

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности»

Л. В. Мисун, И. Н. Мисун, А. Н. Гурина

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ОБЪЕКТАХ АПК

Пособие

Минск
БГАТУ
2012

УДК 631.158:658.34(07)
ББК 65.247я7
М65

Рецензенты:

кафедра «Экологический менеджмент» МГЭУ им. А.Д. Сахарова;
заведующий кафедрой «Промышленная экология» БГТУ,
кандидат технических наук, доцент *В. Н. Марцель*

Мисун, Л. В.

М65 Экологическая безопасность на объектах АПК : пособие /
Л. В. Мисун, И. Н. Мисун, А. Н. Гурина. – Минск : БГАТУ,
2012. – 216 с.
ISBN 978-985-519-496-6.

Пособие содержит материал по организации экологической безопасности на объектах АПК: животноводческих комплексах и птицефабриках, энергетических и перерабатывающих предприятиях, при проведении технического сервиса сельскохозяйственных машин и оборудования, эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники и автотранспортных средств.

Издание предназначено для студентов специальности «Управление охраной труда в сельском хозяйстве», слушателей факультетов повышения квалификации и переподготовки кадров АПК, специалистов, занимающихся экологической проблематикой.

УДК 631.158:658.34(07)
ББК 65.247я7

ISBN 978-985-519-496-6

© БГАТУ, 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	7
1. ИСТОЧНИКИ И ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	8
1.1. Источники загрязнения окружающей среды.....	8
1.2. Классификация видов загрязнения	9
1.3. Техносфера как зона действия опасностей повышенных уровней	14
2. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АПК.....	17
2.1. Анализ экологического ведения сельскохозяйственного производства	17
2.2. Воздействие на окружающую среду от эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники и автотранспортных средств	22
2.3. Экологические аспекты от воздействия энергетических загрязнений.....	36
2.4. Радиационно-экологические последствия для агропроизводства после аварии на ЧАЭС.....	48
2.5. Экологические последствия загрязнения природных вод объектами агропромышленного комплекса.....	51
3. НОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ОБЪЕКТАМИ АПК ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ.....	60
3.1. Нормирование качества окружающей среды.....	60

3.1.1. Оценка качества окружающей среды.....	60
3.1.2. Нормирование атмосферных загрязнений.....	61
3.1.3. Нормирование загрязняющих веществ в водной среде	64
3.1.4. Нормирование загрязняющих веществ в почве	72
3.1.5. Нормирование радиоактивного загрязнения	75
3.2. Нормирование воздействия объектов АПК на окружающую среду.....	78
3.3. Выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду от стационарных объектов АПК и мобильной сельскохозяйственной техники.....	83
3.3.1. Расчет выбросов загрязняющих веществ от производственных участков предприятий технического сервиса сельскохозяйственных машин и оборудования	83
3.3.2. Расчет выбросов от перерабатывающих предприятий.....	116
3.3.3. Расчет выбросов при процессах воспроизводства, выращивания, откорма и санитарной обработке мест содержания сельскохозяйственных животных и домашней птицы	123
3.3.4. Категории опасности предприятий в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ	130
3.3.5. Расчет и контроль выбросов вредных компонентов отработавших газов автотранспортных средств и мобильной сельскохозяйственной техники	134
4. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ АПК	149
4.1. Мероприятия по повышению экологической безопасности при техническом сервисе сельскохозяйственных машин и оборудования.....	149

4.1.1. Средства борьбы с парами серной кислоты на рабочем месте технического обслуживания аккумуляторных батарей	149
4.1.2. Защита от электромагнитных и электростатических полей на рабочих местах кузнечно-термического участка	153
4.1.3. Меры защиты от инфракрасных и ультрафиолетовых излучений на сварочно-наплавочном участке	153
4.1.4. Мероприятия по борьбе с вредными выделениями на рабочем месте восстановления деталей.....	157
4.1.5. Средства борьбы с загазованностью на рабочих местах диагностирования мобильной сельскохозяйственной техники	159
4.1.6. Меры по улучшению состояния воздушной среды на участках предприятий технического сервиса в АПК	161
4.2. Обеспечение экологической безопасности при эксплуатации машинно-тракторного парка и автотранспортных средств	163
4.2.1. Направления обеспечения экологической безопасности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники	163
4.2.2. Улучшение условий и повышения безопасности труда оператора мобильной сельскохозяйственной техники	166
4.2.3. Очистка сточных вод и защита окружающей среды от вентиляционных выбросов автотранспортных предприятий	176
4.3. Экологические подходы безопасного функционирования животноводческих комплексов и птицефабрик.....	181
4.4. Защита окружающей среды от энергетических загрязнений.....	189

5. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	195
5.1. Законодательная и нормативно-правовая база природоохранной деятельности объекта АПК.....	195
5.2. Формирование агропредприятием экологической политики	198
5.3. Эколого-экономическая оценка функционирования объекта АПК.....	202
5.3.1. Определение убытков за сверхнормированное загрязнение воздуха стационарными и передвижными источниками.....	202
5.3.2. Расчет убытков от загрязнения водных объектов	205
5.3.3. Расчет затрат от размещения отходов производства и потребления.....	209
ЛИТЕРАТУРА.....	212

ВВЕДЕНИЕ

Совершенствование агропромышленного производства непосредственно связано с использованием природных ресурсов, развитием трудовых процессов, обуславливающих накопление материальных благ в обществе. Любая отрасль агропроизводства имеет экологическое измерение, отражает взаимодействие технических средств и природных комплексов, обуславливает проявление процессов, выражающихся в загрязнении поверхностных и грунтовых вод, эрозии почв, деградации естественных ландшафтов и др. Механизация внесения реакционно-активных удобрений без соответствующих предупредительных и охранных мероприятий способствует снижению запасов гумуса в почве и ее общего плодородия. Важнейшей задачей на современном этапе развития агропроизводства является разработка экологически состоятельных технологий, снижение выбросов вредных веществ от передвижных источников и стационарных объектов АПК, в том числе от животноводческих, перерабатывающих, энергетических и предприятий технического сервиса.

В этих условиях возрастает роль экологии, призванной на основе оценки степени вреда, наносимого природе, создавать такие методы и формы управления производством, которые обеспечивали бы его функционирование, не нарушая механизмов саморегуляции объектов биосферы и естественного природного баланса, разрабатывать и совершенствовать технические средства защиты окружающей среды, развивать экологически безопасные и малоотходные технологии.

1. ИСТОЧНИКИ И ВИДЫ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1.1. ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Все источники загрязнения окружающей среды (ОС) подразделяются на точечные, линейные и площадные. В свою очередь, точечные источники могут быть подвижными и стационарными (неподвижными).

К точечным стационарным источникам загрязнения относятся дымовые трубы теплоэлектростанций, отопительных котельных, технологических установок, печей и сушилок, вытяжные шахты, дефлекторы, вентиляционные трубы предприятий и т. п.

Подвижными источниками загрязнения являются выхлопные трубы тепловозов, теплоходов, самолетов и других движущихся устройств.

Линейные источники загрязнения окружающей среды представляют собой дороги и улицы, по которым систематически движется транспорт, а к площадным относятся вентиляционные установки, окна, двери, неплотности оборудования, зданий и т. д., через которые примеси могут поступать в атмосферу.

Источники загрязнения воздуха подразделяются на источники выбросов и источники выделения вредных веществ. Источники выбросов — трубы, вентиляционные шахты и т. д. К источникам выделения вредных веществ относят технологические установки, аппараты, агрегаты, очистные сооружения, градирни и др.

Выбросы от агропредприятий могут быть организованными и неорганизованными. Организованными называются такие выбросы, которые осуществляются с помощью специально сооруженных газоходов, воздухопроводов и труб. Неорганизованные — это выбросы, поступающие в атмосферный воздух в виде ненаправленных потоков газа в результате нарушения герметичности оборудования, отсутствия или неудовлетворительной работы оборудования по отсосу газа в местах загрузки, выгрузки или хранения продукта.

По режиму работы источников выбросы подразделяются на постоянные, периодические и залповые.

Производственные выбросы в зависимости от агрегатного состояния содержащихся в них примесей подразделяются на классы:

- газообразные и парообразные (SO_2 , CO , N_xO_y , H_2S , CS_2 , NH_3 , углеводороды, фенолы и т. д.);
- жидкие (кислоты; щелочи; растворы солей, жидких металлов и их солей; органические соединения);
- твердые (органические и неорганические пыли, сажа, смолистые вещества, свинец и его соединения и т. д.);
- смешанные (различные комбинации классов).

1.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Загрязнением окружающей среды (ОС) называется поступление или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, биологических или информационных агентов, приводящее к отрицательным последствиям.

Все загрязнения в зависимости от масштаба можно разделить на:

- глобальные;
- региональные;
- локальные.

Различают также загрязнения:

- оболочек биосферы (атмосферы, гидросферы);
- мирового океана;
- подземных вод;
- почвы.

По видам загрязнения делятся (рис. 1.1):

- на ингредиентные, вызванные воздействием совокупности химических веществ, количественно и качественно чуждых естественным биогеоценозам;
- параметрические, связанные с изменением качественных параметров ОС (шум, вибрация, теплота, электромагнитное излучение);
- биоценотические, которые заключаются в воздействии на состав и структуру популяций живых организмов;
- ландшафтные, представляющие собой разрушение местообитания организмов и нарушение регенерационных свойств природных ландшафтов.

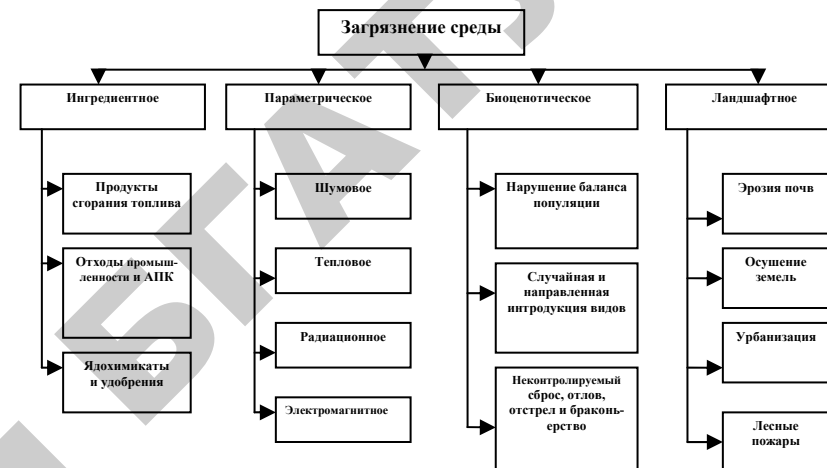


Рис. 1.1. Виды загрязнений окружающей среды

В зависимости от свойств влияния на окружающую среду загрязнения делятся на следующие группы: физические, химические, физико-химические и биологические. Физическими называют загрязнения, возникающие с изменением физических параметров среды: тепловых, световых, акустических, электромагнитных, радиационных и др.

Химическое загрязнение — проявляется в изменении химических свойств среды, когда содержание какого-то химического элемента или вещества превышает средние многолетние колебания.

Биологическое загрязнение окружающей среды подразделяется на биотическое (биогенное) и микробиологическое (микробное).

К биотическому загрязнению относят распространение в окружающей среде биогенных веществ:

- выделения сельскохозяйственных животных с ферм и индивидуальных хозяйств;
- выбросы предприятий, производящих определенные виды продовольствия (мясокомбинатов, молокозаводов, пивзаводов);
- предприятий, производящих антибиотики;
- загрязнение трупами животных.

По своей природе энергетические загрязнения условно можно разделить на три группы (рис. 1.2): механические, электростатические и электромагнитные.

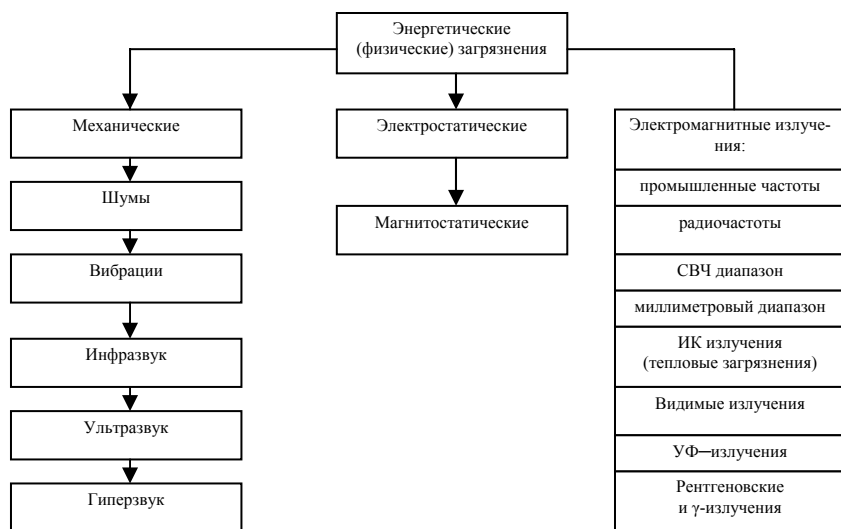


Рис. 1.2. Классификация энергетических загрязнений

Различают также радиационное и радиоактивное загрязнения окружающей среды.

Радиационное загрязнение возникает в результате действия ионизирующего излучения, а радиоактивное имеет место в случае превышения естественного уровня содержания радиоактивных веществ в окружающей среде.

С ионизирующими излучениями население встречается ежедневно. Это прежде всего радиоактивный фон Земли, который складывается из следующих компонентов:

- космического излучения (вклад в среднюю годовую дозу 15,1 %);
- излучения от естественных радиоактивных элементов, содержащихся в почве, строительных материалах, в воздухе и воде (68,8 %);
- излучения от природных радиоактивных веществ, которые с пищей и водой попадают внутрь организма, фиксируются тканями и сохраняются в теле человека в течение всей его жизни (15,1 %);
- других источников (1 %).

Средняя суммарная годовая доза облучения населения от природных источников составляет примерно 2 Зиверта (Зв), что, в основном, связано с поступлением радона и трития из грунтов, строительных материалов, воды, природного газа, воздуха. Кроме того, человек встречается с источниками искусственного излучения, включая радионуклиды, созданные руками человека и широко применяемые в хозяйственной деятельности. При дозах облучения порядка 0,1 мЗв не наблюдается каких-либо патологических изменений в органах и тканях организма человека. Доза 0,1 Зв определяет допустимое аварийное облучение населения, 0,05 Зв — допустимое облучение медицинского персонала и работников АЭС в нормальных условиях эксплуатации за год, 0,25 Зв — разовое допустимое облучение персонала, работающего с радиоактивными агентами. Доза облучения 1 Зв определяет нижний уровень развития лучевой болезни, 4,5 Зв — неизбежно вызывает тяжелую (летальную) степень лучевой болезни. В настоящее время считается, что общей пожизненной дозой облучения населения на территории Республики Беларусь является 0,35 Зв. Сюда входят дозы облучения, полученные человеком в течение всей жизни. Например:

- ежедневный в течение года просмотр всех телепередач обеспечивает дозу 0,01 мЗв;
- перелет самолетом на расстояние 2400 км — 0,02–0,05 мЗв;
- одна процедура флюорографии — 3,7 мкЗв;
- рентгеноскопия зуба — 0,03 мЗв;
- рентгеноскопия желудка (местная) — 0,336 мЗв.

Вибрационное загрязнение — один из видов физического загрязнения, связанного с воздействием механических колебаний твердых тел на объекты окружающей среды. Это воздействие может быть местным (колебания от инструментов, оборудования и др., передаваемые к отдельным частям тела) и общим (колебания передаются всему организму). Наиболее опасная частота общей вибрации лежит в диапазоне 6...8 Гц, поскольку она совпадает с собственной частотой колебаний внутренних органов человека. В результате сложения этих колебаний могут возникать явления резонанса с нарушением работы органов или даже их разрушением.

Электромагнитное загрязнение также относится к физическим формам загрязнения окружающей среды и происходит в результате изменения ее электромагнитных свойств, приводящих к глобальным и местным геофизическим аномалиям и изменениям в тонких биологических структурах живых организмов.

Тепловое загрязнение является формой физического загрязнения окружающей среды и характеризуется периодическим или длительным повышением температуры среды выше естественного уровня. Тепловое загрязнение осуществляется в основном за счет сжигания топлива. Ежегодно в мире сжигается более 5 млрд т угля, 3 млрд т нефти, огромное количество природного газа. Это сопровождается ежегодным выбросом в атмосферу более 20 млрд т диоксида углерода, свыше 1 млрд т твердых, газо- и парообразных соединений и выделением $2 \cdot 10^{20}$ Дж теплоты.

Вследствие несбалансированности процессов выделения углекислого газа из естественных и антропогенных источников и ассимиляции его фотосинтезирующими организмами концентрация CO_2 в атмосфере в начале XXI в. возросла на 15...20 % по сравнению с 70-ми гг. XX в. Одним из основных свойств углекислого газа является способность пропускать солнечную радиацию и задерживать тепловое излучение земной поверхности. Увеличение его концентрации в атмосфере сверх определенного количества приводит к задержке тепловой энергии и возникновению «парникового эффекта», что проявляется в изменении климата в сторону потепления.

За последние 100 лет средняя температура поверхности Земли увеличилась на 0,5...0,6 °С, при этом зимняя температура увеличилась более значительно, чем летняя. Предполагают, что к середине XXI в. содержание углекислого газа в атмосфере удвоится, что неизбежно приведет к глобальному потеплению, которое оценивается величиной от 1,5 до 4 °С. При этом через юг Европы от Испании до Украины протянется полоса засушливого климата, а севернее 50-й широты в Северной Америке и Евразии будет возрастать количество осадков. Темпы опустынивания, ныне составляющие порядка 6 млн га в год, возрастут как в Азии, так и в Африке.

Световое загрязнение — это форма физического загрязнения, связанная с периодическим или продолжительным превышением уровня освещенности местности за счет использования источников искусственного света. Основным источником световой энергии на

Земле является Солнце, суммарная радиация которого в средних широтах составляет 4,6 кДж/см² в сутки. Приходящая на земную поверхность солнечная радиация создает для ее обитателей определенный световой режим, составляющими которого являются прямой и рассеянный свет. Их соотношение закономерно изменяется в зависимости от географической широты местности. В полярных районах преобладает рассеянная радиация, составляющая около 70 % лучистого потока, а в экваториальных областях она не превышает 30 %. Это обусловлено большей проходимостью лучей прямой радиации через более тонкий слой атмосферы.

Интенсивность света управляет всей биосферой, влияя на первичное продуцирование органического вещества организмами-продуцентами. Качественные показатели света в экологическом отношении весьма существенны. В зависимости от высоты Солнца над горизонтом прямая радиация содержит от 28 до 43 % фотосинтетически активной радиации (ФАР). Значительно больше ее в рассеянном свете, где ФАР достигает 50–60 % при облачном небе и 90 % — при безоблачном. Главным образом это происходит за счет увеличения доли сине-фиолетовых лучей, рассеиваемых атмосферой.

В целом примерно половина солнечной энергии, поступающей на поверхность Земли, приходится на ФАР в диапазоне волн 0,38...0,72 мкм. Другая ее половина не поглощается и не ассимилируется в процессе фотосинтеза.

1.3. ТЕХНОСФЕРА КАК ЗОНА ДЕЙСТВИЯ ОПАСНОСТЕЙ ПОВЫШЕННЫХ УРОВНЕЙ

Многие результаты производственной деятельности имеют отрицательное воздействие на природную среду — загрязнение воздушного и водного бассейнов, почвы. Подход к решению данной проблемы состоит в том, чтобы определить пределы устойчивости биосферы, равновесия природных систем, выявить основные аспекты влияния хозяйственной деятельности человека на естественные процессы в биосфере и предотвратить их негативное влияние.

В результате длительной эволюции пределы биосферы ограничены границами абиотических факторов существования живых организмов:

- диапазон температур — от -250 до $+160$ °С;
- диапазон давлений — от 10^{-3} до $3 \cdot 10^3$ атмосфер;
- нижняя граница в воде — примерно на глубине 10 км;
- нижняя граница в литосфере — на глубине до 2 км;
- верхняя граница в атмосфере — до озонового слоя.

Для обеспечения одного человека необходимыми предметами жизнедеятельности используется ежегодно 20 тонн природных ресурсов Земли, из них 98 % превращаются в отходы, которые рассеиваются в биосфере, загрязняя ее и нарушая эволюционно сложившиеся биогеохимические циклы.

В настоящее время общая мощность источников антропогенного загрязнения во многих случаях превосходит мощность естественных. Так, природные источники окиси азота выбрасывают 30 млн т азота в год, а антропогенные — 35...50 млн т; двуокиси серы, соответственно, около 30 млн т и более 150 млн т. в результате деятельности человека. Свинца попадает в биосферу почти в 10 раз больше, чем в процессе природных загрязнений.

В экологическом аспекте особо важно определить пути распространения выбросов и отходов агропроизводства в экологической системе, выявить их долю в общем круговороте веществ, оценить качественные и количественные изменения, происходящие в природных объектах, провести экспертную оценку воздействия различных технологий на окружающую среду и выбрать из них наиболее оптимальные.

Границы техногенной системы определяются зоной влияния агропредприятий на окружающую среду (рис. 1.3).

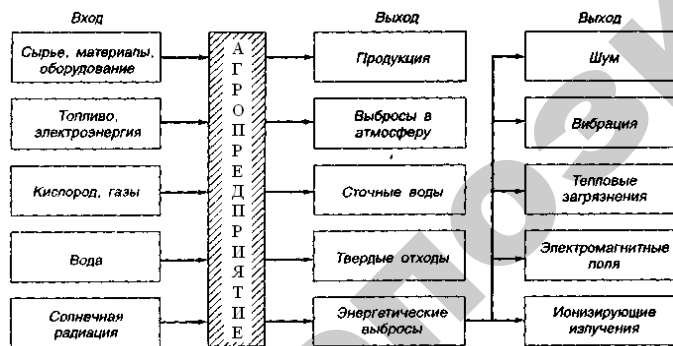


Рис. 1.3. Воздействие агропредприятия на окружающую среду

При этом особенно опасны выбросы агропредприятий, содержащие:

- двуокись серы и продукты ее превращений;
- окислы азота и продукты их превращений, что ведет к выпадению кислотных дождей;
- летучую золу с частицами недогоревшего топлива.

Ежегодно в мире в результате деятельности человека в атмосферу поступает 25,5 млрд т оксидов углерода, 190 млн т оксидов серы, 65 млн т оксидов азота, 1,4 млн т хлорфторуглеродов (фреонов), органические соединения свинца, углеводороды (в том числе канцерогенные, вызывающие онкологические заболевания).

В состав более семи тысяч химических соединений, загрязняющих окружающую среду в результате деятельности человека, входят общетоксические, аллергенные, эмбрионадотропные, мутагенные и канцерогенные вещества. Среди них выделяют как наиболее опасные семь групп веществ: двуокись азота в воздухе; бензол в воздухе; пестициды в воде; нитраты в воде; диоксины в пищевых продуктах и в почве; полихлорированные дифенилы в пищевых продуктах; соляная кислота в почве, а также металлы (ртуть, свинец, цинк, медь, кадмий, хром, олово, марганец и др.), радиоактивные элементы, ядохимикаты, поступающие с сельскохозяйственных полей, стоки животноводческих комплексов и ферм.

2. ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В АПК

2.1. АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВЕДЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Вплоть до шестидесятых годов XX столетия считалось, что основное влияние на природное равновесие окружающей среды оказывают промышленность и транспорт, а возможное негативное влияние сельского хозяйства недооценивалось. Несмотря на то, что зачастую строились животноводческие фермы и комплексы, при отсутствии системы очистки образующихся отходов и их утилизации, применялись минеральные удобрения и пестициды. Все это определило сельское хозяйство как серьезный источник загрязнения окружающей среды в сфере общественного производства. Следует отметить, что сельскохозяйственное производство воздействует на естественные ресурсы разнообразно и влияет на окружающую среду как в положительном, так и в отрицательном планах. Достижения научно-технической революции способствовали интенсификации и индустриализации сельскохозяйственного производства, внедрению новых технологий возделывания культур, созданию высокоурожайных сортов и гибридов растений, продуктивных пород животных и птицы. В Республике Беларусь величина экологически безопасного сельскохозяйственного производства составляет около 50 % от суммарных его объектов. Основными критериями производимой сельскохозяйственной продукции считаются полное удовлетворение потребностей различных категорий потребителей и ее экологическая безопасность. Сельскохозяйственное производство должно вписываться в окружающую природную среду, не вызывая нарушения природного баланса и экологического равновесия. В то же время неравномерность внесения удобрений вызывает неравно-

мерность почвенного плодородия и полегание посевов, что ухудшает качество урожая и затрудняет уборку. Основными причинами неравномерного внесения минеральных удобрений являются: несоблюдение правил производства работ; технические возможности машин, неточное вождение машинно-тракторных агрегатов. Первая причина обусловлена недостаточным контролем со стороны специалистов за регулировкой и настройкой технических средств, качеством выполнения технологического процесса. Центробежные разбрасыватели имеют ряд достоинств, однако получить с их помощью качественное распределение минеральных удобрений трудно. Это зависит от различных факторов: качества удобрений (плотности, формы гранул, сыпучести, влажности и др.); скорости и направления ветра; точности установки дозы; частоты вращения дисков, угла наклона дисков; количества и формы лопаток; высоты дисков над поверхностью поля и растений; места подачи удобрений на диск (положение туконаправителя); соблюдения стыковых проходов и др.

Актуальной экологической проблемой в Республике Беларусь является обращение с непригодными и запрещенными к использованию пестицидами [8]. Применение различных групп пестицидов дает быстрый и эффективный результат, однако превышение доз и предельно допустимых концентраций ведет к накоплению их в почве, миграции по пищевым цепям, попаданию в организм человека. В наибольших масштабах пестициды используются в сельском хозяйстве для борьбы с заболеваниями растений, с сорняками и насекомыми-вредителями.

Хранение пестицидов требует больших затрат на оборудование специализированных площадок (полигонов, хранилищ) и систематического контроля за состоянием качества окружающей среды.

В соответствии с требованиями Стокгольмской конвенции в Республике Беларусь предусматриваются меры по обработке, сбору, транспортировке и экологически безопасному хранению запасов непригодных пестицидов, относящихся к стойким органическим загрязнителям (СОЗ).

В настоящее время широко разрабатываются рациональные формы организации агроландшафтов, которые становятся основой сохранения и возобновления природных ресурсов, экологизации

сельскохозяйственного производства, улучшения окружающей среды и условий труда и жизни человека.

Общая площадь осушенных в Республике Беларусь земель составляет более 16 % всей территории, или 75 % мелиоративного фонда переувлажненных земель, требующих первоочередного регулирования водного режима (таблица 2.1). Районы Полесья Республики Беларусь имеют самый высокий процент осушенных земель.

Таблица 2.1

Наличие и распределение по видам осушенных земель в Республике Беларусь [6]

Виды осушенных земель	Всего в республике тыс. га	В том числе по области					
		Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская	Минская	Могилевская
Общая площадь	3414,3	744,4	622,5	675,7	323,9	717,2	330,6
В т. ч. сельскохозяйственных	2927,9	688,7	525,3	530,5	293,5	594,7	295,2
Из них: пахотных	1324,8	314,4	374,7	214,2	67,1	255,1	99,3
Сенокосных и пастбищных	1601,3	373,3	150,5	316,2	226,2	339,2	195,9
Лесных и прочих лесопокрытых	266,8	27,2	69,7	63,6	12,7	78,4	15,2
Под дорогами, улицами, постройками и дворами	36,5	12,2	5,4	6,6	2,5	7,7	2,1
Нарушенных	6,5	0,3	2,2	1,2	0,3	2,2	0,3
Других	176,6	16,0	19,9	73,8	14,9	34,2	17,8

В мире многие страны на определенном этапе своего развития активно использовали осушительную мелиорацию для решения продовольственной проблемы. Например, осушительная мелиорация в довоенное и послевоенное время в ряде западноевропейских государств была вынужденной, крайне необходимой мерой. Быстрые

прироста населения при относительно низкой продуктивности традиционных земель заставляли использовать мелиорацию новых земель для получения дополнительных объемов сельскохозяйственной продукции. Но в последующем, с развитием общей культуры земледелия, и особенно ростом интенсификации агропроизводства, освоение новых земель почти прекратилось и даже наблюдается вывод прежних мелиорированных земель, особенно торфяно-болотных, из хозяйственного оборота и придание им прежнего естественного облика (заболачивание, залесение, залужение). Перспективное использование торфяных почв Беларуси определяется необходимостью сохранения и поддержания благоприятной окружающей среды и экономного расходования органического вещества для устойчивого развития агропромышленного производства.

Для решения экологических проблем в АПК требуется разработка альтернативных технологий, которые позволяли бы производить экологически чистое сырье и продукты питания, не снижая продуктивности сельскохозяйственных культур для животноводческой отрасли.

Производственные процессы в животноводческой отрасли вызвали существенное ухудшение экологической ситуации. Животноводческие предприятия являются потенциальными источниками загрязнения почвы и водоемов. По данным Всемирной организации здравоохранения, навоз может быть фактором передачи более 100 видов возбудителей болезней животных, в том числе опасных и для человека. Особенно опасен жидкий навоз, получаемый при бесподстильном типе содержания животных. Патогенная микрофлора в жидком навозе благодаря высокой влажности и большому содержанию в нем аммиака и хлоридов, препятствующих размножению термофильных микроорганизмов, остается жизнеспособной очень длительное время. Возникли и проблемные ситуации с переработкой, обезвреживанием и использованием больших количеств навоза, в значительной степени жидкого, получаемого при бесподстильном содержании, утилизации трупов животных.

В системе Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь для переработки сельхозпродуктов имеются мясо- и молокозаводы, льнокомбинаты, а также внутрихозяйственные крахмальные, консервные цеха и другие агропредприятия, производственная деятельность которых загрязняет атмосферу выбросами технологи-

ческого оборудования (10–30 %) и системами вытяжной вентиляции (70–90 %). В выбросах мясокомбинатов содержатся сероводород, аммиак, фенолы, кетоны, диоксид серы, оксид углерода, сажа, древесная и костная пыль. Основное вредное воздействие на загрязнение атмосферы оказывают запахи, которые распространяются на расстояние до 20 км. На предприятиях льнообработки образуются загрязненные воздушные выбросы при транспортировке, сортировке и механической обработке волокна. Льняная пыль, в основном органического происхождения, содержит обрывки волокон, шелухи, костры. Основную массу ее составляют частицы размером до 4 мкм. Из минеральных элементов присутствуют Si, Al, Ca, Mg, Ni, Na, Fe, Sr, относящиеся к нетоксичным веществам. Нетоксичная пыль минерального и органического происхождения малоопасна, ее ПДК составляет 2–6 мг/м³ в рабочей зоне и 0,5 мг/м³ в атмосферном воздухе.

