одном сварочном аппарате могут использоваться различные типы сварочных материалов. Расчет выбросов загрязняющих веществ производится отдельно для каждого сварочного материала. Затем валовые выбросы (тонн в год) суммируются, а максимальные выбросы (грамм в секунду) выбираются из наибольших удельных значений.

Валовое выделение j -того загрязняющего вещества $W_{j\tau}^{te}$, т/год, при использовании i -того типа сварочного материала на отдельном источнике выделения в процессах сварки, наплавки, напыления, металлизации, рассчитывается по формулам:

$$W_{j\tau}^{te} = 10^{-6} \cdot \sum_{i=1}^k q_i^j \cdot B_i \quad (1)$$

$$W_{j\tau}^{te} = 10^{-6} \cdot \sum_{o=1}^k q_o^j \cdot T \quad (2)$$

где k – количество типов сварочного материала, применяемого на отдельном источнике выделения в течение года; q_i^j – удельное количество j -того загрязняющего вещества, выделяющегося при расплавлении единицы массы i -того типа расходуемого сварочного материала на отдельном источнике выделения, г/кг (грамм на килограмм), определяется по таблицам А.2–А.5 (приложение А к ТКП 18.08-02-2006); q_o^j – удельное количество j -того загрязняющего вещества выделяющегося на единицу оборудования в единицу времени на отдельном источнике выделения, г/ч (грамм в час), определяется по таблице приложения рассматриваемого ТКП; B_i – количество используемого в течение года на отдельном источнике выделения i -того типа сварочного материала, кг/год; T – время проведения сварочных работ на отдельном источнике выделения в течение года, ч.

В первой формуле используется удельное значение выделения из сварочного материала и, следовательно, количество загрязняющего вещества зависит от максимального количества расходуемого сварочного материала.

Во второй формуле используется максимальное выделение за единицу времени, т.е. выброс будет зависеть не от количества использованного материала, а от времени работ сварочного оборудования.

При расчете валового выброса j -того загрязняющего вещества от процессов газовой сварки удельные показатели – это удельное количество j -того загрязняющего вещества выделяющегося на единицу массы расходуемого газа.

Валовой выброс j -того загрязняющего вещества W_j^{te} , т/год, поступающего в атмосферный воздух от z -того источника выброса от процессов сварки, наплавки, напыления, металлизации, рассчитывается по формуле:

$$W_j^{te} = \left(1 - \frac{\eta_z}{100}\right) \cdot K_w \cdot \sum_{\tau=1}^m W_{j\tau}^{te} \quad (3)$$

где $W_{j\tau}^{te}$ – валовое выделение j -того загрязняющего вещества при использовании i -того типа сварочного материала на отдельном источнике выделения в процессах сварки, наплавки, напыления, металлизации, определяемое в соответствии с формулами 1 и 2; η_z – степень очистки газозадушной смеси z -того источника выброса, которая обеспечивается при использовании газоочистных и пылеулавливающих установок, %; K_w – поправочный коэффициент, учитывающий условия осаждения образующегося аэрозоля и равный 1,0 для загрязняющих веществ с кодами 0301, 0326, 0337, 0342, равный 0,95 для остальных загрязняющих веществ; m – количество отдельных источников выделения (рабочих мест), объединенных в один источник выброса.

Поправочный коэффициент применяется к выделившимся загрязняющим веществам в случаях, если помещение не оборудовано системой общеобменной вентиляции (выброс через оконные и дверные проемы), отсутствует местный отсос от источника выделения (выброс через систему общеобменной вентиляции), отсутствуют газоочистные установки. Предполагается, что при отсутствии принудительной вытяжной вентиляции загрязняющие вещества менее интенсивно удаляются из производственных помещений и частично остаются внутри.

Понижающий коэффициент 0,95 относится к дисперсным аэрозолям, которые тяжелее газообразных веществ, а, значит, они могут не выбрасываться полностью в атмосферу, а оседать в помещении. Таким образом количество выделяющихся загрязняющих веществ будет меньше, чем выбрасываемых в атмосферу через систему вентиляции. Именно в этом заключается специфика расчета выброса загрязняющих веществ при металлообработке.

Максимальное выделение j -того загрязняющего вещества $G_{j\tau}^w$, г/с, при использовании i -того типа сварочного материала на отдельном источнике выделения в процессах сварки, наплавки, напыления, металлизации, рассчитывается по формулам:

$$G_{j\tau}^w = \frac{\sum_{i=1}^k q_i^j \cdot b}{3600 \cdot t} \quad (4)$$

$$G_{j\tau}^w = \frac{\sum_{o=1}^k q_o^j}{3600} \quad (5)$$

где k – количество типов сварочного материала, используемого для производства работ в течение одного рабочего часа; q_i^j q_o^j – то же, что и в формулах (1), (2); b – количество используемого в течение одного рабочего часа на отдельном источнике выделения i -того типа сварочного материала, кг/ч; t – время проведения сварочных работ в течение одного рабочего часа, ч.

Максимальный выброс j -того загрязняющего вещества G_j^w , г/с, поступающего в атмосферный воздух от z -того источника выброса от процессов сварки, наплавки, напыления, металлизации, рассчитывается по формуле:

$$G_j^w = \left(1 - \frac{\eta_z}{100}\right) \cdot K_w \cdot \sum_{\tau=1}^m G_{j\tau}^w \quad (6)$$

где $G_{j\tau}^w$ – максимальное выделение j -того загрязняющего вещества $G_{j\tau}^w$, г/с, при использовании i -того типа сварочного материала на отдельном источнике выделения в процессах сварки, наплавки, напыления, металлизации, определяемое в соответствии с 4.1.4; K_w , η_z , m – то же, что и в формуле (3).

Количество расходуемого сварочного материала или число часов работы сварочного оборудования как правило определяется в проектной документации в разделе «Технологические решения» в зависимости от конкретного производства и производственной программы.

Если предприятие действующее, то данные для проведения расчетов принимаются исходя из фактически использованного сварочного материала либо по факту отработанного времени работы сварочного оборудования с учетом перспективы развития данного производства.

Расчет выбросов при механической обработке металлов

В соответствии с ТКП 17.08-02-2006 (02120) «Правила расчета выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов» к механической обработке металлов относятся процессы резания и абразивной обработки, которые в свою очередь включают процессы точения, фрезерования, сверления, зачистки, шлифования, полирования. Осуществляются эти процессы путем снятия стружки режущим инструментом (резцом, фрезой). При механической обработке металлов источниками образования и выделения загрязняющих веществ в атмосферный воздух являются различные металлорежущие и абразивные станки, работающие с охлаждением и без него, при работе которых происходит образование отходов в виде твердых частиц, а в случае применения смазочно-охлаждающих жидкостей – аэрозолей и туманов масел и эмульсола.

Наибольшим выделением пыли сопровождаются процессы абразивной обработки металлов: зачистка, полирование, шлифование. Образующаяся при этом пыль на 30–40 % по массе представляет материал абразивного круга и на 60–70 % – материал обрабатываемого изделия. Определяющей характеристикой интенсивности выделения пыли при этих видах обработки металлов является диаметр абразивного инструмента.

В соответствии с рассматриваемым ТКП 17.08-02-2006 валовое выделение j -того загрязняющего вещества $F_{j\tau}^{te}$, т/год, при механической обработке металлов (сплавов) без охлаждения на отдельном источнике выделения, рассчитывается по формуле:

$$F_{j\tau}^{te} = 10^{-6} \cdot \sum_{i=1}^k q_i^j \cdot T_{\tau} \quad (7)$$

где k – количество типов металлов и сплавов, обрабатываемых на отдельном источнике выделения в течение года; q_i^j – удельное количество j -того загрязняющего вещества выделяющегося

при механической обработке i -того типа металла (сплава) в единицу времени на отдельном источнике выделения, г/ч, определяется по табл. В.2–В.6 (приложение В); T – время механической обработки металла (сплава) на отдельном источнике выделения, в течение которого происходит выделение загрязняющих веществ за год, ч, определяется расчетным методом или путем фотографирования времени технологического процесса.

Обработка металлов с применением смазочно-охлаждающей жидкости

В ряде процессов механической обработки металлов и их сплавов применяют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), которые в зависимости от физико-химических свойств основной фазы подразделяются на водные, масляные и специальные. Применение смазочно-охлаждающих жидкостей сопровождается образованием тонкодисперсного масляного аэрозоля и продуктов его термического разложения. Количество выделяющегося аэрозоля зависит от следующих факторов:

- формы и размеров изделия;
- режимов резания;
- расхода и способов подачи смазочно-охлаждающих жидкостей.

Применение смазочно-охлаждающей жидкости значительно снижает выброс пыли и твердых частиц при металлообработке. При обработке металлов на шлифовальных станках кроме эмульсола выделяется пыль в количестве 10 % от количества пыли неорганической, содержащей двуокись кремния менее 70 % при сухой обработке. При остальных процессах (сверление, резание и т. д.) в случае применения СОЖ выброс пыли и твердых частиц не происходит. Это обусловлено тем, что пыль при использовании абразивного материала мелкодисперсная и не может быть полностью уловлена охлаждающей жидкостью. Тогда как при применении режущего инструмента выделяющиеся частицы пыли более крупные и они полностью осаждаются охлаждающей жидкостью. Выбор состава СОЖ зависит от обрабатываемого материала, выполняемой операции, требований, предъявляемых к качеству обработанной поверхности (шероховатость, микротвердость и др.), материала, геометрии режущего инструмента, режимов обработки и связанной с ними температуры в зоне резания.

Валовое выделение j -того загрязняющего вещества $F_{j\tau}^{te}$, т/год, при механической обработке металлов (сплавов) с охлаждением на отдельном источнике выделения, рассчитывается по формуле:

$$F_{j\tau}^{te} = 10^{-6} \cdot \sum_{i=1}^k q_{ni}^j \cdot N \cdot T \quad (8)$$

где k – количество типов металлов и сплавов, обрабатываемых на отдельном источнике выделения в течение года; q_{ni}^j – удельное количество j -того загрязняющего вещества, выделяющегося при механической обработке i -того типа металла (сплава) на единицу мощности оборудования в единицу времени на отдельном источнике выделения, г/(ч·кВт) (грамм в час на 1 кВт мощности привода станка), определяется по таблице приложения к рассматриваемому ТКП; N – мощность установленного оборудования, кВт; T – время механической обработки металла (сплава) на отдельном источнике выделения в течение года, ч.

Валовой выброс j -того загрязняющего вещества F_j^{te} , т/год, поступающего в атмосферный воздух от z -того источника выброса при механической обработке металлов (сплавов), рассчитывается по формуле:

$$F_j^{te} = \left(1 - \frac{\eta_z}{100}\right) \cdot K_m \cdot \sum_{\tau=1}^m F_{j\tau}^{te} \quad (9)$$

где $F_{j\tau}^{te}$ – валовое выделение j -того загрязняющего вещества при механической обработке металлов (сплавов) с охлаждением и без охлаждения на отдельном источнике выделения, определяемое в соответствии с 4.3.2.2 или 4.3.3.2; K_m – поправочный коэффициент, учитывающий условия осаждения образующегося аэрозоля и равный:

- 1,0 в случае наличия местного отсоса от источника выделения;

– определяемый в соответствии с графами 4,5 табл. В.1 (приложение В) в случае если помещение оборудовано системой общеобменной вентиляции, отсутствует местный отсос от источника выделения;

– определяемый в соответствии с приложением к рассматриваемому ТКП в случае если помещение не оборудовано системой общеобменной вентиляции и в выброс осуществляется через оконные и дверные проемы.

Такие нормы приняты на основании многократных инструментальных замеров. Местный отсос от технологического оборудования с помощью вентилятора принудительно удаляет воздух непосредственно при выделении загрязняющих веществ. Таким образом, все выделившиеся при металлообработке вещества попадают в атмосферу. Если местный отсос отсутствует, но в помещении есть механическая вытяжная система вентиляции, практически все вещества также выбрасываются в атмосферу. При отсутствии вытяжной вентиляции выделившиеся вещества не могут полностью попасть в атмосферу и в основном остаются в производственном помещении. Таким образом, при одинаковом выделении выброс загрязняющих веществ в атмосферу может отличаться в зависимости от организации систем вентиляции. Это также является спецификой данной методики для определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

Максимальное выделение j -того загрязняющего вещества $G_{j\tau}^F$, г/с, при механической обработке металлов (сплавов) на отдельном источнике выделения, рассчитывается по формулам:

$$G_{j\tau}^F = \frac{\sum_{i=1}^k q_i^j}{3600} \quad (10)$$

$$G_{j\tau}^F = \frac{\sum_{i=1}^k q_{ni}^j \cdot N}{3600} \quad (11)$$

где k – количество типов металлов и сплавов, обрабатываемых на источнике выделения в течение одного рабочего часа; q_i^j , q_{ni}^j – то же, что и в формулах (7), (8); N – мощность установленного оборудования, кВт.

Максимальный выброс j -того загрязняющего вещества G_j^F , г/с, поступающего в атмосферный воздух от z -того источника выброса при механической обработке металлов (сплавов), рассчитывается по формуле:

$$G_j^F = \left(1 - \frac{\eta_z}{100}\right) \cdot K_m \cdot \sum_{\tau=1}^m G_{j\tau}^F \quad (12)$$

где $G_{j\tau}^F$ – максимальное выделение j -того загрязняющего вещества при механической обработке металлов (сплавов) на отдельном источнике выделения, определяемое в соответствии с 4.3.5; K_m – то же, что и в формуле (9); η_z , m – то же, что и в формуле (3).

После выполнения всех расчетов рекомендуется заполнить таблицу параметров источников выбросов. На основании данной таблицы вносятся данные в программу расчета рассеивания УПРЗА «Эколог», а также составляются нормативы в целом по объекту. При заполнении данной таблицы необходимо учесть все источники выделения загрязняющих веществ, предусмотренные проектными решениями либо имеющиеся на действующем предприятии.

Задания для самостоятельной работы

1. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка сталей электродом УОНИ-13/55, расход электродов – 0,6 кг в час, годовой расход – 12 кг).

2. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (сварка ручная дуговая штучными электродами АНО-13, расход электродов – 0,25 кг в час, годовой расход – 10,5 кг).

3. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (сварка ручная дуговая штучными электродами АНО-15, расход электродов – 0,5 кг в час, годовой расход – 14 кг).

4. Рассчитать выброс от заточного станка (металлообработка на заточном станке с абразивным кругом (d круга = 450 мм; эффективность пылеулавливающего агрегата – 98,0 %).
5. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка чугуна ОЗЧ-2, расход электродов – 0,65 кг в час, годовой расход – 15,8 кг).
6. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка сталей электродом УОНИ-13/80, расход электродов – 0,6 кг в час, годовой расход – 20 кг).
7. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка сталей электродом УОНИ-13/45, расход электродов – 0,65 кг в час, годовой расход – 15 кг).
8. Рассчитать выброс от заточного станка (металлообработка на заточном станке с абразивным кругом (d круга = 350 мм; эффективность пылеулавливающего агрегата – 98,0 %).
9. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (сварка ручная дуговая штучными электродами АНО-9, расход электродов – 0,2 кг в час, годовой расход – 12 кг).
10. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка чугуна ОЗС-12, расход электродов – 0,65 кг в час, годовой расход – 15,8 кг).
11. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка чугуна ОЗЧ-1, расход электродов – 0,5 кг в час, годовой расход – 16 кг).
12. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка чугуна ОЗЛ-14, расход электродов – 0,25 кг в час, годовой расход – 12 кг).
13. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка чугуна ОЗЛ-22, расход электродов – 0,2 кг в час, годовой расход – 12,5 кг).
14. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (сварка ручная дуговая штучными электродами АНО-18, расход электродов – 0,45 кг в час, годовой расход – 25 кг).
15. Рассчитать выброс от заточного станка (металлообработка на заточном станке с абразивным кругом (d круга = 300 мм; эффективность пылеулавливающего агрегата – 98,0 %).
16. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка чугуна АНО-9, расход электродов – 0,3 кг в час, годовой расход – 21 кг).
17. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка сталей электродом ОЗС-6, расход электродов – 0,6 кг в час, годовой расход – 25 кг).
18. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка сталей электродом ЦН-6Л, расход электродов – 0,55 кг в час, годовой расход – 18 кг).
19. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка сталей электродом УОНИ-13/80, расход электродов – 0,35 кг в час, годовой расход – 18,5 кг).
20. Рассчитать выброс от сварочного аппарата (ручная дуговая сварка сталей электродом УОНИ-13/45, расход электродов – 0,2 кг в час, годовой расход – 13,5 кг).