Экологическую опасность агропредприятия мясомолочной специализации представляют для водных источников. Характеризуя состав сточных вод, применяют прямые или косвенные показатели – температуру, цветность, запах, прозрачность, мутность, плотность, общую кислотность и щелочность, содержание взвешенных жировых веществ, органических примесей и микроорганизмов.

Содержание неприятно пахнущих веществ наиболее велико в технологических выбросах. Доля вредных веществ, поступающих в атмосферу с неконденсировавшейся частью паров, составляет более 50 % от общего количества выбрасываемых одорантов. С выбросами систем местной вентиляции в атмосферу поступает около 10 % массового выброса одорантов, столько же выбрасывается через оконные, дверные и технологические проемы производственных зданий. Остальная часть неприятно пахнущих веществ поступает в атмосферу с выбросами общеобменной вентиляции.

Для повышения эффективности использования технических факторов интенсификации сельскохозяйственного производства целесообразен переход к адаптированным технологиям, что является основой повышения его экологической эффективности, способствует целенаправленному наращиванию производства экологически чистой продукции растениеводства и животноводства, основанному на современных технологиях, рациональном использовании природных ресурсов и охране окружающей среды.

2.2. ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ И АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

При эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники различают следующие показатели экологической безопасности [18]:

- удельные выбросы CO, CH и NO_x в отработавших газах (ОГ) дизельных ДВС;
- дымность ОГ дизеля (в установившемся режиме и режиме свободного ускорения), с учетом условий эксплуатации;
- содержание CO и CH в отработавших газах карбюраторных ДВС;
- содержание CO и CH в ОГ газобаллонных ДВС;
- утечки газа из систем питания газобаллонных ДВС машин;
- содержание CO в воздухе рабочей зоны оператора трактора или сельскохозяйственной машины (герметичность кабины);
- утечки моторного, трансмиссионного и гидравлического масла, дизтоплива, охлаждающей жидкости;
- выбросы (утечки) отработавших газов помимо выхлопной трубы трактора или сельскохозяйственной машины;
- шум внешний и внутренний (в кабине водителя), создаваемый трактором (сельскохозяйственной машиной);
- вибрации на рулевом колесе и на сиденье оператора трактора (машины);
- удельное давление на почву движителей машины.

По воздействию на организм человека компоненты выбросов ДВС в атмосферу подразделяют:

- на токсичные (CO, NO_x, SO₂, C_xH_y, свинцовые соединения);
- канцерогенные (C₂₀H₁₂);
- раздражающего действия (акролеин, формальдегид, SO₂, C_xH_y);
- надоедающие (C_xH_y, сажа, пары масел).

Для выявления причин образования вредных веществ в ОГ необходимо знать классификацию ДВС, их принципиальное устройство и происходящие в них процессы.

Поршневые ДВС классифицируют по следующим основным признакам:

- способу воспламенения горючей смеси (смеси топлива с воздухом в определенных количествах) — на двигатели с воспламенением от сжатия (дизели) и двигатели с принудительным воспламенением от электрической искры;

- способу смесеобразования — на двигатели с внешним (карбюраторные и газовые) и внутренним смесеобразованием (дизели);
- способу осуществления рабочего процесса — на четырехтактные и двухтактные;
- виду применяемого топлива — на двигатели жидкого топлива, работающие на бензине и дизельном топливе, и двигатели газообразного топлива, работающие на сжатом и сжиженном газе;
- числу цилиндров — на одноцилиндровые и многоцилиндровые.

В процессе окисления (сгорания) топлива в ДВС образуются не-токсичные компоненты (водяной пар и диоксид углерода) и описанные ранее токсичные вещества, являющиеся продуктами неполного сгорания (оксид углерода) или побочных реакций, протекающих при высоких температурах (оксиды азота), а некоторые содержатся в топливе и при работе двигателя выбрасываются с ОГ (тетраэтилсвинец). Образование токсичных веществ зависит от способа смесеобразования и условий сгорания топливовоздушной смеси, поэтому различается содержание токсичных веществ в выбросах бензиновых двигателей и дизелей (таблица 2.2).

Таблица 2.2

Токсичные компоненты, выделяющиеся при сжигании 1 кг топлива в двигателях внутреннего сгорания [2]

Основные компоненты	Карбюраторный двигатель		Дизель	
	Масса, г	Относительное содержание, %	Масса, г	Относительное содержание, %
Оксид углерода	225	73,8	25	25,5
Оксид азота	55	18,1	38	38,8
Углеводороды	20	6,6	8	8,2
Оксид серы	2	0,7	21	21,4
Альдегиды	1	0,3	1	1,0
Сажа	1,5	0,5	5	5,1
Итого	304,5	100	98	100

Прежде всего на работу ДВС влияет состав горючей смеси, для оценки которого используют коэффициент избытка воздуха:

$$\alpha = L_d/L_T, \quad (2.1)$$

где L_d — масса воздуха, действительно участвующего в процессе сгорания топлива;

L_T — масса воздуха, теоретически необходимого для сгорания топлива.

Различают следующие составы горючей смеси.

Нормальная смесь — $L_d = L_T$ ($\alpha = 1$). Например, для сгорания 1 кг бензина необходимо около 15 кг воздуха. Двигатель, работающий на нормальной смеси, развивает мощность, близкую к максимальной, а удельный расход топлива незначительно больше минимального.

Обедненная смесь — $L_d > L_T$ ($\alpha = 1,05 \dots 1,15$). В этом случае на 1 кг бензина приходится более 15 кг, но не свыше 16,5 кг воздуха. При работе на такой смеси мощность ДВС несколько снижается, поскольку скорость сгорания смеси замедляется, но экономичность двигателя возрастает.

Бедная смесь — $L_d > L_T$ ($\alpha = 1,2$). На 1 кг бензина приходится свыше 16,5 кг воздуха. Работа ДВС на этой смеси сопровождается резким падением мощности и возрастанием удельного расхода топлива. Смесь с $\alpha > 1,3$ в цилиндре не воспламеняется.

Обогащенная смесь — $L_d < L_T$ ($\alpha = 0,8 \dots 0,9$). На 1 кг бензина тратится менее 15 кг, но не ниже 13 кг воздуха. В этом случае ДВС развивает максимальную мощность, поскольку скорость сгорания увеличивается, но экономичность двигателя ухудшается.

Богатая смесь — $L_d < L_T$ ($\alpha = 0,6 \dots 0,8$). На 1 кг бензина приходится менее 13 кг воздуха. Работа на такой смеси вызывает падение мощности ДВС и значительное ухудшение экономичности. Смесь с $\alpha < 0,5$ в цилиндре не воспламеняется.

В зависимости от режима работы бензинового ДВС коэффициент α может изменяться в пределах 0,6...1,15. При этом внешним признаком работы ДВС на бедной смеси служат вспышки (выстрелы) в карбюраторе, а на богатой смеси то же явление, но в выпускной трубе.

Дизель работает с коэффициентом $\alpha = 1,20 \dots 1,65$, что объясняется менее благоприятными условиями смесеобразования из-за отсутствия специального устройства для смешивания топлива с воздухом вне цилиндра. При этом в дизелях время, отводимое на смесеобразование, в 20–30 раз меньше, чем у карбюраторных ДВС.

Работа бензиновых ДВС происходит на обогащенных смесях, поэтому причиной образования в отработавших газах (ОГ) оксида углерода является недостаток кислорода. Также из-за недостатка кислорода в ОГ поступают частицы газообразного топлива (C_xH_y). Однако если в смеси будет избыток кислорода (обедненная), то происходит образование оксидов. Максимальное их количество образуется при высоких частотах вращения коленчатого вала бензиновых ДВС. При малых частотах вращения и холостом ходе количество оксидов азота резко сокращается, но возрастает выброс CO и C_xH_y .

В ОГ дизелей концентрации CO и C_xH_y , наиболее высоки при полной нагрузке. При переходе на режим холостого хода или при уменьшении нагрузки они несколько уменьшаются за счет снижения температуры сгорания топлива.

Согласно нормативам внешний шум автомобиля, служащий одним из показателей его экологичности, не должен превышать установленной величины на расстоянии 7,5 м от его оси перпендикулярно направлению движения. В качестве примера далее приведены допустимые уровни внешнего шума для тяжелых самоходных машин [2].

Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц	63	125	250	500	1000	2 000	4 000	8 000
Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА...	99	92	86	83	80	78	76	74

Шумовое воздействие автотранспортных средств в составе транспортных потоков отличается от влияния на окружающую среду одиночного автомобиля, поскольку здесь имеет место сложение шумов. Однако уровни шума, выраженные в децибелах, складывать арифметически нельзя, в данном случае общий уровень шума определяется по закону энергетического суммирования. Например, суммарный уровень шума L_{Σ} , дБ (дБА), нескольких одинаковых источников вычисляют по формуле [2]:

$$L_{\Sigma} = L_1 + 10 \lg n, \quad (2.2)$$

где L_1 — уровень шума одного источника, дБ (дБА);
 n — число источников.

При одновременном воздействии двух источников с разным уровнем шума его суммарный уровень, дБ (дБА):

$$L_{\Sigma} = L_a + \Delta L, \quad (2.3)$$

где L_a — наибольший из двух суммируемых уровней шума;

ΔL — добавляемая величина, зависящая от разности уровней шума источников, значения ΔL приведены ниже:

Разность уровней двух источников $L_a - L_b$ ($L_a > L_b$).....	0	1	2,5	4	6	10
Добавляемая величина ΔL	3	2,5	2	1,5	1	0,5

Как следует из приведенных зависимостей, если уровень шума одного источника выше уровня другого на 8...10 дБ (дБА), то суммарный уровень шума будет незначительно превышать уровень шума более интенсивного источника.

Источниками звуков и шумов являются колеблющиеся твердые, жидкие и газообразные тела. Колебания (вибрации) механизмов и машин возникают под действием периодических или случайных возмущающих сил. Периодические вибрации возникают, когда объект содержит вращающиеся или возвратно-поступательно движущиеся части. В ДВС такими частями являются кривошипно-шатунный механизм и механизм газораспределения, топливоподающая аппаратура и др. Вибрации ДВС возбуждают колебания всего автомобиля, который содержит и другие-возбудители периодических колебаний, в частности, элементы трансмиссии.

Существенный вклад в шумовое воздействие автомобиля вносят системы впуска и выпуска, система охладителей ДВС и работа вентиляторов, компрессоров, электрических генераторов. Система впуска излучает акустические колебания в диапазоне частот 50...800 Гц с уровнем до 108...110 дБА. В случае применения турбонаддува его аэродинамический шум, достигающий 135 дБА, может значительно превышать шум других агрегатов ДВС.

Характер вибраций и шума трансмиссии автомобиля определяется конструктивными особенностями, частотой вращения и нагрузкой валов и зубчатых зацеплений, наличием и параметрами изгибных и крутильных колебаний, величинами остаточных дисбалансов. Уровни шума трансмиссий оцениваются в 75...80 дБА и располагаются в диапазоне частот 400...5000 Гц.

У мощных автомобилей средний уровень звуковой энергии, излучаемой коробкой передач, может достигать 103...106 дБА, что обусловлено взаимодействием зубьев шестерен. Прежде всего, речь идет о зубьях с эвольвентным профилем, который при контакте шестерен теоретически должен обеспечить безударное и без скольжения обкатывание одного зуба по поверхности смежного. Для обеспечения крутящего момента и необходимой прочности зуба выбираются его модуль и ширина. При этом предполагается, что контакт происходит по всей ширине зуба и «пятно контакта» теоретически должно занимать всю ширину зуба при его соответствующей высоте. Только при выполнении этого условия может быть обеспечен расчетный коэффициент полезного действия передачи.

Шум значительно возрастает, если стенки корпуса передачи выполнены недостаточно жесткими, а при работе под нагрузкой он деформируется. В результате искажений в зацеплении зачастую возникает пульсирующее схождение и расхождение смежных зубьев за один оборот шестерен, что служит причиной «завывания» передачи в процессе ее работы под нагрузкой.

Еще одним источником внешнего шума автомобиля является качение шин, значимость которого проявляется при скоростях движения свыше 70 км/ч. Основное влияние на формирование шума оказывают:

- конструктивные параметры шин, их материал и рис. протектора;
- скорость движения машины;
- нагрузка на шину;
- состояние протектора (новый, изношенный, восстановленный);
- давление воздуха в шине;
- состояние и профиль дорожного полотна.

Шум, излучаемый шинами при свободном движении автомобиля по асфальтированному шоссе, составляет 62...80 дБА при скоростях от 50 до 110 км/ч, а основные составляющие спектра находятся в диапазоне частот 100...1 500 Гц.

Практически все топливо, сгоревшее в цилиндрах ДВС, превращается в теплоту. На номинальном режиме работы ДВС количество теплоты на единицу эффективной мощности в час составляет для карбюраторного двигателя 11,9...16,8 МДж/(кВт·ч), для дизелей — 8,7...11,9 МДж/(кВт·ч). Если учесть, что общая мощность работаю-

щих в настоящее время ДВС более чем в 5 раз превышает мощность всех электростанций страны, можно оценить, какое количество теплоты поступает в окружающую среду. Наряду с тепловыми выбросами других источников это способствует образованию над населенными пунктами «островов теплоты», где в ночное время температура воздуха может на 10 °С превышать температуру в ближайших пригородах.

Тепловые выбросы ДВС автомобилей влияют на теплонапряженность кабины водителя и ее микроклимат. Дело заключается в том, что при наличии ДВС с жидкостным охлаждением поток горячего воздуха от ее радиатора направлен, как правило, вдоль автомобиля в сторону кабины. В результате средняя температура стенки кабины со стороны моторного отсека может превышать температуру наружного воздуха на 25 °С, а у переднего стекла — на 13...16 °С. Указанное обстоятельство обуславливает дополнительную нагрузку на систему нормализации микроклимата в кабине, вследствие чего холодопроизводительность должна быть соответственно увеличена.

Поскольку в теплый период года для нормализации микроклимата в кабинах автомобилей широко применяются зарубежные хладоновые (фреоновые) кондиционеры, привод которых осуществляется от ДВС объекта его использования, то это вызывает дополнительные затраты мощности, следовательно, и дополнительный расход горючего, что связано с увеличением выбросов вредных веществ с ОГ.

Механическая мощность N_o , потребляемая на привод кондиционера, зависит от его холодопроизводительности Q_o . Оценка уровня совершенства кондиционера по отношению к потребляемой им мощности производится с помощью холодильного коэффициента:

$$\eta_o = Q_o / N_o. \quad (2.4)$$

Величина холодильного коэффициента η_o кондиционеров автомобилей составляет 0,9...1,4 при продувке конденсатора кондиционера наружным воздухом в случае его монтажа перед радиатором охлаждения ДВС. Более высокое значение η_o характерно для режима работы кондиционера и автомобиля в целом, если осуществляется достаточно интенсивный отвод теплоты от конденсатора, что имеет место, например, при движении автомобиля по загородной

автотрассе с относительно большой скоростью, когда набегающий поток воздуха хорошо продувает и конденсатор, и радиатор системы охлаждения ДВС. Отметим, что в этих условиях на свободной автомагистрали температура воздуха не подвержена аномалии из-за теплового воздействия ДВС.

Иная ситуация складывается при движении автомобиля в городских транспортных потоках. Здесь из-за возросшей температуры окружающего воздуха (тепловое воздействие множества автомобилей) и в связи с ухудшением режима обдува конденсатора кондиционера эффективность его работы падает, что и обуславливает снижение величины η_o до минимума. Следовательно, требуется дополнительный расход энергии на функционирование кондиционера даже без учета необходимости некоторого увеличения его холодопроизводительности из-за возросшей тепловой нагрузки при изменении внешней температуры.

Холодопроизводительность кондиционера автомобиля зависит не только от окружающей температуры и требуемой температуры воздуха на рабочем месте водителя, но и от объема кабины. Естественно, чем больше кабина, тем значительнее притоки теплоты, что и обуславливает возрастание холодопроизводительности кондиционера. Поскольку такие автотранспортные средства, как грузовые автомобили различной грузоподъемности, тракторы, строительно-дорожные и другие тяжелые машины, имеют различный объем кабин (от 1,5 до 4 м³), то созданы кондиционеры холодопроизводительностью 2,3...7,3 кВт с учетом специфики эксплуатации этих машин [2].

На примере большегрузного автомобиля с объемом кабины 4 м³ при условно постоянной холодопроизводительности кондиционера $Q_o = 7,3$ кВт оценим изменение энергозатрат на его привод по преобразованному выражению:

$$N_o = Q_o / \eta_o \quad (2.5)$$

При $\eta_o = 1,4$ получим, что $N_o = 5,2$ кВт, а при $\eta_o = 0,9$ величина N_o уже составит 8,1 кВт. Следовательно, энергозатраты на привод кондиционера возрастут, по крайней мере, на 2,9 кВт, что существенно скажется на увеличении вредных выбросов с ОГ. Таким образом, эксплуатация автомобилей с кондиционером не только вызывает рост тепловых выбросов ДВС, но и негативно влияет на выбросы ОГ.

Воздействие на почву сельскохозяйственных машин. От состояния почв, качества и площади зеленого покрова Земли зависят продуктивность биосферы и состояние атмосферы, поскольку в процессе фотосинтеза, важного звена в цепочке жизнеобеспечения биосферы, происходят постоянный круговорот и обновление диоксида углерода, кислорода и воды, являющихся ключевыми компонентами атмосферы. В настоящее время под сельскохозяйственные культуры используется 10...11 % всей суши (около 1,5 млрд га), под пастбища и луга отведено 23...30 %, а под продуктивные лесные массивы — около 27 %. Применение в сельском хозяйстве тракторов и самоходных машин увеличенной мощности и массы привело к повышению их давления на почву. Давление ходовых систем тракторов на почву возросло до 100...180 кПа, прицепов и машин для внесения удобрений — до 160...420 кПа, большегрузных автомобилей — до 450...700 кПа [2].

Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур предусматривают многократные проходы машин по полю. Вследствие этого площади полей подвергаются за сезон двух-четырёхкратному воздействию ходовых систем машин, а отдельные участки поля восьми-шестнадцатикратному.

Увеличение давления на почву и числа проходов движителей ходовых систем машин по полю поставили перед земледелием серьезную проблему переуплотнения почв, которая с каждым годом становится все острее. Причем переуплотнение почв происходит не только в пахотном, но и в подпахотном горизонтах (на глубину 0,6...1 м) с сохранением этого негативного последствия в течение ряда лет.

В результате корневая система растений формируется в пределах почвообрабатываемого слоя (25...30 см), содержание влаги в котором неустойчиво, что в значительной мере отражается на стабильности урожая выращиваемых культур. Поскольку максимальная глубина обработки почвы в растениеводстве, в основном, не превышает 30 см, процесс снижения эффективности плодородия почвы под воздействием многократного уплотнения ходовой частью машин носит кумулятивный (сосредоточенный) характер. Урожайность сельскохозяйственных культур снижается от 5,1 % при одно-двукратном уплотнении в первый год и до 18% на четвертый год после четырех-восьмикратного суммарного уплотняющего воздействия.

Таблица 2.3

Источники выделения вредных веществ в производственных процессах автотранспортных предприятий [2]

Зона, участок, отделение	Производственный процесс	Используемое оборудование	Выделяемые вредные вещества
1	2	3	4
1. Участок мойки подвижного состава	Мойка наружных поверхностей	Механическая (моечные машины), шланговая мойка	Пыль, щелочи, поверхностно-активные синтетические вещества, растворенные кислоты, фенолы
2. Зона технического обслуживания участка диагностики	Техническое обслуживание	Подъемно-транспортные устройства, осмотровые канавы, стенды, оборудование для замены смазки и комплектующих, система вытяжной вентиляции	Оксид углерода, углеводороды, оксид азота, масляный туман, сажа, пыль
3. Слесарно-механический участок	Слесарные, расточные, сверлильные, строгальные работы	Токарные, вертикально-сверлильные, фрезерные, шлифовальные и другие станки	Абразивная и металлическая пыль, масляный туман, эмульсия
4. Электротехнический участок	Заточные, изолированные, обмоточные работы	Заточные станки, электrolудильные ванны, оборудование для пайки, стенды испытаний	Абразивная и асбестовая пыль, канифоль, пары кислот
5. Аккумуляторный участок	Сборочно-разборочные и зарядные работы	Ванны для промывки и очистки, сварочное оборудование, стеллажи, система вытяжной вентиляции	Промывочные растворы, пары кислот, электролит, шламы, щелочные аэрозоли
6. Участок топливной аппаратуры	Регулировочные и ремонтные работы топливной аппаратуры	Проверочные стенды, специальная оснастка, система вытяжной вентиляции	Бензин, керосин, дизельное топливо, ацетон, бензол

Последствия уплотнения почвы движителями тракторов определяются характеристиками почвы во время воздействия и, главным образом, максимальным контактным давлением. При воздействии движителя с максимальным контактным давлением 125,5 кПа физические свойства почвы практически восстанавливаются через год в результате саморазуплотнения почвы и проводимых обработок. При максимальном контактном давлении 183...205 кПа существенное остаточное уплотнение в пахотном слое сохраняется в течение 2 лет. Связано это с тем, что высокое контактное давление деформирует структуру почвы, отдельные ее агрегаты, пористость которых не восстанавливается обработкой почвы и ее рыхлением.

Ходовые системы тяжелых сельскохозяйственных машин вызывают снижение урожайности многоукосных луговых травостоев, которое начинается при уровне среднего давления 200 кПа и составляет в среднем 19 %. При уровне давления 300 кПа снижение урожайности составляет не менее 20 %. Особенно страдает урожай во втором и последующих укосах (до 59...73 %) [2].

Проблема переуплотнения почвы машинно-тракторными агрегатами в последние десятилетия выдвинулась на одно из первых мест в ряду антропогенных воздействий на природную среду. Переуплотнение ведет к усилению основного антропогенного фактора деградации почв и ландшафтов — водной и ветровой эрозии.

Автомобиль загрязняет атмосферный воздух не только токсичными веществами отработавших газов, сажей, парами топлива, но и продуктами износа деталей автомобиля, фрикционных материалов (накладки тормозов, дисков сцепления — источники асбестосодержащих пылей), дорожного покрытия и шин при их взаимном трении (покрытие зимой изнашивается на толщину до 6 мм, а летом — до 2 мм, а износ шин на 1 км дороги при интенсивности движения 5000 автомобилей в час составляет 250 кг/год). Выброс резиновой пыли при эксплуатации легковых автомобилей составляет 1,35, грузовых — 17,1, автобусов — 53,2 кг в год на одну транспортную единицу, а асбестосодержащей пыли (до 30 % асбеста) от износа тормозных накладок — 0,8–1,5 кг в год на автомобиль [2].

Выполнение ремонтных работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ведется на производственных участках, технологическое оборудование которых — станки, средства механизации и котельные установки — представляет собой стационарные источники выделения загрязняющих веществ (таблица 2.3).

Окончание таблицы 2.3

1	2	3	4
7. Кузнечно-рессорный участок	Ковка, закалка, отпуск металлических изделий	Кузнечный горн, термические ванны, система вытяжной вентиляции	Угольная пыль, сажа, оксиды углерода, азота, серы, загрязненные сточные воды
8. Медницко-жестяницкий участок	Резка, пайка, правка, формовка по шаблонам	Ножницы по металлу, оборудование для пайки, шаблоны, система вытяжной вентиляции	Пары кислот, третник, наждачная и металлическая пыль, стружка и другие отходы
9. Сварочный участок	Электродуговая и газовая сварка	Оборудование для электродуговой сварки, ацетиленовый генератор, система вытяжной вентиляции	Минеральная пыль, сварочный аэрозоль, оксиды марганца, азота, хрома, хлорид водорода, фториды
10. Арматурный участок	Резка стекол, ремонт дверей, полов, сидений, внутренней отделки	Электрический и ручной инструмент, сварочное оборудование	Пыль, сварочный аэрозоль, древесная и металлическая стружка, металлические и пластмассовые отходы
11. Обойный участок	Ремонт и замена изношенных и поврежденных сидений, полов и др.	Швейные машины, раскройные столы, ножи для кроя и резки поролона	Минеральная и органическая пыль, отходы тканей и синтетических материалов
12. Участок шиномонтажа и ремонт шин	Разборка, сборка, ремонт шин	Стенды для разборки и сборки шин, оборудование для вулканизации, станки для динамической и статической балансировки	Минеральная и резиновая пыль, диоксид серы (сернистый ангидрид), пары бензина

Основными отходами автотранспортных предприятий являются жидкие отходы, сбрасываемые в поверхностные и сточные воды (растворители, нефтепродукты, взвеси), и твердые отходы, которые либо вывозят для захоронения на полигоны и свалки, либо передают на переработку и захоронение другим предприятиям, либо используют для собственных нужд.

Жидкие отходы, образующиеся при выполнении технологических процессов мойки, очистки деталей, электрохимической обработки, малярных и других работ, являются основными загрязнителями сточных вод. Автотранспортными предприятиями в среднем из расчета на один автомобиль в поверхностные водоемы сбрасывается 100 кг отходов в год, в том числе, кг: сухой остаток — 76, хлориды — 17, сульфаты — 4, взвеси — 1, остальное — 2. Образуется большое количество ила и грязи, в которых содержится много вредных примесей, в том числе нефтепродуктов и тяжелых металлов.

Объемы твердых отходов технологических процессов зависят от периодичности проведения регламентных работ и номенклатуры используемого оборудования. При выполнении операций обслуживания и ремонта автомобилей используются прокат металлов (прутки различного сечения, листовая сталь, фасонный прокат различных размеров, изделия из свинца, олова, меди, припой, латунные трубки), режущий инструмент, электротехнические материалы, фрикционные материалы и др.

В результате механической обработки деталей, их замены, а также других видов производственной деятельности объем твердых отходов, вывозимых с автотранспортных предприятий на захоронение и свалки, составляет на один автомобиль около 250 кг в год, в том числе, %: смет в виде пыли — 41, отходы потребления — 19, древесные отходы и макулатура — по 16, тормозные накладки — 4, стеклобой — 3, резина (кроме шин) — 2. Объем твердых отходов, передаваемых автотранспортными предприятиями на дальнейшую обработку другим организациям, составляет на один автомобиль примерно 900 кг в год, в том числе, %: лом черных металлов — 38, осадок очистных сооружений — 31, автопокрышки — 20, отработанные масла — 9, лом аккумуляторных батарей — 2. Часть образующихся твердых отходов используется непосредственно на предприятиях. Так, древесную стружку применяют как поглотитель при уборке разливов нефтепродуктов, серную кислоту сливают из отслуживших аккумуляторных батарей и повторно используют.

Интенсивное загрязнение сточных вод взвешенными веществами и нефтепродуктами происходит в результате очистки и обезжиривания поверхностей деталей и узлов автомобилей с помощью щелочных и кислотных растворов, синтетических моющих средств, скипидара, жиров, формальдегида. Вместе с тем максимум загрязнений сточных вод связан с мойкой автомобилей (таблица 2.4).

Таблица 2.4

Выход загрязнений при мойке автотранспортных средств [2]

Автотранспортное средство	Косметическая мойка		Углубленная мойка	
	Масса загрязнений, кг/мойка	Число моек в году	Масса загрязнений, кг/мойка	Число моек в году
Легковой автомобиль	0,7	40	1,5	15
Грузовой автомобиль	1,1	25	2,3	10
Автобус	1,4	85	3,1	10

Отработанные растворы моющих средств содержат нефтепродукты и взвеси (до 5 г/л), поверхностно-активные вещества (до 0,1 г/л) и щелочные электролиты (до 20 г/л). Концентрация вредных примесей в этих растворах в 40–90 тыс. раз превышает нормы.

Поскольку для восстановления деталей используются гальванические процессы, сточные воды гальванических участков содержат кислоты, щелочи, соединения хрома, соли меди, никеля, цинка и кадмия. При периодической замене моторного масла, антифриза, аккумуляторных батарей происходят залповые выбросы этих компонентов, которые сливают на землю или в канализацию, что загрязняет сточные воды. Антифриз не только загрязняет сточные воды, но и вызывает коррозию металлов. В его состав входят вода, этиленгликоль и различные присадки. Расход антифриза составляет в среднем 5 л на один автомобиль в год. Свойства этиленгликолевых антифризов регламентируются ГОСТ 28084–89 «Жидкости охлаждающие низкотемпературные. Общие технические условия». Однако в последнее время отечественные антифризы изготавливают по различным техническим условиям (ТУ), в которых приводятся другие требования к их качеству. Например, по ГОСТ 28084–89 допустимая скорость коррозии меди, латуни, стали, чугуна и алюминия в антифризах не должна превышать 0,1 г/(м²·сут), а по ТУ 6-57-48-91 допустимая скорость коррозии меди, латуни составляет 0,2 г/(м²·сут), а алюминия — 0,49 г/(м²·сут). В результате увеличивается вероятность течи антифриза из радиаторов, печек, краников и шлангов. Этиленгликоль является токсичным веществом

и при попадании на землю вызывает гибель растительности. Отработанные антифризы следует сливать в специальные емкости и отправлять на переработку. За рубежом этиленгликоль заменяют пропилен гликолем, который менее токсичен и даже применяется в косметической промышленности.

При обезжиривании поверхностей изделий органическими растворителями, подготовке лакокрасочных материалов, их нанесении на поверхность изделия и сушке покрытия выделяются вредные вещества, причем около 4 % объема расходуемых лакокрасочных материалов попадает в сточные воды.

Кроме загрязнения воздуха и воды происходит загрязнение территории предприятия твердыми отходами — отслужившими автопокрышками, аккумуляторами и демонтируемыми деталями. Масса отслуживших шин на автомобиль в год составляет: для легковых автомобилей — 9,85 кг, грузовых — 124,9 кг, автобусов — 390,4 кг [2].

2.3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Одним из положений экологического аспекта стратегии устойчивого развития, принятой в Рио-де-Жанейро в 1992 г., является «...постепенный переход от энергетики, основанной на сжигании органического топлива, к альтернативной энергетике, использующей возобновляемые источники энергии (солнце, воду, ветер, энергию биомассы, подземное тепло и т. д.)».

Энергетические объекты (топливно-энергетический комплекс вообще и объекты энергетики, в частности) по степени влияния на окружающую среду принадлежат к числу наиболее интенсивно воздействующих на биосферу.

Аналогичный круг вопросов следует рассматривать при формулировании концепции экологической безопасности объектов теплоэнергетики: учет теплового и химического воздействия на окружающую среду, влияние водоемов-охладителей и т. п. Кроме того, для крупных ТЭС на твердом топливе (уголь, сланцы) возникают проблемы надежной и безопасной эксплуатации золоотвалов — сложных и ответственных грунтовых гидросооружений.

Энергетика — основной движущий фактор развития всех отраслей промышленности, транспорта, коммунального и сельского хозяйства, база повышения производительности труда и благосостояния населения. У нее наиболее высокие темпы развития и масштабы производства. Доля участия энергетических предприятий в загрязнении окружающей среды продуктами сгорания органических видов топлива, содержащих вредные примеси, а также отходами низкопотенциальной теплоты весьма значительна. От типа энергоустановок зависит их влияние на окружающую среду (рис. 2.1).

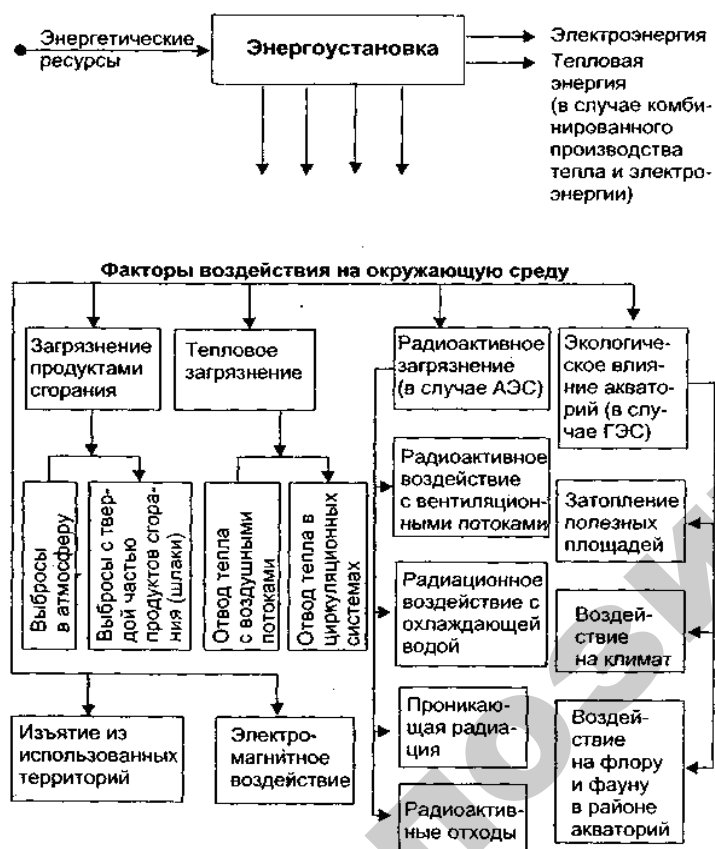


Рис. 2.1. Факторы воздействия энергоустановок на окружающую среду

Экологические проблемы теплоэнергетики. Воздействие тепловых электростанций на окружающую среду во многом зависит от вида сжигаемого топлива (таблица 2.5).

Твердое топливо (уголь, торф и др.). При сжигании твердого топлива в атмосферу поступают летучая зола с частицами недогоревшего топлива, сернистый и серный ангидриды, оксиды азота, некоторое количество фтористых соединений, а также газообразные продукты неполного сгорания топлива. *Уголь* — самое распространенное ископаемое топливо на нашей планете. Специалисты считают, что его запасов хватит на 500 лет. *Торф*. При энергетическом использовании торфа имеет место ряд отрицательных последствий для окружающей среды, возникающих в результате добычи торфа в широких масштабах. К ним, в частности, относятся нарушение режима водных систем, изменение ландшафта и почвенного покрова в местах торфодобычи, ухудшение качества местных источников пресной воды и загрязнение воздушного бассейна, резкое ухудшение условий существования животных.

Жидкое топливо (продукты переработки нефти). При сжигании жидкого топлива, например мазутов, с дымовыми газами в атмосферный воздух поступают: сернистый и серный ангидриды, оксиды азота, соединения ванадия, солей натрия, а также вещества, удаляемые с поверхности котлов при чистке. С экологических позиций жидкое топливо более «гигиеничное».

Природный газ. При сжигании природного газа существенным загрязнителем атмосферы являются оксиды азота. Однако выброс оксидов азота при сжигании на ТЭС природного газа в среднем на 20 % ниже, чем при сжигании угля.

В теплоэнергетике источником массированных атмосферных выбросов и крупнотоннажных твердых отходов являются теплоэлектростанции, предприятия и установки паросилового хозяйства, т. е. любые предприятия, работа которых связана со сжиганием топлива.

Таблица 2.5

Выбросы в атмосферу электростанцией мощностью 1000 МВт в год (в тоннах) [16]

Топливо	Выбросы				
	Углеродород	CO	NO _x	SO ₂	Частицы
Уголь	400	2000	27 000	110 000	3000
Нефть	470	700	25 000	37 000	1200
Природный газ	34	—	20 000	20,4	500

Основную часть выброса занимает углекислый газ — около 1 млн т, в пересчете на углерод — 1 Мт. Со сточными водами тепловой электростанции ежегодно удаляется 66 т органики, 82 т серной кислоты, 26 т хлоридов, 41 т фосфатов и почти 500 т взвешенных частиц.

Коэффициент полезного действия энергетических установок пока невелик и составляет 30–40 %. Загрязнение и отходы энергетических объектов в виде газовой, жидкой и твердой фаз распределяются на два потока: один вызывает глобальные изменения, а другой — региональные и локальные. На современном этапе тепловые электростанции выбрасывают в атмосферу около 20 % от общего количества всех вредных отходов промышленности. Представляет опасность и так называемое тепловое загрязнение водоемов с многообразными нарушениями их состояния. ТЭС производят энергию при помощи турбин, приводимых в движение нагретым паром. При работе турбин необходимо охлаждать водой отработанный пар: от энергетической станции непрерывно отходит поток воды, подогретой обычно на 8–12 °С и сбрасываемой в водоем. Крупные ТЭС нуждаются в больших объемах воды. Они сбрасывают в подогретом состоянии 80–90 м³/с воды.

В перспективе мировое производство энергии ГЭС не будет превышать 5 % от общей. Одной из важнейших причин уменьшения доли энергии, получаемой на ГЭС, является мощное воздействие всех этапов строительства и эксплуатации гидросооружений на окружающую среду (таблица 2.6).

Комплексное воздействие предприятий гидроэнергетики
на окружающую среду [16]

Технологический процесс	Влияние на элементы среды и живые системы				Примеры цепных реакций в биосфере
	Воздух	Почвы и грунт	Воды	Экосистемы и человек	
1	2	3	4	5	6
Строительство ГЭС	Разрушение почв и грунтов на стройплощадках, подъездных путях, хозяйственных	Аэрозольное загрязнение продуктами разрушения почв, стройматериалами (особенно цементом);	Некоторое нарушение режима и загрязнения в местах строительства (обводные каналы и т. п.)	Частичное разрушение экосистем и их элементов (растительности, почв), фактор беспокойства	Текущая вода (река) → водохранилище → накопление химических веществ (эвтрофикация) плюс тепловое

Продолжение таблицы 2.

1	2	3	4	5	6
	объектах и т. п.; перемещение больших масс грунтов, особенно при строительстве плотин и обваловании водохранилищ	химическое – в небольших объемах, в основном от работы техники, предприятий		для животных, интенсивный промысел и т. п. Влияние на человека в основном через изменения среды и социальные факторы	загрязнение → зарастание водоема (цветение) → обогащение органикой → превращение экосистемы транзитного типа в аккумулятивно-застойную → порча воды → болезни рыб → потеря пищевых или вкусовых свойств воды и продуктов промысла

1	2	3	4	5	6
Работа ГЭС	То же, что и при затоплении, плюс многолетнее разрушение береговой линии (абразия), формирование новых типов почв в прибрежной зоне	Повышение влажности, понижение температур, туманы, местные ветры, часто неприятный запах от гниения органических остатков	Загрязнение в результате стоков с водосбросов и разложения больших масс органики, почв, растительных остатков, древесины и т.п., образование фенолов, накопление биогенов и других веществ; усиленное прогревание, особенно	Формирование новых экосистем (в основном луговых и болотных) в зоне подтопления, зарастание вод. Цветение, нарушение миграций рыб и других гидробионтов, смена более ценных видов менее ценными, заболевания рыб (гельминты и другие паразиты), забивание жаберных щелей рыб водорослями, разрушение	

42

1	2	3	4	5	6
			мелководий (тепловое загрязнение), эвтрофикация цветение, потеря кислорода, накопление тяжелых металлов, ила, радиоактивных и других веществ, порча воды	нерестилищ и зимовальных ям. Потеря вкусовых качеств рыб. Увеличение вероятности заболеваний людей при контакте с водными массами (купание и т.п.) и продуктами промысла	
Заполнение водохранилищ	Уход под воду плодородных пойменных земель (затопление), подъем грунтовых вод в прибрежной зоне	Дополнительное испарение с чаши водохранилищ	Смена текущих вод на застойные, неизбежное загрязнение водохранилищ быстросрастворимыми	Полное уничтожение сухопутных экосистем (сведение лесов или их гибель от подтопления,	Давление высоких масс на ложе водохранилищ → интенсификация

43

1	2	3	4	5	6
	(подтопление, заболачивание). В горных условиях такие явления выражены в меньшей степени		или взмучиваемыми веществами при заполнении чаши водохранилищ и формировании берегов	часто оставление всей биомассы в зоне затопления), смена прибрежных экосистем. Незбежное переселение людей из зоны затопления, социальные издержки	сейсмических явлений

Репозиторий БГАТУ

Таблица 2.8

Воздействие электростанций на окружающую среду в зависимости от используемого топлива [4]

Топливо	Вредные выбросы	Воздействие на окружающую среду
Уголь Мазут	Двуокись серы Углекислый газ Бензапирен	Кислотные дожди Парниковый эффект Загрязнение, деградация экосистем от продуктов сгорания, производства и транспортировки топлива
Природный газ	Двуокись азота Углекислый газ	
Ядерное топливо	Радиоактивность	Радиоактивность ниже установленных норм и естественного фона

При нормальной работе АЭС выбросы радиоактивных элементов в окружающую среду крайне незначительны. В среднем, они в 2–4 раза меньше, чем от ТЭС одинаковой мощности.

К маю 1986 г. 400 энергоблоков, работавших в мире и дававших более 17 % электроэнергии, увеличили природный фон радиоактивности не более чем на 0,02 %. До чернобыльской катастрофы в нашей стране никакая отрасль производства не имела меньшего уровня производственного травматизма, чем АЭС.

После чернобыльской аварии во многих государствах по требованию общественности были временно прекращены или свернуты программы строительства АЭС, однако атомная энергетика продолжала развиваться в 32 странах.

По состоянию на конец XX века в мире в эксплуатации находилось 434 энергоблока АЭС (таблица 2.9).

Таблица 2.9

Страны, на территории которых расположены АЭС [4]

Страна	Электрическая мощность атомных станций, МВт	Доля атомных станций в производстве электроэнергии, %	Число энергоблоков
1	2	3	4
Аргентина	935	10,04	2 (строится 1)
Армения	376	24,7	1
Бельгия	5 712	55,16	7
Болгария	3 538	41,5	6
Бразилия	626	1,08	1 (строится 1)
Великобритания	12 968	27,09	35
Венгрия	1729	35,62	4
Германия	22 282	28,29	22

Значительные площади земель вблизи водохранилищ испытывают подтопление в результате повышения уровня грунтовых вод. Эти земли, как правило, переходят в категорию заболоченных. В равнинных условиях подтопленные земли могут составлять 10 % и более от затопленных. Водоохранилища оказывают заметное влияние на атмосферные процессы. С повышенным испарением связано понижение температуры воздуха, увеличение туманных явлений.

Еще одна экологическая проблема гидроэнергетики связана с оценкой качества водной среды. Имеющее место загрязнение воды вызвано не технологическими процессами производства электроэнергии на ГЭС (объемы загрязнений, поступающие со сточными водами ГЭС, составляют ничтожно малую долю в общей массе загрязнений хозяйственного комплекса), а низкое качество санитарно-технических работ при создании водохранилищ и сброс неочищенных стоков в водные объекты.

Экологические проблемы ядерной энергетики. Ядерная энергетика в настоящее время может рассматриваться как наиболее перспективная. Это связано как с относительно большими запасами ядерного топлива, так и со щадящим воздействием на среду. К преимуществам относится также возможность строительства АЭС, не привязываясь к месторождениям ресурсов. 0,5 кг ядерного топлива позволяет получать столько же энергии, сколько сжигание 1000 т каменного угля (таблица 2.7). Опыт эксплуатации АЭС во всех странах показывает, что они не оказывают заметного влияния на окружающую среду (таблица 2.8).

Таблица 2.7

Расход топлива и загрязнение окружающей среды (за год при мощности АЭС и ТЭС по 1000 МВт) [4]

Факторы воздействия на среду	ТЭС	АЭС
Топливо	3,5 млн т угля	1,5 т или 1000 т урановой руды
Отходы:		
Углекислый газ	10 млн т	—
Сернистый ангидрид и др. соединения	400 тыс. т	—
Зола	100 тыс. т	—
Радиоактивные	—	2 т

Окончание таблицы 2.9

1	2	3	4
Индия	1695	2,51	10 (строится 4)
Иран	2111		2 (строится)
Испания	7377	31,86	9
Казахстан	70	0,18	1
Канада	9998	12,44	14
Китай	21670	1,16	3 (строится 6)
Литва	2370	77,21	2 (принято решение о приостановке)
Мексика	1308	5,41	2
Нидерланды	449	4,12	1
Пакистан	125	0,65	3 (строится 3)
Россия	19843	13,08	29 (строится 4)
Румыния	650	10,35	1 (строится 1)
Словакия	2020	43,8	5 (строится 3)
Словения	632	38,33	1
США	9642,1	18,69	104
Украина	13 765	45,42	16 (строится 4)
Финляндия	2656	27,44	4
Франция	61 653	75,16	58 (строится 1}
Чехия	1648	20,5	4 (строится 2)
Швейцария	3079	4,07	5
Швеция	10040	46,75	12
ЮАР	1842	7,25	2
Южная Корея	12340	41,39	15 (строится 3)
Япония	43691	35,86	53 (строится 2)
Всего в мире	348891	19,8 (в среднем)	434 (строится 35)

Радиационная обстановка воздушной среды контролируется на различных удалениях в радиусе до 60 км от АЭС, причем служба внешней дозиметрии на всех постах проводит, кроме этого, отбор проб почвы, воды и растительности.

2.4. РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ АГРОПРОИЗВОДСТВА ПОСЛЕ АВАРИИ НА ЧАЭС

Наибольший ущерб от катастрофы на ЧАЭС понесло сельское хозяйство. В Республике Беларусь радиоактивному загрязнению подверглось более 1,87 млн га сельхозугодий. В большинстве радиологических ситуациях растения подвергаются внутреннему и внешнему облучению одновременно. При загрязнении объектов природной среды радионуклидами на начальном этапе радиоактивные вещества находятся на поверхности почвы и в контакте с массой растений. Особенностью внешнего некорневого пути загрязнения растений является то, что при осадении радиоактивных аэрозолей происходит накопление всей совокупности радионуклидов в наземной части растений, тогда как при попадании радионуклидов в почву значительная часть их прочно сорбируется и лишь часть поступает в растения.

Для количественной оценки значимости некорневого пути поступления радионуклидов в урожай принята величина коэффициента α первичного удержания, которое определяется следующим соотношением:

$$\alpha = \delta_p / \delta_v, \quad (2.6)$$

где α — коэффициент первичного удержания;

δ_p — плотность радиоактивного загрязнения наземной массы растений, Бк/м²;

δ_v — плотность выпадений, Бк/м².

Коэффициент первичного удерживания может измениться от нескольких процентов до 95 % и зависит от множества факторов: плотности растительного покрова, морфологии растений, метеорологических условий в момент выпадения радионуклидов и др. Со временем содержание радионуклидов в растительной массе снижается за счет распада изотопов, удаления радионуклидов с поверхности под воздействием дождя и ветра, прироста биомассы.

Различные виды растений по-разному удерживают радиоактивные осадки, что обуславливает большие различия в загрязнении

урожая в целом. Кроме того, разные части и органы одного и того же растения по-разному реагируют на радионуклиды. Наиболее высоким содержанием радионуклидов отличаются вегетативные органы растений. Хозяйственно ценные части урожая многих растений достаточно надежно защищены от радиоактивных выпадений (зерно зерновых, бобовых культур; початки кукурузы; клубни картофеля, подземная часть корнеплодов). Загрязнение товарной продукции этих культур может происходить в последующие периоды в результате контакта с загрязненной соломой, ботвой, почвой при уборке урожая. Из ценных частей урожая максимальная концентрация радионуклидов наблюдается в зерне гречихи, наименьшая — в зерне гороха. Выпадение радиоактивных аэрозолей очень опасно для овощных культур (томаты, огурцы, капуста, листовые овощи), у которых товарная часть продукции не защищена.

Критическим продуктом растениеводства оказались естественные травы. При выпадении радиоактивных аэрозолей на луговую и пастбищную растительность значительная часть радионуклидов (65–90 %) накапливается в дернинном слое, который в дальнейшем служит источником поступления радионуклидов в растение через основания стебля и поверхностные корни. Низкая продуктивность пастбищ, высокая концентрация цезия-137 в дернине обуславливают значительное поступление радионуклидов в организм коров при выпасе.

Со временем радиоактивные выпадения концентрируются в почве. Уже на второй год после аварии основным путем поступления радионуклидов в пищевые цепи являлось почвенное поступление. Количественно переход радионуклидов из почвы в растения характеризуется коэффициентом накопления (K_n), который определяется соотношением:

$$K_n = C_p / C_n, \quad (2.7)$$

где C_p — концентрация радионуклида в растении, Бк/кг;

C_n — концентрация радионуклида в почве, Бк/кг.

Поступление радионуклидов из почвы в растения зависит от ряда факторов. Это агрохимические показатели почвы, гранулометрический и минералогический ее состав, свойства радионуклидов,

агротехнические и агрохимические способы обработки почвы. Накопление радионуклидов в урожае путем поступления их из почвы зависит от видов и сортовых особенностей растений. В товарной части урожая в расчете на сухую массу больше всего содержат радионуклидов корнеплоды (свекла, морковь), несколько меньше — бобовые культуры (горох, вика), затем картофель и меньше всего зерновые злаковые культуры. Причем озимые зерновые накапливают в 2–2,5 раза меньше радионуклидов, чем яровые. По степени накопления радионуклидов овощные культуры можно расположить в следующий убывающий ряд: щавель, горох, боб, редис, свекла, морковь, картофель, салат, чеснок, лук, томаты, огурцы, капуста.

Меньше всего загрязняется кормовая свекла, так как это пропашная культура, которая высевается рядками. Кроме того, свекла имеет стержневую корневую систему, которая проникает в нижние чистые слои. Большое значение имеет высокая урожайность свеклы, что приводит к снижению концентрации радионуклидов. Картофель — культура со слаборазвитой корневой системой, которая составляет около 8 % от вегетативной массы. Именно поэтому под картофель вносят много органических удобрений, что способствует снижению поступления радионуклидов в растение. Основная часть цезия-137 концентрируется в вегетативной массе картофеля, поэтому товарная часть растения загрязнена незначительно. Из овощных культур наиболее загрязненными радионуклидами являются культуры с малым вегетационным периодом.

В данное время продукция садов, как правило, чистая, так как основная масса корней деревьев находится ниже загрязненного слоя, хотя в первые годы после аварии на ЧАЭС имело место загрязнение садов.

В результате катастрофы на ЧАЭС радиоактивному загрязнению подверглось около 1/4 площади лесов Республики Беларусь, что составляет около 1,7 млн га, из которых 180 тыс. га расположено в зоне с плотностью загрязнения от 155 до 1480 кБк/м².

При осаждении радиоактивных аэрозолей подстилаящая поверхность выступает в роли аккумулятора радионуклидов. По способности задерживать радиоактивные выпадения элементы подстилаящей поверхности образуют убывающий ряд: хвойные, лиственные леса; луга и посевы; пашня. Наиболее чувствительны к дейст-

вию ионизирующих излучений леса: они прочно удерживают радионуклиды, препятствуют развитию процесса ветрового и водного переноса радиоактивных веществ. Древесная растительность характеризуется более высокой способностью удерживать радионуклиды по сравнению с травянистой и выполняет роль фильтра радиоактивных выпадений.

После выпадения радионуклидов на лесную растительность начинается их вертикальная и горизонтальная миграция под действием ветра и атмосферных осадков. В результате основная часть радионуклидов сосредотачивается в лесной подстилке и почве, становясь доступной для усвоения корневыми системами. Это, главным образом, относится к долгоживущим радионуклидам цезию-137 и стронцию-90, так как при относительно длительном процессе миграции в подстилку и почву, который для стронция-90 составляет 45 лет в березовом и 8–9 лет в сосновом лесу, происходит распад короткоживущих и среднеживущих радионуклидов.

Благоприятным фактором для лесоиспользования является то, что из суммарного количества радионуклидов, выпавших в лесах, в древесное сосредоточено 3–4 %, в подстилке — 50–85 %, остальное — в минеральном слое почвы.

2.5. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ ВОД ОБЪЕКТАМИ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Исследования Всемирной организации здоровья (ВОЗ) подтверждают, что вода в водоеме считается загрязняющей, если при изменении ее состава или состояния она становится менее пригодной для различных видов водопользования, в то время как в природном состоянии она соответствовала бы предъявляемым требованиям. Такая формулировка касается физических, химических и биологических свойств, а также наличия в воде посторонних жидких, газообразных, твердых и растворимых веществ.

Высокий рост водопотребления по самым различным направлениям является характерной чертой XXI столетия. Статистика свидетельствует, что сельское хозяйство вышло на первое место по объему потребления воды. Затраты огромного количества воды

в земледелии связаны с необходимостью обеспечения продуктами все возрастающее население Земли.

Чтобы произвести 1 кг растительной массы различные растения вынуждены расходовать на транспортировку от 150–200 до 800–1000 м³ воды. Следует отметить, что в вегетационный период 1 га площади, занятый кукурузой, испаряет 2–3 млн т воды; для выращивания 1 т пшеницы, риса, или хлопка требуется порядка 1500, 4000 и 10000 т воды соответственно [24].

В настоящее время для современного животноводства (содержания скота на фермах и животноводческих комплексах) потребность в воде чрезвычайно велика. Для производства 1 кг молока необходимы затраты 4 т воды, а 1 кг мяса — 26 т. В таблице 2.10 представлено удельное использование воды на сельскохозяйственные и иные цели в различных странах мира.

Таблица 2.10

Использование воды на различные хозяйственные цели
в отдельных странах мира, % к общему водопотреблению [4]

Группа водопотребления	Беларусь	Россия	США	Финляндия	Франция
Сельскохозяйственное	22*	22	49	10	51
Промышленное	32	33	41	80	37
Коммунально-бытовое	46	24	10	10	12

* Включая использование воды в рыбном хозяйстве.

Сельскохозяйственные стоки содержат частицы почвы, биогены, входящие в состав удобрений, пестициды, помет сельскохозяйственных животных и ассоциированные к ним бактерии, остатки нефтепродуктов и др. Высокой концентрацией растворенных и нерастворенных загрязняющих веществ отличаются сточные воды животноводческих комплексов. Например, 5 тыс. м³ высококонцентрированных сточных вод сбрасывается в год из свиноводческих комплексов на 116 тыс. свиней. Эти биогенные соединения, попадая в реки, а затем в озера и водохранилища, концентрируются там до токсичных условий.

По химическому характеру примеси сточных вод разделяются на газовые, минеральные и органические. В таблице 2.11 представлена классификация сточных вод по их действию на водоемы.

Таблица 2.11

Классификация сточных вод по их воздействию на водоемы [4]

Группа	Характер примесей	Характер действия примесей на водоемы и водные организмы	Источник сточных вод
1	Неорганические со специфическими токсическими свойствами	Изменение органо-лептических и физико-химических свойств воды, отравление водных организмов, жаберные заболевания рыб и т. д.	Производства химической промышленности, электрохимические производства, тепловые электрические станции и др.
2	Неорганические без специфических токсических свойств	Содержат взвешенные вещества	Производство керамической, силикатной промышленности, углеобогатительные фабрики, тепловые электрические станции и др.
3	Органические со специфическими свойствами	Отравляют водные организмы, ухудшают качество воды, создают дефицит кислорода	Химические и нефтехимические производства, тепловые электрические станции и др.
4	Органические без специфических токсических	Создают дефицит кислорода	Пищевая промышленность, тепловые электрические станции и др.

Ингредиенты сточных вод после мойки машинно-тракторных агрегатов и других передвижных источников разнообразны и зависят от характера загрязнений на поверхностях машин: почвенно-растительными остатками, нефтепродуктами, ядохимикатами, ор-

ганическими и минеральными удобрениями. Наиболее распространенным ингредиентом сточных вод, образующихся после мойки техники, являются взвешенные минеральные вещества и нефтепродукты. Способы и эффективность их удаления определяются фракционным составом частиц. Наличие в сточной воде значительного

количества частиц диаметром более 100 мкм указывает на целесообразность использования метода отстаивания. Высокая концентрация полидисперсных взвешенных частиц нефтепродуктов способствует образованию эмульгированных нефтепродуктов, способных создавать в воде устойчивые эмульсии, практически неотделимые при безреагентном отстаивании. Фактором, обуславливающим процесс разделения эмульсий, является наличие эмульгаторов, которые можно разделить на поверхностно-активные, растворимые, нерастворимые (твердые эмульгаторы).

Поверхностно-активные вещества (ПАВ) содержатся в нефтепродуктах и синтетических моющих средствах, применяемых для мойки машин (щелочные соли, полифосфаты). Они уменьшают поверхностное натяжение на границе раздела фаз и образуют сольватную прослойку, препятствующую сближению капель нефтепродуктов.

Твердые минеральные удобрения, являющиеся источником загрязнения сточных вод, из-за повышенной плотности и размеров частиц, способны быстро осаждаться, а относительно небольшая их растворимость в воде обеспечивает равномерное насыщение всего объема воды электролитами. Следует также отметить, что минеральные удобрения, будучи солями различных кислот, являются коррозионно-активными компонентами сточных вод.

К числу токсичных и инфицированных ингредиентов сточных вод относятся остатки навоза. Их наличие вызывает сильную загрязненность воды органическими веществами, патогенными бактериями, вирусами, яйцами гельминтов и аскарид. Конечные продукты окисления — метан, органические кислоты, сероводород, аммиак и другие соединения, которые являются источниками загрязнений не только водной, но и воздушной сред. Обеззараживание и очистка таких стоков затруднена из-за того, что возбудители

заболеваний, яйца гельминтов и аскарид окружены защитной оболочкой и вследствие этого медленно погибают.

К токсичным ингредиентам сточных вод относятся агрохимикаты. Различают хлорорганические, фосфорорганические и ртутно-органические ядохимикаты.

Хлорорганические соединения, попадая в отстойник, сорбируются взвешенными веществами и осаждаются вместе с ними на дно.

Фосфорорганические соединения быстро разлагаются в сточной воде, поэтому методы сорбции неприемлемы. В сточных водах после мойки зерновых сеялок содержатся в виде коллоидных растворов ртутно-органические соединения (РОС). При отсутствии эффективных очистных сооружений рассмотренные ингредиенты сточных вод становятся опасным источником загрязнения окружающей среды.

Сточные воды условно можно разделить на четыре категории:

- загрязненные почвенно-растительными остатками;
- загрязненные нефтепродуктами;
- контактируемые с минеральными удобрениями;
- контактируемые с пестицидами.

В санитарном отношении сточные воды, относящиеся к первой и второй категориям, не содержат патогенных бактерий и вирусов, что позволяет использовать их в оборотных системах водоснабжения.

Сточные воды, относящиеся к третьей категории, могут использоваться в оборотной системе при условии ограниченного коррозионного влияния удобрений на оборотную среду.

Что же касается сточных вод четвертой категории, то они отводятся и очищаются отдельно от воды, предназначенной для оборотного водоснабжения.

После мойки оборудования животноводческих комплексов в сточных водах содержатся органические вещества и бактерии. В целях снижения загрязнения окружающей среды рекомендуется использовать технологии обеззараживания стоков и использование осветленной части их на технологические нужды. При этом необходимо, чтобы сточные воды не попадали в водоемы, представляющие собой сложные экосистемы, формировавшиеся в течение длительного времени эволюции. В них постоянно идет

процесс адаптации биоценоза к изменяющимся условиям существования, в том числе и к изменению состава примесей. Состояние равновесия может быть нарушено в результате многих причин, но особенно в результате сброса сточных вод. Отклонение экосистемы от равновесного состояния, вызванное сбросом сточных вод, может привести к отравлению и гибели определенных популяций гидробионтов, угнетению всего биоценоза. Отклонение от равновесия отрицательно сказывается на процессах самоочищения, приводящих водоем в оптимальное (равновесное) для него состояние. Важнейшие из них: осаждение грубодисперсных и коагуляция коллоидных примесей; окисление (минерализация) органических примесей; окисление минеральных примесей кислородом; нейтрализация кислот и оснований; гидролиз ионов тяжелых металлов, приводящий к образованию их малорастворимых гидроксидов и выделению их из воды. Санитарные и гигиенические требования к количественному составу сточных вод с почв наружной очистки сельскохозяйственной техники приведены в таблицах 2.12–2.13.

Процессы самоочищения зависят и от температуры воды, состава примесей, концентрации кислорода, ее рН, концентрации вредных примесей, препятствующих или затрудняющих протекание процессов самоочищения водоемов. Особенно значим в процессах самоочищения кислородный режим водоемов. Расход кислорода на минерализацию органических веществ определяется через биохимическое потребление кислорода (БПК), которое выражается количеством O_2 , использованного в биохимических (при помощи бактерий) процессах окисления органических веществ за определенное время инкубации пробы. Пользуются или пятисуточной (BPK_5), или полной (BPK_n) биохимической потребностью кислорода. При большом сбросе органических веществ наступает дефицит кислорода, дестабилизируется биоценоз, развивается анаэробная (бескислородная) минерализация органических веществ, что вызывает значительное ухудшение качества воды. Для сохранения самоочищающей способности воды необходимо более чем 10-кратное разбавление стоков чистой водой. Согласно расчетам, на обеззараживание сточных вод в настоящее время расходуется 1/7 часть мировых ресурсов речного стока. Если сброс сточных вод будет возрас-

тать, то в ближайшее десятилетие для этой цели потребуется расходовать все мировые ресурсы речного стока.

Заметим, что нарушение и даже разрушение биоценоза в водоеме возможно при значительном сбросе в него органических веществ, совершенно не относящихся к вредным веществам. Столь же тяжелые экологические последствия наступают в водоеме при сбросе в него других веществ, не относящихся к вредным или ядовитым (биогенов), то есть веществ, необходимых для существования живых организмов: соединения (соли) фосфата, азота, калия, кальция, серы, магния. Биогены во все увеличивающихся объемах поступают в гидросферу из всех вышеназванных источников, но особенно из стоков сельскохозяйственного производства.