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные виды металлообработки.
2. Дайте отличие выброса от выделения при металлообработке.
3. Какова специфика загрязнения атмосферного воздуха сварочным аэрозолем при проведении сварочных работ?
4. Для чего применяются поправочный и понижающий коэффициенты при расчете выбросов при сварке?
5. Какие загрязняющие вещества выделяются при механической обработке металлов?
6. Какими выбросами в атмосферный воздух сопровождается применение СОЖ при механической обработке металлов?

ГЛАВА 4.

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ВЫБРОСОВ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВА В КОТЛАХ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 25 МВт

Выбросы при сжигании определяются по ТКП 17.08-01-2006 «Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт» (далее ТКП 17.08-01-2006). Нужно обратить внимание, что положения данного документа распространяются только на котлы до 25 МВт. Для более мощных котлов существуют другие расчетные формулы.

В соответствии с рассматриваемым ТКП 17.08-01-2006 требования применяются при расчете величин выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, которые используются при:

- учете и нормировании выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- государственном, ведомственном, производственном контроле за соблюдением установленных нормативов выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- разработке проектных решений;
- оценке воздействия на окружающую среду и проведении государственной экологической экспертизы;
- исчислении и уплате налога за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух;
- иных мероприятиях по охране атмосферного воздуха, предусмотренных законодательством Республики Беларусь.

Требуется рассмотреть несколько определений в соответствии с ТКП 17.08-01-2006.

Валовой выброс загрязняющего вещества – количество загрязняющего вещества, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами за рассматриваемый период (месяц, квартал, год), тонн в период; далее в кодексе при расчете валовых выбросов используется размерность тонн в год и для вычисления выбросов за другой рассматриваемый период в формулы необходимо подставлять значения параметров за данный период.

Максимальный выброс загрязняющего вещества, г/с – максимальное количество загрязняющего вещества, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, грамм в секунду.

Концентрация загрязняющего вещества, мг/м³ – это количество загрязняющего вещества, содержащегося в единице объема газовоздушного потока, поступающего в атмосферный воздух.

Нормальный метр кубический – единица объема газовой среды, приведенная к нормальным условиям (температура 273,15 К и давление 101,3 кПа). Для сравнения мы приводим все к нормальным условиям. Фактические условия – это температура выхода газовоздушной смеси.

Концентрация загрязняющего вещества в сухих дымовых газах (мг/м³) – концентрация вещества, измеренная за котлом, пересчитанная на сухой дымовой газ и приведенная к условному коэффициенту избытка воздуха $\alpha_0 = 1,4$ и нормальным условиям (температура 273,15 К (0 °С) и давление 101,3 кПа), миллиграмм на нормальный метр кубический.

Объем сухих дымовых газов, м³/с (тыс. м³ в год) – количество сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании твердого, жидкого или газообразного топлива, приведенное к нормальным условиям, нормальный метр кубический в секунду (тысяч нормальных метров кубических в год).

Расход топлива кг/с (т/год) или м³/с (тыс. м³/год) – расход твердого, жидкого или газообразного топлива при расчете максимальных выбросов определяется при режимно-наладочных испытаниях на максимальном режиме горения топлива в котлах, килограмм в секунду (нормальных метров кубических в секунду); при расчете валовых выбросов используются значения фактического расхода топлива за рассматриваемый период для работающих котлов или планируемого на перспективу расхода топлива для существующих, проектируемых, модернизируемых, реконструируемых котлов, тонн в год (тысяч нормальных метров кубических в год).

При расчете валовых выбросов используются значения фактического расхода топлива за рассматриваемый период для работающих котлов или планируемого на перспективу расхода топлива для существующих, проектируемых, реконструируемых котлов (т/год) или тыс. м³ в год.

Существуют два способа расчета выбросов: по заданной концентрации и по расчетным формулам.

В настоящее время приоритетным способом является первый. Для действующих котлов концентрация определяется путем инструментальных замеров. Для проектируемых котлов концентрация принимается в соответствии с паспортными данными или техническими характеристиками.

Рассмотрим формулы для определения выбросов по заданной концентрации.

Существуют разные режимы работы котлов. Рассмотрим несколько вариантов. Например, котельная предназначена для отопления и горячего водоснабжения административного здания. Наибольшее потребление топлива происходит в зимний период, так как требуется больше выработки теплотенергии для обеспечения необходимой температуры отопления помещений. В этом случае максимальный выброс загрязняющих веществ будет происходить при максимальном расходе топлива, то есть в период наиболее низких температур наружного воздуха для отопления внутренних помещений. Однако в летний период, когда отопление здания не требуется, расход топлива будет минимальным. Для расчета валового выброса принимается расход топлива за весь год (тонн в год).

Способ определения выбросов по измеренной концентрации

В паспортных данных на котельное оборудование указана концентрация загрязняющих веществ в отходящих дымовых газах ($\text{мг}/\text{м}^3$), а также условия, при которых она измерена. В формулу (1) подставляется концентрация c_j , измеренная при нормальных условиях (в сухих дымовых газах). Если концентрация измерена при фактических условиях c_j^{meas} , то ее необходимо привести к нормальным условиям по формуле (2). И после того, как измеренная концентрация будет приведена к нормальным условиям, ее значение можно подставлять в формулу (1) для определения максимального выброса.

Максимальный выброс j -го загрязняющего вещества M_j , г/с, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами рассчитывается по формуле:

$$M_j = c_j \cdot V_{dry} \cdot 10^{-3} \quad (1)$$

где c_j – максимальная концентрация j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах на максимальном режиме работы котла, определяется в зависимости от типа средства измерения, $\text{мг}/\text{м}^3$; V_{dry} – объем сухих дымовых газов, $\text{м}^3/\text{с}$, определяемый в соответствии с формулой (6) данного ТКП:

- а) по измеренной скорости потока и площади сечения газотохода;
- б) по известному расходу и химическому составу сжигаемого топлива.

В случае сжигания на котле в течение года нескольких различных видов топлива (пеллеты, дрова или щепа, костра, торфобрикеты и пр.), максимальный выброс j -го загрязняющего вещества определяется для топлива наибольшим удельным содержанием загрязняющих веществ.

Концентрация j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах c_j , $\text{мг}/\text{м}^3$, при индикации значений в массовых единицах рассчитывается по формуле:

$$c_j = c_j^{meas} \cdot \frac{273 + t_g}{273} \cdot \frac{101,3}{(P_b \pm \Delta P)} \cdot \frac{\alpha}{1,4}, \quad (2)$$

где c_j^{meas} – измеренная массовая концентрация j -го загрязняющего вещества, $\text{мг}/\text{м}^3$; α – коэффициент избытка воздуха, определяемый по формуле (3); t_g – температура отходящих дымовых газов в момент проведения измерений, $^{\circ}\text{C}$; P_b – барометрическое давление воздуха в момент проведения измерений, кПа; ΔP – избыточное давление (разрежение) газов в месте отбора пробы, кПа.

Коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы, рассчитывается по формуле:

$$\alpha = \frac{21}{21 - O_2}, \quad (3)$$

где O_2 – измеренная концентрация кислорода в месте отбора пробы дымовых газов, %.

Концентрация j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах c_j , мг/м³, при индикации значений в объемных единицах рассчитывается по формуле:

$$c_j = I_j \cdot \rho_j \cdot \frac{\alpha}{1,4}, \quad (4)$$

где I_j – измеренная объемная концентрация j -го загрязняющего вещества, одна миллионная доля объема, ppm (1 ppm = 0,0001 %об.); ρ_j – переводной коэффициент для j -го загрязняющего вещества при нормальных условиях, мг/м³, величина постоянная.

Значения коэффициентов для основных газообразных загрязняющих веществ, содержащихся в выбрасываемых в атмосферный воздух дымовых газах котлов приведены в приложении к рассматриваемому ТКП;

α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы, определяемый на основании инструментальных замеров.

Для проектируемого оборудования эти данные могут быть приняты на основании проведенных испытаний, которые предоставляются заводом-изготовителем данного оборудования.

Иногда в технической документации, где приводятся данные по выбросам встречается единица измерения концентрации ppm (1 ppm = 0,0000001 %об.)

Объем сухих дымовых газов при $\alpha_0=1,4$ и нормальных условиях V_{dry} , м³/с, образующихся при полном сгорании топлива, рассчитывается по известному расходу¹ и химическому составу сжигаемого топлива по формуле:

$$V_{dry} = B_s \cdot V_{dry}^{1,4}, \quad (6)$$

где B_s – расчетный расход топлива, определяемый в соответствии с 6.1.6, кг/с (м³/с); $V_{dry}^{1,4}$ – теоретический объем сухих дымовых газов, приведенный к условному коэффициенту избытка воздуха $\alpha_0 = 1,4$ и нормальным условиям, определяемый в соответствии (3), м³/кг (м³/м³).

Расчетный расход топлива B_s , кг/с (м³/с), рассчитывается по формуле:

$$B_s = \left(1 - \frac{q_4}{100}\right) \cdot B \quad (7)$$

где q_4 – потери тепла от механической неполноты сгорания топлива, %. При сжигании газообразного топлива принимается $q_4 = 0$, $B_s = B$. При сжигании твердого и жидкого топлива и при работе котла в соответствии с режимной картой q_4 принимается по таблице приложения к рассматриваемому ТКП); B – фактический расход топлива на работу котла на максимальном режиме горения, кг/с (м³/с), определяется по показаниям прибора или по обратному тепловому балансу (при проведении режимно-наладочных испытаний котла).

Фактический расход топлива B , кг/с (м³/с) на расчетной нагрузке может рассчитываться по формуле:

$$B = \frac{100 \cdot N}{Q_i^r \cdot \eta}, \quad (8)$$

где N – расчетная нагрузка котла, МВт; Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, при сжигании газообразного топлива МДж/м³, при сжигании твердого и жидкого топлива МДж/кг; η – коэффициент полезного действия «брутто» котла на расчетной нагрузке, %.

С учетом трансформации азота оксида в атмосферном воздухе, выбросы азота оксида и азота диоксида вычисляются по следующим формулам:

$$M_{NO_2} = 0,8 \cdot M_{NO_x} \quad (9)$$

¹ При расчете максимальных и валовых выбросов объем сухих дымовых газов, образующийся при совместном сжигании различных топлив, определяется по уравнению: $V_{dry} = V_{dry}^i + V_{dry}^j$, где V_{dry}^i и V_{dry}^j – объем сухих дымовых газов, образующийся при сжигании соответственно основного и дополнительного вида топлива, м³/с (тыс. м³/год).

$$M_{NO} = (1 - 0,8) \cdot M_{NO_x} \cdot \frac{\mu_{NO}}{\mu_{NO_2}} = 0,13 \cdot M_{NO_x}, \quad (10)$$

где M_{NO_2} – выброс азота диоксида, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, г/с (т/год); M_{NO} – выброс азота оксида, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, г/с (т/год); M_{NO_x} – выброс азота оксидов, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, г/с (т/год); μ_{NO} и μ_{NO_2} – молекулярные массы NO и NO₂, равные 30 и 46 соответственно.

После того, как концентрация определена, нужно посчитать валовый и максимальный выброс.

Валовой выброс j -го загрязняющего вещества M_j^{te} , т/год, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, определяется при средних значениях массовой концентрации этого вещества за год, и рассчитывается по формуле:

$$M_j^{te} = \sum c_j \cdot V_{dry} \cdot 10^{-6} \quad (11)$$

где c_j – средневзвешенное значение концентрации j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах за год, мг/м³, определяемое в соответствии с (12); V_{dry} – объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании топлива, тыс. м³/год, рассчитывается по формуле (6), где V_s определяется по формуле (7), т/год (тыс. м³/год), при B – фактическом расходе топлива за год для работающих котлов или планируемом на перспективу расходе топлива для существующих, проектируемых, модернизируемых, реконструируемых котлов, т/год (тыс. м³/год).

Средневзвешенная за год концентрация j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах c_j , мг/м³, рассчитывается по формуле:

$$c_j = \frac{c_1 \cdot B_1 + c_2 \cdot B_2 + \dots + c_n \cdot B_n}{B_1 + B_2 + \dots + B_n}, \quad (12)$$

где c_1, c_2, \dots, c_n – средние значения концентрации j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах в характерные периоды нагрузки котла за год, мг/м³; B_1, B_2, \dots, B_n – фактический расход топлива на характерной нагрузке котла, которым соответствует концентрации c_1, c_2, \dots, c_n , т/год.

Таким образом, при известной концентрации можно определить валовый и максимальный выброс загрязняющих веществ при сжигании различных видов топлива в котлах.

Теперь рассмотрим второй способ расчета выбросов. Он используется в случае, когда невозможно определить концентрации загрязняющих веществ в отходящих дымовых газах. Например, в тех случаях, когда устанавливаются по проекту котлы устаревшей модификации на которые отсутствуют паспортные данные либо сертификационные характеристики.

Расчет выбросов азота оксидов при сжигании газообразного и жидкого топлива.

Максимальное количество азота оксидов M_{NO_x} , г/с, выбрасываемых в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{NO_x} = B_s \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_x} \cdot \beta_k \cdot \beta_t \cdot \beta_r \cdot \beta_\delta, \quad (13)$$

где B_s – расчетный расход топлива на работу котла при максимальной нагрузке, определяемый в соответствии с (7), кг/с (м³/с); Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, при сжигании газообразного топлива МДж/м³, при сжигании жидкого топлива МДж/кг; K_{NO_x} – удельный выброс азота оксидов, определяемый для паровых котлов в соответствии с (14), для водогрейных котлов в соответствии с (15), грамм на мегаджоуль (г/МДж); β_k – безразмерный коэффициент, учитывающий конструкцию горелки. При работе на жидком топливе и для всех дутьевых горелок напорного типа (то есть при наличии дутьевого вентилятора на котле) $\beta_k = 1,0$. Для горелок инъекционного типа $\beta_k = 1,6$. Для горелок двухступенчатого сжигания $\beta_k = 0,7$; β_t – безразмерный коэф-

коэффициент, учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения, определяемый в соответствии с (19); β_r – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов через горелки на образование азота оксидов. Значения коэффициента β_r приведены в таблице приложения к рассматриваемому ТКП; β_δ – безразмерный коэффициент, учитывающий ступенчатый ввод воздуха в топочную камеру. Значения коэффициента β_δ приведены в таблице приложения к рассматриваемому ТКП).

Данные коэффициента позволяют более точно определить выброс загрязняющих веществ, учитывая конструкцию горелки. Например, если в горелке предусмотрена рециркуляция воздуха, значит происходит более полное сгорание топлива, соответственно загрязняющих веществ от продуктов горения образуется меньше. Если в паспортных данных для горелки не указаны никакие технические методы по более эффективному сжиганию топлива, то коэффициенты β_k , β_r , β_δ принимаются равными 1.