Таблица 2.12

Санитарные требования к качественному составу сточных вод с постов наружной мойки сельскохозяйственных машин [4]

Показатели качества воды	Санитарные требования		
	к воде водоемов	к сточным водам, сбрасываемым в канализацию	к сточным водам, используемым для оборотного водоснабжения
Взвешенные вещества, мг/л	(4...10)	500	70
Нефтепродукты, г/л	0,05; 0,1; 0,3 (в зависимости от назначения водоема)	25	20
Тетраэтилсвинец, мг/л	отсутствие	–	0,0001
Ядохимикаты, мг/л	0,002; 0,5	–	Отсутствие
Поверхностно-активные вещества, мг/л	анионактивные 0,05; 0,5 неионогенные 0,05; 0,11	20 20	Не нормируется Не нормируется
Реакция воды, рН	6,5...8,5	6,5...8,5	7,1...8,5

Таблица 2.13

Гигиенические требования качества очистки сточных вод (критерий для закрытых систем технического водоснабжения)

Показатели	Допустимые уровни
Взвешенные вещества, мг/л	3,0
БПК ₅ , мг/л O ₂ /л	5,0
ХПК, мг/л O ₂ /л	50,0
Коли-индекс	1000

Попадая в водоемы и водостоки, биогены вызывают бурный рост фитопланктона — множества видов водорослей, представляющих собой отдельные клетки. Вместе с частицами почвы, выносимыми в водоемы из-за эрозии почв, фитопланктон препятствует прохождению солнечного света в толщу воды, вследствие чего нарушаются процессы фотосинтеза водных растений, погруженных в воду. В результате резко уменьшается поступление кислорода, производимого растениями при фотосинтезе: рыбы и другие обитатели водоемов задыхаются и гибнут. Вещество этих частиц не отнесено к разряду химически вредных, но они уменьшают прохождение света в толщу воды, засоряют жабры и пищедобывающие органы, обволакивают икринки рыб и других водных организмов. Какие из перечисленных источников загрязнения гидросферы наиболее опасны в этом отношении, очевидно, определяется соотношением населенных пунктов и сельскохозяйственных предприятий.

Сельскохозяйственные стоки вызывают не только эвтрофикацию и обеднение воды кислородом, но и создают угрозу инфекционных заболеваний. Люди и животные, зараженные болезнетворными бактериями, вирусами и другими паразитами, могут выделять в стоки большое количество таких патогенов или их яиц. Именно по этой причине случались опустошительные эпидемии холеры, брюшного тифа. Для предотвращения распространения патогенов, прежде всего, необходима дезинфекция запасов воды для населения хлорированием или другими методами.

Особую опасность для гидросферы несут агрохимикаты, загрязняющие как грунтовые воды, так и водоемы. Наиболее распространены ядохимикаты на основе соединений тяжелых металлов (свин-

ца, олова, мышьяка, кадмия, ртути, хрома, меди, цинка) и синтетических органических соединений. Ионы тяжелых металлов, попадая в организм, подавляют активность ряда ферментов, что приводит к крайне тяжелым физиологическим последствиям. Например, умственная отсталость при свинцовом отравлении, психические аномалии и врожденные уродства при ртутных отравлениях. Агрохимикаты особенно опасны в связи с их способностью накапливаться в организмах (биоаккумуляция) и с возможностью биоконцентрирования. В последнем случае животные последующих трофических уровней, питаясь организмами, накопившими агрохимикаты, получают исходно более высокие концентрации.

3. НОРМИРОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ОБЪЕКТАМИ АПК ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

3.1. НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

3.1.1. Оценка качества окружающей среды

В основу всех природоохранных мероприятий положен принцип нормирования качества окружающей среды.

Под качеством окружающей среды понимают степень соответствия ее характеристик потребностям людей и технологическим режимам работы производственных объектов.

Для оценки качества окружающей среды необходимо знать:

- объект экологической защиты биосферы;
- среду (воздух, вода, почва, и т. д.), в которой нормируется и контролируется содержание загрязняющих веществ;
- критерий вредности, наносимой окружающей среде (заболевания у человека, включая потомство; снижение продуктивности растений; выход из строя технологического оборудования и т. д.);
- временную характеристику воздействия на окружающую среду (воздействие в течение всей жизни человека; в короткий промежуток времени; в аварийных ситуациях и т. д.);
- последствия или «цену» норматива, к которым может привести отсутствие или превышение допустимого уровня;
- экологические и производственные стандарты.

Экологические стандарты устанавливают предельно допустимые нормы антропогенного воздействия на окружающую среду, превышение которых несет опасность здоровью человека, губительно для растительности и животных.

Данные нормы приводятся в виде предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ (ПДК) и предельно допустимых уровней вредного физического воздействия (ПДУ).

ПДК — это количество вредного вещества в окружающей среде, отнесенное к массе или объему ее конкретного компонента, которое при постоянном контакте или при воздействии в отдельный промежуток времени практически не оказывает влияния на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства.

Производственно-хозяйственные стандарты качества окружающей среды регламентируют экологически безопасный режим работы производственных объектов и включают:

- норматив допустимого выброса загрязняющих веществ в окружающую среду (НДВ);
- норматив допустимого сброса (НДС) загрязняющих веществ в водные объекты.

Для комплексной оценки качества ОС используют индекс загрязнения атмосферы, воды, почвы.

3.1.2. Нормирование атмосферных загрязнений

При нормировании качества атмосферного воздуха учитывается, что:

- привыкание к вредным веществам, находящимся в атмосферном воздухе, — это неблагоприятный эффект;
- концентрация химических веществ в атмосфере, которые неблагоприятно действуют на растительность, климат, прозрачность атмосферы и условия жизни населения, считается недопустимой.

Для нормирования качества атмосферного воздуха необходимо знать:

- предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ и предельно допустимые уровни вредных физических воздействий;
- предельные объемы образования загрязняющих веществ при эксплуатации технологического оборудования стационарных объектов и сооружений;
- потребление воздуха для производственных нужд;
- содержание загрязняющих веществ в отработавших газах передвижных источников.

В расчетах для нормирования качества атмосферного воздуха используются значения следующих ПДК:

- максимально разовой (ПДК_{м.р.});
- среднесуточной (ПДК_{сс.});
- ПДК для населенных мест;
- ПДК для воздуха рабочей зоны (ПДК_{р.з.}).

В случае отсутствия значений ПДК могут применяться ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ). Значения ОБУВ пересматриваются через два года после их утверждения или заменяются ПДК с учетом накопленных данных о здоровье работающих и условиях труда.

Максимально-разовая ПДК — это концентрация примеси в атмосфере, определяемая по пробе, отобранной за 20–30-минутный интервал времени. Среднесуточная ПДК — это концентрация примеси в атмосфере, определяемая по среднесуточной пробе воздуха, отбираемой в течение 24 ч непрерывно или с равными интервалами между отборами, но не менее четырех раз в сутки. Среднемесячная концентрация — это концентрация примеси в атмосфере, определяемая как среднее значение из среднесуточных концентраций, измеряемых не реже четырех раз в сутки и не менее 20 суток в месяц. Среднегодовая концентрация — это концентрация примеси в атмосфере, определяемая как среднее значение из среднесуточных концентраций, измеряемых 200 суток в год.

Величина ПДК зависит от степени токсичности вещества, характеризующейся классом опасности. Все нормируемые вещества подразделяются на четыре класса опасности:

- 1-й класс — чрезвычайно опасные вещества (ПДК в воздухе рабочей зоны не превышают 0,1 мг/м³);
- 2-й класс — высокоопасные (ПДК_{р.з.} от 0,1 до 1 мг/м³);
- 3-й класс — умеренно опасные (ПДК_{р.з.} от 1,1 до 10 мг/м³);
- 4-й класс — малоопасные (ПДК_{р.з.} свыше 10 мг/м³).

Как правило, атмосферный воздух всегда загрязнен несколькими вредными веществами, которые могут обладать эффектом суммации или потенцирования. Эффект суммации представляет собой сложение эффектов воздействия разных веществ. Эффект потенцирования — усиление эффектов воздействия одного вещества другим.

При наличии в атмосфере веществ, обладающих суммацией действия с концентрациями C , расчет допустимого содержания веществ проводится по формуле:

$$C_1/\text{ПДК}_1 + C_2/\text{ПДК}_2 + \dots + C_n/\text{ПДК}_n \leq 1, \quad (3.1)$$

где C_1, C_2, \dots, C_n — фактические концентрации веществ в атмосфере, мг/м³;

ПДК₁, ПДК₂, ..., ПДК_n — соответствующие ПДК для этих веществ, мг/м³.

Концентрации примесей в атмосферном воздухе определяются на стационарных постах, специализированных лабораториях.

В качестве интегрального показателя загрязнения воздуха используют показатель P , который учитывает характер комбинированного действия вредных веществ и класс их опасности:

$$P_i = \sqrt{\sum K_i^2}, \quad (3.2)$$

где $K_i = C_i/\text{ПДК}_{cci}$ ($K_i = 0,9; 1,0; 1,3$ и $1,7$ соответственно для 4; 3; 2 и 1-го классов опасности веществ);

C_i — среднесуточная концентрация i -го вещества в атмосферном воздухе, мг/м³.

Для обобщенной оценки загрязнения воздуха используется индекс загрязнения атмосферы (ИЗА), учитывающий класс опасности вещества и средние уровни загрязнения воздуха. Расчет ИЗА для одной i -й примеси осуществляется по формуле:

$$\text{ИЗА}_i = (q_{cpi}/\text{ПДК}_{cci})K_i, \quad (3.3)$$

где q_{cpi} — среднегодовая концентрации i -й примеси;

ПДК_{cci} — среднесуточная ПДК для i -й примеси, мг/м³.

ИЗА, учитывающий m примесей, присутствующих в атмосфере, рассчитывают по формуле:

$$\text{ИЗА}_m = \sum_{i=1}^m (q_{cpi}/\text{ПДК}_{cci})K_i. \quad (3.4)$$

Расчет ИЗА_m производится с помощью предварительного сопоставления убывающего вариационного ряда величин ИЗА_i, рассчитанных для 5–6 приоритетных примесей.

Считается, что уровень загрязнения атмосферы высокий, если ИЗА превышает 9; повышенный, если концентрации примеси в отдельных случаях превышают ПДК_{сс} и ПДК_{м,р}; низкий, если среднегодовые концентрации примеси находятся в пределах ниже ПДК_{сс}, а максимально разовые только в отдельных случаях превышают допустимые нормы.

3.1.3. Нормирование загрязняющих веществ в водной среде

Особенности нормирования химических веществ в водной среде обусловлены следующими факторами.

1. С гигиенических позиций оценивается уровень загрязнения воды, предназначенной для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения.

2. Нормативы качества воды распространяются не на весь водный объект, а только на пункты водопользования населения.

3. Вода используется населением не только для питья, приготовления пищи, личной гигиены, но и для хозяйственно-бытовых и рекреационных целей. Отсюда при нормировании учитывается непосредственное влияние химических загрязнителей на организм (санитарно-токсикологический показатель вредности), а также их влияние на органолептические свойства воды и процессы самоочищения воды водоемов (органолептический и общесанитарный показатель вредности).

4. Для водных объектов, используемых населением (поверхностные и подземные воды, питьевая вода, вода систем горячего водоснабжения), устанавливаются единые гигиенические нормативы (ПДК, ПДН).

Основным нормативным требованием к качеству воды в водном объекте является соблюдение установленных предельно допустимых концентраций (таблица 3.1) или группы экологических стандартов, оценивающих состояние водной экосистемы и качество воды с точки зрения ее опасности или безопасности для здоровья людей.

ПДК вредных веществ в водном объекте — это такая концентрация, при превышении которой вода становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования.

Таблица 3.1

Предельно допустимые концентрации веществ в воде водоемов [4]

Соединение	Лимитирующий показатель	Класс опасности	ПДК для водоемов, мг/л	
			культурно-бытового и хозяйственно-питьевого водопользования	рыбохозяйственного водопользования
Ацетон	Общесанитарный	3	2,2	–
Бензол	Санитарно-токсиколог.	2	0,54	0,05
Фенол	Органолептический	4	0,001	0,001
Аммиак	Санитарно-токсиколог.	3	2,0	0,05
Формальдегид	Санитарно-токсиколог.	2	0,05	–

Состав и свойства воды в водных объектах должны соответствовать нормативам в створе или поперечном сечении, заложенном на водотоках, — в одном километре выше ближайшего по течению пункта водопользования (хозяйственно-питьевое водоснабжение, место купания, организованный отдых, территория населенного пункта и т. д.), а на непроточных водоемах — в радиусе одного километра от пункта водопользования.

Для веществ, загрязняющих воду, так же как для примесей в атмосферном воздухе, установлено раздельное нормирование качества воды. Однако принцип разделения здесь связан с приоритетным назначением водного объекта или категориями водопользования.

Для обеспечения чистоты водных объектов используется другой ограничительный норматив — лимитирующий показатель вредности, не имеющий количественной характеристики, но отражающий приоритетность требований к качеству воды в тех случаях, когда водный объект имеет многофункциональное назначение.

В основу приоритетности нормирования воды в водных объектах культурно-бытового и хозяйственно-питьевого назначения положены преимущественно санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический лимиты, а в рыбохозяйственных — токсикологический и отчасти органолептический.

Загрязнение воды связано не только с присутствием в ней токсичных или дурнопахнущих веществ, но и с изменением ряда других физико-химических показателей, таких, как содержание взвешенных веществ, минеральный состав, растворенный кислород, температура, рН и др. В створах водопользования состав и свойства

воды ни по одному из названных показателей не должны превышать установленный норматив. При использовании водного объекта для различных нужд приоритетными являются более жесткие требования в ряду одноименных показателей. Главным с гигиенических позиций требованием к качеству питьевой воды является ее безопасность в эпидемическом отношении.

Санитарное состояние водоема отвечает требованиям норм при выполнении неравенства [21]:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i^m} \leq 1, \quad (3.5)$$

где n — число вредных веществ в водоеме, относящихся, например, к «санитарно-токсикологической» группе вредных веществ;

C_i — концентрация i -го вещества из данной группы вредных веществ;

m — номер группы вредных веществ, например, $m = 1$ — для «санитарно-токсикологической» группы вредных веществ, $m = 2$ — для «общесанитарной» группы вредных веществ и т. д.

При преобладании одного вредного вещества с концентрацией C в группе вредных веществ данного лимитированного поверхностного вещества должно выполняться требование

$$C + C_{\phi} \leq \text{ПДК}. \quad (3.6)$$

Для самих сточных вод ПДК не нормируются, а определяются предельно допустимые количества сброса вредных примесей (НДС).

Запрещено сбрасывать в водоемы сточные воды, если: существует возможность повторного использования одной и той же воды в технологическом процессе; стоки содержат ценные отходы, которые возможно утилизировать; стоки содержат сырье, реагенты и продукцию производства в количествах, превышающих технологические потери; сточные воды содержат вещества, для которых не установлены ПДК.

Режим сброса может быть единовременным, периодическим, непрерывным с переменным расходом, случайным.

Одной из задач регулирования качества вод в водоемах является задача определения допустимого состава сточных вод, то есть того максимального содержания вредного вещества (веществ) в стоках,

которое после сброса еще не даст превышения концентрации вредного вещества в водах водоема над ПДК данного вредного вещества.

Уравнение баланса растворенной примеси при сбросе ее в водоток (реку) с учетом начального разбавления в створе выпуска [6]:

$$C_{cm} = [n_{p.c} (C_{p.c} - C_{\phi}) + C_{\phi}], \quad (3.7)$$

где C_{cm} , $C_{p.c}$, C_{ϕ} — концентрации примеси в сточных водах до выпуска в водоем, в расчетном створе и фоновая концентрация примеси, мг/кг;

n_0 и $n_{p.c}$ — кратность разбавления сточных вод в створе выпуска (начальное разбавление) и в расчетном створе.

Начальное разбавление сточных вод в створе их выпуска

$$n_0 = \frac{Q_0 + q}{q}, \quad (3.8)$$

где $Q_0 = LHV$ — часть расхода водостока, протекающая над рассеивающим выпуском, имеющим вид перфорированной трубы, уложенной на дно, м³/с;

q — расход сточных вод, м³/с;

L — длина рассеивающего выпуска (перфорированной трубы), м;

H , V — средняя глубина и скорость потока над выпуском, м и м/с.

После подстановки (3.8) в (3.7)

$$C_{cm} = \frac{LHV + q}{q} \cdot [n_{p.c} (C_{p.c} - C_{\phi}) + C_{\phi}]. \quad (3.9)$$

При $LHV \gg q$

$$C_{cm} = \frac{LHV}{q} \cdot [n_{p.c} (C_{p.c} - C_{\phi}) + C_{\phi}]. \quad (3.10)$$

По ходу водостока струя сточной воды расширяется (за счет диффузии, турбулентной и молекулярной), вследствие чего в струе происходит перемешивание сточной воды с водой водотока, возрастание кратности разбавления вредной примеси и постоянное уменьшение ее концентрации в струе перемешанной воды. В конечном счете, створ (сечение) струи расширится до створа водотока. В этом месте водотока (где створ загрязненной струи совпал со

створом водотока) достигается максимально возможное для данного водотока разбавление вредной примеси. В зависимости от величин кратности начального разбавления, ширины, скорости, извилистости и других характеристик водотока концентрация вредной примеси ($C_{p.c}$) может достигнуть значения ее ПДК в разных створах загрязненной струи. Чем раньше это произойдет, тем меньший участок (объем) водотока будет загрязнен вредной примесью выше нормы (выше ПДК). Известно, что самый лучший вариант, когда условие (3.7) обеспечивается уже в самом месте выпуска и таким образом размеры загрязненного участка водотока сводятся к нулю. Этот вариант соответствует условию выпуска стоков в водоток вне населенного пункта. Нормативное разбавление до ПДК в створе выпуска требуется и для водотоков, если выпуск осуществляется в черте населенного пункта.

В этом случае, учитывая, что для створа выпуска $n_{p.c} = 1$, а также подставив в (3.9) $C_{p.c} = \text{ПДК}$, получим

$$C_{cm} = \frac{BHV + q}{q}; \quad \text{ПДК} = \frac{Q + q}{q} \text{ПДК}, \quad (3.11)$$

где B и H — эффективные ширина и глубина водотока;

$Q = BHV$ — расход воды водотока.

Уравнение (3.11) означает, что при максимальном использовании разбавительной способности водотока (расхода водотока) максимально возможную концентрацию вредного вещества в сбрасываемых сточных водах можно допустить равной

$$\frac{Q + q}{q} \text{ПДК} = \frac{Q}{q} \text{ПДК}. \quad (3.12)$$

Если для целей разбавления стоков возможно использование только части расхода воды водотока, например, $0,2Q$, то требования к очистке стоков от данного вредного вещества повышаются, так как максимально допустимая концентрация вредности в стоках уменьшается при этом в 5 раз: $0,2Q/\text{ПДК}$. При этом величина qC_{cm} , равная в первом случае $qQ/q \times \text{ПДК} = Q \times \text{ПДК}$, а во втором $(q0,2Q - \text{ПДК})/q = 0,2Q \times \text{ПДК}$ должна рассматриваться как предельно допус-

тимый сброс (НДС) данной вредности в водоток, г/с [18]. При превышении данных величин НДС (Q^x ПДК и $0,2Q^x$ ПДК, г/с) концентрация вредного вещества в водах водотока превысит ПДК.

На изложенных принципах основывается регулирование качества воды в водотоках при сбросе в них взвешенных, органических веществ, а также вод, нагретых в системах охлаждения предприятий.

Условия смешения сточных вод с водой озер и водохранилищ значительно отличаются от условий их смешения в водотоках — реках и каналах. Полное перемешивание стоков и вод водоема достигается на существенно больших расстояниях от места выпуска.

Эффективность и надежность работы любого очистного устройства обеспечиваются в определенном диапазоне значений концентрации примесей и расхода сточной воды. Во временном графике технологических процессов могут быть значительные изменения, сопровождаемые изменением расхода сточных вод, состава и концентрации примесей. В таких случаях необходимо усреднение концентрации примесей и расхода сточной воды. С этой целью на входе в очистные сооружения устанавливают усреднители, выбор и расчет которых определяется характером изменения во времени расхода стоков, состава и концентрации примесей.

Последовательность этапов очистки стоков можно представить следующим образом:

1) усреднение стоков. Осуществляется не только на начальном этапе (при очистке от грубодисперсных примесей), но и на всех последующих этапах, где имеется неравномерность состава и расхода стоков и целесообразно слияние близких по составу стоков перед очередным этапом очистки;

2) очистка от грубодисперсных веществ. Устанавливаются решетки, песколовки, отстойники, аппараты, основанные на отделении твердых примесей в поле действия инерционных сил (флотация);

3) очистка от коллоидно-дисперсных примесей (коагуляция, электрокоагуляция);

4) регулирование кислотности (щелочности) стоков, например, с помощью известкования (нейтрализация);

5) фильтрование на зернистых насыпных, например, песчано-гравийных фильтрах — для очистки от тонкодисперсных примесей (частиц), имевшихся в исходных стоках или образовавшихся на предыдущих этапах очистки;

6) очистка стоков от молекулярных примесей, например, путем дегазации, адсорбции, экстракции;

7) очистка от вредных веществ, находящихся в стоках в ионном состоянии: перевод ионов в малодиссоциирующие соединения; нейтрализация; окисление; образование комплексных ионов и перевод их в малорастворимое состояние; ионитная фильтрация (ионный обмен); сепарация ионов при изменении фазового состояния воды, например, дистилляция; ультрафильтрация; электродиализ; воздействие магнитных и акустических полей и др.;

8) повторное фильтрование — для очистки стоков от дисперсных примесей, образовавшихся на этапах очистки от истинно растворенных примесей, а также обезвреживание (дезинфекция) очищенных стоков от патогенных организмов (микроорганизмов);

9) биологическая очистка применяется для очистки стоков от органических примесей: сточные воды пропускаются через устройства (например, аэротенки), насыщенные мощными колониями специально подобранных микроорганизмов, которые извлекают органические вещества из стоков для питания и, таким образом, минерализуют органические примеси. Для интенсификации процессов стоки обогащаются кислородом (окситенки). С помощью устройств и сооружений биологической очистки процесс минерализации выносится за пределы водоема.

Совокупность с первого по пятый этапов очистки стоков в специальной литературе часто называют предочисткой. Она важна и сама по себе, и для осуществления последующих этапов очистки от истинно растворенных примесей в виде отдельных ионов, молекул или комплексов молекул.

Контроль качества воды водоемов осуществляется периодическим отбором и анализом проб воды из поверхностных водоемов (не реже одного раза в месяц). Количество проб и места их отбора определяют в соответствии с гидрологическими и санитарными характеристиками водоема. При этом обязателен отбор проб непосредственно в месте водозабора и на расстоянии один километр выше по течению для рек и каналов; для озер и водохранилищ — на расстоянии одного километра от водозабора в двух диаметрально расположенных точках. Наряду с анализом проб воды в лабораториях используют автоматические станции контроля качества воды, которые могут одновременно измерять до 10 и более показателей качества воды.

В настоящее время в различных странах мира для оценки качества воды установлено более 100 показателей. При оценке степени загрязненности поверхностных вод учитываются: содержание плавающих примесей и взвешенных веществ, запах, привкус, окраска и температура воды, состав и концентрация минеральных примесей и растворенного в воде кислорода, состав ПДК ядовитых и вредных веществ, болезнетворных бактерий. В Беларуси используются нормативы ПДК более 400 вредных веществ в водоемах питьевого и культурно-бытового назначения, а также более 100 вредных веществ в водоемах рыбохозяйственного назначения.

На очистных сооружениях предприятий осуществляют контроль состава исходных и очищенных сточных вод, а также контроль эффективности работы очистных сооружений. Контроль, как правило, осуществляется один раз в десять дней.

Пробы сточной воды отбираются в чистую посуду из боросиликатного стекла или полиэтилена. Анализ проводится не позже, чем через 12 часов после отбора пробы. Для сточных вод измеряются органолептические показатели: рН, содержание взвешенных веществ, химическое потребление кислорода (ХПК), количество растворенного в воде кислорода, биохимическое потребление кислорода (БПК), концентрации вредных веществ, для которых существуют нормируемые значения ПДК.

Контролируются два органолептических показателя воды при анализе сточных вод: запах и цвет. Величина рН в сточных водах определяется электрометрическим способом.

При определении грубодисперсных примесей в стоках измеряется массовая концентрация механических примесей и фракционный состав частиц. Для этого применяют специальные фильтроэлементы и измерение массы «сухого» осадка.

Величина химического потребления кислорода (ХПК) характеризует содержание в воде восстановителей, реагирующих с сильными окислителями, и выражается количеством кислорода, необходимым для окисления всех содержащихся в воде восстановителей.

БПК — количество кислорода (в миллиграммах), необходимое для окисления в аэробных условиях в результате происходящих в воде биологических процессов органических веществ, содержащихся в 1 л сточной воды, определяется по результатам анализа изменения количества растворенного кислорода с течением време-

ни при 20°C. Чаще всего используют пятисуточное биохимическое потребление кислорода.

Измерение концентрации вредных веществ, для которых установлены ПДК, проводят на различных ступенях очистки, в том числе перед выпуском воды в водоем.

3.1.4. Нормирование загрязняющих веществ в почве

Основными требованиями к нормированию содержания вредных веществ в почве являются следующие:

1) при разработке нормативов основываться на данных, полученных в экстремальных почвенно-климатических условиях с учетом влияния на процессы самоочищения и микробиоценоза;

2) гигиенические нормативы устанавливаются с учетом лимитирующего показателя вредности: общесанитарного, миграционного, водного, воздушного (переход из почвы в воздух или воду), органолептического, фитоаккумуляционного (переход и накопление в растениях) и санитарно-токсикологического. Санитарно-токсикологический норматив учитывает возможность поступления веществ, содержащихся в почве, в организм человека одновременно несколькими путями: с пылью, вдыхаемым атмосферным воздухом, питьевой водой, продуктами питания и др.;

3) экспериментально обоснованную ПДК следует рассматривать как эталонную величину отсчета, используемую для оценки опасности загрязнения почвы в конкретных почвенно-климатических условиях.

Нормирование загрязняющих веществ в почве проводят по трем направлениям:

- нормирование содержания пестицидов в пахотном слое почвы сельскохозяйственных угодий;

- нормирование накопления токсичных веществ на территории предприятия;

- нормирование загрязненности почвы в жилых районах, главным образом в местах временного хранения бытовых отходов.

Загрязняющие вещества в пахотном слое почвы нормируются по двум показателям: предельно допустимым (ПДК_п) и временно допустимым концентрациям (ВДК_п).

Предельно допустимые концентрации загрязняющего вещества в почве — это максимальное его количество (мг/кг пахотного слоя абсолютно сухой почвы), установленное в экстремальных почвенно-климатических условиях, которое гарантирует отсутствие отрицательного прямого или опосредованного через контактирующие с почвой среды воздействия на здоровье человека, его потомство и санитарные условия жизни.

ПДК_п устанавливаются, используя данные о фоновых концентрациях загрязняющих веществ, их физико-химических свойствах, параметрах стойкости, токсичности. При этом устанавливают:

- допустимую концентрацию загрязняющего вещества в почве, при которой его содержание в пищевых и кормовых растениях не превысит некоторых допустимых остаточных количеств (ДОК) или ПДК в продуктах питания (ПДК_{пр});
- допустимую (для летучих веществ) концентрацию, при которой поступление вещества в воздух не превысит установленных ПДК для атмосферного воздуха (ПДК_{а.в});
- допустимую концентрацию, при которой поступление вещества в грунтовые воды не превысит ПДК для водных объектов;
- допустимую концентрацию, которая не влияет на микроорганизмы и процессы самоочищения почвы.

Гигиеническое нормирование предусматривает обоснование пороговых концентраций загрязняющих веществ по шести показателям вредности: органолептическому (изменение запаха, привкуса, пищевой ценности фитотест-растений, а также запаха атмосферного воздуха, вкуса, цвета и запаха воды); общесанитарному (влияние на процессы самоочищения почвы); фитоаккумуляционному (транслокационному); водно-миграционному, воздушно-миграционному, санитарно-токсикологическому.

Санитарные нормы допустимых концентраций некоторых химических веществ в почве приведены в таблице 3.2.

Санитарные нормы допустимых концентраций химических веществ в почве [4]

Вещество	ПДК, мг/кг почвы	Лимитирующий показатель
	<u>Подвижная форма</u>	
Кобальт	5,0	Общесанитарный
Фтор	2,8	Транслокационный
Хром	6,0	Общесанитарный
	<u>Водорастворимая форма</u>	Транслокационный
Фтор	10,0	
	<u>Валовое содержание</u>	Общесанитарный
Бенз(а)пирен		Транслокационный
Ксилолы	0,02	То же
Мышьяк	0,3	Водный и общесанитарный
Отходы флотации угля	2,0	Транслокационный
Ртуть	3000,0	Общесанитарный
Свинец	2,0	Транслокационный
Свинец + ртуть	32,0	
Сернистые соединения (S):	20,0 + 1,0	
- элементарная сера		Общесанитарный
- сероводород	160,0	Воздушный
-серная кислота	0,4	Общесанитарный
Стирол	160,0	Воздушный
Формальдегид	0,1	То же
Хлористый калий	7,0	Водный
Хром	560,0	Общесанитарный
Ацетальдегид	0,05	Миграционно-воздушный
Изопропилбензол +	10,0	
+ Альфаметилстирол	0,5	То же
Суперфосфат (P ₂ O ₅)	200	Переход в растения

Более жесткому нормированию подвергаются почвы на содержание в них пестицидов (таблица 3.3).

Таблица 3.3

Предельно допустимые концентрации пестицидов в почве [4]

Наименование пестицида	ПДК, мг/кг почвы	Лимитирующий показатель
Актеллик	0,5	Транслокационный
Актеллик	0,1	Общесанитарный (для почв с рН = 5,5)
Атразин	0,5	Транслокационный
Бетанал	0,25	Транслокационный
Волатон	1,0	Транслокационный и миграционно-воздушный
Гамма-изомер ГХЦГ	0,1	Транслокационный
2,4-ДА	0,25	Транслокационный
Золон	0,5	Транслокационный
Карбофос	2,0	Транслокационный
Метафос	0,1	Транслокационный
Прометрин	0,5	Транслокационный
Раундап	0,5	Транслокационный
Семерон	0,1	Водомиграционный
Симазин	0,2	Транслокационный
Фосфамид	0,3	Транслокационный
Цинеб	0,2	Общесанитарный
Эптам	0,9	Транслокационный

Санитарное состояние почвы оценивается по ряду гигиенических показателей, среди них такие, как санитарное число (отношение содержания белкового азота к общему органическому), наличие кишечной палочки (коли-титр), личинок мух, яиц гельминтов. По комплексу данных показателей почва оценивается как чистая или загрязненная.