Коэффициент β_t , учитывающий температуру подаваемого на горение воздуха определяется по формуле $\beta_t = 0,94 + 0,002 \times t_h$, где t_h – температура горячего воздуха, подаваемого на горение, °С. Если в технических характеристиках на котел t_h не указывается, то для расчетов принимаем 20 °С.

Удельный выброс азота оксидов K_{NO_x} , г/МДж, для паровых котлов рассчитывается по формуле:

– при сжигании газообразного топлива:

$$K_{NO_x} = 0,01 \cdot \sqrt{1,59 \cdot B_s \cdot Q_i^r} + 0,03; \quad (14)$$

– при сжигании жидкого топлива:

$$K_{NO_x} = 0,01 \cdot \sqrt{1,59 \cdot B_s \cdot Q_i^r} + 0,09, \quad (15)$$

где B_s – расчетный расход топлива на работу котла, кг/с (m^3/c). При расчете максимальных выбросов определяется на максимальной нагрузке в соответствии с (12), при расчете валовых выбросов рассчитывается по формуле:

$$B_s = \frac{B_s^i}{3,6 \cdot T} \quad (16)$$

где B_s^i – расчетный расход топлива, определяемый по формуле (8), т/год (тыс. $m^3/год$) при B – фактическом расходе топлива за рассматриваемый период для работающих котлов или планируемом на перспективу расходе топлива для существующих, проектируемых, модернизируемых, реконструируемых котлов, т/год (тыс. $m^3/год$); T – общее количество часов работы котла за год на данном виде топлива; Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг ($MДж/m^3$).

Удельный выброс азота оксидов K_{NO_x} , г/МДж, для водогрейных котлов рассчитывается по формуле:

– при сжигании газообразного топлива:

$$K_{NO_x} = 0,0113 \cdot \sqrt{0,86 \cdot B_s \cdot Q_i^r} + 0,03; \quad (17)$$

при сжигании жидкого топлива:

$$K_{NO_x} = 0,0113 \cdot \sqrt{0,86 \cdot B_s \cdot Q_i^r} + 0,09 \quad (18)$$

где B_s – расчетный расход топлива на работу котла, кг/с (m^3/c). При расчете максимальных выбросов определяется на максимальной нагрузке в соответствии с (8), при расчете валовых выбросов рассчитывается по формуле (16); Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг ($MДж/m^3$).

Безразмерный коэффициент β_t , учитывающий температуру воздуха, подаваемого для горения, рассчитывается по формуле:

$$\beta_t = 0,94 + 0,002 \cdot t_h \quad (19)$$

где t_h – температура горячего воздуха, подаваемого для горения, °С.

Валовой выброс азота оксидов $M_{NO_x}^{te}$, т/год, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{NO_x}^{te} = 10^{-3} \cdot B_s \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_x} \cdot \beta_k \cdot \beta_t \cdot \beta_r \cdot \beta_\delta, \quad (20)$$

где B_s – расчетный расход топлива, определяемый по формуле (8), т/год (тыс. м³/год) при B – фактическом расходе топлива за рассматриваемый период для работающих котлов или планируемом на перспективу расходе топлива для существующих, проектируемых, модернизируемых, реконструируемых котлов, т/год (тыс. м³/год); K_{NO_x} – удельный выброс азота оксидов, г/МДж, определяемый для паровых котлов в соответствии с (14, 15), для водогрейных котлов в соответствии с (17,18); Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг (МДж/м³); β_k , β_t , β_r , β_δ то же что и в формуле (13).

Расчет выбросов азота оксидов при сжигании твердого топлива

В соответствии с СТБ 1626.1-2006 «Установки котельные. Установки, работающие на газообразном, жидком и твердом топливе. Нормы выбросов загрязняющих веществ» твердое топливо – это продукты, полностью или частично содержащие материалы ископаемого происхождения, которые могут быть использованы в качестве топлива для целей преобразования их энергетической компоненты. Все, что не дает энергию, идет в золу или в выбросы. К твердому топливу относятся бурый и каменный уголь, антрациты, сланцы, торф, торфобрикеты и лигнин.

При сжигании твердого топлива в атмосферу выделяются следующие загрязняющие вещества: углерода оксид (код 0337), азота оксиды, в том числе азота оксид (код 0304) и азота диоксид (код 0301). Необходимо обратить внимание, что трансформация азота на отдельные оксиды распространяется только для котлов. То есть при расчете выбросов от автотранспорта выделяется азота диоксид, также как и при проведении сварочных работ. Кроме того, выбрасываются при сжигании твердого топлива ангидрид сернистый (код 0330), бенз(а)пирен (код 0703) и твердые частицы (летучая зола и несгоревшее топливо) (код 2902). Твердые частицы (летучая зола и несгоревшее топливо) при использовании твердых видов топлива классифицируют как твердые частицы суммарно. Твердые частицы при использовании жидких видов топлива классифицируют:

1) при сжигании мазута как мазутная зола теплоэлектростанций (в пересчете на ванадий) (код 2904) и углерод черный (сажа) (код 0328);

2) при сжигании дизельного, печного бытового и других легких жидких топлив как углерод черный (сажа) (код 0328).

То есть при сжигании выделяются остатки несгоревшего топлива, такие, как сажа. Сажа бывает разная. Сажа образуется, например, при сжигании мазута. Если топливо более легкое (выделяются летучие частицы), то выделяется также углерод черный (сажа).

Что включает твердое топливо? В первую очередь, это биомасса.

В соответствии с СТБ 1625.2-2006 «Установки котельные. Установки, работающие на биомассе. Нормы выбросов загрязняющих веществ» Биомасса – это продукты, полностью или частично содержащие материалы растительного происхождения, которые могут быть использованы в качестве топлива для целей преобразования их энергетической компоненты. К биомассе относятся:

– материалы растительного происхождения и растительные отходы, полученные в результате с/х или лесохозяйственной деятельности, которые соответствуют требованиям ТНПА, предъявляемых к топливу;

– быстрорастущая древесина и продукты из нее (щепа, пеллеты, дрова и др.);

– растительные отходы пищевой промышленности, которые соответствуют требованиям ТНПА, предъявляемым к топливу, при условии восстанавливаемости их как источников тепла;

– волоконные растительные отходы производства целлюлозы для изготовления бумаги, если они пригодны для сжигания;

– отходы древесины, за исключением отходов антисептированной, химически модифицированной и радиоактивной древесины, которые могут содержать галогены, тяжелые металлы или радионуклиды в количествах, превышающих уровни, установленные ТНПА для топливной древесины.

На каждый вид топлива есть ТНПА, который устанавливает характеристики для сжигания, в частности теплоту сгорания, теплотворную способность, зольность, сернистость и т. д. Надо помнить, что к биомассе не относится: лигнин, торф и уголь, то есть биомасса имеет только растительное происхождение.

Расчет выбросов при сжигании твердого топлива начинают с азота оксидов.

Максимальное количество азота оксидов M_{NO_x} , г/с, выбрасываемых в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{NO_x} = B_s \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_x}^T \cdot \beta_p, \quad (21)$$

где B_s – расчетный расход топлива на работу котла при максимальной нагрузке, определяемый в соответствии с (7, 8), кг/с; Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг; $K_{NO_x}^T$ – удельный выброс азота оксидов при сжигании твердого топлива, определяемый в соответствии с (22), г/МДж; β_p – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов, подаваемых в смеси с дутьевым воздухом под колосниковую решетку, на образование азота оксидов. Значения коэффициента β_p приведены в таблице приложения к рассматриваемому ТКП.

Следует обратить внимание, что расход топлива B_s подставляется в формулу в кг/с, а результат получается в г/с.

Для твердотопливных горелок не применяются коэффициенты, учитывающие конструкцию горелки, потому что невозможно обеспечить такую равномерную и непрерывную подачу твердого топлива по сравнению с газообразным и жидким топливом.

Удельный выброс азота оксидов при слоевом сжигании твердого топлива $K_{NO_x}^T$, г/МДж, рассчитывается по формуле:

$$K_{NO_x}^T = 10^{-3} \cdot H_T \cdot \alpha_T \cdot \sqrt{B_s \cdot (Q_i^r)^3}, \quad (22)$$

где H_T – характеристика топлива, при сжигании различных топлив равна:

уголь	16,5
лигнин, торф	15,4
опилки, стружки, дрова	14,3
отходы древесные	13,2
костра, солома, сланцы	12,1

α_T – коэффициент избытка воздуха в топке, принимаемый для котлов мощностью:

до 0,3 МВт включ	3,0
св. 0,3 до 2 МВт включ	2,5
св. 2 до 10 МВт включ	2,0
св. 10 до 25 МВт включ	1,5

B_s – расчетный расход топлива на работу котла, кг/с. При расчете максимальных выбросов определяется на максимальной нагрузке в соответствии с (7, 8), при расчете валовых выбросов рассчитывается по формуле (16); Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

Суммарные выбросы азота оксидов разделяют на составляющие, расчет которых проводят согласно (9,10).

Валовой выброс азота оксидов $M_{NO_x}^{te}$, т/год, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{NO_x}^{te} = 10^{-3} \cdot B_s \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_x}^T \cdot \beta_p \quad (23)$$

где B_s – расчетный расход топлива, определяемый по формуле (16), т/год, при B – фактическом расходе топлива за рассматриваемый период для работающих котлов или планируемом на перспективу расходе топлива для существующих, проектируемых, модернизируемых, реконструиру-

емых котлов, т/год; Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг; $K_{NO_x}^T$ – удельный выброс азота оксидов при сжигании твердого топлива, г/МДж, определяемый в соответствии с формулой (22); β_p – то же что и в формуле (21).

Важно обратить внимание, что при расчете максимальных выбросов в формулу $K_{NO_x}^T$ подставляется значение B_s определенное на максимальной нагрузке котла в соответствии с (7, 8). При расчете валовых выбросов в формулу $K_{NO_x}^T$ подставляется значение B_s определенное как среднегодовой расход топлива, рассчитываемое по формуле (16).

Расчет выбросов серы диоксида при сжигании твердого и жидкого топлива

При сжигании газообразного топлива выбросы серы диоксида для котлов мощностью до 25 МВт не превышают значений пределов погрешности методик определения. И поэтому не рассчитывают по рассматриваемому ТКП. Это не значит, что сера не выделяется. Просто количество ее ничтожно мало и нецелесообразно для определения.

Максимальное количество серы диоксида M_{SO_2} , г/с, выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta_{S1}) \cdot (1 - \eta_{S2}) \cdot 10^3, \quad (24)$$

где B – фактический расход топлива на работу котла при максимальной нагрузке, определяемый по формуле (7, 8), кг/с; S^r – максимальное содержание серы в рабочей массе топлива, %; η_{S1} – доля серы оксидов, связываемых летучей золой в котле. Значения η_{S1} при сжигании различных видов топлива приведены в приложении к ТКП; η_{S2} – доля серы оксидов, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц (доля серы оксидов η_{S2} , улавливаемых в сухих золоуловителях, принимается равной нулю, так как в золоуловители без применения жидкости улавливаются только твердые частицы, а газообразная сера выбрасывается в атмосферу).

В мокрых золоуловителях эта доля зависит от общей щелочности орошающей воды и от приведенной сернистости топлива S^g . При характерных для эксплуатации удельных расходах воды на орошение золоуловителей $0,1-0,15 \text{ дм}^3/\text{м}^3$ η_{S2} определяется по рисунку приложения к рассматриваемому ТКП.

Валовой выброс серы диоксида $M_{SO_2}^{te}$, т/год, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{SO_2}^{te} = 0,02 \cdot B \cdot S^r \cdot (1 - \eta_{S1}) \cdot (1 - \eta_{S2}), \quad (25)$$

где B – фактический расход топлива за рассматриваемый период для работающих котлов или планируемый на перспективу расход топлива для существующих, проектируемых, модернизируемых, реконструируемых котлов, определяемый по формуле (16), т/год; S^r – среднее содержание серы в рабочей массе топлива, %; η_{S1} , η_{S2} – то же что и в формуле (24).

Расчет выбросов углерода оксида

Выбросы углерода оксида определяется также как и для газообразного топлива. Максимальное количество углерода оксида M_{CO} , г/с, выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{CO} = B_s \cdot C_{CO}, \quad (26)$$

где B_s – расчетный расход топлива на работу котла при максимальной нагрузке, определяемый в соответствии с (7, 8), кг/с ($\text{м}^3/\text{с}$); C_{CO} – выход углерода оксида при сжигании топлива, определяемый в соответствии с (27), г/кг ($\text{г}/\text{м}^3$).

Выход углерода оксида C_{CO} , г/кг или г/м³, рассчитывается по формуле:

$$C_{CO} = q_3 \cdot R \cdot Q_i^r, \quad (27)$$

где q_3 – потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, %, определяемые в соответствии со следующей таблицей:

Номинальная тепловая мощность котла, МВт	При сжигании газообразного топлива	При сжигании жидкого топлива	При сжигании твердого топлива
до 0,3 включ.	0,11	0,4	0,9
св. 0,3 до 2 «	0,09	0,3	0,7
« 2 « 10 «	0,07	0,2	0,5
« 10 « 25 «	0,05	0,1	0,3

R – коэффициент, учитывающий долю потери тепла вследствие химической неполноты сгорания топлива, обусловленную наличием в продуктах неполного сгорания углерода оксида, принимается для:

твердого топлива	1,0
жидкого топлива	0,65
газообразного топлива	0,5

Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг (МДж/м³).

Валовой выброс углерода оксида M_{CO}^{te} , т/год, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{CO}^{te} = 10^{-3} \cdot B_s \cdot C_{CO} \quad (28)$$

где B_s – расчетный расход топлива, определяемый по формуле (16), т/год (тыс. м³/год), при B – фактическом расходе топлива за рассматриваемый период для работающих котлов или планируемом на перспективу расходе топлива для существующих, проектируемых, модернизируемых, реконструируемых котлов, т/год (тыс. м³/год); C_{CO} – выход углерода оксида при сжигании топлива, определяемый в соответствии с (27), г/кг (г/м³).

Максимальная концентрация j -го загрязняющего вещества в сухих дымовых газах C_j , мг/м³, рассчитывается по формуле:

$$C_j = \frac{M_j}{V_{dry}} \cdot 10^3, \quad (29)$$

где M_j – максимальное количество загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами, определяемое для азота оксидов в соответствии с (13) или (21), для серы диоксида в соответствии с (24), для углерода оксида в соответствии с (26), г/с; V_{dry} – объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании топлива, определяемый в соответствии с (6), м³/с.

Расчет выбросов твердых частиц

Максимальное количество твердых частиц M_{PM} , г/с, выбрасываемых в атмосферный воздух с дымовыми газами, при сжигании твердых топлив при отсутствии данных инструментальных измерений содержания горючих в уносе G_{ab} , %, рассчитывается по формуле:

$$M_{PM} = 0,01 \cdot B \cdot (1 - \eta_c) \cdot \left(\alpha_{ab} \cdot A^r + q_{ab} \cdot \frac{Q_i^r}{32,68} \right) \cdot 10^3 \quad (30)$$

где B – фактический расход топлива на работу котла при максимальной нагрузке, кг/с; η_c – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях (в расчете не учитывается влияние сероулавливающих установок); α_{ab} – доля золы, уносимой газами из котла (доля золы топлива в уносе),

принимается по таблице В.1 (Приложение В); A^r – максимальная зольность топлива на рабочую массу, %; q_{ab} – потери теплоты с уносом от механической неполноты сгорания топлива, %, принимаются по таблице В.1 (приложение В); Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

Максимальное количество сажи M_C , г/с, выбрасываемой в атмосферный воздух с дымовыми газами, при сжигании мазута, дизельного, печного бытового и других легких жидких топлив, рассчитывается по формуле:

$$M_C = 0,01 \cdot B \cdot (1 - \eta_c) \cdot q_{ab} \cdot \frac{Q_i^r}{32,68} \cdot 10^3, \quad (31)$$

где B – фактический расход топлива на работу котла при максимальной нагрузке, кг/с; η_c – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях (в расчете не учитывается влияние сероулавливающих установок); q_{ab} – потери теплоты с уносом от механической неполноты сгорания топлива, %, принимаются по табл. В.1 (приложение В); Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг.

Валовой выброс твердых частиц M_{PM}^{te} и сажи M_C^{te} , т/год, поступающих в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формулам:

– при сжигании твердых топлив:

$$M_{PM}^{te} = 0,01 \cdot B \cdot (1 - \eta_c) \cdot \left(\alpha_{ab} \cdot A^r + q_{ab} \cdot \frac{Q_i^r}{32,68} \right); \quad (32)$$

– при сжигании мазута, дизельного, печного бытового и других легких жидких топлив:

$$M_C^{te} = 0,01 \cdot B \cdot (1 - \eta_c) \cdot q_{ab} \cdot \frac{Q_i^r}{32,68}, \quad (33)$$

где B – фактический расход топлива за рассматриваемый период для работающих котлов или планируемый на перспективу расход топлива для существующих, проектируемых, модернизируемых, реконструируемых котлов, т/год; Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг; A^r – фактическая зольность топлива на рабочую массу, %; η_c , α_{ab} , q_{ab} – то же, что и в формуле (30).

Максимальное количество мазутной золы в пересчете на ванадий M_{BS} , г/с, выбрасываемое в атмосферный воздух с дымовыми газами при сжигании мазута, рассчитывается по формуле:

$$M_{BS} = G_v \cdot B \cdot (1 - \eta_v) \cdot \left(1 - \frac{\eta_k}{100} \right) \cdot 10^{-3}, \quad (34)$$

где G_v – количество ванадия, находящегося в 1 т мазута, определяемое ниже, г/т; B – фактический расход топлива на работу котла при максимальной нагрузке, кг/с; η_v – доля ванадия, оседающего с твердыми частицами на поверхности нагрева мазутных котлов, которую принимают равной: 0,07 – для котлов с промпароперегревателями, очистка поверхностей которых производится в остановленном состоянии; 0,05 – для котлов без промпароперегревателей при тех же условиях очистки; η_k – степень очистки дымовых газов от мазутной золы в золоулавливающих установках, %, рассчитывается по приложению к рассматриваемому ТКП.

Количество ванадия, находящегося в одной тонне мазута G_v , г/т, можно определить одним из двух способов:

– по результатам химического анализа мазута $G_v = f_v \cdot 10^4$, где f_v – фактическое содержание элемента ванадия в мазуте, %;

– по приближенной формуле $G_v = 2222 \cdot A^r$, где A^r – содержание золы в мазуте на рабочую массу, %.

Валовой выброс мазутной золы в пересчете на ванадий M_{BS}^{te} , т/год, поступающей в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{BS} = G_v \cdot B \cdot (1 - \eta_v) \cdot \left(1 - \frac{\eta_k}{100}\right) \cdot 10^{-6}, \quad (35)$$

где G_v – количество ванадия, находящегося в одной тонне мазута, определяемое в соответствии с приведенным выше, г/т; B – фактический расход топлива за рассматриваемый период для работающих котлов или планируемый на перспективу расход топлива для существующих, проектируемых, модернизируемых, реконструируемых котлов, т/год; η_v , η_k – то же что и в формуле (34).

Максимальная концентрация твердых частиц рассчитывается по формуле (29), где M_j – максимальное количество загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами, определяемое в соответствии с (30) или (31), г/с; V_{dry} – объем сухих дымовых газов, образующихся при полном сгорании топлива, определяемый в соответствии с (6), м³/с.

Расчет выбросов бенз(а)пирена

Максимальное количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле (1), где концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах определяется при $\alpha_0 = 1,4$ и нормальных условиях в зависимости от типа котла, вида топлива и коэффициента избытка воздуха в дымовых газах.

При теплонапряжении топочного объема менее 0,1 МВт/м³, определенного в соответствии с (45), концентрация бенз(а)пирена не рассчитывается, так как ее значение очень мало и не превышает значений в пределах погрешности методик определения. При теплонапряжении топочного объема более 0,1 МВт/м³, концентрация бенз(а)пирена c_{bp}^i , мг/м³, рассчитывается по формулам:

– для паровых котлов при сжигании жидкого топлива:

$$c_{bp}^{sbo} = 10^{-3} \cdot \frac{\alpha \cdot R_{bo} \cdot (0,34 + 0,42 \cdot 10^{-3} \cdot q_v)}{1,4 \cdot e^{1,12 \cdot (\alpha - 1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb}; \quad (36)$$

– для паровых котлов при сжигании газообразного топлива:

$$c_{bp}^{sg} = 10^{-3} \cdot \frac{\alpha \cdot (0,032 + 0,043 \cdot 10^{-3} \cdot q_v)}{1,4 \cdot e^{0,88 \cdot (\alpha - 1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb}; \quad (37)$$

– для водогрейных котлов при сжигании жидкого топлива:

$$c_{bp}^{wbo} = 10^{-6} \cdot \frac{\alpha \cdot R_{bo} \cdot (0,52 \cdot q_v - 28,0)}{1,4 \cdot 0,88 \cdot e^{1,12 \cdot (\alpha - 1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb} \cdot K_o; \quad (38)$$

– для водогрейных котлов при сжигании газообразного топлива:

$$c_{bp}^{wg} = 10^{-6} \cdot \frac{\alpha \cdot (0,11 \cdot q_v - 7,0)}{1,4 \cdot 1,12 \cdot e^{0,88 \cdot (\alpha - 1)}} \cdot K_n \cdot K_{cir} \cdot K_{cb}, \quad (39)$$

где R_{bo} – коэффициент, учитывающий способ распыливания жидкого топлива, для паромеханических форсунок равен 0,75, для остальных случаев равен 1; α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы, определяемый в соответствии с (2); q_v – теплонапряжение топочного объема, кВт/м³ (при сжигании топлива, предусмотренного для использования в данном типе котельного оборудования, величина q_v берется из технической документации на котельное оборудование. При отсутствии данных в технической документации или при сжигании другого (непроектного) топлива величина q_v рассчитывается в соответствии с (40)); K_n – коэффициент, учитывающий влияние нагрузки котла на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, определяется по приложению к рассматриваемому ТКП; K_{cir} – коэффициент, учитывающий влияние рециркуляции дымовых газов на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, определяется по приложению к рассматриваемому ТКП; K_{cb} – коэффициент, учитывающий влияние ступенчатого сжигания на концентрацию бенз(а)пирена в продуктах сгорания, определяется по Е.3 (Приложе-

ние E); K_o – коэффициент, учитывающий влияние дробевой очистки конвективных поверхностей нагрева на работающем котле, принимается:

при периоде между очистками 12 ч	1,5
при периоде между очистками 24 ч	2,0
при периоде между очистками 48 ч	2,5

Теплонапряжение топочного объема q_v , кВт/м³, рассчитывается по формуле:

$$q_v = 10^3 \cdot \frac{B_s \cdot Q_i^r}{V_T}, \quad (40)$$

где B_s – расчетный расход топлива на работу котла при максимальной нагрузке, определяемый в соответствии с (12), кг/с (м³/с); Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг (МДж/м³); V_T – объем топочной камеры определяется из технической документации на котел, м³.

Валовой выброс бенз(а)пирена M_{BP}^{te} , т/год, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами, рассчитывается по формуле:

$$M_{BP}^{te} = c_{bp}^i \cdot V_{dry} \cdot 10^{-6}, \quad (41)$$

где c_{bp}^i – концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах, определяемая по формуле (17) как средневзвешенное значение концентраций, рассчитанных в соответствии с 8.1.1, мг/м³; V_{dry} – объем сухих дымовых газов, рассчитанный по формуле (6), тыс. м³/год, где B_s – расчетный расход топлива, определяемый по формуле (16), т/год (тыс. м³/год), при B – фактическом расходе топлива за рассматриваемый период для работающих котлов или планируемом на перспективу расходе топлива для существующих, проектируемых, модернизируемых, реконструируемых котлов, т/год (тыс. м³/год).

Максимальное количество бенз(а)пирена, выбрасываемого в атмосферный воздух с дымовыми газами при слоевом сжигании твердых топлив, рассчитывается по формуле (1), где концентрация бенз(а)пирена в сухих дымовых газах при $\alpha = 1,4$ и нормальных условиях рассчитывается по формуле:

$$c_{bp} = 10^{-6} \cdot \left(\frac{H_T \cdot (Q_i^r)^2 - P}{e^{0,12 \cdot (\alpha - 1)} \cdot t_H} \right) \cdot \frac{\alpha}{1,4} \cdot K_n \cdot K_d, \quad (42)$$

где H_T – характеристика топлива, определяемая в соответствии с 6.2.2.2; Q_i^r – низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/кг; α – коэффициент избытка воздуха в месте отбора пробы, определяемый в соответствии с 6.1.2.1; P – коэффициент, характеризующий температурный уровень экранов: для $t_n \geq 350$ °С равен 450, для t_n от 105 до 350 равен 350, для $t_n < 105$ °С равен 290; t_H – температура насыщения пара при давлении в барабане паровых котлов или воды на выходе из котла для водогрейных котлов или температура уходящих газов на выходе из жарового канала для газогенераторов; K_n – коэффициент, учитывающий нагрузку котла, определяемый в соответствии с 8.2.2; K_d – коэффициент, учитывающий степень улавливания бенз(а)пирена золоуловителем.

Коэффициент, учитывающий нагрузку котла K_n , рассчитывается по формуле:

$$K_n = \left(\frac{D_n}{D_f} \right)^{1,2} \text{ или } K_n = \left(\frac{Q_n}{Q_f} \right)^{1,2}, \quad (48)$$

где D_n , D_f – номинальная и фактическая паропроизводительность котла соответственно, т/ч; Q_n , Q_f – номинальная и фактическая теплопроизводительность котла соответственно, Гкал/ч.

Для определения выбросов бенз(а)пирена разницей между номинальной и фактической нагрузкой котла можно пренебречь, в таком случае данный коэффициент принимается равным 1.

Коэффициент, учитывающий степень улавливания бенз(а)пирена золоуловителем K_d , рассчитывается по формуле:

$$K_d = 1 - \frac{\eta_d \cdot Z}{100}, \quad (49)$$

где η_d – степень очистки газов в золоуловителе по золе, %; Z – коэффициент, учитывающий снижение улавливающей способности золоуловителем бенз(а)пирена:

а) при температуре газов перед золоуловителем t_d больше 185 °С:

1) Z равен 0,8 – для сухих золоуловителей;

2) Z равен 0,9 – для мокрых золоуловителей;

б) при температуре газов перед золоуловителем t_d меньше 185 °С:

1) Z равен 0,7 – для сухих золоуловителей;

2) Z равен 0,8 – для мокрых золоуловителей.

Валовой выброс бенз(а)пирена M_{BP}^{te} , т/год, поступающего в атмосферный воздух с дымовыми газами определяется в соответствии с 8.1.3 (формула 41), где c_{bp}^i – среднее значение концентрации бенз(а)пирена в сухих дымовых газах, определяемая как средневзвешенное значение концентраций (формула (12)), рассчитанных в соответствии с 8.2.1, мг/м³.

Задания для самостоятельной работы

1. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на газовом топливе: тепловая мощность – 120 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 110 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 45 тыс. м³; максимально-часовой – 2,7 м³/ч.

2. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на твердом топливе: тепловая мощность – 160 кВт; КПД – 89 %; температура дымовых газов – 125 °С; топливо – щепка из среднеплотной древесины; годовой расход – 215 т; максимально-часовой – 8,5 кг/ч.

3. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на газовом топливе: тепловая мощность – 120 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 110 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 43,5 тыс. м³; максимально-часовой – 3,1 м³/ч.

4. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на твердом топливе: тепловая мощность – 160 кВт; КПД – 89 %; температура дымовых газов – 125 °С; Топливо – древесина дровяная смешанная; годовой расход 18 т/год; максимально-часовой – 2,5 кг/ч.

5. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: микротурбинная установка (МТУ) газовом топливе: тепловая мощность – 120 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 110 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 1053,25 тыс. м³; максимально-часовой – 319 м³/ч; O₂ = 15 % ; NO_x = 9 ppm; CO = 24 ppm.

6. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на газовом топливе: тепловая мощность – 120 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 110 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 38,4 тыс. м³; максимально-часовой – 2,8 м³/ч. Установлен циклон с эффективностью очистки по твердым частицам – 90 %.

7. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на твердом топливе: тепловая мощность – 160 кВт; КПД – 89 %; температура дымовых газов – 125 °С; топливо – древесные стружки, опилки для топливных нужд; годовой расход – 83 т/год; максимально-часовой – 4,5 кг/ч. Установлен циклон с эффективностью очистки по твердым частицам – 88 %.

8. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на газовом топливе: тепловая мощность – 120 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 110 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 38,4 тыс. м³; максимально-часовой – 2,7 м³/ч.

9. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: микротурбинная установка (МТУ) газовом топливе: тепловая

мощность – 150 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 115 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 1040 тыс. м³; максимально-часовой – 315 м³/ч; O₂ = 15 % ; NO_x = 42,5 мг/м³; СО = 35,2 мг/м³.

10. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: микротурбинная установка (МТУ) газовом топливе: тепловая мощность – 155 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 125 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 1038 тыс. м³; максимально-часовой – 314,2 м³/ч; O₂ = 15 % ; NO_x = 46,5 мг/м³; СО = 38,4 мг/м³.

11. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: микротурбинная установка (МТУ) газовом топливе: тепловая мощность – 120 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 110 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 1064 тыс. м³; максимально-часовой – 321 м³/ч; O₂ = 15 % ; NO_x = 10 ppm; СО = 26 ppm.

12. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на газовом топливе: тепловая мощность – 120 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 120 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 48,5 тыс. м³; максимально-часовой – 3,7 м³/ч.

13. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на твердом топливе: тепловая мощность – 150 кВт; КПД – 88 %; температура дымовых газов – 145 °С; топливо – щепы из среднеплотной древесины; годовой расход – 202 т; максимально-часовой – 8,1 кг/ч. Установлен циклон с эффективностью очистки по твердым частицам – 91 %.

14. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на газовом топливе: тепловая мощность – 110 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 90 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 39,5 тыс. м³; максимально-часовой – 3,0 м³/ч.

15. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: микротурбинная установка (МТУ) газовом топливе: тепловая мощность – 120 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 115 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 1024,5 тыс. м³; максимально-часовой – 318,4 м³/ч; O₂ = 15 % ; NO_x = 48,2 мг/м³; СО = 40,5 мг/м³.

16. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: микротурбинная установка (МТУ) газовом топливе: тепловая мощность – 130 кВт; КПД – 92 %; температура дымовых газов – 118 °С; топливо – природный газ; годовой расход – 1070,5 тыс. м³; максимально-часовой – 323,2 м³/ч; O₂ = 15 % ; NO_x = 12 ppm; СО = 28 ppm.

17. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на твердом топливе: тепловая мощность – 145 кВт; КПД – 88 %; температура дымовых газов – 138 °С; топливо – щепы из среднеплотной древесины; годовой расход – 240 т; максимально-часовой – 7,9 кг/ч. Установлен циклон с эффективностью очистки по твердым частицам – 89 %.

18. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на твердом топливе: тепловая мощность – 120 кВт; КПД – 90 %; температура дымовых газов – 130 °С; топливо – костра; годовой расход – 250 т; максимально-часовой – 8,3 кг/ч.

19. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на твердом топливе: тепловая мощность – 175 кВт; КПД – 90 %; температура дымовых газов – 125 °С; топливо – древесные стружки, опилки для топливных нужд; годовой расход – 85 т/год; максимально-часовой – 5,0 кг/ч. Установлен циклон с эффективностью очистки по твердым частицам – 87 %.

20. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от котельного оборудования с указанными характеристиками: котел на твердом топливе: тепловая мощность – 165 кВт; КПД – 91 %; температура дымовых газов – 1110 °С; топливо – древесные стружки, опилки для топливных нужд; годовой расход – 88,5 т/год; максимально-часовой – 5,4 кг/ч.

Вопросы для самоконтроля

1. Какова область применения ТКП 17.08-01-2006 (02120)?
2. Перечислите основные виды топлива и загрязняющие вещества, выделяющиеся при сжигании различных видов топлива.
3. Что означает параметр V_{dry} ?
4. Каковы особенности расчета выбросов загрязняющих веществ при известной концентрации? Назовите единицы измерения концентрации.
5. Как определяется объем отходящих дымовых газов?
6. Как определяется скорость газовой смеси?
7. Каковы особенности определения расхода топлива для расчета максимального и валового выброса?

ГЛАВА 5. РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ОТ СТОЯНОК АВТОМОБИЛЕЙ

Расчет выбросов загрязняющих веществ выполняется на основании РД 02.12- 2002 «Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников автотранспортных предприятий» (далее – РД – 02.12-2002). Однако есть и другие методики-аналоги, например «Методика проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий (расчетным методом)», Российская Федерация 1998 год.

Основные принципы определения выбросов от автотранспорта состоят в следующем.

Все транспортные средства делятся по типу двигателей: бензиновые, дизельные и газовые. Наиболее распространенными являются бензиновые и дизельные. Мировая тенденция производства автотранспорта направлена на производство электромобилей, так как они вообще не имеют выбросов загрязняющих веществ при движении. Автомобили на газовом топливе встречаются сравнительно редко, поэтому при расчете выбросов их можно не учитывать. Для расчета выбросов от гостевых автостоянок и парковок рекомендуется брать от общего числа въезжающих/выезжающих 80 % бензиновых автомобилей и 20 % дизельных. Однако в каждом конкретном случае это соотношение может быть другим. Например, если это парковка для автобусов, то, как правило, все автобусы имеют дизельные двигатели. Также большинство грузовых машин работают на дизтопливе.

Второй значительный аспект методики заключается в том, что все автотранспортные средства разделяются на виды: легковые, грузовые, автобусы. Каждый из видов разделяется на подвиды: легковые в зависимости от объема двигателя (от малолитражных объемом 1,2 м³ до крупных с объемом более 3,5 м³); грузовые в зависимости от грузоподъемности; автобусы в зависимости от размера.

Автопарк автомобилей на дорогах и соответственно на парковках и стоянках весьма разнообразен. И в зависимости от типа и вида транспортного средства отличаются и удельные выбросы. Таким образом, для более точного определения выбросов еще введена градация по году выпуска автомобилей. Так выделяются следующие градации автомобилей: выпуск до 1994 г. (наиболее устаревшие и низкоэффективные двигатели с повышенным расходом топлива и соответственно с повышенным содержанием загрязняющих веществ в выхлопных газах); выпуск после 1994 г.; автомобили с новыми экологичными двигателями (улучшенные двигатели с пониженным расходом топлива). Следует отметить что в настоящее время в нашей стране сравнительно небольшое количества автомобилей выпуска до 1994 г. (ввиду их срока эксплуатации и значительного износа) и автомобилей с улучшенными экологическими характеристиками.

Также автомобили разделяются по типу двигателей в зависимости от используемого топлива: бензиновые, дизельные и автомобили работающие на сжиженном газе. В общей массе автотранспорта автомобилей, работающих на сжиженном газе, сравнительно не большая часть и выбросами от них в расчетах можно пренебречь.

Укрупненно для упрощения расчетов определено принимать следующее соотношение бензиновых и дизельных автомобилей: 60 % – бензиновые; 40 % – дизельные.

В соответствии с нормативными документами даны определения автомобильных парковок и стоянок.

Автомобильная стоянка – место стоянки автотранспортных средств, представляющее собой специально оборудованное одно- или многоуровневое инженерное сооружение (паркинг), предназначенное для хранения автотранспортных средств.

Автомобильная парковка – место стоянки автотранспортных средств, представляющее собой участок проезжей части автомобильной дороги, улицы и дороги населенного пункта или прилегающей к ним территории.

При расчетах выбросов применяются расчетные схемы:

Расчетная схема № 1 – на обособленных открытых стоянках или в отдельно стоящих зданиях и сооружениях (закрытые стоянки), имеющих непосредственный въезд и выезд на дороги общего пользования.

Расчетная схема 2 – на открытых стоянках или в зданиях и сооружениях (закрытые стоянки), не имеющих непосредственного въезда и выезда на дороги общего пользования и расположенных в границах объекта, для которых выполняется расчет.

Расчетная схема 3 – от многоэтажных стоянок и гаражей.

Принципиальное отличие 3-ей схемы состоит в том, что при расчете учитывается движение по пандусу. **Пандус** – наклонный проезд, соединяющий две разновысоких горизонтальных поверхности (уровни, этажи), обычно для обеспечения перемещения колёсных транспортных средств с одной на другую.

Выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух – поступление загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников выбросов.

Стационарные источники выбросов – источники выбросов, перемещение которых без несоизмеримого ущерба их назначению невозможно.

Стационарные источники выбросов подразделяются на организованные стационарные источники выбросов и неорганизованные стационарные источники выбросов.

К организованным стационарным источникам выбросов относятся источники выбросов, оборудованные устройствами, посредством которых производится локализация поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников выделения загрязняющих веществ.

К неорганизованным стационарным источникам выбросов относятся источники выбросов, не оборудованные устройствами, посредством которых производится локализация поступления загрязняющих веществ в атмосферный воздух от источников выделения загрязняющих веществ.

Неорганизованные стационарные источники выбросов подразделяются на:

- линейные, если загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух от газопроводов;
- площадные, если загрязняющие вещества поступают в атмосферный воздух от рассредоточенных источников выделения загрязняющих веществ, в том числе от сооружений по очистке сточных вод, площадок хранения сыпучих материалов, отвалов горных пород, объектов захоронения отходов, объектов хранения отходов, объектов тяготения мобильных источников выбросов.

Мобильные источники выбросов – транспортные средства и самоходные машины, оснащенные двигателями, эксплуатация которых влечет за собой выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Непосредственно само транспортное средство является мобильным источником, но парковка или стоянка определяются как площадные неорганизованные источники.

Координаты точечных организованных источников задаются одинарные: $x_1; y_1$. Координаты площадного неорганизованного источника задаются двойные: $x_1; y_1; x_2; y_2$, а также определяется ширина по той стороне, на которой взяты координаты. Высот неорганизованных источников принимается 2,0 м – приземный слой атмосферы. Если источник организованный, например, вытяжная вентсистема из помещения паркинга или гаражной стоянки, то высота определяется согласно разделу «Отопление и вентиляция» в проектной документации.

В последние десятилетия в соответствии с европейскими стандартами качества топлива, свинец в бензинах и диз.топливе не содержится, соответственно расчет выбросов свинца не производится.

При движении автомобилей выделяются следующие загрязняющие вещества:

- от двигателей, работающих на бензине – углерода оксид (CO), углеводороды (C₁₂–C₁₉), азота оксиды (NO₂), диоксид серы (SO₂);
- от двигателей, работающих на дизтопливе – углерода оксид (CO), углеводороды (C₁₂–C₁₉), азота оксиды (NO₂), диоксид серы (SO₂), сажа (C);
- от двигателей, работающих на газообразном топливе – углерода оксид (CO), углеводороды (C₁₂–C₁₉), азота оксиды (NO₂), диоксид серы (SO₂).

Для определения выбросов определено три температурных периода: теплый, переходный и холодный.

Наибольшие удельные выделения загрязняющих веществ осуществляются в холодный период года, поэтому максимальный выброс (г/с) рассчитывается для холодного периода. Общий валовый выброс (т/год) рассчитывается для каждого периода и суммируется. Продолжительность каждого периода может быть принята по примеру, приведенному в РД 02.12- 2002. Также данных по количеству дней каждого периода может определяться по СНБ 2.04.02-2000 «Строительная климатология».

Расчетная схема 1

Выбросы i -го вещества в граммах одним автомобилем k -й группы в сутки при выезде с территории или помещения стоянки (M_{1ik}) и возврате (M_{2ik}) рассчитываются по формулам (1) и (2):

$$M_{1ik} = m_{npik} \cdot t_{np} + m_{L_{ik}} \cdot L_1 + m_{xxik} \cdot t_{xx1}, \quad (1)$$

$$M_{2ik} = m_{L_{ik}} \cdot L_2 + m_{xxik} \cdot t_{xx2}, \quad (2)$$

где m_{npik} – удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя автомобиля k -й группы, г/мин; $m_{L_{ik}}$ – пробеговый выброс i -го вещества, автомобилем k -й группы при движении со скоростью 10–20 км/час, г/км; m_{xxik} – удельный выброс i -го вещества при работе двигателя автомобиля k -й группы на холостом ходу, г/мин; t_{np} – время прогрева двигателя, мин; L_1, L_2 – пробег автомобиля по территории стоянки, км; t_{xx1}, t_{xx2} – время работы двигателя на холостом ходу при выезде с территории стоянки и возврате на нее (мин).

Значения удельных выбросов загрязняющих веществ $m_{npik}, m_{L_{ik}}, m_{xxik}$ для различных типов автомобилей представлены в табл. А.1–А.18.

Средний пробег автомобилей в километрах по территории или помещению стоянки (L_1) (при выезде) и (L_2) (при возврате) рассчитываются по формулам (5) и (6):

$$L_1 = (L_{1Б} + L_{1Д}) / 2, \quad (5)$$

$$L_2 = (L_{2Б} + L_{2Д}) / 2, \quad (6)$$

где $L_{1Б}, L_{1Д}$ – пробег автомобиля от ближайшего к выезду и наиболее удаленного от выезда места стоянки до выезда со стоянки, км; $L_{2Б}, L_{2Д}$ – пробег автомобиля от ближайшего к въезду и наиболее удаленного от въезда места стоянки автомобиля до въезда на стоянку, км.

Валовый выброс i -го вещества (M_i^j) автомобилями в тоннах в год рассчитывается отдельно для каждого периода года по формуле (7):

$$M_i^j = \text{SUM } a_{в} (M_{1ik} + M_{2ik}) N_k D_p 10^{-6}, \quad (7)$$

где $a_{в}$ – коэффициент выпуска (выезда); N_k – количество автомобилей k -й группы на территории или в помещении стоянки за расчетный период; D_p – количество дней работы в расчетном периоде (холодном, теплом, переходном); j – период года (Т – теплый, П – переходный, Х – холодный); для холодного периода расчет M_i выполняется для каждого месяца.

Коэффициент выпуска $a_{в}$ определяется по формуле (8):

$$a_{в} = N_{кв} / N_k, \quad (8)$$

где $N_{кв}$ – среднее за расчетный период количество автомобилей k -й группы, выезжающих в течение суток со стоянки.

Общий валовый выброс в тоннах в год (M_i) рассчитывают по формуле (9) путем суммирования валовых выбросов одноименных веществ по периодам года:

$$M_i = M_i^T + M_i^П + M_i^X. \quad (9)$$

Максимальный разовый выброс i -го вещества в граммах в секунду (G_i , г/с) рассчитывается для каждого месяца по формуле (10):

$$G_i = \text{SUM } M_{1ik} N_k' / 3600, \quad (10)$$

где N_k' – количество автомобилей k -й группы, выезжающих со стоянки за 1 час, характеризующийся максимальной интенсивностью выезда автомобилей.

Из полученных значений G_i выбирается максимальное.

Расчетная схема 2

Расчет валового и максимального разового выброса загрязняющих веществ от каждой стоянки расчетного объекта выполняется согласно расчетной схеме 2.

Валовый выброс i -го вещества в тоннах в год при движении автомобилей по внутреннему проезду расчетного объекта при выезде и возврате ($M_{при}$) рассчитывается отдельно для каждого периода года по формуле (11):

$$M^j_{\text{при}} = \text{SUM } m_{\text{Lик}} L_p N_{\text{кр}} D_p 10^{-6}, \quad (11)$$

где L_p – протяженность внутреннего проезда, км; $N_{\text{кр}}$ – среднее количество автомобилей к-й группы, проезжающих по внутреннему проезду в сутки; j – период года.

Общий валовый выброс в тоннах в год ($M_{\text{Пг}}$) рассчитывают по формуле (12) путем суммирования валовых выбросов одноименных веществ по периодам года:

$$M_{\text{Пг}} = \text{SUM } (M_{\text{Пг}}^{\text{T}} + M_{\text{Пг}}^{\text{II}} + M_{\text{Пг}}^{\text{X}}). \quad (12)$$

Максимально разовый выброс i -го вещества в граммах в секунду для внутреннего проезда (G_{pi}) рассчитывается для каждого месяца по формуле (13):

$$G_{\text{pi}} = \text{SUM } (m_{\text{Lик}} L_p N_{\text{кр}}') / 3600, \quad (13)$$

где $N_{\text{кр}}'$ – количество автомобилей к-й группы, проезжающих по проезду за 1 час, характеризующийся максимальной интенсивностью движения.

Из полученных значений G_i выбирается максимальное.

Расчетная схема 3

Выброс i -го вещества в граммах одним автомобилем к-й группы в сутки при выезде из многоэтажной стоянки ($M_{1\text{ик}}$) и возврате ($M_{2\text{ик}}$) рассчитывается по формулам (14) и (15):

$$M_{1\text{ик}} = m_{\text{прик}} \cdot t_{\text{пр}} + m_{\text{Lик}} (L_1 + 0,5K_{\text{пг}} L_{\text{п}}) + m_{\text{ххик}} \cdot t_{\text{хх1}}, \quad (14)$$

$$M_{2\text{ик}} = m_{\text{Lик}} (L_2 + 0,5K_{\text{пг}} L_{\text{п}}) + m_{\text{ххик}} \cdot t_{\text{хх2}}, \quad (15)$$

где $L_{\text{п}}$ – длина пандуса многоэтажной стоянки, км; $K_{\text{пг}}$ – коэффициент, учитывающий изменение выброса загрязняющих веществ при движении по пандусу при выезде и въезде на стоянку (табл. 2).

Таблица 2

Значения коэффициента изменения выброса загрязняющих веществ при движении по пандусу

Тип двигателя	Значения К					
	CO	CH	NO _x	C	SO ₂	Pb
Бензиновый	<u>2,0</u>	<u>2,0</u>	<u>3,0</u>	—	<u>1,4</u>	<u>1,4</u>
	0,5	0,5	0,2	—	0,5	0,5
Дизельный	<u>1,5</u>	<u>1,5</u>	<u>3,5</u>	<u>4,0</u>	<u>2,0</u>	—
	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	—

Примечание. В числителе приведены значения для подъема по пандусу, а в знаменателе – для спуска.

Валовый и общий валовый выброс i -го вещества в тоннах в год рассчитывается по формулам (7) и (9).