3.1.5. Нормирование радиоактивного загрязнения

Атмосферный воздух может быть также загрязнен радиоактивными веществами техногенного происхождения. В этом случае руководствуются Нормами радиационной безопасности НРБ-2000.

Измерение гамма-излучающих радионуклидов в пробах радиоактивных аэрозолей производится ежемесячно. Источники радиоактивного загрязнения биосферы могут быть естественными и искусственными. Естественные источники (космические лучи, радиоактивные элементы и др.) формируют естественный радиационный фон планеты и определяют естественную дозу облучения, эволюционно безопасную для живых организмов (фоновая доза). К дозе облучения естественного происхождения добавляется доза, получаемая от искусственных источников (таблица 3.4).

Таблица 3.4

Основные источники радиации и их примерный вклад в среднегодовую эффективную дозу облучения человеком (2,8 мЗв) [13]

Источники радиации			
Естественные (2,4 мЗв)		Искусственные (0,4 мЗв)	
Наименование показателей	Доля от среднегодовой эффективной дозы, %	Наименование показателей	Доля от среднегодовой эффективной дозы, %
1. Космическое излучение	16,0	1. Медицинская аппаратура	99,0
2. Земные источники, радионуклиды: – ^{40}K – ^{238}U ; ^{232}Th ; ^{87}Rb – ^{222}Rn ; ^{220}Rn ; ^{219}Rn	14,0 17,0 53,0	2. Промышленные устройства и установки 3. Часы и прочие изделия со свечением 4. Минеральные удобрения и отходы тепловых электростанций 5. Испытания ядерного и термоядерного оружия 6. АЭС и сопутствующие предприятия	1,0

В республике норматив полной прижизненной эффективной дозы для человека составляет 70 мЗв, или 1 мЗв/год. Основные санитарные правила работы с радиоактивными веществами и другими источниками ионизирующего излучения излагаются в нормативном документе ОСП-2002. Содержание радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах и в воде регламентируется республиканскими допустимыми уровнями (РДУ-99), в которых активность, т. е. скорость распада ядер атомов радионуклидов, измеряется в беккерелях на единицу объема или массы (Бк/л; Бк/кг; Бк/м³).

Исходными данными при установлении дозовых пределов облучения являются стандартные условия:

- объем воздуха, с которым радионуклид поступает в организм на протяжении календарного года (для персонала и населения, соответственно 2,5·10⁶ и 7,3·10⁶ л/год);
- время облучения в течение календарного года (соответственно 1700 и 8800 ч);
- масса воды, с которым радионуклид поступает в организм на протяжении календарного года, — 0 и 800 кг/год.

В качестве основных дозовых пределов (таблица 3.5) приняты эффективная и эквивалентная дозы за год:

- в кистях;
- хрусталике глаза;
- коже;
- стопах.

Таблица 3.5

Основные дозовые пределы для персонала и населения

Нормируемая величина	Дозовые пределы	
	Лица из персонала (группа А)	Лица из населения
Эффективная доза	20 мЗв в год в среднем за любые 5 лет подряд, но не более 50 мЗв в год	1 мЗв в год в среднем за любые 5 лет подряд, но не более 5 мЗв в год
Эквивалентная доза за год:		
– в кистях и стопах	500	50
– хрусталике глаза	150	15
– коже	500	50

При проведении профилактических, медицинских и рентгенологических обследований годовая эффективная доза облучения не должна превышать 1 мЗв. Мощность дозы гамма-излучения, которую может получить пациент от приема радиофармацевтических препаратов с терапевтической целью, не должна превышать 3 мкЗв/ч.

Содержание радионуклидов в продуктах питания и воде приводится в таблице 3.6.

Таблица 3.6

Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в продуктах питания и питьевой воде (РДУ-99)

Продукты	Удельная (объемная) активность, Бк/кг (БК/л)	
	Для цезия-137	Для стронция-90
Вода питьевая	10	0,37
Мясо (свинина, птица)	180	
Мясо (говядина, баранина)	500	
Картофель	80	3,7
Овощи, корнеплоды	100	
Хлеб, хлебопродукты	40	3,7
Дикорастущие ягоды	185	
Грибы свежие	370	
Другие продукты питания	370	
Детское питание	37	1,85

3.2. НОРМИРОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ АПК НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Норма выброса загрязняющих веществ в окружающую среду — это предельный уровень содержания загрязняющего вещества в газах, отходящих от источника в атмосферный воздух, рассчитанный как отношение массы загрязняющего вещества в миллиграммах к объему сухих отходящих газов в м³ (температура воздуха 273 °К, давление 101,3 кПа).

Под нормативом допустимых выбросов (НДВ) следует понимать массу химических и иных веществ, поступающих в атмосферный

воздух от стационарных источников, функционирующих по технологическим нормам, соблюдение которых обеспечивает нормативы качества окружающей среды.

Если в воздухе населенных пунктов концентрация вредных веществ превышает ПДК, а значения НДВ по объективным причинам не могут быть достигнуты, вводится поэтапное снижение выброса вредных веществ. В этом случае фактический выброс, превышающий НДВ, называется нормативом временно допустимых выбросов (ВДВ) или временно согласованным выбросом (ВСВ).

В соответствии с Инструкцией по инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух инвентаризации подлежат все стационарные источники, из которых выбрасывается в атмосферный воздух более одного килограмма загрязняющих веществ в год.

Содержание проекта по инвентаризации источников выбросов зависит от категории опасности деятельности предприятия-природопользователя, которая устанавливается по сумме взвешенных условных баллов, рассчитанных в зависимости от:

- количественного и качественного состава загрязняющих атмосферный воздух веществ;
- размера санитарно-защитной зоны (СанПиН 10-5 РБ 2002);
- техногенной опасности предприятия для ОС;
- количества стационарных и передвижных источников выбросов;
- значения расчетных приземных концентраций, создаваемых источниками выбросов предприятия.

Установлено пять категорий опасности от деятельности предприятия для ОС:

- первая — более 21 условных баллов;
- вторая (17...21);
- третья (11...16);
- четвертая (6...10);
- пятая — до 5 баллов.

НДВ устанавливается для каждого стационарного источника и каждого выбрасываемого в атмосферу вещества при условии функционирования технологического и газоочистного оборудования с полной нагрузкой. При расчете НДВ учитываются фоновые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе и эффект суммации вредного действия нескольких веществ.

Критериями качества воздуха, используемыми в расчетах, являются предельно-допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов.

Рассеивание вредных примесей в атмосфере от холодных и нагретых источников происходит по-разному. Мерой нагретости газовой смеси (ГВС) служит разность температур (ΔT) выброса при выходе из устья источника и атмосферного воздуха:

$$\Delta T = T_r - T_b, \quad (3.13)$$

где T_r — температура газовой смеси, град;

T_b — температура атмосферного воздуха, град.

Скорость перемещения температурного фронта (V_T) определяется по следующим формулам:

$$V_T = 0,65 W_1 \sqrt[3]{\frac{\Delta T}{H}}, \quad \text{при } \Delta T \leq T_b; \quad (3.14)$$

$$V_T = 0,65 V_y \frac{D}{H}, \quad \text{при } \Delta T > T_b, \quad (3.15)$$

где W_1 — объем газовой смеси, м³/с;

H — высота источника выброса, м;

D — диаметр устья источника выброса, м;

V_y — скорость выхода ГВС из устья источника выброса, м/с.

$$V_y = \frac{4 \cdot W_1}{3,14 \cdot D^2} \quad (3.16)$$

Ускорение перемещения фронта охлаждения смеси (м/с², град) учитывается параметром f :

$$f = \frac{V_y^2 \cdot D \cdot 10^3}{H^2 \cdot \Delta T} \quad (3.17)$$

Выбросы, для которых $f \geq 100$ относятся к холодным, при $f < 100$ — к нагретым.

Величина опасной скорости ветра ($V_{оп}$) на высоте 10 м от уровня земли), при которой имеет место наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе, определяется исходя из следующих соотношений:

$$\begin{aligned}
 V_{\text{оп}} &= 0,5 \text{ м/с (при } V_T \leq 0,5, \text{ а } \Delta T > T_B); \\
 V_{\text{оп}} &= V_T \text{ (при } 0,5 < V_T \leq 2, \text{ а } \Delta T > T_B); \\
 V_{\text{оп}} &= V_T (1 + 0,12f) \text{ (при } V_T > 2, \text{ а } \Delta T > T_B); \\
 V_{\text{оп}} &= 2,2V_T \text{ (при } V_T > 2, \text{ а } \Delta T < T_B).
 \end{aligned}$$

Для определения условий выхода газовой смеси из устья источника выброса вводятся безразмерные коэффициенты m и n :

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f}} + 0,34\sqrt[3]{f}; \quad (3.18)$$

$$\begin{aligned}
 n &= 3 \text{ (при } V_T \leq 0,3); \\
 n &= 3 - (V_T - 0,3) \cdot (4,34 - V_T) \text{ (при } 0,3 < V_T \leq 2); \\
 n &= 1 \text{ (при } V_T > 2).
 \end{aligned}$$

Величина максимальной приземной концентрации вредных веществ (C_{max}) одиночного источника с круглым устьем для выброса нагретой газовой смеси при неблагоприятных метеорологических условиях определяется по формуле:

$$C_{\text{max}_H} = \frac{AMFm\eta}{H^2\sqrt[3]{W_1\Delta T}}, \quad (3.19)$$

где A — коэффициент, характеризующий неблагоприятные климатические условия;

M — количество вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с;

F — коэффициент, учитывающий интенсивность оседания вредных веществ в атмосферном воздухе;

η — эффективность газоочистного оборудования.

Величина максимальной приземной концентрации вредных веществ (C_{max}) для выброса холодной газовой смеси из круглого устья одиночного источника при неблагоприятных метеорологических условиях определяется по формуле:

$$C_{\text{max}_z} = \frac{AMFm\eta}{H^3\sqrt{H}} \cdot \frac{D}{8\sqrt{W_1}}. \quad (3.20)$$

Зона активного загрязнения атмосферы газовой смесью выбросом при круговой розе ветров рассчитывается по формуле:

$$R = 20 \cdot H \left(1 + \frac{\Delta T}{75}\right), \quad (3.21)$$

где R — радиус зоны активного загрязнения атмосферы, м.

Для выбросов нагретой или холодной газовой смеси из одиночного источника с круглым устьем или группы близко расположенных одинаковых источников, в случаях, когда фоновая концентрация (C_{ϕ}) рассматриваемой примеси установлена независимой от направления и скорости ветра и постоянной по всей территории промплощадки принимаем $C_{\phi} = C_{\text{max}}$. Тогда НДС (г/с) для источника нагретых или холодных выбросов равен:

$$\text{НДВ}_{\text{р.н.}} = \frac{(\text{ПДК} - C_{\phi})H^2\sqrt[3]{W_1\Delta T}}{AFm\eta} \quad (3.22)$$

$$\text{НДВ}_{\text{р.х.}} = \frac{(\text{ПДК} - C_{\phi})H^3\sqrt{H}8W_1}{AFm\eta D}. \quad (3.23)$$

Проекты НДС или ВСВ по каждому источнику и по предприятию в целом, в соответствии с Инструкцией по нормированию выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, согласовываются и утверждаются в территориальных службах Минздрава и Минприроды Республики Беларусь. Срок действия проектов НДС (ВСВ) составляет для предприятия первой и второй категорий опасности от деятельности предприятия 5 лет и 10 лет — для остальных категорий. Территориальный орган Минприроды Республики Беларусь выдает предприятию разрешение на выброс конкретного количества вредных веществ в атмосферу сроком до 5 лет.

Контроль за соблюдением НДС осуществляется в соответствии с Инструкцией о порядке проведения локального мониторинга окружающей среды юридическими лицами, осуществляющими эксплуатацию источников вредного воздействия на окружающую среду, Инструкцией об организации производственного контроля в области охраны окружающей среды, а также соответствующими органами государственного надзора.

3.3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ

ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ОТ СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ АПК И МОБИЛЬНОЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

3.3.1. Расчет выбросов загрязняющих веществ от производственных участков предприятий технического сервиса сельскохозяйственных машин и оборудования

Техническое обслуживание аккумуляторов. Во время зарядки аккумуляторных батарей выделяются:

- пары серной кислоты — при зарядке кислотных аккумуляторов;
- пары гидроокиси натрия (щелочь) — при зарядке щелочных аккумуляторов.

Валовый выброс паров серной кислоты и гидроокиси натрия в тоннах в год (M^A_i) рассчитывается по формуле [10; 14]:

$$M^A_i = 0,9g(Q_1a_1 + \dots + Q_n a_n)10^{-9}, \quad (3.24)$$

где g — удельное выделение паров серной кислоты или гидроокиси натрия:

$g = 1$ мг/А·ч — для серной кислоты;

$g = 0,8$ мг/А·ч — для гидроокиси натрия;

$Q_1 \dots Q_n$ — номинальная емкость каждого типа аккумуляторных батарей, обслуживаемых предприятием, А·ч;

$a_1 \dots a_n$ — количество проведенных зарядок батарей соответствующей емкости за год.

Расчет выбросов загрязняющих веществ при приготовлении электролита осуществляют по следующим формулам.

Валовые выбросы (т/год):

$$M^A = gS3600t10^{-6}; \quad (3.25)$$

– максимально разовые выбросы (г/с):

–

$$G^A = g \cdot S, \quad (3.26)$$

где t — время работы участка за год, ч;

S — площадь ванны, м²;

g — удельные выделения (при приготовлении электролита):

$g = 0,7$ г/с·м² — для серной кислоты;

$g = 1,57$ г/с·м² — для гидроокиси натрия.

Расчет максимально разового выброса (г/с) паров серной кислоты или гидроокиси натрия производится исходя из условий, что мощность зарядных устройств используется с максимальной нагрузкой. При этом сначала определяется валовый выброс ($M^A_{сут}$) в тоннах за сутки:

$$M^A_{сут} = 0,9 \cdot g \cdot (Q' n') \cdot 10^{-9}, \quad (3.27)$$

где Q' — номинальная емкость наиболее емких аккумуляторов, имеющих на предприятии;

n' — максимальное количество вышеуказанных батарей, которые можно одновременно присоединять к зарядному устройству.

Максимально-разовый выброс паров серной кислоты или гидроокиси натрия ($G^A_{раз}$) рассчитывается по формуле:

$$G^A_{раз} = M^A_{сут} 10^6 / (3600 \cdot m), \quad (3.28)$$

где m — цикл проведения зарядки в течение дня. Принимаем m равным 10 часам. Удельные выбросы загрязняющих веществ при зарядке составляют:

– для щелочных аккумуляторов — 1,9 г/кг электролита;

– кислотных аккумуляторов — 2,5 г/кг электролита.

Таблица 3.7

Номенклатура контролируемых параметров и рекомендуемых средств контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности на производственном участке по техническому обслуживанию аккумуляторных батарей [4]

Производственный участок (рабочее место)	Контролируемый параметр			Средство контроля
	наименование	Ед. изм.	Нормативные значения	
Участок (рабочее место) обслуживания	1. Электробезопасность:			
	-сопротивление заземляющих проводов;	Ом	< 5,0	Микроомметр Ф4104-М1
	-сопротивление изоляции	МОм	> 0,5	Мегаомметр Е6-24
аккумуляторных батарей	электроустройств			
	Пары серной кислоты и щелочи	мг/м ³	< 1	Газтестер КИ-28066
	Водородные соединения	мг/м ³	< 200	Газоанализатор водорода УСГ-4
	Пары ацетона, толуола, ксилола	мг/м ³	< 50	Газоанализатор УГ-2
	Освещенность	лк	> 150 (при общем освещении)	Люксметр Ю-117; эл. прибор ТКА-ПКМ/31
	Температура поверхности оборудования	°С	< +70	Переносной цифровой термометр НТЦ-3

Слесарно-механический участок. Для расчета выбросов загрязняющих веществ при механической обработке материалов необходимы следующие исходные данные: характеристика оборудования; «чистое» время работы единицы оборудования; номенклатура материалов, подвергающихся обработке; удельное количество пыли, аэрозолей, выделяющихся при работе на оборудовании.

«Чистое» время работы единицы станочного оборудования в день, то есть время, которое идет на собственно изготовление детали без учета времени на ее установку и снятие, определяется руководителем участка, о чем составляется акт.

Валовый выброс каждого загрязняющего вещества в тоннах в год на участке механической обработки (M^c) определяется отдельно для каждого станка по формуле:

$$M^c = g_i^c \cdot t \cdot n \cdot 3600 \cdot 10^{-6}, \quad (3.29)$$

где g_i^c — удельное выделение загрязняющего вещества при работе оборудования (станка), г/с;

t — «чистое» за день время работы одной единицы оборудования;

n — количество дней работы станка (оборудования) в год.

Если на одном станке обрабатываются различные материалы, то валовый и максимально-разовый выбросы рассчитываются отдельно для каждого материала. Количество уловленных загрязняющих веществ в тоннах в год (M^o) определяется по формуле:

$$M^o = M_1^c \cdot A \cdot \eta, \quad (3.30)$$

где A — коэффициент, учитывающий исправную работу очистного устройства.

$$A = N/N_1,$$

где N — количество дней исправной работы очистных устройств в год;

N_1 — количество дней работы участка в год;

η — эффективность данного очистного устройства (по паспортным данным), в долях.

Максимально разовый выброс при наличии очистных устройств (G_p^g) определяется по формуле:

$$G_p^g = g_i^c \cdot (1 - \eta \cdot A). \quad (3.31)$$

Применение смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) при шлифовании уменьшает выделение пыли на 85–90 %. При работе на станках с применением СОЖ образуется мелкодисперсный аэрозоль. Количество выделяющегося аэрозоля зависит от ряда факторов, в том числе от энергетических затрат на резание металла. Поэтому принято рассчитывать выделение аэрозоля исходя из мощности электродвигателя станка.

Валовый выброс аэрозоля при использовании СОЖ ($M_{\text{сож}}^c$) рассчитывается для каждого станка по формуле:

$$M_{\text{сож}}^c = 3600 \cdot g_{\text{сож}}^c \cdot N' \cdot t \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (3.32)$$

где $g_{\text{сож}}^c$ — удельное выделение загрязняющих веществ при обработке металла с применением СОЖ, г/с·кВт;

N' — мощность электродвигателя станка, кВт.

Максимально-разовый выброс аэрозоля при применении СОЖ ($G_{\text{сож}}^a$) определяется по формуле:

$$G_{\text{сож}}^a = g_{\text{сож}}^c \cdot N. \quad (3.33)$$

Для обеспечения контроля производственной и экологической безопасности на участке рекомендуются технические средства, приведенные в таблице 3.8.

Номенклатура контролируемых параметров и рекомендуемых средств контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности на производственных участках (рабочих местах) при работе на металлорежущих станках [4]

Производственный участок (рабочее место)	Контролируемый параметр			Средство контроля
	наименование	ед. изм.	нормативные значения	
Участок (рабочие места) - токарный - фрезерный - строгальный - расточной - сверлильный - заточный (точильный) и др.	1. Электробезопасность (при работе на станочном оборудовании): - сопротивление заземляющих проводов; - сопротивление изоляции электроустройств;	Ом МОм	$\leq 5,0$ $\geq 0,5$	Микроомметр Ф4104-М1 Мегаомметр Е6-24
	2. Содержание пыли в воздухе (в т. ч. абразивная пыль)	мг/м ³	≤ 6	Пылемер «Прима-03» (или «Прима-01», Приз-2 и др.)
	3. Освещенность	лк	≥ 300 (при общ. осв.) ≥ 750 (при комбинир. освещен.)	Люксметр Ю-116; эл. прибор ТКА-ПКМ/31
	4. Уровень шума	дБ	≤ 85	Измеритель шума ВШВ-03-М3
	5. Температура воздуха	°С	17–19° (холодное время года) 20–22° (теплый период года) 60–40	Ртутные и спиртовые термометры; комбинир. измеритель влажн. и темп. ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
	6. Относительная влажность	%	60–40	Аспирационный психрометр Мв-4ЛА (Ассмана); ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
	7. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	$\leq 0,3$ (холодное время года) $\leq 0,4$ (тепл. время года)	Комбинир. портативный прибор АТТ-1002; термометр ТКА-ПК (модель 50)
	8. Тяжесть труда: - прикладываемые усилия при подъеме заготовок	кгс	≤ 20	Динамометр электронный ДЭ-1

Кузнечно-термический участок. При нагреве заготовок и деталей в кузнечных горнах и нагревательных печах, работающих на твердом, жидком и газообразном топливе, происходит выделение оксида углерода, сернистого ангидрида (серы диоксид), оксидов азота, мазутной золы в пересчете на ванадий, твердых частиц (сажа). При закалке и отпуске в масляных ваннах происходит выделение паров минерального масла.

Для расчета выбросов загрязняющих веществ кузнечным участком необходимо иметь следующие данные:

- вид топлива, применяемого в горне (печи);
- количество потребляемого топлива за год;
- время работы оборудования в день.

«Чистое» время работы закалочной ванны — это время, когда из ванны выделяются пары и аэрозоли (с момента опускания металла в ванну до его охлаждения).

Валовый выброс твердых частиц в дымовых газах (M_T) определяется для используемого в горне (печи) твердого и жидкого топлива по формуле:

$$M_T = g_T \cdot m \cdot \chi \cdot (1 - \eta_T / 100), \quad (3.34)$$

где g_T — зольность топлива, % (таблица 3.9);

m — расход топлива за год, т/год;

χ — коэффициент типа топлива (таблица 3.10);

η_T — эффективность золоуловителей, % (принимается по паспортным данным очистного устройства).

Таблица 3.9

Характеристика топлива [4]

Топливо	g_T , %	Q_i^u , МДж/кг, м ³	S , %
Угли			
Донецкий бассейн	28,0	18,50	3,5
Днепроовский бассейн	31,0	6,45	4,4
Подмосковный бассейн	39,0	9,88	4,2
Карагандинский бассейн	27,6	21,12	0,8
Кузнецкий бассейн	13,2	22,93	0,4
Мазут			
Малосернистый	0,1	40,30	0,5
Сернистый	0,1	39,85	1,9
Высокосернистый	0,1	38,89	4,1
Природный газ (из газопроводов)	-	≈ 37,0	-

Значение коэффициента χ в зависимости от типа топки и топлива [4]

Тип топки	Топливо	χ
С неподвижной решеткой и ручным забросом	Бурые и каменные угли	0,0023
	Антрациты:	0,0030
	АС и АМ	0,0078
Камерная	Мазут	0,0100

Максимально-разовый выброс определяется по формуле:

$$G_T = (M_T \cdot 10^6) / (n \cdot t \cdot 3600), \quad (3.35)$$

где n — количество дней работы горна в год;

t — время работы горна в день, ч.

Валовый выброс оксида углерода определяется для твердого, жидкого и газообразного топлив:

$$M_{CO} = C_{CO} \cdot m \cdot (1 - g_1 / 100) \cdot 10^{-3}, \quad (3.36)$$

где g_1 — потери теплоты вследствие механической неполноты сгорания, % (таблица 3.11);

m — расход топлива за год, т/год (тыс. м³/год);

C_{CO} — выход оксида углерода при сжигании топлива, кг/т (кг/тыс. м³).

Значения C_{CO} определяются по формуле:

$$C_{CO} = g_2 R Q_i^u, \quad (3.37)$$

где g_2 — потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива, % (таблица 3.11);

R — коэффициент, учитывающий долю потери теплоты вследствие химической неполноты сгорания топлива:

$R = 1$ — для твердого топлива;

$R = 0,5$ — для газа;

$R = 0,65$ — для мазута;

Q_i^u — низшая теплота сгорания натурального топлива (таблица 3.9).

Таблица 3.11

Характеристика топок [4]			
Тип топки	Топливо	g_1	g_2
С неподвижной решеткой и ручным забросом топлива	Бурые угли	2,0	8,0
	Каменные угли	2,0	7,0
	Антрациты АМ и АС	1,0	10
Камерная	Мазут	0,5	0
	Газ (природный, попутный)	0,5	0
	Доменный газ	1,5	0

Максимально-разовый выброс оксида углерода определяется по формуле:

$$G_{co} = (M_{co}10^6)/(tn3600). \quad (3.38)$$

Валовый выброс оксидов азота для твердого, жидкого и газообразного топлива:

$$M_{NO_2} = g_3 B 10^{-3}, \quad (3.39)$$

где g_3 — удельное количество оксидов азота, выделяющееся при сжигании топлива, кг/т (кг/тыс. м³). $g_3 = 0,95 \dots 2,23$;

B — расход топлива за год, т/год (тыс. м³/год).

Максимально-разовый выброс оксидов азота G_{NO_2} :

$$G_{NO_2} = (M_{NO_2}10^6)/(tn3600). \quad (3.40)$$

Валовый выброс мазутной золы (т/год) в пересчете на ванадий при сжигании мазута определяется по формуле:

$$M_V = Q_V m \cdot (1 - \eta_{zy}) \cdot 10^{-6}, \quad (3.41)$$

где Q_V — количество ванадия, содержащегося в тонне мазута, г/т.

Значения Q_V определяются из выражения:

$$Q_V = 4000 \cdot g_r / 1,8, \quad (3.42)$$

где g_r — содержание золы в мазуте, %;

m — расход топлива за год, т/год;

η_{zy} — степень очистки (эффективность золоуловителей).

Максимально-разовый выброс мазутной золы в пересчете на ванадий определяется по формуле:

$$G_V = (M_V \cdot 10^6)/(t \cdot n \cdot 3600). \quad (3.43)$$

Валовый выброс сернистого ангидрида SO_2 (т/год) определяется по формуле:

$$M_{SO_2} = 0,02 \cdot m \cdot S^f \cdot (1 - \eta'_{SO_2}) \cdot (1 - \eta''_{SO_2}), \quad (3.44)$$

где S^f — содержание серы в топливе, % (таблица 3.9);

η'_{SO_2} — доля сернистого ангидрида, связываемого летучей золой топлива. Для углей Канско-Ачинского бассейна — 0,2 (Березовских — 0,5); Экибастузских — 0,02; прочих углей — 0,1; мазута — 0,02;

η''_{SO_2} — доля сернистого ангидрида, улавливаемого в золоуловителе. Для сухих золоуловителей принимается равной 0, для мокрых — 0,25.

Максимально-разовый выброс сернистого ангидрида определяется по формуле:

$$G_{SO_2} = (M_{SO_2}10^6)/(tn3600). \quad (3.45)$$

Расчет валового выброса загрязняющих веществ при термической обработке металлоизделий проводится по формуле:

$$M^m_i = g_i m 10^{-6}, \quad (3.46)$$

где g_i — удельное выделение загрязняющего вещества, г/кг обрабатываемых деталей (таблица 3.12);

m — масса обрабатываемых деталей в год, кг.

Максимально-разовый выброс загрязняющих веществ (г/с) определяется по зависимости:

$$G_T = (g_i b)/(3600t), \quad (3.47)$$

где b — максимальная масса обрабатываемых деталей в течение рабочего дня, кг;

t — «чистое» время, затрачиваемое на обработку деталей в течение рабочего дня, ч.

Таблица 3.12

Удельные выделения загрязняющих веществ при термической обработке металлоизделий [4]

Технологическая операция	Применяемое вещество	Выделяемое загрязняющее вещество	
		Наименование	Количественные характеристики выделения на единицу массы обрабатываемых деталей (g_i), г/кг
Закалка деталей в масляных ваннах	Минеральные масла	Масло минеральное нефтяное	0,10
Отпуск деталей в масляных ваннах	Минеральные масла	Масло минеральное нефтяное	0,08

Медницко-жестяницкий участок. При проведении медницких работ (пайки и лужения) используются мягкие припои, плавящиеся при температуре 180–230 °С. Эти припои содержат свинец, олово, поэтому при пайке в воздух выделяются аэрозоли оксидов свинца и олова.

Расчет валовых выбросов в тоннах производится отдельно по свинцу и оксидам олова. При пайке паяльником с косвенным нагревом:

$$M_i^n = g_i m 10^{-6}, \quad (3.48)$$

где g_i — удельные выделения (свинца, оксидов олова, меди и цинка), г/кг (таблица 3.13);

m — масса израсходованного припоя за год, кг.

При пайке электропаяльником:

$$M_i^{nl} = g_i n t 3600 \cdot 10^{-6}, \quad (3.49)$$

где n — количество паек в год;

t — «чистое» время работы паяльником, ч.

При лужении:

$$M_i^n = g_i F t_1 n_1 3600 \cdot 10^{-6}, \quad (3.50)$$

где F — площадь зеркала ванны, м²;

n_1 — число дней работы ванны в год;

t_1 — время нахождения ванны в рабочем состоянии в день, ч.

Максимально-разовый выброс загрязняющих веществ определяется:

– при пайке паяльниками с косвенным нагревом по формуле:

$$G_i^n = M_i^n \cdot 10^{-6} / (t n 3600); \quad (3.51)$$

– при лужении:

$$G_i^n = g_i F. \quad (3.52)$$

При пайке электропаяльниками максимально-разовый выброс равен удельному и берется из таблицы 3.13.

Общий валовый и максимально-разовый выбросы одноименных веществ определяются как сумма этих веществ при пайке и лужении.

Таблица 3.13

Удельные выделения загрязняющих веществ при пайке и лужении [4]

Вид выполняемых работ	Применяемые вещества и материалы	Выделяемое загрязняющее вещество			
		Наименование	Удельное количество (g_i)		
			г/кг	г/с	г/с·м ²
Пайка паяльниками с косвенным нагревом	Оловянно-свинцовые припои ЛОС-30, 40, 60, 70	Свинец и его соединения	0,51		
		Олова оксид	0,28		
Пайка электропаяльниками мощностью 20...60 Вт	ПОС-30	Меди оксид	0,072		
		Цинка оксид	6,4		
	ПОС-40	Свинец и его соединения		0,0075·10 ⁻³	
		Олова оксид		0,0033·10 ⁻³	
	ПОС-60	Свинец и его соединения		0,0050·10 ⁻³	
		Олова оксид		0,0033·10 ⁻³	
		Свинец и его соединения		0,0044·10 ⁻³	
		Олова оксид		0,0031·10 ⁻³	
Лужение погружением в припой	ПОС-60	Свинец и его соединения Олова оксид			0,11·10 ³
	ПОС-40				
	ПОС-30				0,05·10 ³
	ПОС-70				

Участок малярных работ. Из многих способов окраски (таблица 3.14) наибольшее распространение в сельскохозяйственном ремонтном производстве получило нанесение краски путем пневматического распыления без нагрева и с нагревом.

Выброс загрязняющего вещества, содержащегося в составе лакокрасочного материала, зависит от его состава, способа нанесения покрытия, производительности применяемого оборудования, толщины наносимого покрытия, наличия средств по улавливанию или нейтрализации загрязняющих веществ и другого.