Максимальный разовый выброс i -го вещества в граммах в секунду (G_i') рассчитывается для каждого месяца по формуле (16):

$$G_i' = \text{SUM } (M_{1\text{ик}} N_{\text{k}}' + M_{2\text{ик}} N_{\text{k}}'') / 3600, \quad (16)$$

где N_{k}' , N_{k}'' – количество автомобилей к-й группы, выезжающих со стоянки и въезжающих на стоянку за 1 час, характеризующийся максимальной интенсивностью выезда (для подземных многоэтажных стоянок) или въезда (для наземных многоэтажных стоянок).

Из полученных значений G_i выбирается максимальное.

Таким образом, для расчета различных типов стоянок и парковок, включая многоуровневые гаражи и паркинги, применяются три расчетные схемы.

В первой схеме учитывается движение при въезде-выезде с территории стоянки $M_{1\text{ик}}$, $M_{2\text{ик}}$. При выезде учитывается время прогрева автомобиля, тогда как при въезде прогрев автомобиля не требуется, соответственно значение $M_{1\text{ик}}$ при выезде всегда будут наибольшие. Затем полученные данные по загрязняющим веществам от въезда-выезда автомобилей суммируются и перемножаются на количество автомобилей i -ого типа и на количество дней температурного периода. При определении максимального выброса выбирается наибольшее значение из всех рассчитанных $M_{1\text{ик}}$.

При расчете выбросов по второй расчетной схеме учитывается длина проезда, которую преодолевают автомобили при въезде-выезде на стоянку. При определении максимального выброса также учитывается длина проезда, умноженная на удельный выброс при движении автомобиля, и умноженная на количество автомобилей *i*-ого типа.

Третья схема применяется только для расчета многоуровневых стоянок и паркингов, так как в этой схеме учтено движение по пандусу. При подъеме двигатель автомобиля работает с наибольшей нагрузкой, соответственно сгорание топлива и выделение загрязняющих веществ происходит более интенсивно. При спуске наоборот, автомобиль может катиться под действием собственной массы и расход топлива в двигателе при этом уменьшается.

На выброс загрязняющих веществ также влияет и состав транспортных средств, которые учитываются в расчетах.

Состав автотранспортных средств зависит от назначения объекта, для которого предусмотрены стоянки или парковки. Например, для офисных и административных зданий наиболее характерны легковые автомобили. Для гипермаркетов, логистических центров и торгово-складских объектов характерны грузовые автомобили. Как правило, состав транспортных средств при проектировании принимается условно, учитывая действующие объекты-аналоги.

Задания для самостоятельной работы

1. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 60 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 40 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 12 шт.

2. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 60 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 40 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 15 шт.

3. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 60 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 40 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 23 шт.

4. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 60 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 40 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 6 шт.

5. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 60 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 40 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 9 шт.

6. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 70 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 30 % машин с объемом двигателя свыше 3,5 л. Общее количество машин на парковке: 12 шт.

7. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 65 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 35 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 8 шт.

8. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 55 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л; 45 % машин с объемом двигателя свыше 3,5 л. Общее количество машин на парковке: 10 шт.

9. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 50 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 30 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л; 20 % машин с объемом двигателя до 1,2 л. Общее количество машин на парковке: 15 шт.

10. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 60 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 40 % машин с объемом двигателя до 1,2 л. Общее количество машин на парковке: 7 шт.

11. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 60 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 40 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 14 шт.

12. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 60 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 40 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 17 шт.

13. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 1. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 60 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 40 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 15 шт.

14. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: грузовые машины иностранных грузовых автомобилей выпуска после 1 января 1994 г (грузоподъемность 2–5 т). Расчетная схема 1. Общее количество машин на парковке: 4 шт.

15. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: грузовые машины иностранных грузовых автомобилей выпуска после 1 января 1994 г (грузоподъемность 5–8 т). Расчетная схема 1. Общее количество машин на парковке: 3 шт.

16. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: грузовые машины иностранных грузовых автомобилей выпуска после 1 января 1994 г (грузоподъемность 2–5 т). Расчетная схема 1. Общее количество машин на парковке: 8 шт.

17. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 2. 75 % бензиновые; 25 % дизельные. 68 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 32 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 25 шт.

18. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 2. 85 % бензиновые; 15 % дизельные. 65 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 35 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 19 шт.

19. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 2. 80 % бензиновые; 20 % дизельные. 70 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 30 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 28 шт.

20. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от парковок автотранспорта по указанным характеристикам: легковые машины с улучшенными экологическими характеристиками. Расчетная схема 2. 70 % бензиновые; 30 % дизельные. 63 % машин с объемом двигателя 1,2–1,8 л; 27 % машин с объемом двигателя 1,8–3,5 л. Общее количество машин на парковке: 23 шт.

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите основные расчетные схемы для определения выбросов от парковок и стоянок?
2. Каковы особенности определения валового и максимального выброса при движении автотранспорта?
3. Перечислите основные загрязняющие вещества, выделяющиеся при движении различных типов автомобилей?
4. Как определяются загрязняющие вещества при движении автотранспорта по первой расчетной схеме?
5. Как определяются загрязняющие вещества при движении автотранспорта по второй расчетной схеме?
6. Как определяются загрязняющие вещества при движении автотранспорта по третьей расчетной схеме?

ЛИТЕРАТУРА

1. Закон Республики Беларусь от 18.06.2016 № 399-З «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду»// Национальный реестр правовых актов. – 2016. – № 2/2397.

2. Положение о порядке проведения государственной экологической экспертизы, в том числе требованиях к составу документации, представляемой на государственную экологическую экспертизу, заключению государственной экологической экспертизы, порядку его утверждения и (или) отмены, особых условиях реализации проектных решений, а также требованиях к специалистам, осуществляющим проведения государственной экологической экспертизы. Утв. Пост. Совмина № 47 от 19.01.2017.

3. Положение о порядке проведения общественной экологической экспертизы. Утв. Пост. Совмина № 1592 от 29.10.2010 г.

4. Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 18 июля 2017 г. № 5-Т «Об утверждении экологических норм и правил».

5. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 6 июня 2011 г. № 716 «Об утверждении Положения о порядке приемки в эксплуатацию объектов строительства».

6. Санитарные нормы и правила «Требования к санитарно-защитным зонам организаций, сооружений и иных объектов, оказывающих воздействие на здоровье человека и окружающую среду», утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11.10.2017 № 91

7. Марцуль, В. Н., Головач А. М. Основы проектирования и экологическая экспертиза: учебно-методическое пособие / В. Н. Марцуль, А. М. Головач. – Минск: БГТУ, 2014. – 101 с.

8. Марцуль, В. Н., Козловская И. Ю. Оценка воздействия на окружающую среду и эколого-географическая экспертиза: учебно-методическое пособие / В. Н. Марцуль, И. Ю. Козловская. – Минск: БГТУ, 2016. – 113 с.

9. Унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы «Эколог». Версия 4,0 // Руководство пользователя. – Иваново, 2015. – 188 с.

10. ТКП 17.08-01-2006 (02120) Порядок определения выбросов при сжигании топлива в котлах теплопроизводительностью до 25 МВт».

11. ТКП 17.08-02-2006 (02120) «Правила расчета выбросов при сварке, резке, механической обработке металлов».

12. ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, утв. приказом ГОСКОМГИДРОМЕТ 04.08.1986 № 192.

13. РД 0212.2-2002 Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников автотранспортных предприятий, утв. постановлением Минприроды от 28.05.2002 № 10.

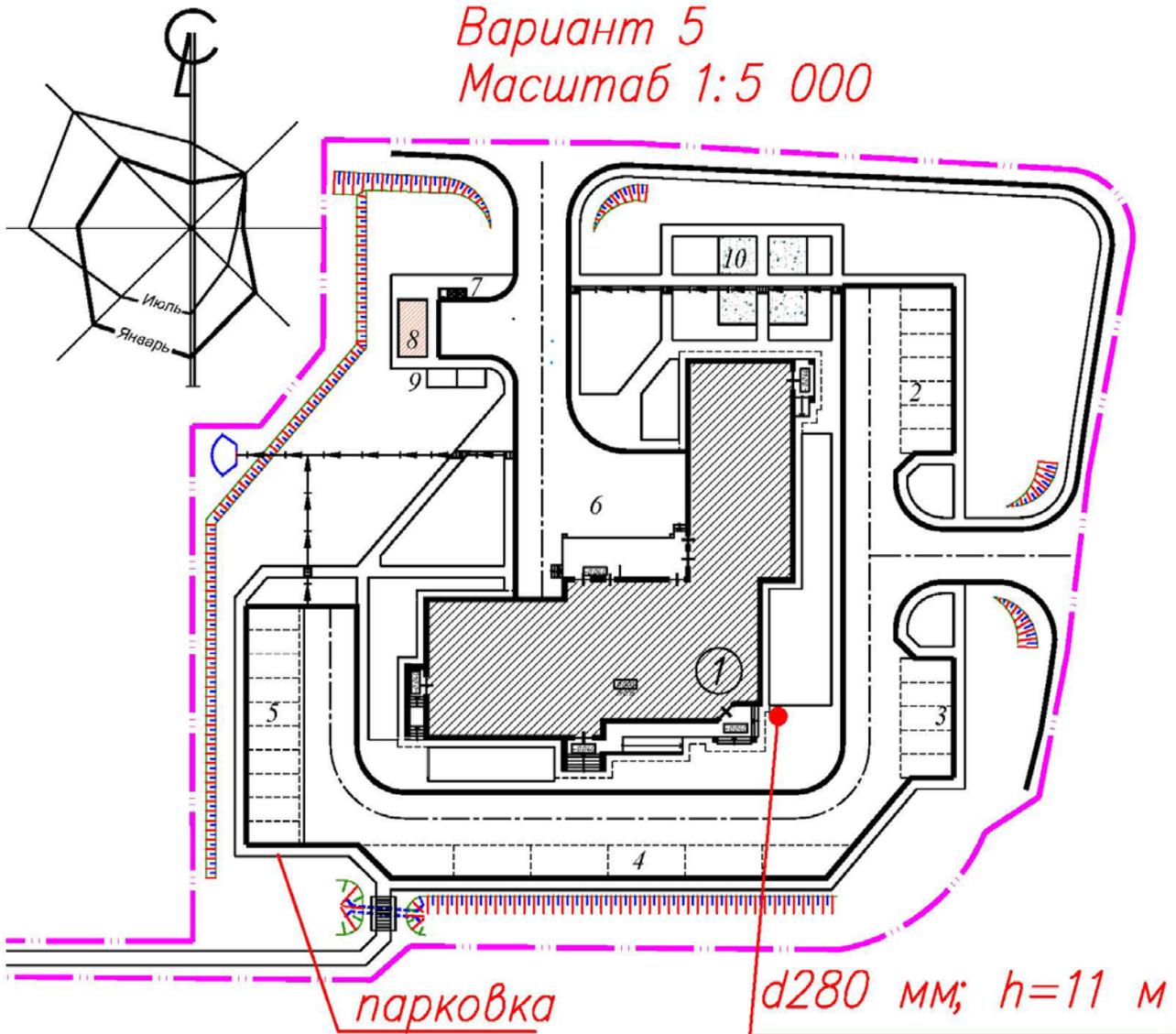
ПРИЛОЖЕНИЯ

Вариант 1
Масштаб
1:1 000



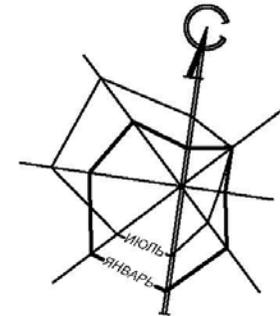


Вариант 5
Масштаб 1:5 000



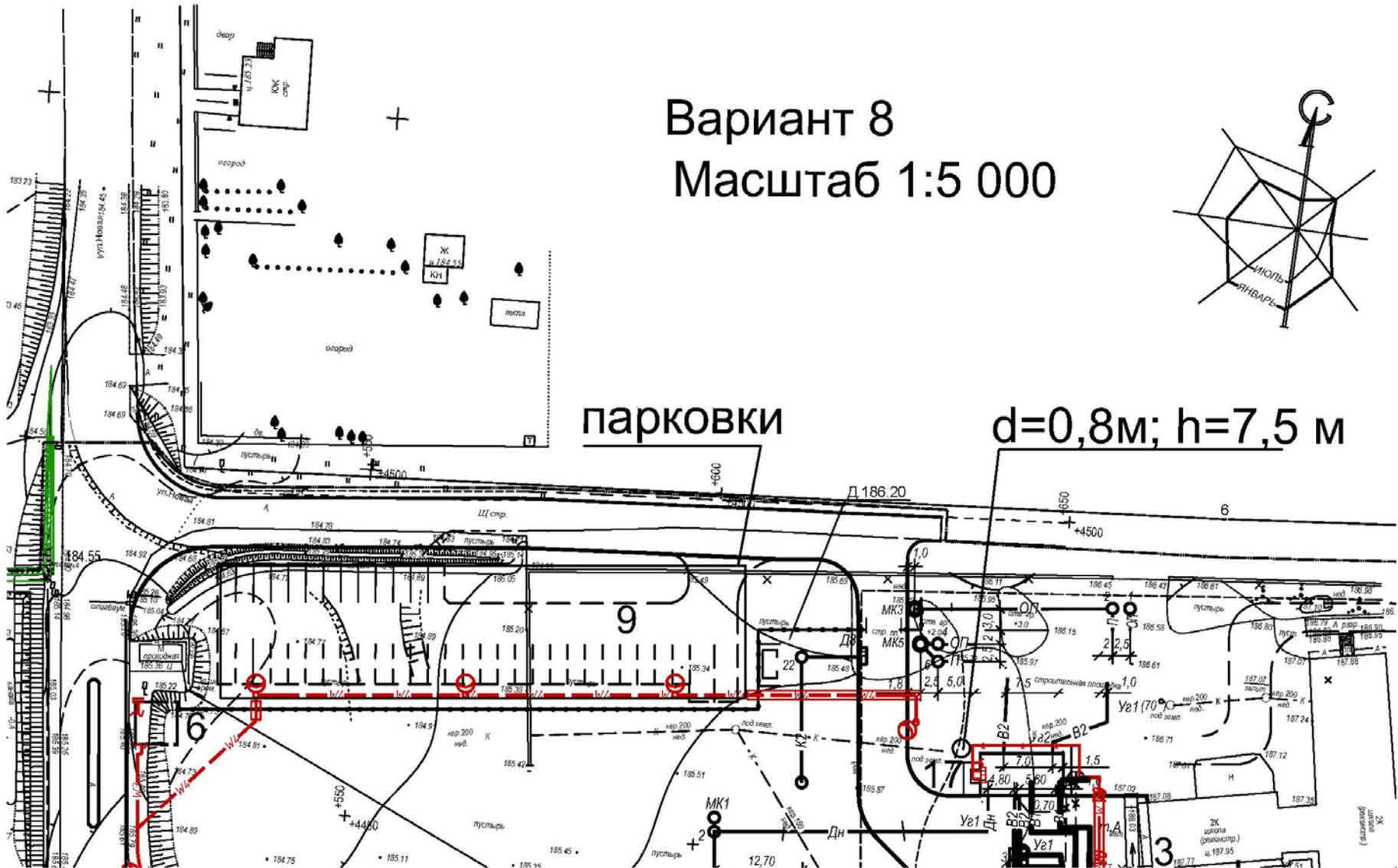
Вариант 8

Масштаб 1:5 000

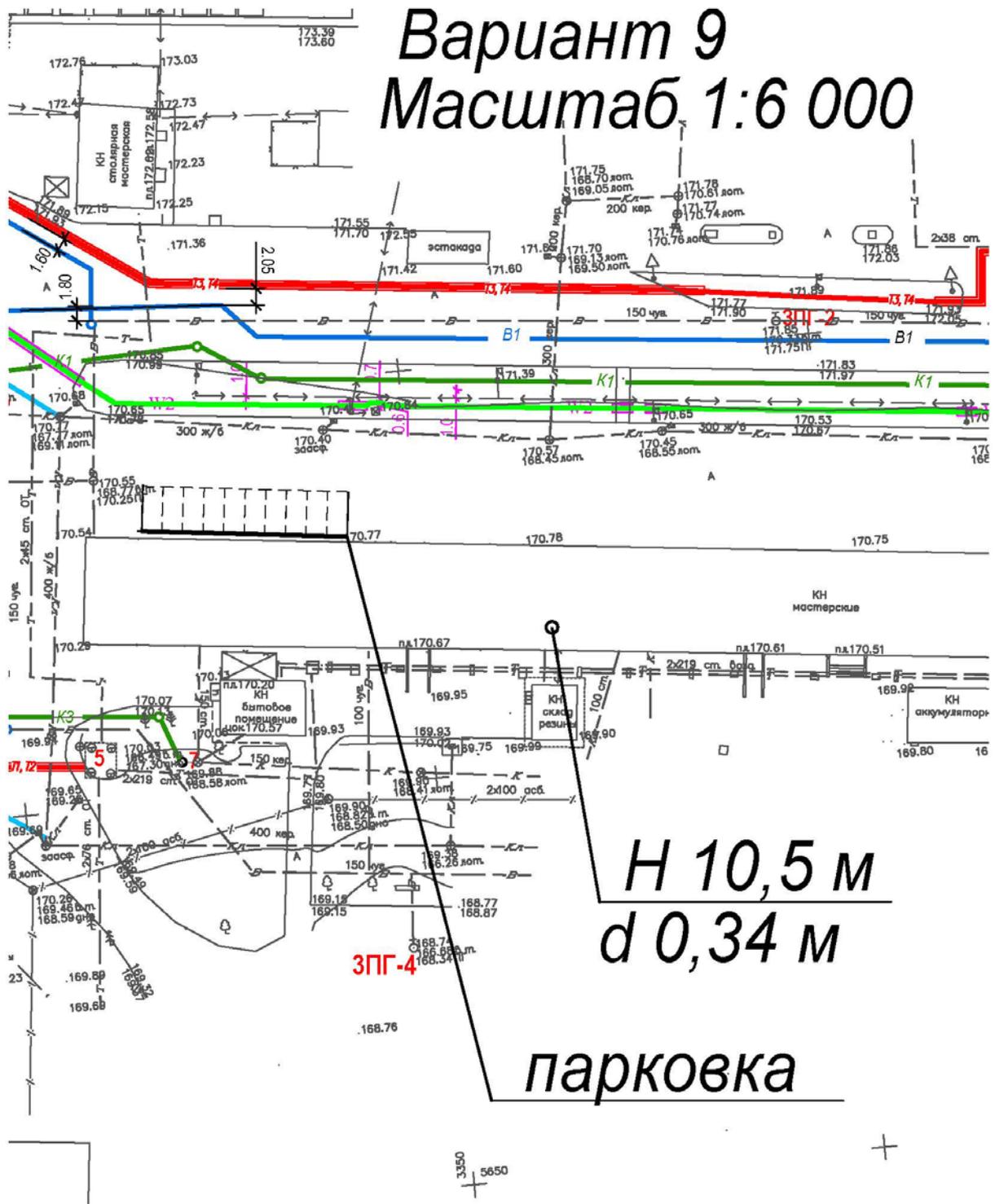


парковки

$d=0,8\text{м}; h=7,5\text{ м}$



Вариант 9 Масштаб 1:6 000

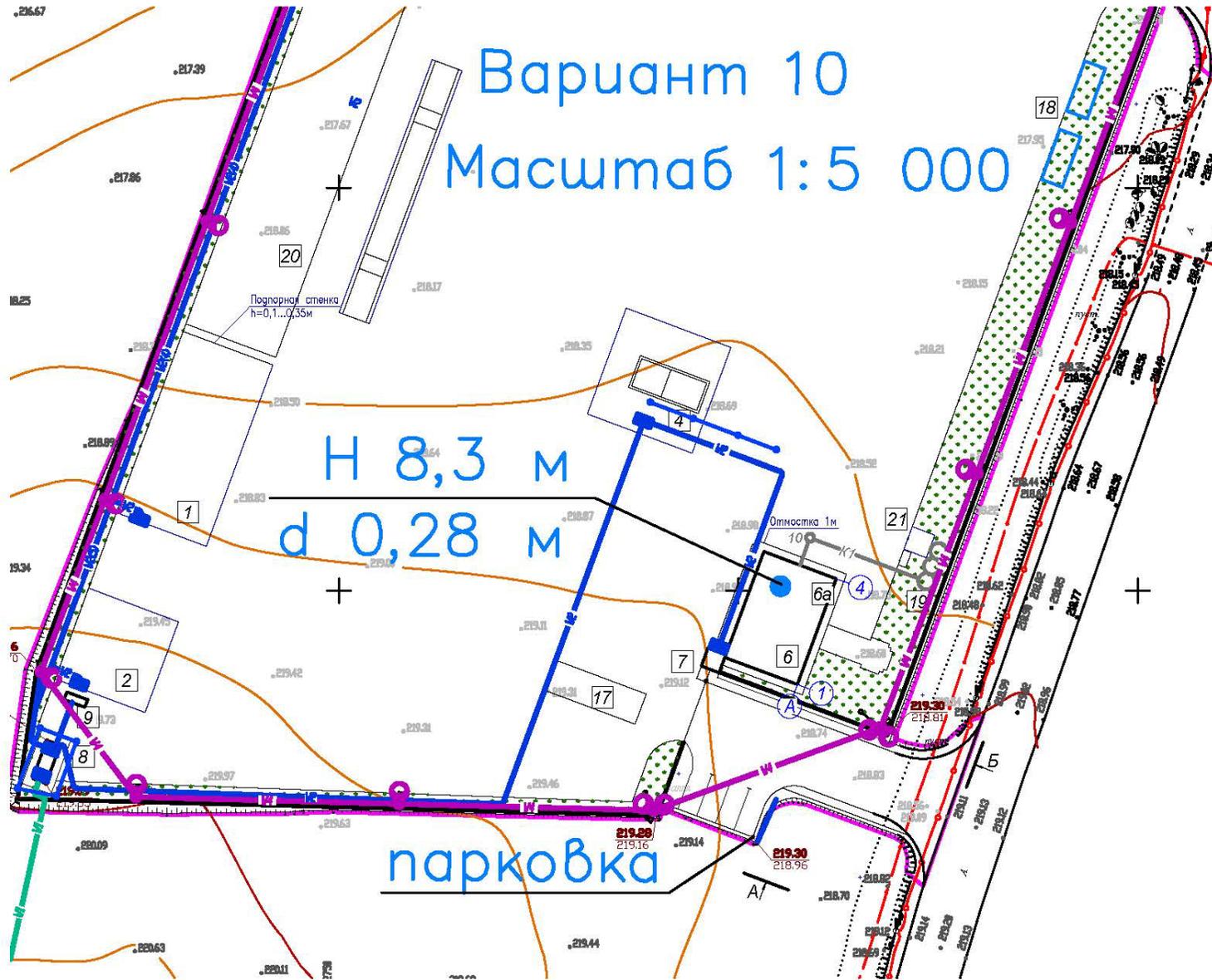


Вариант 10

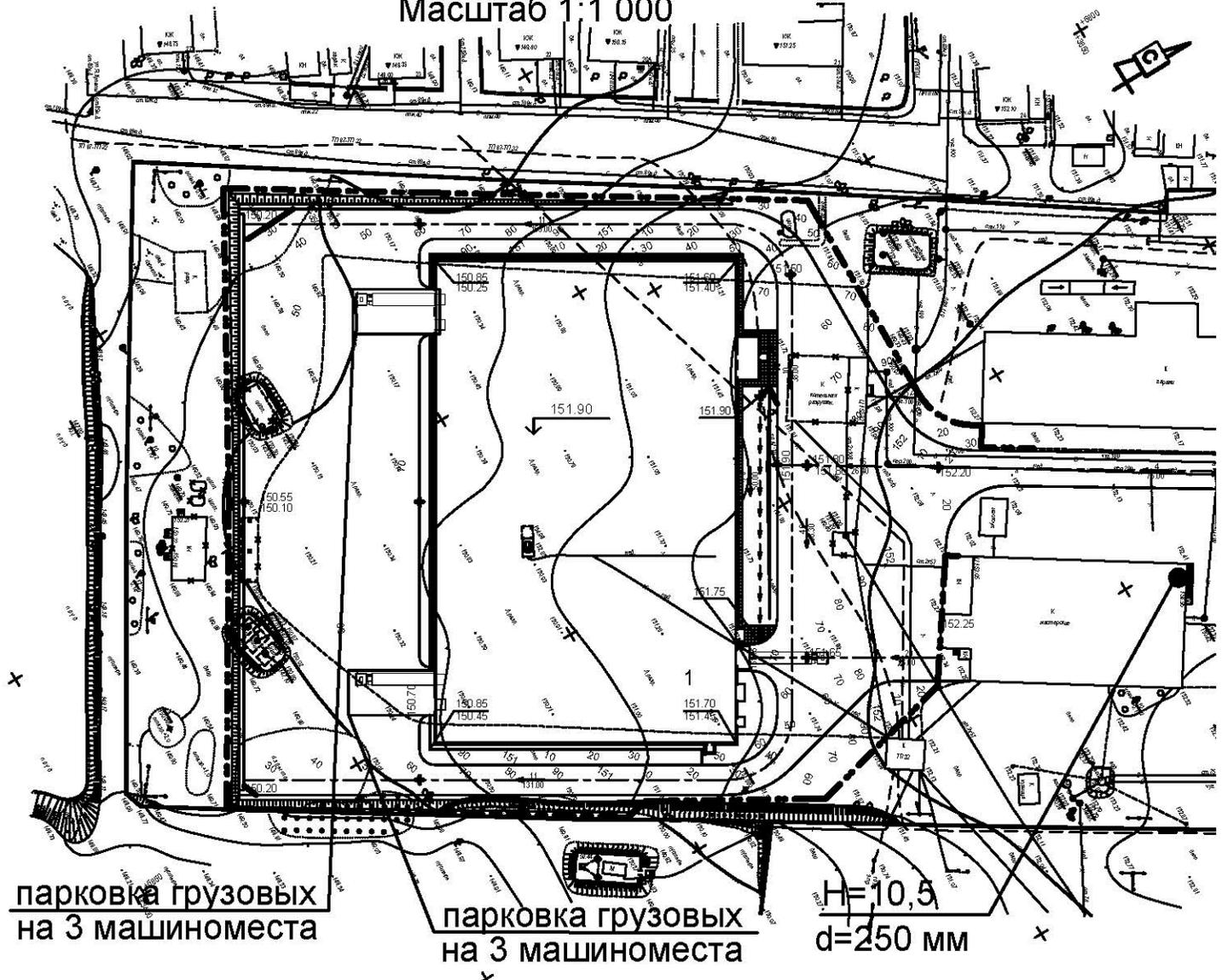
Масштаб 1:5 000

H 8,3 м
d 0,28 м

парковка



Вариант 11
Масштаб 1:1 000

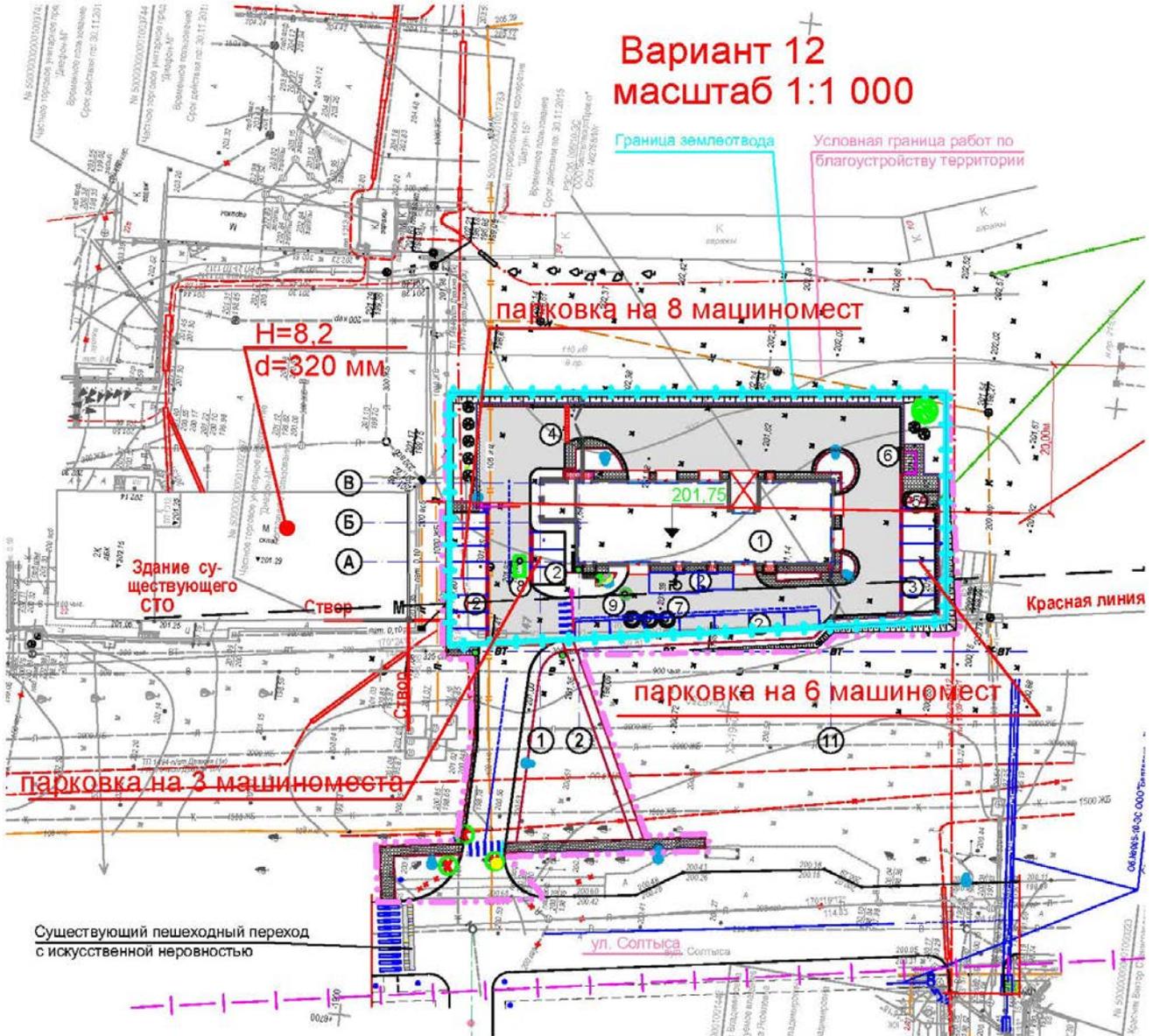


парковка грузовых
на 3 машиноместа

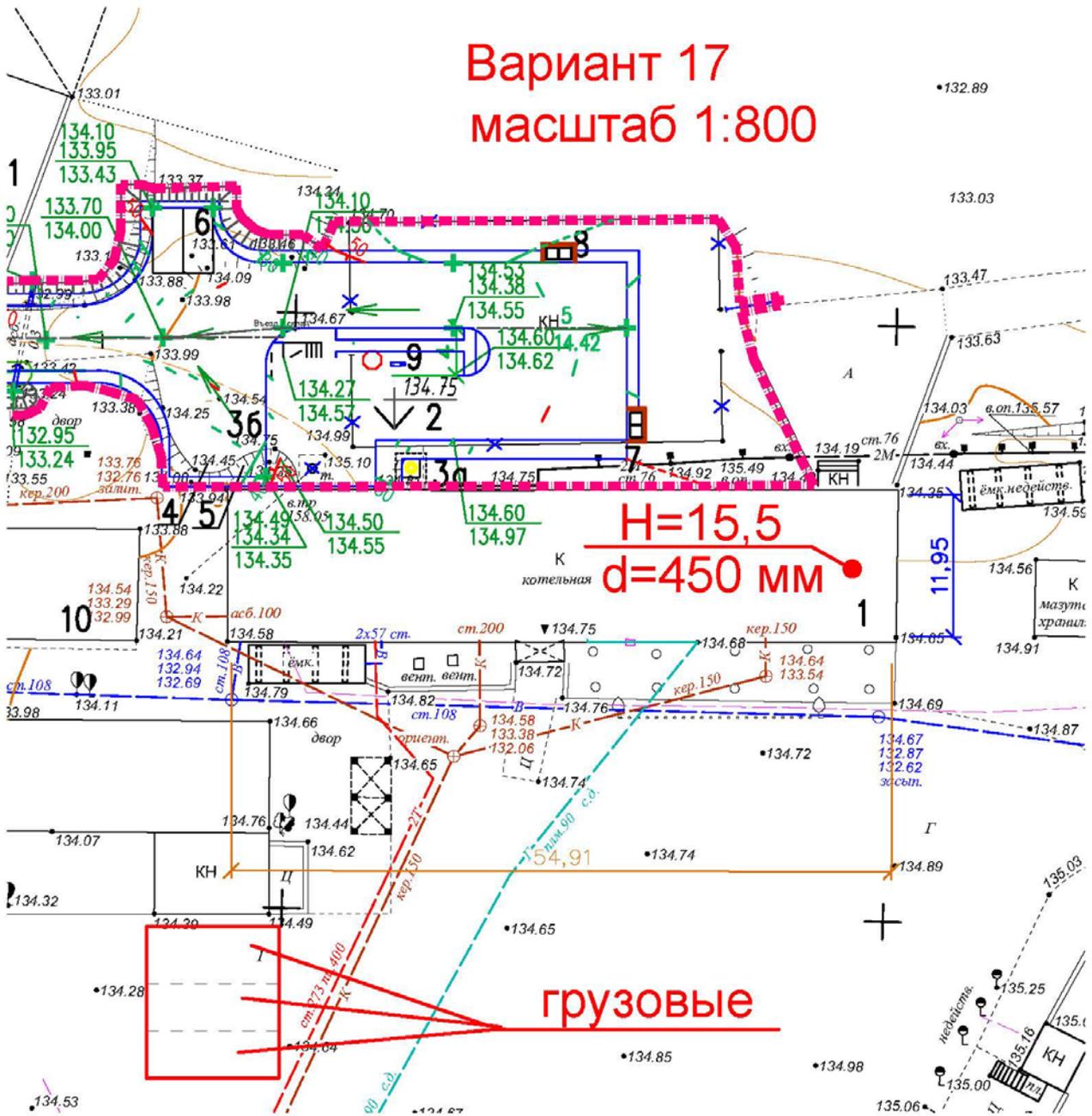
парковка грузовых
на 3 машиноместа

H=10,5
d=250 мм

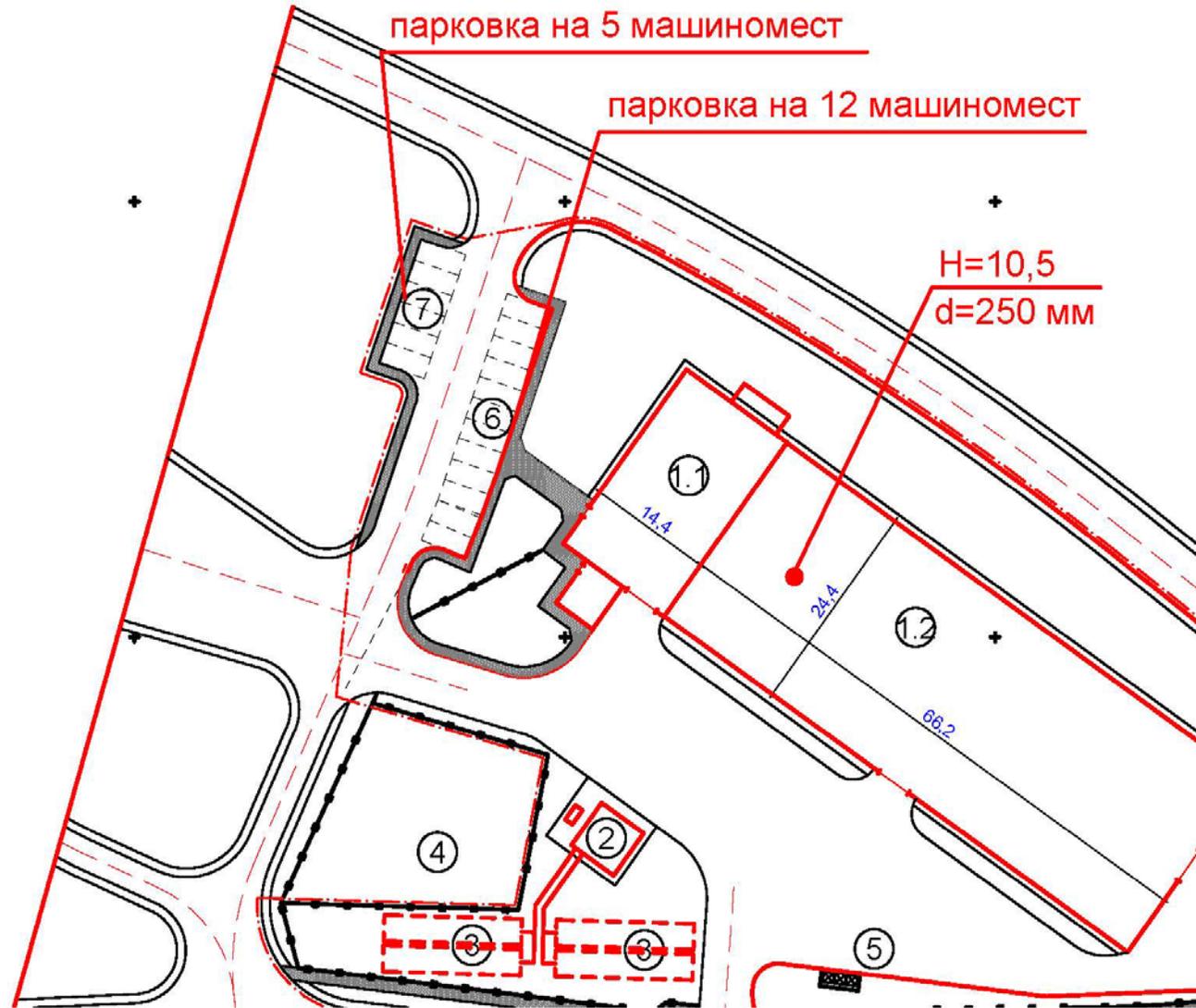
Вариант 12 масштаб 1:1 000



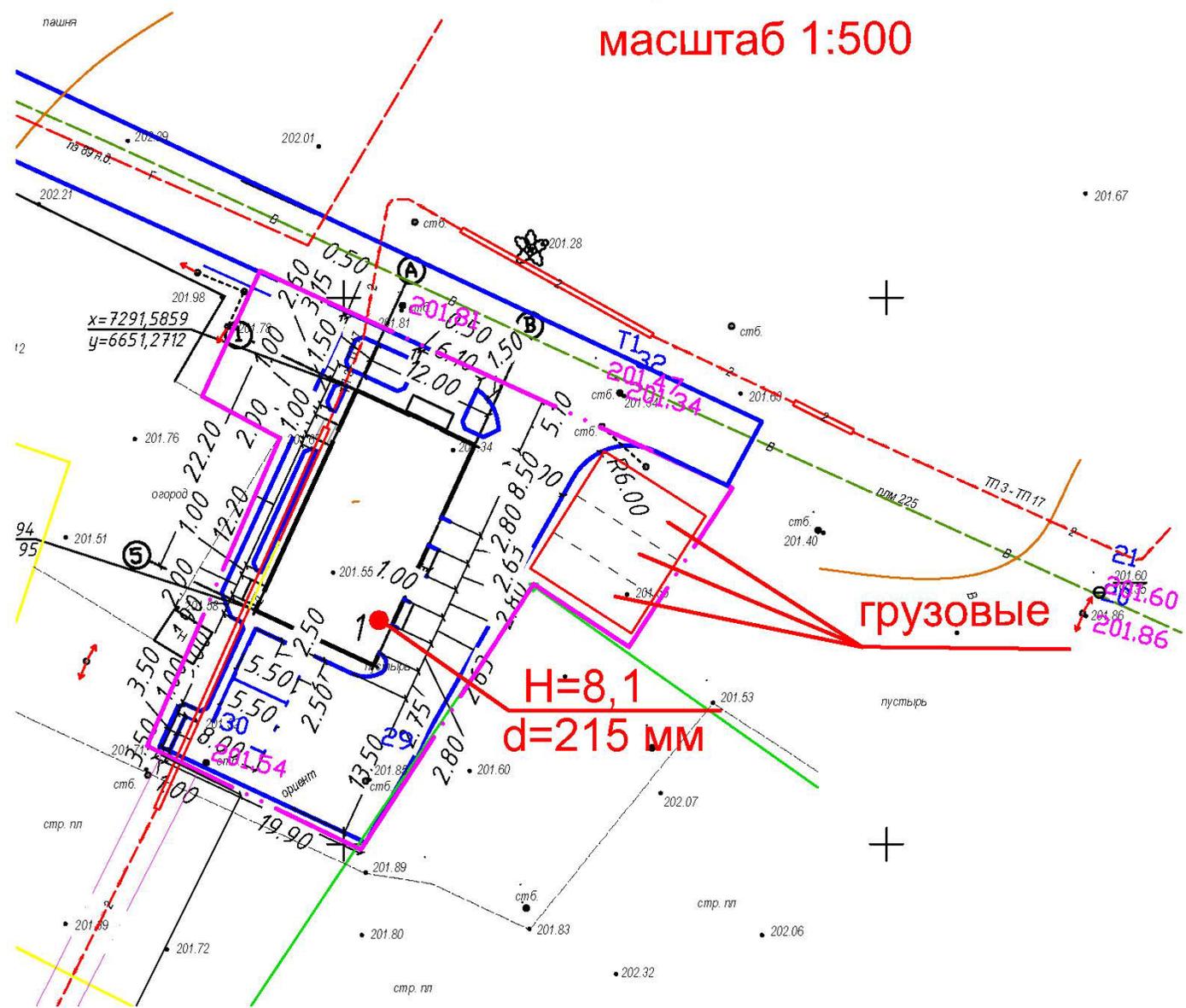
Вариант 17