Принято, что в процессе окраски и сушки происходит полный переход летучей части лакокрасочного материала и (или) растворителя в газообразное состояние.

В качестве исходных данных для расчета выбросов загрязняющих веществ принимают фактический или плановый расход лакокрасочного материала, долю содержания в нем летучей части, долю компонентов летучей части, и при наличии оборудования для газоочистки — степень очистки.

Расчет выбросов от организованных источников. Количество красочного аэрозоля (M_a) выделяющегося или выбрасываемого в атмосферный воздух при отсутствии газоочистки, при нанесении лакокрасочного материала на поверхность изделия, определяется по формуле:

$$M_a = M_k f_a f_i 10^{-4}, \quad (3.53)$$

где M_k — масса лакокрасочного материала, используемого для покрытия, т;

f_a — доля лакокрасочного материала, потерянного в виде аэрозоля, %;

f_i — доля твердой составляющей в лакокрасочном материале, %.

Таблица 3.14

Выделение вредных веществ при окраске [4]

Способ нанесения покрытия	Доля лакокрасочного аэрозоля, выделяющегося при нанесении покрытия, % от массы твердой составляющей материала, f_a	Доля летучих растворителей от общего их содержания в лакокрасочном материале, f_p	
		f_{po}	f_{pc}
Пневматический	30,0	25	75
Безвоздушный	2,5	23	77
Гидроэлектростатический	1,0	25	75
Пневмоэлектростатический	3,5	20	80
Электростатический	0,3	50	50
Горячее распыление	20,0	22	78
Окунание	—	28	72
Струйный облив	—	35	65
Электроосаждение	—	10	90

Количество красочного аэрозоля (M_a), выделяющегося в атмосферу при наличии газоочистки, определяется по формуле:

$$M_a = M_k f_a f_i (1 - n) 10^{-4}, \quad (3.54)$$

где n — степень очистки, в долях.

При нанесении покрытия при отсутствии газоочистки общее количество загрязняющих веществ, содержащихся в летучей части лакокрасочного материала, выделяющихся и выбрасываемых в атмосферный воздух, определяется по формуле:

$$M_a = M_k f_p f_{po} 10^{-4}, \quad (3.55)$$

где f_p — летучая часть, %;

f_{po} — летучая часть растворителей от общего их содержания в лакокрасочном материале при окраске, %.

При сушке M_a находится по формуле:

$$M_a = M_k f_p f_{pc} 10^{-4}, \quad (3.56)$$

где f_{pc} — доля летучих растворителей от общего их содержания в лакокрасочном материале при сушке.

Выделение (выброс) при отсутствии газоочистки индивидуального загрязняющего вещества, содержащегося в лакокрасочном материале при нанесении покрытия M_o и сушке M_c , определяются по следующим формулам:

$$M_o = M_k \cdot f_p \cdot f_{po} \cdot f_k 10^{-6}, \quad (3.57)$$

где f_k — содержание загрязняющего вещества в летучей части лакокрасочного материала, %.

$$M_c = M_k \cdot f_p \cdot f_{pc} \cdot f_k 10^{-6}. \quad (3.58)$$

Выброс индивидуального загрязняющего вещества, содержащегося в летучей части лакокрасочного материала при наличии газоочистки в процессе нанесения покрытия и сушки:

$$M_{ок} = M_k \cdot f_p \cdot f_{po} \cdot f_k \cdot (1 - n) 10^{-6}, \quad (3.59)$$

$$M_{ск} = M_k \cdot f_p \cdot f_{pc} \cdot f_k \cdot (1 - n) 10^{-6}. \quad (3.60)$$

Общий выброс индивидуального загрязняющего вещества, содержащегося в летучей части лакокрасочного материала, определяется по формуле:

$$M_{общ} = M_{ок} + M_{ск}. \quad (3.61)$$

При отсутствии газоочистки, когда известны суммарная площадь поверхности окрашиваемого изделия и удельное количество загрязняющего вещества, выделяющегося в атмосферный воздух при применении определенного типа лакокрасочного материала в конкретном технологическом процессе и однослойном покрытии, количество загрязняющего вещества определяется по формуле:

$$M_{окр} = 10^{-6} \cdot \sum_{i=1}^n g_{ij} F_{ij}, \quad (3.62)$$

где g_{ij} — удельное количество загрязняющего вещества, выделяющегося в атмосферу при применении i -го типа лакокрасочного материала при j -том технологическом процессе нанесения покрытия с учетом транспортировки и предварительной сушки, г/м²;

F_{ij} — суммарная поверхность изделий, окрашиваемых i -тым типом лакокрасочного материала при j -том технологическом процессе нанесения покрытия, м²/год.

Масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, рассчитывается по тем же формулам, что и валовый выброс, только вместо массы лакокрасочного материала, необходимого для покрытия (M_k), используется масса лакокрасочного материала, расходуемого в единицу времени:

$$M_k = M_{cp} \cdot 1000 / (t \cdot 60), \quad (3.63)$$

где M_{cp} — расход лакокрасочного материала за время t ведения технологического процесса нанесения покрытия, кг (t не более 30 минут).

Рассчитать количество красочного аэрозоля выбрасываемого в атмосферу в единицу времени можно по формуле:

$$M_a = 0,56 M_{cp} f_a f_t 10^{-4}. \quad (3.64)$$

Расчет выбросов от неорганизованных источников. При нанесении лакокрасочных покрытий при отсутствии оборудования по отсосу загрязненного воздуха, когда источники являются неорганизованными, выбросы ЗВ, содержащиеся в летучей части лакокрасочного материала, рассчитываются по формуле:

$$M = M_k \cdot f_p \cdot f_k 10^{-4}. \quad (3.65)$$

Контролируемые параметры и приборное обеспечение для организации производственной и экологической безопасности на участке малярных работ приведены в таблице 3.15.

Таблица 3.15

Номенклатура контролируемых параметров и рекомендуемых средств контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности на производственном участке малярных работ (лакокрасочных покрытий) при ремонте машин [4]

Производственный участок (рабочее место)	Контролируемый параметр			Средство контроля
	Наименование	Ед. изм.	Нормативные значения	
Участок окрасочных работ (лакокрасочных покрытий)	1. Электробезопасность:			
	-сопротивление заземляющих проводов;	Ом	≤ 5,0	Микроомметр Ф4104-М1 Мегаомметр Е6-24
	-сопротивление изоляции электроустройств	МОм	≥ 0,5	
	2. Пары бензина и керосина (углеводородные соединения):	мг/м ³		Газтестер КИ-28066
	-бензин-растворитель		≤ 300	
	-бензин топливный		≤ 100	
	-керосин		≤ 300	
	-масла нефтяные		≤ 5	
	3. Пары:			Газтестер КИ-28066
-ацетона	мг/м ³	≤ 200		
-уайт-спирита		≤ 300		
-кислота		≤ 50		
4. Содержание пыли в воздухе	мг/м ³	≤ 6	Пылемер «Прима-03» и др.	
5. Шум	дБ	≤ 80	Измеритель шума ВШВ-03-М3	
6. Относительная влажность	%	60-40	Аспирационный психрометр Мв-4ЛА (Ассмана); ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015	
7. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	≤ 0,2 (холодный период года) ≤ 0,3 (теплый период года)	Комбинир. портативный прибор АТТ-1002; термоанемометр ТКА-ПКМ (модель 50)	
8. Температура воздуха	°С	18-20 (холодный период года) 21-23 (теплый период года)	Ртутные и спиртовые термометры; комбинир. измеритель влажн. и темп. ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015	
9. Тепловые поля	Вт/м ²	≤ 200	Радиометр РАТ-2П	

Сварочно-наплавочный участок. Сварку и наплавку деталей производят сварочными автоматами, полуавтоматами и ручным способом.

Количество выделяющихся загрязняющих веществ при сварке зависит от марки электрода и марки свариваемого металла, типа швов и других параметров сварочного производства. Расчет количества загрязняющих веществ проводится по удельным показателям, приведенным к расчету сварочных материалов. В таблицах 3.16-3.17 приводятся контролируемые параметры и рекомендуемые средства контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности на рабочих местах, удельные показатели выделения загрязняющих веществ при различных сварочных работах.

Таблица 3.16

Номенклатура контролируемых параметров и рекомендуемых средств контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности на участке (рабочем месте) электросварки [4]

наименование	Контролируемый параметр		Средство контроля
	ед. изм.	нормативные значения	
	1	2	
1. Электробезопасность:			
-сопротивление заземляющих проводов;	Ом	≤ 5,0	Микроомметр Ф4104-М1 Мегаомметр Е6-24
-сопротивление изоляции электроустройств	МОм	≥ 0,5	
2. Сварочный аэрозоль:			Газтестер КИ-28066
-оксид хрома	мг/м ³	≤ 0,01	
-оксид марганца	мг/м ³	≤ 0,3	
-оксид никеля	мг/м ³	≤ 0,5	
-оксид алюминия	мг/м ³	≤ 2	
-оксид цинка	мг/м ³	≤ 6	
3. Тепловые поля (энергетическая освещенность)	Вт/м ²	≤ 200	Радиометр РАТ-2П
4. Выбросы в воздух:			Газтестер КИ-28066
-окись углерода	мг/м ³	≤ 20	
-двуокись азота	мг/м ³	≤ 5	
-фтористый водород	мг/м ³	≤ 0,5	
-озон	мг/м ³	≤ 0,1	
5. Содержание пыли в воздухе (в т. ч. абразивная пыль)	мг/м ³	≤ 4,0	Пылемер «Прима 03» (или «Прима 01», «Приз-2» и др.)

Окончание таблицы 3.16

1	2	3	4
6. Освещенность	лк	≥ 200 (при общем освещении) ≥ 500 (при комбинированном освещении)	Люксметр Ю-116; Эл. прибор ТКА-ПКМ/31
7. Уровень шума (звукового давления)	дБ	≤ 80	Измеритель шума ВШВ-03-М3
8. Температура воздуха	$^{\circ}\text{C}$	17–19 (холодный период года) 20–22 (теплый период года)	Ртутные и спиртовые термометры; комбинир. измеритель влажн. и темп. ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
9. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	$\leq 0,3$ (холодный период года) $\leq 0,4$ (теплый период года)	Комбинир. портативный прибор АТТ-1002; термоанемометр ТКА-ПК (модель 50)
10. Относительная влажность	%	60–40	Аспирационный психрометр Мв-4ЛА (Ассмана); ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
11. Тяжесть труда: -прикладываемые усилия при подъеме заготовок	кгс	≤ 20	Динамометр электронный (весы электронные ВЭ-100)

Таблица 3.17

Номенклатура контролируемых параметров и рекомендуемых средств контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности на участке (рабочем месте) газовой сварки [4]

Контролируемый параметр			Средство контроля
Наименование	Ед. изм.	Нормативные значения	
1	2	3	4
1. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	$\leq 0,3$ (холодный период года) $\leq 0,4$ (теплый период года)	Комбинир. портативный прибор АТТ-1002; термоанемометр ТКА-ПК (модель 50)
2. Температура воздуха	$^{\circ}\text{C}$	17–19 (холодный период года) 20–22 (теплый период года)	Ртутные и спиртовые термометры; комбинир. измеритель влажн. и темп. ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
3. Шум	дБ	≤ 80	Измеритель шума ВШВ-03-М3
4. Относительная влажность	%	60–40	Аспирационный психрометр Мв-4ЛА (Ассмана); ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
5. Температура поверхности оборудования	$^{\circ}\text{C}$	$\leq +70$	Переносной цифровой термометр

Окончание таблицы 3.17

1	2	3	4
6. Освещенность	лк	≥ 200 при общем освещении; ≥ 500 при комбинированном освещении	Люксметр Ю-116; эл. прибор ТКА-ПКМ/31
7. Электробезопасность: -сопротивление заземляющих проводов; -сопротивление изоляции электроустройств	Ом МОм	$\leq 5,0$ $\geq 0,5$	Микроомметр Ф4104-М1 Мегаомметр Е6-24
8. Содержание пыли в воздухе	мг/м ³	≤ 6	Пылемер «Прима 03» (или «Прима 01», «Приз-2» и др.)
9. Выбросы в воздух: -окись углерода -двуокись азота -фтористый водород -пары ацетона -пропан-бутановая смесь -озон	мг/м ³	≤ 20 ≤ 5 $\leq 0,5$ ≤ 200 ≤ 50 $\leq 0,1$	Газтестер КИ-28066

Расчет валового выброса загрязняющих веществ при всех видах электросварочных работ производится по формуле:

$$M_i^c = g_i^c B 10^{-6}, \quad (3.66)$$

где g_i^c — удельный показатель выделяемого загрязняющего вещества расходуемых сварочных материалов, г/кг (таблица 3.18);

B — масса расходуемого сварочного материала, кг/год.

Максимально-разовый выброс загрязняющих веществ определяется по формуле:

$$G_i^c = g_i^c \cdot b / (3600 \cdot t), \quad (3.67)$$

где b — максимальное количество сварочных материалов, расходуемых в течение рабочего дня, кг;

t — «чистое» время, затрачиваемое на сварку в течение рабочего дня, ч.

Расчет валового и максимально-разового выбросов загрязняющих веществ при газовой сварке ведется по тем же формулам, что и для электродуговой сварки, только вместо массы расходуемых электродов берется масса расходуемого газа. Удельные выделения загрязняющих веществ

Таблица 3.19

при газовой сварке приведены в таблице 3.19. Для определения количества загрязняющих веществ, выделяющихся при газовой резке металла, используются удельные показатели, приведенные в таблице 3.20.

Валовый выброс загрязняющих веществ при газовой резке определяется для каждого газорезущего поста отдельно по формуле:

$$M^p_i = g^p_i t n 10^{-6}, \quad (3.68)$$

где g^p_i — удельный выброс загрязняющих веществ, г/ч;

t — «чистое» время газовой резки металла в день, ч;

n — количество дней работы поста в году.

Максимально-разовый выброс загрязняющих веществ при газовой резке определяется по формуле:

$$G^p_i = g^p_i / 3600. \quad (3.69)$$

Таблица 3.18

Удельные выделения загрязняющих веществ при ручной электродуговой сварке штучными электродами [4]

Технологическая операция, сварочный или наплавочный материал и его марка (ручная дуговая сварка сталей штучными электродами)	Количество выделяющихся загрязняющих веществ, г/кг (g^c_i)								
	Сварочный аэрозоль	в том числе					вторичный водород	азота диоксид	углерода оксид
		марганец и его соединения	железа оксид	пыль неорганическая, содержащая SiO_2 (20–70)	прочие				
					наименование	количество			
УОНИ 13/45	16,3	0,92	10,6	1,40	Фториды	3,3	0,75	1,50	13,3
УОНИ 13/55	1		9		риды				
АНО-1		1,09	1	1,00	(в пересчете на F)	1,00	0,93	2,70	13,3
ОЗС-3	16,9		3,90						
MP-4	9	0,43					2,13		
		0,42	9,17						
	9,6	1,73	14,8				0,40		
	15,3		8						
	11,5		9,77						

Удельные выделения загрязняющих веществ при газосварочных работах [4]

Технологическая операция	Выделяемое загрязняющее вещество		
	Наименование	Количественные характеристики	
		Единица измерения	Количество
Газовая сварка стали ацетиленокислородным пламенем	азота диоксид	г/кг ацетилена	22,0
То же с использованием пропан-бутановой смеси	азота диоксид	г/кг смеси	15,0

Таблица 3.20

Удельные выделения загрязняющих веществ при газовой резке металлов [4]

Технологический процесс	Характеристика разрезаемого металла	Наименование и удельные выделения загрязняющих веществ (g^p_i), г/ч							
		Толщина, мм	Сварочный аэрозоль	в том числе				Углерода оксид	Азота оксид
				Хрома оксид	Марганец и его соединения	Железа оксид	Кремния оксид		
Газовая резка металла	Сталь углеродистая	5	74,0	–	1,1	72,9	–	49,5	39,0
		10	131,0	–	1,9	129,1	–	63,4	64,1
		20	200,0	–	3,0	197,0	–	65,0	53,2
	Сталь качественная легированная	5	82,5	1,25	–	81,25	–	42,9	33,6
		10	145,5	2,5	–	143,0	–	55,2	43,4
		20	222,0	5,0	–	217,0	–	57,2	44,9
Сталь высокомарганцевистая	5	80,1	–	1,6	78,2	0,3	46,2	36,3	
	10	142,2	–	2,8	138,8	0,6	58,2	46,6	
	20	217,5	–	4,4	212,2	0,9	59,9	48,8	

Участок ремонта и испытания двигателей. В состав участка входят рабочие места текущего ремонта двигателей, оборудуемые специальными стендами. При работе двигателя выделяются токсичные вещества: оксид углерода — CO , оксиды азота — NO_x , уг-

леводороды — CH , соединения серы — SO_2 , сажа — C (у дизелей), соединения свинца — Pb .

Обкатка двигателей производится как без нагрузки (холостой ход), так и под нагрузкой. На режиме холостого хода выброс загрязняющих веществ определяется в зависимости от рабочего объема испытываемого двигателя. При обкатке под нагрузкой выброс загрязняющих веществ зависит от средней мощности, развиваемой двигателем при обкатке.

Валовый выброс i -го загрязняющего вещества в тоннах в год (M_i) определяется по формуле:

$$M_i = M_{ixx} + M_{ин}, \quad (3.70)$$

где M_{ixx} — валовый выброс i -го загрязняющего вещества при обкатке на холостом ходу, т/год;

$M_{ин}$ — валовый выброс i -го загрязняющего вещества при обкатке под нагрузкой, т/год.

Валовый выброс i -го загрязняющего вещества при обкатке на холостом ходу:

$$M_{ixx} = \sum_{n=1}^n P_{ixxn} \cdot t_{xxn} \cdot n_n \cdot 60 \cdot 10^{-6}, \quad (3.71)$$

где P_{ixxn} — выброс i -го загрязняющего вещества при обкатке двигателя n -й модели на холостом ходу, г/с;

t_{xxn} — время обкатки двигателя n -й модели на холостом ходу, мин;

n_n — количество обкатанных двигателей n -й модели в год.

Значение P_{ixxn} определяют по формуле:

$$P_{ixxn} = g_{xxБ} \cdot V_{hn} \text{ или } P_{ixxn} = g_{xxД} \cdot V_{hn},$$

где $g_{xxБ}$, $g_{xxД}$ — удельный выброс i -го загрязняющего вещества соответственно бензиновым или дизельным двигателем n -й модели на единицу рабочего объема, г/л.с.;

V_{hn} — рабочий объем двигателя n -й модели, л.

Валовый выброс i -го загрязняющего вещества в тоннах в год при обкатке двигателя под нагрузкой ($M_{ин}$) определяется по формуле:

$$M_{ин} = \sum_{n=1}^n P_{инП} \cdot t_{инП} \cdot n_n \cdot 60 \cdot 10^{-6}, \quad (3.72)$$

где $P_{инП}$ — выброс i -го загрязняющего вещества при обкатке двигателя n -й модели под нагрузкой, г/с;

$t_{инП}$ — время обкатки двигателя n -й модели под нагрузкой, мин.

$$P_{инП} = g_{инБ} \cdot N_{срП} \text{ или } P_{инП} = g_{инД} \cdot N_{срП},$$

где $g_{инБ}$, $g_{инД}$ — удельный выброс i -го загрязняющего вещества соответственно бензиновым и дизельным двигателями на единицу мощности, г/л.с.

$N_{срП}$ — средняя мощность, развиваемая при обкатке под нагрузкой двигателем n -й модели, л.с.

Расчет выбросов загрязняющих веществ ведется отдельно для бензиновых и дизельных двигателей.

Максимальный разовый выброс загрязняющих веществ (G_i) определяется только на нагрузочном режиме, так как при этом происходит наибольшее выделение загрязняющих веществ. Расчет производится по формуле:

$$G_i = g_{инБ} \cdot N_{срБ} \cdot A_B + g_{инД} \cdot N_{срД} \cdot A_D, \quad (3.73)$$

где $g_{инБ}$, $g_{инД}$ — удельный выброс i -го загрязняющего вещества соответственно бензиновым или дизельным двигателем на единицу мощности, г/л.с.·с;

$N_{срБ}$, $N_{срД}$ — средняя мощность, развиваемая при обкатке наиболее мощного бензинового или дизельного двигателя, л.с.;

A_B , A_D — количество одновременно работающих испытательных стендов для обкатки бензиновых или дизельных двигателей.

Если на предприятии имеется только один стенд, на котором обкатывают бензиновые или дизельные двигатели, то в качестве максимально разовых выбросов G_i принимаются значения для двигателей, имеющих наибольшие выбросы по i -му компоненту.

При холодной обработке двигателя расчет выбросов загрязняющих веществ не проводится.

Разборочно-моечный участок. Снятые с машины агрегаты подвергаются очистке. Важное значение имеет соблюдение параметров производственной и экологической безопасности при выполнении разборочно-сборочных работ (таблицы 3.21–3.22).

Таблица 3.21

Номенклатура контролируемых параметров и рекомендуемых средств контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности на производственных участках (рабочих местах) при выполнении разборочно-сборочных работ [4]

Производственный участок (рабочее место)	Контролируемый параметр			Средство контроля
	Наименование	Ед. изм.	Нормативные значения	
1	2	3	4	5
1. Рабочее место наружной очистки машины (узлов, агрегатов)	1.1. Содержание пыли в воздухе	мг/м ³	≤ 6	Пылемер «Прима-03» (или Прима-1», Приз-2» и др.)
	1.2. Пары (углеводородные соединения)	мг/м ³	≤ 100	Газтестер КИ-28066
	1.3. Уровень шума (звукового давления)	дБ	≤ 80	Измеритель шума ВШВ-03-М3
	1.4. Электробезопасность (при работе с мониторной моечной машиной или компрессором): - сопротивление заземляющих проводов; - сопротивление изоляции электроустройств	Ом МОм	≤ 5,0 ≥ 0,5	Микроомметр Ф4104-М1 Мегаомметр Е6-24
	1.5. Освещенность		≥ 200 (при общем освещении) ≥ 300 (при комбинированном освещении)	Люксметр Ю-116; эл. прибор ТКА-ПКМ/31

Окончание таблицы 3.21

1	2	3	4	5
2. Участок (рабочее место) разборки машин (узлов, агрегатов)	2.1. Пары (углеводородные соединения)	мг/м ³	(см. п. 1.2)	
	2.2. Содержание пыли в воздухе	мг/м ³	(см. п. 1.1)	
	2.3. Электробезопасность		(см. п. 1.4)	
	2.4. Освещенность	лк	(см. п. 1.5)	
3. Участок (рабочее место) сборки машин (узлов, агрегатов)	3.1. Уровень шума (звукового давления)	дБ	≤ 80	Измеритель шума ВШВ-03-М3
	3.2. Электробезопасность		(см. п. 1.4)	
	3.3. Пары бензина и дизтоплива		(см. п. 1.2)	
	3.4. Освещенность		(см. п. 1.5)	
	3.5. Температура воздуха	°С	17–19° (холодное время года) 20–22° (теплый период года)	Ртутные и спиртовые термометры; комбинир. измеритель влажн. и темп. ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
	3.6. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	≤ 0,3 (холодный период года) ≤ 0,4 (теплый период года)	
	3.7. Тяжесть труда: -прикладываемые усилия	кгс	≤ 20	
			Комбинир. портативный прибор АТТ-1002; термоанемометр ТКА-ПК (модель 50)	

Таблица 3.22

Номенклатура контролируемых параметров при мойке машин, их нормативы и средства контроля [4]

Наименов. рабочего участка (рабочего места)	Применяемые вещества	Контролируемые параметры (выделяемые загрязняющие вещества и др.)	Нормативное значение	Средства контроля	
1	2	3	4	5	
Участок мойки машин, их агрегатов и деталей	Керосин	Керосин	$\leq 300 \text{ мг/м}^3$	Экспресс-анализатор «Газтестер»	
	МС-6, МС-8, лабомид-101 и др.	Карбонат кальция (каустическая сода)	$\leq 0,5 \text{ мг/м}^3$		
	Дизельное топливо (при выпаривании деталей)	Алифатические предельные углеводороды	$\leq 300 \text{ мг/м}^3$	Экспресс-анализатор «Газтестер»	
	Дизельное топливо (при мойке деталей)	Масляный туман	$\leq 5 \text{ мг/м}^3$		
Участок мойки машин, их агрегатов и деталей	Бензин	Бензин топливный	$\leq 100 \text{ мг/м}^3$	Экспресс-анализатор «Газтестер»	
		Бензин-растворитель	$\leq 300 \text{ мг/м}^3$		
	Соляная кислота 5%-ная (для очистки чугунных деталей от накипи)	Хлористый водород	$\leq 1 \text{ мг/м}^3$	Прибор УСГ-4	
	Серная кислота (при очистке от ржавчины)	Серная кислота	$\leq 1 \text{ мг/м}^3$	Экспресс-анализатор «Газтестер»	
	Соли свинца	Соли свинца	$\leq 0,005 \text{ мг/м}^3$	-«-	
	Параметры микроклимата	Шум		$\leq 80 \text{ дБ}$	Измеритель шума ВШВ-03-М3
			Относительная влажность	60–40%	Аспирационный психрометр Мв-4ЛА (Ассмана); ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
Скорость движения воздуха			$\leq 0,3 \text{ м/с}$ (холодный период года) $\leq 0,4 \text{ м/с}$ (теплый период года)	Комбинир. портативный прибор АТТ-1002; термоанемометр ТКА-ПК (модель 50)	

Окончание таблицы 3.2

1	2	3	4	5
		Температура воздуха	17–19 °С (холодный период года) 20–22 °С (теплый период года)	Ртутные и спиртовые термометры; комбинир. измеритель влажн. и темп. ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
		Температура поверхности оборудования	$+ \leq 70 \text{ °С}$	Переносной цифровой термометр ТЦМ-9210-01
		Освещенность	$\geq 150 \text{ лк}$ (при общем освещении)	Люксметр Ю-116; эл. прибор ТКА-ПКМ/31
		Электробезопасность: -сопротивление заземляющих проводов; -сопротивление изоляции электроустройств	$\leq 5,0 \text{ Ом}$ $\geq 0,5 \text{ МОм}$	Микроомметр Ф4104-М1 Мегаомметр Е6-24

Детали, подлежащие восстановлению, подвергают мойке в моечных погружных машинах. Очистку мелких деталей и метизов рекомендуется производить в машинах для мокрой галтовки.

Очистка на машинах, например, ОМ-2190, ОМ-12191, ОМ-14251 производится растворами синтетических и растворяюще-эмульгирующих моющих средств типа МЛ, МС, Лабомид, АМ-15, Ритм-76 и др.

Прежде чем приступать к ремонту агрегатов, узлов и деталей автомобилей, их необходимо очистить от загрязнений и коррозии.

Широкое распространение в процессах очистки получили синтетические моющие средства (СМС), основу которых составляют поверхностно активные вещества (ПАВ) и щелочные соли. При использовании СМС в качестве моющего раствора выделяется аэрозоль кальцинированной соды. Удельные выделения загрязняющих веществ при мойке деталей и агрегатов приведены в таблице 3.23.

Валовый выброс загрязняющего вещества (т/год) при мойке определяется по формуле:

$$M_i^m = g_i \cdot F \cdot t \cdot n \cdot 3600 \cdot 10^{-6}, \quad (3.74)$$

где g_i — удельный выброс загрязняющего вещества, г/с·м² (таблица 3.23);

F — площадь зеркала моечной ванны, м²;

t — время работы моечной установки в день, ч;

n — число дней работы моечной установки в год.

Максимально-разовый выброс загрязняющих веществ:

$$G_i^m = g_i \cdot F. \quad (3.75)$$

Таблица 3.23

Удельные выделения загрязняющих веществ при мойке деталей, узлов и агрегатов [4]

Вид выполняемых работ	Наименование применяемого вещества	Выделяемое загрязняющее вещество (на единицу площади зеркала ванны)	
		Наименование	Удельное количество (g_i), г/с·м ²
Мойка и консервация деталей	Керосин	Керосин	0,433
Мойка деталей в растворах СМС, со-держащих 40...50 % кальцинированной соды	Лабомид 101 202 203 Темп-100Д	Натрия карбонат (кальцинированная сода)	0,0016

Шиноремонтный участок. Технологический процесс ремонта местных повреждений покрышек включает следующие операции: прием в ремонт и определение величины и характера повреждений; мойку, сушку, подготовку поврежденных участков к ремонту — вырезку поврежденных участков, проверку влажности и при необходимости сушку; шпатель, намазку клеем, сушку; заделку повреждений; вулканизацию; отделку и балансировку.

Для расчета выбросов загрязняющих веществ необходимо иметь следующие исходные данные: удельные выделения загрязняющих веществ при ремонте резинотехнических изделий; количество расходуемых за год материалов (клей, бензин, резина для ремонта); время работы шероховальных станков в день.

Валовое выделение пыли (M_i^n) рассчитывается по формуле:

$$M_i^n = g_i^n \cdot n \cdot t \cdot 3600 \cdot 10^{-6}, \quad (3.76)$$

где g_i^n — удельное выделение пыли при работе единицы оборудования, г/с (таблица 3.24);

n — число дней работы шероховального станка в год;

t — среднее «чистое» время работы шероховального станка в день, ч.

Максимально разовый выброс пыли при шероховке принимается равным удельному выделению пыли и берется из таблицы 3.24.

Валовые выбросы бензина, оксида углерода и сернистого ангидрида (M_i^b) определяются по формуле:

$$M_i^b = g_i^b \cdot B \cdot 10^{-6}, \quad (3.77)$$

где g_i^b — удельное выделение загрязняющего вещества, г/кг ремонтных материалов, клея в процессе его нанесения с последующей сушкой и вулканизацией (таблица 3.25);

B — количество израсходованных ремонтных материалов в год, кг.

Максимально-разовый выброс бензина (G_b) определяется по формуле:

$$G_b = g_i^b \cdot B' / (3600t), \quad (3.78)$$

где B' — количество израсходованного бензина в день, кг;

t — время, затрачиваемое на приготовление, нанесение, сушку клея в день.

Максимально разовый выброс оксида углерода и сернистого ангидрида (G_b) определяется по формуле:

$$G_b = M_i^b \cdot 10^6 / (t \cdot n \cdot 3600), \quad (3.79)$$

где t — время вулканизации на одном станке в день, ч;

n — количество дней работы станка в год.

Таблица 3.24

Удельное выделение пыли при шероховке [4]

Наименование операции	Наименование выделяемых загрязняющих веществ	Удельное выделение При работе единицы оборудования (g^n), г/с
Шероховка мест повреждения камер	Пыль	0,0226

Таблица 3.25

Удельные выделения загрязняющих веществ в процессе ремонта резинотехнических изделий [10]

Операция технологического процесса	Применяемые вещества и материалы	Выделяемые загрязняющие вещества	
		Наименование	Удельное количество (g^B), г/кг
Приготовление, нанесение и сушка клея	Технический каучук, бензин	Бензин	900
Вулканизация камер	Вулканизированная камерная резина	Аангидрид сернистый	0,0054
		Углерода оксид	0,0018

Участок ремонта топливной аппаратуры. Обкатку, испытания и регулировку топливоподающей аппаратуры дизельных двигателей производят на специальных стендах.