масштаб 1:800



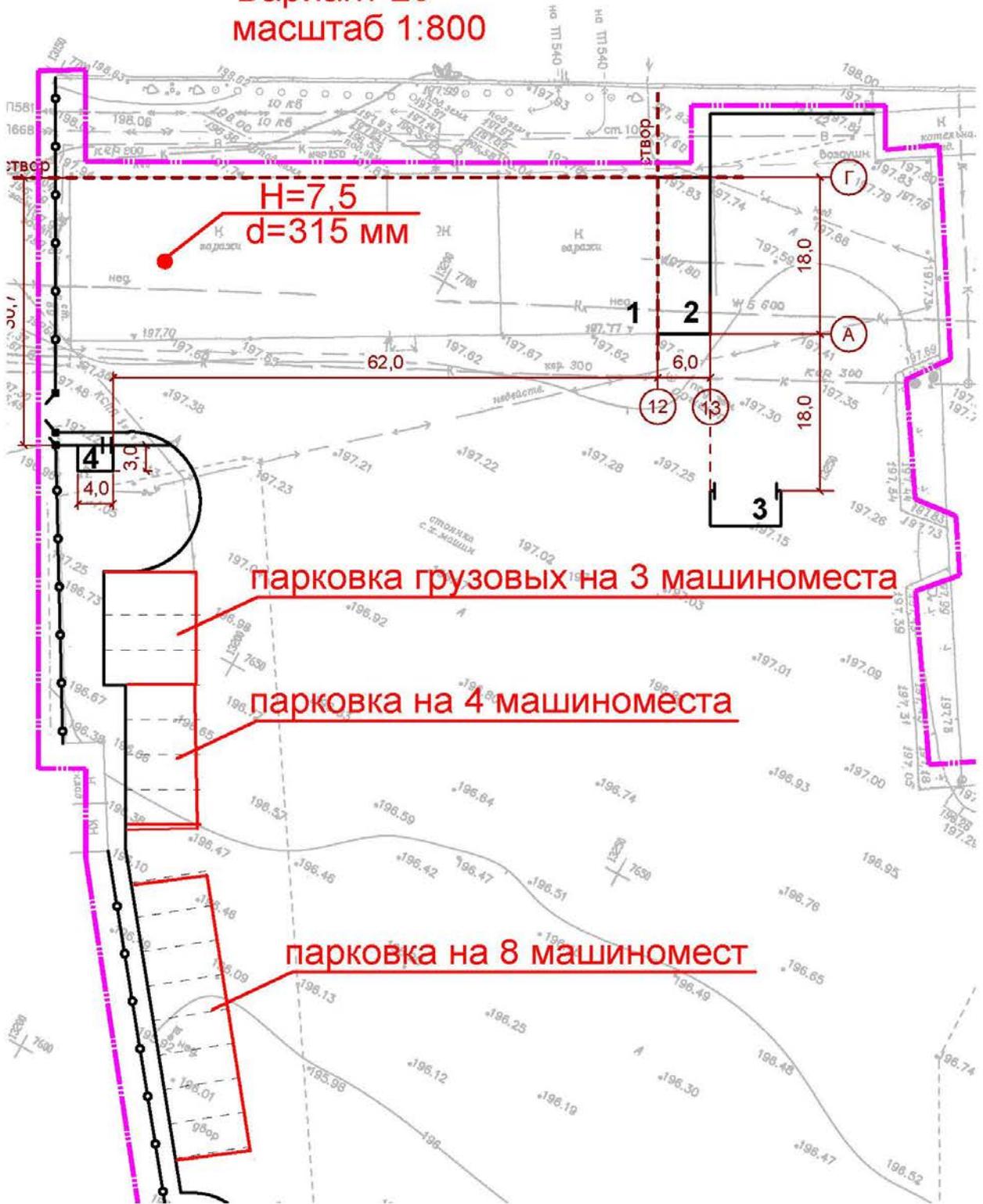
Вариант 18
масштаб 1:500



Вариант 19 масштаб 1:500



Вариант 20
масштаб 1:800



Учебное издание

Мисюченко Виктория Мечеславовна,
Парфимович Юлия Эдуардовна

**ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА»**

Учебно-методическое пособие

Редактор *А. В. Красуцкая*
Корректор *А. В. Красуцкая*
Компьютерная верстка *А. В. Красуцкая*

Подписано в печать 19.07.2019. Формат 60×90 1/8.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 8,38. Уч.-изд. л. 3,45.

Тираж 100 экз. Заказ № 504.

Республиканское унитарное предприятие «Информационно-
вычислительный центр Министерства финансов Республики Беларусь».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/161 от 27.01.2014, № 2/41 от 29.01.2014.
ул. Кальварийская, 17, 220004, г. Минск.