Удельные выделения загрязняющих веществ g_i в процессах мойки, испытания и регулировки топливной аппаратуры приведены в таблицах 3.26–3.27.

Таблица 3.26

Удельные выделения загрязняющих веществ при мойке деталей топливной аппаратуры [4]

Вид выполняемых работ	Применяемое вещество			Выделяющееся загрязняющее вещество	
	Наименование	Концентрация, г/л	Температура, °С	Наименование	Удельное количество (g_i), г/с·м ²
Мойка деталей топливной аппаратуры	Керосин	100%	20	Керосин	0,443

Таблица 3.27

Удельные выделения загрязняющих веществ в процессах испытания и регулировки дизельной топливной аппаратуры (на единицу массы дизельного топлива, расходуемого на компенсацию потерь при испытаниях) [4]

Виды выполняемых работ	Применяемые вещества и материалы	Выделяющееся загрязняющее вещество	
		Наименование	Удельное количество (g_i), г/кг
Испытание дизельной топливной аппаратуры	Дизельное топливо	Углеводороды	317
Проверка форсунок	Дизельное топливо	Углеводороды	788

Максимально-разовый выброс загрязняющих веществ (G_i^T) определяется по формуле:

$$G_i^T = (B' \cdot g_i) / (3600 t), \quad (3.80)$$

где t — «чистое время» испытания и проверки в день, ч;

B' — расход дизельного топлива за день, кг.

Контроль за обеспечением производственной экологической безопасности на участке рекомендуется организовывать, используя технические средства, приведенные в таблице 3.28.

Таблица 3.28

Номенклатура контролируемых параметров и рекомендуемых средств контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности на участке ремонта и технического обслуживания дизельной топливной аппаратуры [4]

Производственный участок (рабочее место)	Контролируемый параметр			Средство контроля
	наименование	ед.изм.	нормативные значения	
Участок ремонта и обслуживания топливной аппаратуры	1. Электробезопасность (при работе на испытательном стенде и др. оборудовании):	Ом	≤5,0	Микроомметр Ф4104-М1 Мегаомметр Е6-24
	-сопротивление заземляющих проводов; -сопротивление изоляции электроустройств	МОм	≥0,5	
Участок ремонта и обслуживания топливной аппаратуры	2. Масляный туман (эмульсия ГСМ)	мг/м ³	≤5	Газтестер КИ-28066
	3. Температура воздуха	°С	18–20 °С (холодный период года) 21–23 °С (теплый период года)	Ртутные и спиртовые термометры; комбинир. измеритель влажн. и темп. ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
	4. Пары бензина и дизтоплива (углеводородные соединения)	мг/м ³	≤100	Газтестер КИ-28066
	5. Шум	дБ	≤80	Измеритель шума ВШВ-03-М3
	6. Освещенность	лк	≥300 (при общем освещении) ≥750 (при комбинированном освещении)	Люксметр Ю-116; эл. прибор ТКА-ПКМ/31
	7. Скорость движения воздуха	м/с	≤0,2 (холодное время года) ≤0,3 (теплое время года)	Комбинир. портативный прибор АТТ-1002; термоанемометр ТКА-ПК (модель 50)
	8. Относительная влажность	%	60–40	Аспирационный психрометр Мв-4ЛА (Ассмана); ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015

3.3.2. Расчет выбросов от перерабатывающих предприятий

Цеха технических фабрикатов. Массовый выброс M (г/с) зависит от количества котлов, одновременно работающих в режиме сушки сырья, и рассчитывается по формуле:

$$M = \left(kn_1 + \frac{kn_2}{\alpha_2} \right) 10^{-3}, \quad (3.81)$$

где k — удельный показатель выбросов вредного вещества, поступающего в атмосферу в процессе выработки конкретного типа кормовой муки, мг/с;

n_1 — количество котлов типа КВМ-4,5А, работающих одновременно в режиме сушки и вырабатывающих определенный тип кормовой муки;

n_2 — количество котлов типа ЖЧ-ФПА, работающих одновременно в режиме сушки и вырабатывающих определенный тип кормовой муки;

α_2 — коэффициент пересчета удельного показателя для котлов ЖЧ-ФПА. Принимается для каждого типа кормовой муки (таблица 3.29).

Годовой массовый выброс ($Mг$) рассчитывается по следующей формуле:

$$Mг = (K_1 П_1 \alpha_1 + K_2 П_2 \alpha_1 + \dots K_i П_i \alpha_1) 10^{-6}, \quad (3.82)$$

где K_i — удельный показатель выбросов для данного типа кормовой муки, мг/с;

$П_1, П_2$ — производительность цеха по данному виду кормовой муки, т/год;

α_1 — коэффициент пропорциональности, для учета неравномерности выделения вредных веществ при производстве кормовой муки донного типа.

Расчет выбросов при производстве продуктов питания и потребления проводится по формуле:

$$B = П \cdot K, \quad (3.83)$$

где $П$ — количество произведенной продукции ;

K — концентрация вредного вещества, образующегося на единицу произведенной продукцией или потребленного сырья (таблица 3.30).

Технологические параметры процесса получения сухих кормов в вакуум-выпарных аппаратах КВМ-4,6А и ЖЧ-ФПА [10]

Вид полученной кормовой муки	Исходное сырье для производства сухих животных кормов	Масса сырья, загружаемого в вакуум-выпарной аппарат		Выход кормовой муки за один цикл работы аппарата		Общая продолжительность одного цикла работы аппарата	Параметры режима сушки разваренного сырья		
		КВМ, 4,6А	ЖЧ-ФПА	КВМ 4,6А	ЖЧ-ФПА		Продолжительность	Разрежение в аппарате	Температура
Мясокостная мука	1с Жировое сырье + сырая кость (25 %)	2100+700	1350+450	532	333	4,5	3,5	60	75
	2с Жиродержащее сырье + сырая кость (30 %)	1960+840	1050+450	560	352	4,5	3,5	60	75
	3с Нежиродержащее сырье + сырая кость (30 %)	1600+720	910+390	500	313	4,5	3,5	60	75
Мясная мука	3с Нежиродержащее сырье + сырая кость (5 %)	2160+240	1170+130	480	300	4,5	3,5	60	75

Окончание таблицы 3.29

Вид полученной кормовой муки	Исходное сырье для производства сухих животных кормов	Масса сырья, загружаемого в вакуум-выпарной аппарат		Выход кормовой муки за один цикл работы аппарата		Общая продолжительность одного цикла работы аппарата	Параметры режима сушки разваренного сырья		
		КВМ, 4,6А	ЖЧ-ФПА	КВМ 4,6А	ЖЧ-ФПА		Продолжительность	Разрежение в аппарате	Температура
Кровяная мука	Сырая кровь + кость (5 %)	1425+75	1140+60	255	212	4,0	3,0	60	75
	Коагулированная кровь + кость (5 %)	950+50	760+40	310	248	4,0	3,0	60	75
Костная мука	Сырая кость + вода	1200+500	800+340	516	344	4,0	1,5	60	75
	Вываренная кость + вода	850+400	500+300	510	300	2,0	1,2	36	87
	Кость-паренка + вода	700+600	400+300	455	270	2,0	1,2	36	87
Каротиновая мука	Рогокопытное сырье + вода	1000+400	500+250	750	375	9,0	4,0	33	75
	Перопуховые отходы + вода	400+1400	220+770	368	184	6,5	3,5	60	75

Таблица 3.30

Концентрация выбросов вредных веществ животного происхождения от оборудования и из помещений цеха технических фабрикатов [10]

Источник выброса пыли	Концентрация K , г/м ³
Технологические выбросы:	
-от вакуум-выпарных аппаратов (несконденсировавшаяся часть соковых паров)	0,2
-от сушилок технической крови (отработанный сушильный воздух после технологических аппаратов)	0,5
Вентиляционные выбросы систем местного отсоса воздуха:	
-от загрузочной горловины вакуум-выпарного котла	0,1
-от разгрузочного люка вакуум-выпарного котла и статического отцеживания шквары	0,2
-от силового измельчителя (волчка-дробилки) мясокостного сырья	0,5
-от установки дробления (молотковой дробилки шквары)	5,0
От машины для просеивания кормовой муки:	
-сито-бурат	2,0
-вибросито	10,0
-от весового дозатора кормовой муки и мелко-зашивочной машины	3,0
Вентиляционные выбросы систем общеобменной вентиляции:	
-помещений аппаратного отделения	0,04
-помещений сырьевого отделения	0,02
-помещений участка дробления и просеивания муки	0,1
-помещений участка затаривания муки	0,1
-помещений склада готовой продукции	0,08

Мясоперерабатывающие цеха (опалочное отделение). Расчет выбросов вредных веществ от стандартного опалочного оборудования мясоперерабатывающего цеха проводят по формуле:

$$M_c = n_1 k_1 + n_2 k_2 + n_n k_n \cdot 10^{-3}, \quad (3.84)$$

где M_c — суммарный массовый выброс вредного вещества от стандартного оборудования, г/с;

k_1, k_2, k_n — удельные показатели выбросов вредного вещества от стандартного опалочного оборудования различных типов, мг/с;

n_1, n_2, n_n — количество единиц опалочного оборудования различного типа, имеющегося на предприятии, шт.;

В случае использования для опалки нестандартного, модернизированного или устаревшего оборудования расчет массовых выбросов вредных веществ следует вести на основании таблиц по формуле:

$$M_{н.т} = \frac{K_H \Pi}{3600} + \frac{K_T B b}{3600}, \quad (3.85)$$

где $M_{н.т}$ — массовый выброс от нестандартного, модернизированного или устаревшего оборудования, г/с;

K_H — удельный показатель выброса вредного вещества на единицу опаливаемого сырья (таблица 3.31);

Π — часовая производительность нестандартного оборудования по опаливаемому сырью (гол/ч; кг/ч);

K_T — удельный показатель выброса вредных веществ на единицу сжигаемого топлива (таблица 3.32);

B — максимальный часовой расход топлива на опалку (кг/ч; м³/ч);

b — коэффициент, учитывающий неполноту сгорания топлива; $b = 1,25$ для устаревшего оборудования; $b = 1,2$ для модернизируемого оборудования и нестандартного; $b = 1$ для импортного и стандартного оборудования, не включенного в таблицу.

Общий массовый выброс M вредных веществ определяют как сумму выбросов от всех видов оборудования (г/с):

$$M = M_c + M_{н.т}. \quad (3.86)$$

Годовой выброс вредных веществ M рассчитывают с учетом продолжительности работы T отдельно по каждому виду оборудования.

Таблица 3.31

Удельные выбросы K_H вредных веществ на единицу обрабатываемого сырья для опалочных отделений [10]

Вид сырья	Ед. измерения	Двуокись азота O_2	Окись углерода CO	Сернистый ангидрид O_2	Аммиак	Тв. частицы (сажа)
Свинные туши	г/тушу	8,7	18,2	2,0	4,0	10,0
Свинные головы	г/голову	0,8	1,7	1,1	0,3	0,9
Бараньи головы	г/голову	0,5	0,8	0,7	0,2	0,6
Тушки птиц	г/тушку	0,1	0,2	0,15	0,04	0,12
Шерстные субпродукты	г/кг сырья	0,2	0,4	0,3	0,1	0,25

Таблица 3.32

Удельные показатели K_T выбросов вредных веществ от сжигания топлива [10]

Вид топлива	Ед. изм.	Двуокись азота O_2	Окись углерода CO	Сернистый ангидрид O_2	Угледород CH	Тв. частицы (сажа)
Газ	г/м ³	2,15	12,9	—	—	—
Керосин (бензин)	г/л	2,0	37,0	—	65,0	1,5
Мазут	г/кг	2,57	37,7	30,5	—	5,8

Термическое отделение. Расчет выброса M проводят по формуле:

$$M = (n_1 k_1 + n_2 k_2 + \dots) 10^{-3}, \quad (3.87)$$

где k_1, k_2 — удельные показатели выбросов вредных веществ отдельных типов оборудования;

n_1, n_2 — количество дымогенераторов данного типа.

Годовой выброс вредных веществ рассчитывают с учетом продолжительности работы оборудования (таблица 3.33).

Аммиачные компрессорные. Единственным загрязняющим компонентом, поступающим в атмосферу от технологического оборудования компрессорной, является аммиак. Утечка из системы ох-

лаждения происходит при наличии неплотностей в кожухах компрессоров и в местах соединения трубопроводов. Пары аммиака поступают в воздух рабочей зоны, а затем вместе с вентиляционным воздухом компрессорной выбрасываются в атмосферу. Технологических выбросов аммиака не имеется.

Таблица 3.33

Технологические параметры процессов термической обработки [10]

Вид сырья	Технологический процесс	Температура дыма, °C	Продолжительность технологического процесса
Сырокопченые колбасы	Холодное копчение	18–22	5–7 суток
Полукопченые колбасы	Горячее копчение	35	24 часа
Варено-копченые колбасы	Горячее копчение	50	12 суток
	Горячее копчение	30–35	48 часов
	Горячее копчение	45–50	24 часа
Сосиски и сардельки	Обжарка	70–120	0,5 часа
Корейки и грудки	Обжарка	75–85	7 часов
Окорока	Обжарка	70–120	12 часов
Мясные хлеба	Запекание в дыму	70–150	3,5 часа
Копченые-запеченные окорока	Запекание в дыму	70–120	19 часов
Колбасы в широкой оболочке	Обжарка	70–120	3,5 часа

Для обеспечения безопасных условий труда в компрессорных действуют системы приточно-вытяжной вентиляции. Производительность вентиляторов рассчитывается из условия обеспечения

в производственных помещениях концентрации аммиака, не превышающей предельно допустимую концентрацию (ПДК_{р.з} = 20 мг/м³). Для расчета массового выброса аммиака из помещений компрессорной необходимо исходить из производительности вытяжной вентиляции. Приняв концентрацию аммиака в выбрасываемом вентиляционном воздухе $C_{NH_3} = 20 \text{ мг/м}^3$, расчет выброса M_{CH_3} проводят по формуле:

$$M_{CH_3} = \frac{C_{NH_3} Q_v}{10^3 \cdot 3600}, \quad (3.88)$$

где M_{CH_3} — максимальный выброс, г/с;

Q_v — производительность вентиляционной вытяжной системы, м³/ч;

C_{NH_3} — максимально возможная концентрация аммиака в выбросах вентиляционной системы ($C_{NH_3} = 20 \text{ мг/м}^3$).

Расчет годового выброса аммиака M следует проводить с учетом реальных данных о потерях аммиака, которые приравниваются к количеству хладагента, ежегодно добавляемому в систему охлаждения. Расчет максимального годового выброса аммиака производится с учетом годовой продолжительности работы аммиачной компрессорной и системы вентиляции помещения. Максимальный выброс рассчитывают в предположении, что в помещении компрессорной концентрация аммиака постоянно равна ПДК_{р.з}. В случае, если расчетный массовый выброс меньше количества аммиака, добавляемого в год в систему охлаждения, то на предприятии необходимо провести организационно-технические мероприятия по обеспечению его нормативной концентрации в воздухе рабочей зоны компрессорной. Когда расчетный выброс аммиака больше, чем добавляемое количество хладагента, то за норматив выброса следует принимать реальные потери аммиака.

3.3.3. Расчет выбросов при процессах воспроизводства, выращивания, откорма и санитарной обработке мест содержания сельскохозяйственных животных и домашней птицы

Выбросы загрязняющих веществ (ЗВ) при выполнении технологических процессов воспроизводства, содержания, выращивания

и откорма сельскохозяйственных животных и домашней птицы рассчитываются как сумма выбросов от каждого источника выделений. Расчет количества выбросов ЗВ от различных источников осуществляют на основании [3]:

- фактических характеристик применяемых технологий воспроизводства, содержания, выращивания и откорма;
- характеристик используемых процессов уборки, хранения и использования навоза;
- параметров работы технологического оборудования;
- параметров используемых методов внесения навоза в почву;
- технологических нормативов выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух для каждого типа сельскохозяйственных животных, пушных зверей и домашней птицы.

Расчет выбросов ЗВ от каждого i -го типа сельскохозяйственного животного, птицы производится в тоннах в год. Валовые выбросы рассчитываются как сумма выбросов от всех типов сельскохозяйственных животных, домашней птицы, находящихся на учете данного животноводческого комплекса, зверофермы, птицефабрики.

Максимальный выброс ЗВ рассчитывается как среднее его значение, исходя из валового выброса и продолжительности технологического процесса. Для расчета максимального выброса аммиака и метана от сельскохозяйственных животных используются процессы их стойлового содержания и не учитываются процессы выпаса и пастбищного содержания.

Валовой выброс j -го вещества на различных этапах технологического процесса воспроизводства, содержания, выращивания и откорма сельскохозяйственных животных и домашней птицы M_j^{lc} , т/год, рассчитывается по формуле:

$$M_j^{lc} = \sum_i G_j^i, \quad (3.89)$$

где i — тип сельскохозяйственного животного;

G_j^i — валовой выброс j -го вещества от i -го типа сельскохозяйственного животного, тонн в год (килолитров в год для микроорганизмов).

Максимальный выброс j -го вещества при выполнении технологического процесса воспроизводства, содержания, выращивания и откорма сельскохозяйственных животных и домашней птицы M_j , г/с (кл./с для микроорганизмов), рассчитывается по формуле:

$$M_j = \frac{10^6 \cdot M_j^\tau}{3600 \cdot \tau} = \frac{38,05 \cdot M_j^K}{1200}, \quad (3.90)$$

где $10^6/3600$ — коэффициент пересчета из т/ч в г/с при расчете выбросов аммиака и метана от сельскохозяйственных животных при стойловом содержании;

τ — продолжительность технологического процесса при расчете выбросов аммиака и метана от сельскохозяйственных животных при стойловом содержании, ч/год;

M_j^τ — валовой выброс аммиака или метана при стойловом содержании сельскохозяйственных животных, т/год;

38,05 — коэффициент пересчета их т/год в г/с при расчете выбросов от сельскохозяйственных животных при процессах выпаса и пастбищного содержания, от домашних птиц [3];

M_j^K — валовой выброс j -го вещества при выполнении технологического процесса воспроизводства, содержания, выращивания и откорма сельскохозяйственных животных и домашней птицы, т/год.

Валовой выброс аммиака на различных этапах технологического процесса воспроизводства, содержания, выращивания и откорма i -го типа сельскохозяйственного животного, домашней птицы $G_{NH_3}^i$, т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_{NH_3}^i = 10^{-3} (N_1^i + 0,7 \cdot N_2^i + 0,4 \cdot N_3^i) \cdot \sum (q_{NH_3}^{iah} + q_{NH_3}^{kmn} \cdot K^{mn}), \quad (3.91)$$

где N_1^i , N_2^i , N_3^i — количество животных, зверей, птиц соответствующего возраста, участвующих в данном технологическом процессе, гол.;

$q_{NH_3}^{iah}$ — удельное выделение аммиака от i -го типа сельскохозяйственного животного, домашней птицы в течение года, килограмм в

год на 1 голову, определяемое в зависимости от наличия данных о системе их содержания;

$q_{NH_3}^{kmn}$ — удельное выделение аммиака при k -том процессе уборки, хранения и использования навоза в течение года, килограмм в год на 1 голову;

K^{mn} — коэффициент снижения удельных выделений аммиака при процессах уборки, хранения и использования навоза в зависимости от используемого метода внесения навоза в почву.

В случае множественности процессов воспроизводства, содержания, выращивания и откорма i -го типа сельскохозяйственного животного, домашней птицы коэффициенты $q_{NH_3}^{iah}$, $q_{NH_3}^{kmn}$, K^{mn} применяются для каждой возрастной группы N_1^i , N_2^i , N_3^i [3].

Валовой выброс метана при выполнении технологического процесса воспроизводства, содержания, выращивания и откорма i -го типа сельскохозяйственного животного, домашней птицы $G_{CH_4}^i$, т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_{CH_4}^i = 10^{-3} (N_1^i + 0,7 \cdot N_2^i + 0,4 \cdot N_3^i) \times \left(q_{CH_4}^1 + 10^{-3} \cdot \sum_{j=1}^m q_{CH_4}^{2kp} \cdot T^p \right), \quad (3.92)$$

где p — период времени, в течение которого происходит однотипный процесс воспроизводства, содержания, выращивания и откорма i -го типа сельскохозяйственного животного, домашней птицы;

$q_{CH_4}^1$ — удельное выделение метана непосредственно от i -го типа сельскохозяйственного животного, домашней птицы при процессах их содержания в течение года, килограмм в год на 1 голову;

$q_{CH_4}^{2kp}$ — удельное выделение метана непосредственно при k -том процессе уборки, хранения и использования навоза в течение расчетного периода времени, грамм в сутки на 1 голову;

T^p — продолжительность p -го расчетного периода времени, сут, с учетом сроков наступления и продолжительности периодов года (теплого, переходного, холодного) для регионов Республики Беларусь [26].

В случае множественности процессов воспроизводства, содержания, выращивания и откорма сельскохозяйственных животных и домашней птицы коэффициенты $q_{CH_4}^i$, $q_{CH_4}^{2kp}$, T^p применяются для каждой возрастной группы N_1^i , N_2^i , N_3^i .

Валовой выброс закиси азота на различных этапах технологического процесса воспроизводства, содержания, выращивания и откорма i -го типа сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы $G_{N_2O}^i$, т/год, рассчитывается по формуле [3]:

$$G_{N_2O}^i = 10^{-3} \cdot 0,574 \cdot R^i \cdot M^i \cdot S_w^i \cdot K_{N_2O} \cdot (N_1^i + 0,7 \cdot N_2^i + 0,4 \cdot N_3^i) \times (q_{N_2O}^w + 10^{-2} (F_{N_2O}^1 \cdot 0,01 + F_{N_2O}^2 \cdot 0,0075)), \quad (3.93)$$

где R^i — темп выделения азота, килограмм азота на тонну массы сельскохозяйственных животных, пушного зверя, домашней птицы в сутки;

M^i — типовая масса i -го типа сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы, кг;

S_w^i — доля суммарного годового выделения азота на одну голову i -го типа сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы в зависимости от систем уборки, хранения, использования навоза;

K_{N_2O} — коэффициент снижения выбросов закиси азота в зависимости от количества различных процессов уборки, хранения и использования навоза, равный единице, в случае, если таких процессов менее двух; равный 0,65 в случае, если таких процессов от 3 до 5; равный 0,35 в случае, если таких процессов более шести [3].

$q_{N_2O}^w$ — удельное выделение закиси азота в рамках w -той системы уборки, хранения и использования навоза, кг/кг;

$F_{N_2O}^1$ — доля азота в обработанном навозе i -го типа сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы, которая выделяется в виде NH_3 и NO_x при процессах уборки, хранения и использования навоза, %;

$F_{N_2O}^2$ — доля потерь азота обрабатываемого навоза i -го типа сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы, %.

В случае множественности процессов воспроизводства, содержания, выращивания и откорма сельскохозяйственных животных и домашней птицы коэффициенты S_w^i , $q_{N_2O}^w$, $F_{N_2O}^1$, $F_{N_2O}^2$ применяются для каждой возрастной группы N_1^i , N_2^i , N_3^i .

Валовой выброс сероводорода, метиламина, фенола, метанола, пропиональдегида, гексановой кислоты, диметилсульфида, этилформиата, пыли меховой, микроорганизмов при выполнении технологических процессов воспроизводства, содержания, выращивания и откорма i -го типа сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы G_j^i , т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_j^i = 10^{-6} \cdot q_j^i \cdot (N_1^i + 0,7 \cdot N_2^i + 0,4 \cdot N_3^i), \quad (3.94)$$

где q_j^i — удельное выделение j -го вещества непосредственно от i -го типа сельскохозяйственного животного, пушного зверя, домашней птицы при процессах воспроизводства, содержания, выращивания и откорма в течение года, грамм в год на одну голову.

По завершении цикла воспроизводства, содержания, выращивания, откорма и убоя домашней птицы производится санация пустого птичника, его подготовка к заселению новой партии. Санация осуществляется в течение 20 дней и представляет собой процессы, при которых в зависимости от проводимой операции выделяются соответствующие загрязняющие вещества. Выбросы загрязняющих веществ, поступающие в атмосферный воздух в процессе санитарной обработки мест содержания домашней птицы, относятся к залповым выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух.

Валовой выброс формальдегида и фенола при санитарной обработке мест содержания птиц G_j^i , т/год, рассчитывается по формуле [4]:

$$G_j^i = 10^{-2} \cdot R_j \cdot d_j, \quad (3.95)$$

где R_j — расход дезинфицирующего средства, т/год;

d_j — содержание загрязняющего вещества в дезинфицирующем средстве, %, при использовании формалина (40 % формальдегида), при использовании креолина (27,5 % фенола).

Валовой выброс пыли неорганической $G_{SiO_2}^i$, содержащей менее 70 % двуокси кремния при ворошении помета птиц, т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_{SiO_2}^i = 10^{-3} \cdot 0,0125 \cdot (N_1^i + 0,7 \cdot N_2^i + 0,4 \cdot N_3^i) \cdot K_{SiO_2}, \quad (3.96)$$

где N_1^i , N_2^i , N_3^i — количество птиц соответствующего возраста, участвующих в данном технологическом процессе, гол.;

K_{SiO_2} — параметр, характеризующий количество пыли неорганической, содержащей двуокись кремния, образующейся при ворошении помета птиц, кг/т. Принимается равным 0,2 [3].

Валовой выброс диоксида азота $G_{NO_2}^i$ при огневом обезвреживании мест содержания птиц, т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_{NO_2}^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{NO_2}, \quad (3.97)$$

где B — расход топлива, т/год;

Q_i^r — низшая рабочая теплота сгорания топлива, МДж/м³ (МДж/кг);

K_{NO_2} — параметр, характеризующий количество диоксида, образующегося при сжигании топлива, м³/ГДж (кг/ГДж): для природного газа K_{NO_2} равен 0,06, для дизельного топлива — 0,07, для печного бытового топлива — 0,08, для мазута — 0,09.

Валовой выброс диоксида серы $G_{SO_2}^i$ при огневом обезвреживании мест содержания птиц, т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_{SO_2}^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{SO_2}, \quad (3.98)$$

где K_{SO_2} — параметр, характеризующий количество диоксида серы, образующегося при сжигании топлива, м³/ГДж (кг/ГДж): для природного газа равен 0; для дизельного топлива — 0,003; для печного бытового топлива — 0,004, для мазута — 0,0045.

Валовой выброс оксида углерода G_{CO}^i при огневом обезвреживании мест содержания птиц, т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_{CO}^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{CO}, \quad (3.99)$$

где K_{CO} — параметр, характеризующий количество оксида углерода, образующегося при сжигании топлива, м³/ГДж (кг/ГДж): для природного газа равен 0,25; для дизельного топлива — 0,294; для печного бытового топлива — 0,304; для мазута — 0,319.

Валовой выброс сажи G_C^i при огневом обезвреживании мест содержания птиц, т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_C^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_C, \quad (3.100)$$

где K_C — параметр, характеризующий количество сажи, образующейся при сжигании топлива, м³/ГДж (кг/ГДж): для природного газа равен 0; для дизельного топлива — 0,0029, для печного бытового топлива — 0,003; для мазута — 0,0032.

Валовой выброс углеводородов $G_{C_1-C_{10}}^i$ при огневом обезвреживании мест содержания птиц, т/год, рассчитывается по формуле:

$$G_{C_1-C_{10}}^i = 10^{-3} \cdot B \cdot Q_i^r \cdot K_{C_1-C_{10}}, \quad (3.101)$$

где $K_{C_1-C_{10}}$ — параметр, характеризующий количество углеводородов, образующегося при сжигании топлива, м³/ГДж (кг/ГДж): для природного газа равен 0,113; для дизельного топлива — 0,162; для печного бытового топлива — 0,197; для мазута — 0,239.

3.3.4. Категории опасности предприятий в зависимости от массы и видового состава загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Лимиты (объемы) выбросов ЗВ устанавливаются по областям и городу Минску Правительством Республики Беларусь по представлению Министерств экономики и природных ресурсов и охраны окружающей среды. Облсполкомы (райисполкомы) разрабатывают и утверждают лимиты допустимых выбросов по каждому объекту-природопользователю, исходя из:

- экологической обстановки в регионе;
- экономических возможностей предприятий;
- поэтапного достижения нормативов допустимых выбросов (НДВ).

На предприятии:

- лимиты разбиваются по месяцам;
- согласовываются с районными властями, после чего утверждаются;
- копии приказов в 15-дневный срок после утверждения направляются в государственные налоговые инспекции и в районные инспекции Минприроды.

За сверхустановленные выбросы ЗВ взимается налог в пятнадцатикратном размере.

В зависимости от массы и состава выбрасываемых веществ в атмосферу предприятия подразделяют по категориям опасности. Это необходимо для:

- включения объекта в государственную систему учета выбросов ЗВ в атмосферу (форма статистической отчетности предприятия «2-ОС-воздух»);
- разработки проекта плана по охране атмосферного воздуха;
- подготовки ведомственного проекта по установлению нормативов НДВ.

Предприятие считается не оказывающим вредного воздействия на атмосферный воздух, если ни один его источник выбросов не попадает в категорию опасных. Источник не опасен для ОС, если:

$$\frac{M_{\max}}{\text{ПДК}_{\text{м.р}}} \leq \Phi, \quad (3.102)$$

где M_{\max} — максимальная величина выброса вредного вещества в атмосферу, мг/с;

$\text{ПДК}_{\text{м.р}}$ — предельная максимально-разовая концентрация вещества, мг/м³;

Φ — величина, характеризующая условный расход воздуха, необходимый для разбавления вредного вещества, поступающего в атмосферу, до $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$, м³/с.

При средней высоте источника выбросов по предприятию (H):

$$H \leq 10 \text{ м}, \Phi = 0,1 \text{ м}^3/\text{с}; \text{ при } H > 10 \text{ м}, \Phi = 0,01H.$$

Если источник выбросов вредных веществ опасен для ОС, то рекомендуется:

- проанализировать соответствие применяемого оборудования экологическим стандартам;
- разработать план мероприятий по обеспечению экологической безопасности на предприятии, включающий технологические, объемно-планировочные и санитарно-гигиенические решения.

Категория экологической опасности предприятия (КОП) в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых загрязняющих веществ определяется по формуле:

$$\text{КОП} = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{k_i}, \quad (3.103)$$

где n — количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием в атмосферу;

M_i — масса выброса i -го вещества, т/год.

ПДК_i — среднесуточная предельно-допустимая концентрация i -го вещества, мг/м³;

k_i — показатель, позволяющий соотнести степень вредности i -го вещества с вредностью сернистого газа.

Таблица 3.34

Показатель	Значения k_i для веществ различных классов опасности			
	Класс опасности веществ			
	1	2	3	4
k_i	1,7	1,3	1,0	0,9

Значение КОП рассчитывают при условии:

$$\frac{M_i}{\text{ПДК}_i} > 1. \quad (3.104)$$

Для расчета КОП используются:

- при отсутствии $\text{ПДК}_{\text{с.с}}$ значения $\text{ПДК}_{\text{м.р}}$ или ориентировочные безопасные уровни воздействия загрязняющих веществ (ОБУВ);

– уменьшенные в 10 раз значения ПДК_{р.3}. При отсутствии информации о ПДК или ОБУВ значение КОП приравнивают к массе выбросов данных веществ.

По величине КОП все предприятия делятся на четыре категории опасности.

Таблица 3.35

Категории опасности предприятий в зависимости от массы и видового состава выбрасываемых в атмосферу ЗВ

Категория опасности предприятия	Значение КОП
1	КОП > 10 ⁶
2	10 ⁴ < КОП ≤ 10 ⁶
3	10 ³ < КОП ≤ 10 ⁴
4	КОП ≤ 10 ³

В зависимости от КОП введена следующая периодичность контроля и отчетности предприятия-природопользователя.

Таблица 3.36

Периодичность отчетности и контроля предприятия-природопользователя [5]

Вид работы	КОП			
	1	2	3	4
1. Инвентаризация (один раз в пять лет) источников выбросов ЗВ в атмосферу	+	+	+	+
2. Составление (ежигодно) формы статической отчетности «2-ОС-воздух»	+	+	+	–
3. Разработка плана атмосферной деятельности предприятия: – ежегодно – один раз в пять лет	+	+	+	+
4. Разработка проектов норм предельно-допустимых выбросов (НДВ) предприятия: – по полной схеме – по сокращенной схеме – не разрабатывают	+	+	+	+
5. Периодичность контроля атмосферно-охранной деятельности предприятия: – ежегодно – один раз в три года – выборочно один раз в пять лет	+	+	+	+

3.3.5. Расчет и контроль выбросов вредных компонентов отработавших газов автотранспортных средств и мобильной сельскохозяйственной техники

Для оценки экологических показателей автотранспортных средств полной массой до 3,5 т применяют пять типов испытаний на специальных стендах, в результате которых проверяют соответствие нормам:

- уровня содержания в выхлопных газах CO, C_xH_y, NO_x, твердых частиц после запуска холодного двигателя при имитации движения автомобиля;
- концентрации CO в режиме холостого хода;
- выбросов картерных газов;
- выбросов в результате испарения топлива из системы питания;
- долговечности устройств, предназначенных для предотвращения загрязнения воздуха.

Нормы выбросов для легковых и грузовых автомобилей с дизельными и бензиновыми двигателями существенно различаются (таблицы 3.37–3.38).

Таблица 3.37

Нормы выбросов (г/км) для легковых автомобилей массой до 1250 кг [2]

Степень	Год введения	Частицы	NO _x	C _x H _y	CO
EURO 1	1993	–/0,14	0,97/0,97*		2,72/2,72
EURO 2	1996	–/0,08	0,5/0,67*		2,2/1,0
EURO 3	2000	–/0,05	0,14/0,5	0,17/0,06	1,5/0,6
EURO 4	2005	–/0,025	0,07/0,25	0,08/0,05	0,7/0,47

Примечание. Числитель/знаменатель — бензиновые/дизельные.

* C_xH_y + NO_x.

Таблица 3.38

Нормы выбросов для дизельных грузовых автомобилей и автобусов (г/кВт ч) [2]

Ступень	Год введения	Частицы	NO _x	C _x H _y	CO
EURO 1	1993	0,36	8,0	1,1	4,5
EURO 2	1996	0,15	7,0	1,1	4,0
EURO 3	2000	0,1	5,0	0,66*	2,1
EURO 4	2005	0,02	3,5	0,40*	1,5
EURO 5	2008	0,02	2,0	0,25*	1,5

* Неметановые углеводороды.

Состав и количество отработавших газов мобильной сельскохозяйственной техники и автотранспортных средств (в дальнейшем передвижных источников) зависят от их марки, условий эксплуатации и других факторов, что значительно затрудняет экспериментальное измерение массы вредных выбросов. Для этого пришлось бы на каждое мобильное средство устанавливать комплекс газоанализаторов и проводить непрерывные измерения. Поэтому для определения массы выбросов (M_i) используются расчетные методы, среди которых наибольшее применение получили следующие [9]:

а) с учетом количества топлива, фактически расходуемого передвижным источником:

$$M_i = Q \cdot K, \quad (3.102)$$

где Q — расход топлива, т или тыс. м³;

K — коэффициент эмиссии вредных веществ при сжигании одной тонны жидкого топлива или 1000 м³ сжатого газа;

б) пропорционально пробегу передвижных источников;

в) комплексный метод.

Первые два метода не учитывают структуру парка передвижных источников, их техническое состояние, условия движения и эксплуатации, вследствие чего результаты расчетов недостаточно точны. Лучшие результаты дает комплексный метод, основанный на следующем соотношении:

$$M_i = m_{iуд} L k_1 k_2 k_3 10^{-6}, \quad (3.103)$$

135

где M_i — масса выброса i -го вида примеси в атмосферу, т;

$m_{iуд}$ — величина удельных выбросов примесей на один километр пробега, г/км;

L — общий пробег передвижного источника, км;

k_1, k_2, k_3 — коэффициенты влияния соответственно среднего возраста парка передвижных источников, уровня технического состояния, природно-климатических условий.

Используя комплексный метод, можно на примере автомобилей получить данные о выбросах вредных компонентов отработавших газов отдельно для четырех режимов работы: холостой ход, разгон, установившееся движение и торможение. Известно, что самое большое количество вредных веществ с ОГ выбрасывается при работе двигателя не на холостом ходу, а на форсированных режимах, в момент разгона и торможения. В этом случае определяются: для передвижных источников с карбюраторными двигателями выброс оксида углерода (CO), углеводородов (C_xH_y), оксидов азота (в пересчете на диоксид азота NO_2) и соединений свинца (Pb); для дизельных двигателей расчет ведется для CO, C_xH_y, NO_2 и сажи (C).

Выброс i -го вещества в граммах одним передвижным источником в день при выезде (M_i) с территории стоянки (гаража) и возврате (M'_{ik}) равен

$$M'_{ik} = m_{приk} t_{пр} + m_{xxik} t_{xx1} + m_{1ik} L_1, \quad (3.104)$$

$$M_{ik} = m_{xxik} t_{xx2} + m_{1ik} L_2, \quad (3.105)$$

где $m_{приk}$ — удельный выброс i -го вещества при прогреве двигателя передвижного источника k -ой группы, г/мин;

m_{xxik} — удельный выброс i -го вещества при работе на холостом ходу, г/мин;

m_{1ik} — удельный выброс i -го вещества при движении ПИ по территории стоянки, г/км;

$t_{пр}$ — время прогрева двигателя, мин;

L_1, L_2 — пробег за день по территории стоянки одного ПИ при выезде (возврате), км;

t_{xx1}, t_{xx2} — время работы двигателя на холостом ходу при выезде (возврате) на территорию стоянки (гаража), мин. В методике принято $t_{xx1} = t_{xx2} = 1$ мин.

Под k -ой группой ПИ принимаются мобильные средства одной категории. Например, группы ПИ с карбюраторными двигателями грузоподъемностью до 1 т, от 1 т до 3 т, от 3 т до 6 т и т. д. Величины удельных выбросов загрязняющих веществ получают экспериментально. Время прогрева двигателя ($t_{пр}$) зависит от температуры воздуха. В переходный период (среднемесячная температура от -5°C до $+5^\circ\text{C}$) выбросы CO и C_xH_y умножаются на коэффициент 0,9 от значений холодного периода года (среднемесячная температура меньше -5°C). Выбросы NO_2 в переходный период равны выбросам в холодный период.

Валовой выброс i -го вещества, то есть выброс всеми мобильными средствами, за каждый период года рассчитывается по формуле:

$$M_{i \text{ вал}} = \sum_{j=1}^k \alpha_b (M'_{ik} + M''_{ik}) N_k D_p 10^{-3}, \quad (3.106)$$

где $M_{i \text{ вал}}$ — валовой выброс, кг;

$\sum_{j=1}^k$ — обозначает суммирование по всем группам передвижных

источников, имеющих на предприятии;

α_b — коэффициент выпуска, характеризующий долю ПИ k -ой группы, выезжающих с территории предприятия;

N_k — количество ПИ k -ой группы на предприятии;

D_p — количество рабочих дней в расчетном периоде года.

Выброс соединений свинца в граммах (для карбюраторных двигателей) одним ПИ k -ой группы при выезде с территории стоянки M'_{ck} и возврате M''_{ck} рассчитывается следующим образом:

$$M'_{ck} = 0,7 d_c (q_{пр} \cdot t_{пр} + q_{xx} t_{x,x} + q_1 L_2); \quad (3.107)$$

$$M''_{ck} = 0,7 d_c (q_{xx} \cdot t_{xx} + q_1 L_2), \quad (3.108)$$

где 0,7 — безразмерный коэффициент;

d_c — содержание свинца в одном литре бензина (Аи-93: $d_c = 0,37$ г/л; А-76: $d_c = 0,17$ г/л);

$q_{пр}$ и q_{xx} — расход бензина соответственно при прогреве двигателя и работе на холостом ходу, л/мин;

q_1 — расход бензина при движении ПИ по территории стоянки (предприятия), л/км. Валовой выброс свинца (кг) $M_{c \text{ вал}}$.

$$M_{c \text{ вал}} = \sum_{j=1}^k \alpha_b (M'_{ck} + M''_{ck}) N_k D_p 10^{-3}. \quad (3.109)$$

Для контроля отработавших газов ДВС (CO и углеводородов) используются специальные газоанализаторы. Работа этих приборов основана на методах оптико-акустической или абсорбционной спектроскопии, в основе которых лежит способность молекул каждого вещества поглощать излучение с характерными только для них длинами волн, образуя спектр поглощения.

Оптико-акустический эффект заключается в следующем. Если через кювету (отрезок трубки, у которой торцы закрыты прозрачными для излучения окошками), где находится газ, пропускать модулированное, то есть в виде периодических импульсов, излучение, то газ будет нагреваться. Нагрев газа в замкнутом объеме приводит к увеличению давления, вследствие чего в кювете будут возникать периодические (с частотой модуляции излучения) колебания давления, т. е. акустические (звуковые) волны, которые возможно регистрировать. Чем больше концентрация поглощающих молекул, тем больше интенсивность акустических колебаний. Функциональная схема оптико-акустического газоанализатора показана на рисунке 3.1.

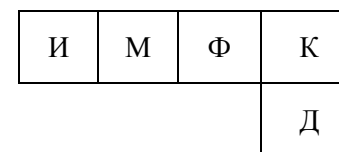


Рис. 3.1. Функциональная схема оптико-акустического газоанализатора [9]:

И — источник излучения; М — модулятор; Ф — светофильтр, выделяющий излучение нужной длины волны; К — кювета; Д — детектор

Принцип действия «абсорбционного» газоанализатора, основанный на ослаблении прошедшего через кювету излучения, состоит в следующем (рис. 3.2). Излучение источника делится на два одинаковых пучка, один из которых проходит через рабочую кювету, содержащую исследуемый газ, а другой через кювету сравнения, заведомо не имеющую определяемого вещества. При этом пучки света прерываются (обтюратор), поочередно проходят через светофильтр, выделяющий излучение

нужной длины волны, и затем попадают на приемник излучения. Разница в интенсивности этих пучков и служит мерой содержания измеряемого вещества в рабочей кювете.

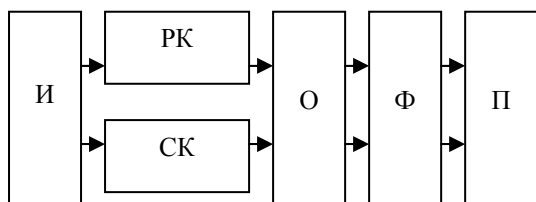


Рис. 3.2. Функциональная схема абсорбционного газоанализатора:
И – источник излучения; РК – рабочая кювета; СК – кювета сравнения;
О – обтюратор; Ф – светофильтр; П – приемник излучения

Газоанализатор для контроля ОГ любого типа, кроме измерительного блока, принцип работы которого изложен выше, также содержит и блок пробоподготовки. Он включает газоотборный зонд, фильтр грубой очистки, охлаждающее устройство, определитель влаги, фильтр тонкой очистки, побудитель расхода [9].

В основе работы газоанализаторов для определения содержания оксидов азота в отработавших газах ДВС используется эффект излучения при прохождении некоторых химических реакций (хемилюминесценция). В частности, для определения оксидов азота используется следующая реакция:

$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2 + \text{свет}$. Посредством измерения интенсивности свечения определяется концентрация NO_2 .

Для экспресс-контроля дымности отработавших газов (ОГ) передвижных источников с дизельными двигателями используются дымомеры, принцип работы которых основан на методе просвечивания ОГ. Измерение дымности проводится сравнительным методом по эталонному уровню дымности, который определяется коэффициентом пропускания светофильтра.

Коэффициент экологической опасности (K_{30}) передвижного источника можно представить в виде относительного коэффициента ухудшения суммы экологических параметров, отнесенных к их нормативным значениям. Например, при сертификации машин выражение для K_{30} можно записать в виде:

$$K_{30} = K_U \cdot U_{ki} / U_i + \Sigma K_{Ti} + K_N \cdot N_{ki} / N_i + K_{CO} \cdot g_{COki} / g_{COi} + K_{CH} \cdot g_{CHki} / g_{CHI} + K_{NOx} \cdot g_{NOxki} / g_{NOxi} + K_{L1} \cdot L_{1k} / L_1 + K_{L2} \cdot L_{2k} / L_2 + K_{L3} \cdot L_{3k} / L_3 + K_{L4} \cdot L_{4k} / L_4 + K_{отх}, \quad (3.110)$$

где K_{30} — коэффициент весомости экологических параметров в общей экологической безопасности при эксплуатации МТА в отношении его воздействия на оператора, пашню, растительный и животный мир и механического разрушения почвы (K_{Ui}), загрязнения нефтепродуктами (K_{Ti}), дымности ОГ (K_{Ni}), выбросами окиси углерода (K_{COi}), углеводов (K_{CHI}), окислов азота (K_{NOxi}), а также шума внутреннего (K_{L1}), внешнего (K_{L2}), вибраций, передаваемых на рабочее место оператора (K_{L3}) и на органы управления техническим средством (K_{L4});

$K_{отх}$ — весомость технологических отходов МТА;

$U_{ki}, N_{ki}, g_{COki}, g_{CHki}, g_{NOxki}, L_{1k} \dots L_{4k}$ — контрольные замеры соответственно механического разрушения почвы, концентрации выбросов углерода, углеводов, окислов азота, шума внутреннего, внешнего, вибраций;

$U_i, N_i, g_{COi}, g_{CHI}, g_{NOxi}, L_1 \dots L_4$ — нормативные значения экологических параметров.

Для контроля ЭБ при эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники выражение (3.110) имеет следующий вид [6]:

$$K_{30} = K_F \cdot F_{ki} / F_i + \Sigma K_{Ti} + K_N \cdot N_{ki} / N_i + K_{L1} \cdot L_{1k} / L_1 + K_{L2} \cdot L_{2k} / L_2 + K_{L3} \cdot L_{3k} / L_3 + K_{L4} \cdot L_{4k} / L_4 + K_{отх}, \quad (3.111)$$

где F_{ki} и F_i — удельное давление движителями трактора на почву соответственно при испытании и рекомендуемое, кПа.

При использовании передвижного средства в стационарных условиях, в местах с ограниченным воздухообменом, коэффициенты экологической безопасности рассчитываются по следующей формуле:

$$K_{30} = \Sigma K_{Ti} + K_N \cdot N_{Kxx} / N_{xx} + K_{CO} \cdot g_{COKxx} / g_{COxx} + K_{CH} \cdot g_{CHKxx} / g_{CHKxx} + K_{L1} \cdot L_{1k} / L_1 + K_{L2} \cdot L_{2k} / L_2 + K_{L3} \cdot L_{3k} / L_3 + K_{L4} \cdot L_{4k} / L_4 + K_{отх}, \quad (3.112)$$

где $N_{Kxx}, g_{COKxx}, g_{CHKxx}$ — контрольные замеры дымности, концентрации окиси углерода и углеводов соответственно в ОГ на холостых оборотах дизеля.

Одним их критериев относительной экологической безопасности при эксплуатации МТА является недопущение МТА превышения удельного давления на почву ($F \leq 75$ кПа [6]).

Экспертную оценку влияния течей топливо-смазочных материалов (ТСМ), охлаждающих и тормозных жидкостей на загрязнение пашни и других земель представляют в следующих показателях:

- $K = 0$ — при отсутствии каких-либо течей ТСМ, охлаждающих, тормозных жидкостей, смазок и т. п.;
- $K = 0,1$ — при наличии первых признаков течей;
- $K = 0,3$ — при видимом, хотя и редком каплепадении топлива из одного из соединений;
- $K = 1,0$ — при видимом каплепадении в 2–3 соединениях.

К этим оценкам следует прибавить $K = 0,1$ — при появлении подтеков моторного, $K = 0,15$ — трансмиссионного и $K = 0,15$ — гидравлического масел.

Максимальный уровень звука непостоянного шума на рабочих местах водителей и обслуживающего персонала тракторов, самоходных шасси, самоходных прицепных и навесных сельскохозяйственных машин, а также в производственных помещениях и на территории предприятий не должен превышать 110 дБА [6].

Уровни внешнего и внутреннего шума для всех видов транспорта в настоящее время не должны превышать 80 дБА. Конструкция системы кондиционирования должна исключать возможность охлаждения воздуха в зоне головы водителя и пассажиров более чем на 8°C относительно температуры окружающей среды. Скорость воздушного потока на выходе из системы кондиционирования не должна превышать 12 м/с, а температура воздуха должна быть не ниже 273°K . Относительная влажность в кабине (пассажирам салоне) должна быть в пределах 30–60 %. Содержание вредных веществ в воздухе салона автотранспортного средства не должно превышать значений ПДК.

Технологические отходы МТП предлагается ориентировочно оценивать следующим образом:

– $K_{\text{отх}} = 0$ — при функционировании служб ТО и ремонта МТП без нарушений правил и норм, без загрязнения территорий мастерских, машдвора, автогаража, стоянок, постов или пунктов ТО, проездов, территорий складов, а также самих полей и прилегающих к ним территорий, земельных участков, водоемов и т. п. отходами, металлом, отработавшими составными частями машин (особенно промасленными), битым стеклом, шинами, залитым маслом, топливом;

– $K_{\text{отх}} = 1$ — при захлавлении и заливке территорий на 20–25 %;

– $K_{\text{отх}} = 2$ — при крайней степени захлавления и заливке территорий и полей.

Общая токсичность ОГ двигателей в эксплуатации с ухудшением их технического состояния увеличивается не менее чем на 30 %, что требует всеохватывающего контроля двигателей МТП и автомобилей, измерение концентрации СО и CH_x карбюраторных ДВС и дымности дизелей с целью восстановления их технического состояния методами и средствами ТО и ТР.

Контроль акустических и вибрационных воздействий тракторов и сельскохозяйственных машин на оператора и население регламентирован системой стандартов безопасности труда.

В процессе эксплуатации техническое состояние мобильной сельскохозяйственной техники, как правило, ухудшается: снижаются показатели работоспособности (мощность, производительность и др.), увеличивается энергопотребление (т. е. уменьшается экономичность), ухудшаются другие параметры технического состояния, производственной и экологической безопасности (дымность и токсичность отработавших газов дизеля, уровень внешнего шума и уровень шума в кабине, уровень вибрации, эффективность работы тормозной системы и рулевого управления и др.). В этой связи необходимо при эксплуатации тракторов и сельскохозяйственных машин не только контролировать параметры их технического состояния и экологической безопасности (ЭБ) (таблицы 3.39–3.41), но и управлять этими параметрами.

Таблица 3.39

Номенклатура контролируемых параметров и рекомендуемых средств контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности при выполнении сельскохозяйственных работ (почвообработка, посев, внесение удобрений и др.) [4]

Производственный участок	Контролируемый параметр			Средство контроля
	Наименование	Ед. изм.	Нормативные значения	
Рабочее место механизатора при выполнении различных сельскохозяйственных работ	Содержание пыли в воздухе	мг/м ³	≤6	Пылемер «Прима-03» (или «Прима-01», «Приз-2» и др.)
	Пары бензина и дизтоплива (углеводородные соединения)	мг/м ³	≤100	Газтестер КИ-28066
	Уровень шума (звукового давления)	дБ	≤80	Измеритель шума ВШВ-03-М3
	Температура воздуха	°С	+18–20 (хол. период года) +21–23 (тепл. период года)	Ртутные и спиртовые термометры; комбинир. измеритель влажн. и темп. ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
	Выбросы в воздух (загазованность): -сажа -СО	%	<15	Автотест: бензин, газ.
		%	≤1,5	
	Уровень радиации	мкр/ч	≤25	Дозиметр-радиометр МКС-АТ 6130
	Тяжесть труда: прикладываемые усилия при подъеме заготовок	кгс	≤20	Динамометр электронный ДЭ-1
	Температура поверхности оборудования	°С	≤+70	Переносной цифровой термометр

Таблица 3.40

Номенклатура контролируемых параметров и рекомендуемых средств контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности при работе на зерноуборочном комбайне [4]

Производственный участок (рабочее место)	Контролируемый параметр			Средство контроля
	Наименование	Ед. изм.	Нормативные значения	
Рабочее место комбайнера (в т. ч. при устранении неисправностей агрегатов комбайна)	Содержание пыли в воздухе	мг/м ³	≤6	Пылемер «Прима-03» (или «Прима-01», «Приз-2» и др.)
	Пары топливно-смазочных материалов (углеводородные соединения)	мг/м ³	≤100	Газтестер КИ-28066
	Уровень шума (звукового давления)	дБ	≤85	Измеритель шума ВШВ-03-М3
	Масляный туман (аэрозоли масла) при устранении неисправностей ДВС	мг/м ³	≤5	Газтестер КИ-28066
	Загазованность: -сажа -СО	%	<15	Автотест: бензин, газ.
		%	≤1,5	
	Сквозняки (скорость движения воздуха)	м/с	≤0,3	Комбинир. портативный прибор АТТ-1002; термоанемометр ТКА-ПК (модель 50)
	Температура воздуха	°С	18–20 (холодный период года) 21–23 (теплый период года)	Ртутные и спиртовые термометры; комбинир. измеритель влажн. и темп. ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
	Относительная влажность	%	60–40	Аспирационный психрометр Мв-4ЛА (Ассмана); ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
	Температура поверхности оборудования	°С	≤70	Переносной цифровой термометр НТЦ-3

Таблица 3.41

Номенклатура контролируемых параметров и рекомендуемых средств контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности при техническом обслуживании и диагностировании тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин [4]

Производственный участок (рабочее место)	Контролируемый параметр			Средство контроля
	наименование	ед. изм.	нормативные значения	
1. Участок наружной мойки и очистки машины	1.1. Электробезопасность (при работе с мойочной машиной или компрессором): - сопротивление заземляющих проводов - сопротивление изоляции электроустройств	Ом	<5,0	Микроомметр Ф4104-М1
		МОм	>0,5	Мегаомметр Е6-24
	1.2. Содержание пыли в воздухе	мг/м ³	<6	Пылемер «Прима-03» (или «Прима-01», «Приз-2» и др.)
	1.3. Пары бензина и керосина (углеводородные соединения): - бензин-растворитель - бензин топливный - керосин - масла нефтяные		<300	Газтестер КИ-28066
			<100	
			<300	
			<5	
	1.4. Выбросы в сточные воды: - карбонат натрия (кальцинированная сода) - гидроксид натрия (щелочь) - нефтепродукты	мг/л	<0,5	Экотест-110
		мг/л	<0,5	Экотест-110
		мг/л	<5	Экотест-110
1.5. Шум	дБ	<85	Измеритель шума ВШВ-03-М3	
1.6. Температура воздуха	°С	17–19 °С (хол. период года) 20–22 °С (тепл. период года)	Ртутные и спиртовые термометры; комбинир. измеритель влажн. и темп. ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015	

Продолжение таблицы 3.41

Производственный участок (рабочее место)	Контролируемый параметр			Средство контроля
	наименование	ед. изм.	нормативные значения	
2. Участок диагностирования	1.7. Относительная влажность	%	60–40	Аспирационный психрометр Мв-4ЛА (Ассмана); ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015
	1.8. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	≤ 0,3 (хол. период года) ≤ 0,4 (тепл. период года)	Комбинир. портативный прибор АТТ-1002; термоанемометр ТКА-ПК (модель 50)
	2.1. Выбросы в воздух: -сажа -СО -пары бензина и дизтоплива	% %	<15	Автотест: бензин, газ. Газтестер КИ-28066
			≤1,5	
			см п. 1.3	
	2.2. Выбросы в сточные воды: - нефтепродукты	мг/л	<5	Экотест-110
	2.3. Освещенность	лк	≥200 (при общем освещении)	Люксметр Ю-116; эл. прибор ТКА-ПКМ/31
			≥300 (при комбинированном освещении)	
	2.4. Уровень шума (звукового давления)	дБ	≤85	Измеритель шума ВШВ-03-М3
	2.5. Электробезопасность		(см. п. 1.1)	
2.6. Температура воздуха	°С	18–20 °С (хол. период года) 21–23 °С (тепл. период года)	Ртутные и спиртовые термометры; комбинир. измеритель влажн. и темп. ТКА-ПКМ (модель 20); АТТ-5015	
2.7. Относительная влажность	%	(см. п. 1.7)		

Продолжение таблицы 3.41

Производственный участок (рабочее место)	Контролируемый параметр			Средство контроля
	наименование	ед. изм.	нормативные значения	
	2.8. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	≤0,2 (хол. период года) ≤0,3 (тепл. период года)	Комбинир. портативный прибор АТТ-1002; термоанемометр ТКА-ПК (модель 50)
3. Участок (рабочее место) сборочно-разборочных работ	3.1. Освещенность	лк	≥200 (при общем освещении) ≥300 (при комбинированном освещении)	(см. п. 2.3)
	3.2. Пары бензина и керосина		(см. п. 1.3)	
	3.3. Шум		(см. п. 1.5)	
	3.4. Температура воздуха	°С	(см. п. 1.6)	
	3.5. Относительная влажность	%	(см. п. 1.7)	
	3.6. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	(см. п. 1.8)	
4. Участок (рабочее место) ТО топливной аппаратуры и гидросистемы	4.1. Масляный туман (аэрозоли масел)	мг/м ³	≤5	Газтестер КИ-28066
	4.2. Пары бензина и дизтоплива	%	(см. п. 1.3)	(см. п. 1.3)
	4.3. Углеводородные соединения	%	(см. п. 1.3)	Газтестер КИ-28066
	4.4. Освещенность	лк	≥300 (при общем освещении) ≥750 (при комбинированном освещении)	Люксметр Ю-116; эл. прибор ТКА-ПКМ/31
	4.5. Уровень шума	дБ	(см. п. 1.5)	
	4.6. Электробезопасность		(см. п. 1.1)	
	4.7. Температура воздуха	°С	(см. п. 2.6)	
	4.8. Относительная влажность	%	(см. п. 1.7)	
	4.9. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	(см. п. 2.8)	

Окончание таблицы 3.41

Производственный участок (рабочее место)	Контролируемый параметр			Средство контроля
	наименование	ед. изм.	нормативные значения	
5. Участок (рабочее место) ТО электрооборудования (в т. ч. аккумуляторных батарей)	5.1. Пары: серной кислоты щелочи	мг/м ³ мг/м ³	≤1 ≤0,5	Газтестер КИ-28066
	5.2. Водородные соединения	мг/м ³	≤0,5	Газоанализатор водорода УСГ-4
	5.3. Электробезопасность		(см. п. 1.1)	
	5.4. Пары: ацетона толуола ксилола	мг/м ³ мг/м ³ мг/м ³	≤200 ≤50 ≤50	
	5.5. Освещенность	лк	(см. п. 4.4)	
	5.6. Шум		(см. п. 1.5)	
	5.7. Температура воздуха	°С	(см. п. 2.6)	
	5.8. Относительная влажность	%	(см. п. 1.7)	
	5.9. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	(см. п. 2.8)	
6. Рабочее место ТО и ремонта шин и камер	6.1. Углеводородные соединения	%	(см. п. 1.3)	
	6.2. Сажа	%	(см. п. 2.1)	
	6.3. Шум		(см. п. 1.5)	
	6.4. Температура воздуха	°С	(см. п. 2.6)	
	6.5. Относительная влажность	%	(см. п. 1.7)	
	6.6. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	(см. п. 2.8)	
7. Рабочее место заправки ГСМ	7.1. Пары топливосмазочных материалов	мг/м ³	(см. п. 1.3)	Газтестер КИ-28066
	7.2. Углеводородные соединения		(см. п. 1.3)	
	7.3. Электробезопасность	%	(см. п. 1.1)	
	7.4. Шум		(см. п. 1.5)	
	7.5. Температура воздуха	°С	(см. п. 2.6)	
	7.6. Относительная влажность	%	(см. п. 1.7)	
	7.7. Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	(см. п. 2.8)	

4. ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ АПК

4.1. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ СЕРВИСЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ

4.1.1. Средства борьбы с парами серной кислоты на рабочем месте технического обслуживания аккумуляторных батарей

Аккумуляторный участок рекомендуется размещать у наружной стороны здания. Это в значительной мере упрощает устройство проточно-вентиляционной системы. Если размеры аккумуляторного участка превышают 15 м², то по соображениям производственной безопасности в зарядной рекомендуется иметь самостоятельный выход наружу.

Наибольшая эффективность в защите воздушной среды от выбросов загрязняющих веществ достигается при одновременном сочетании технологических, санитарно-технических и объемно-планировочных мероприятий [6].

Зарядка аккумуляторных батарей:

- покрытие поверхности электролита маслом;
- покрытие открытых аккумуляторов стеклами для сокращения выделений аэрозолей электролита.

На рабочем месте по техническому обслуживанию и ремонту аккумуляторных батарей приготовление электролита и заправка его в аккумуляторные батареи проводятся открытым способом (в воздух выделяются вредные пары серной кислоты), что ведет к риску получения профессиональных заболеваний (отравлениям и другим заболеваниям). Для снижения риска получения профессионального заболевания предлагается стационарная установка ОРГ-7420 (рис. 4.1), предназначенная для приготовления электролита и розлива его в аккумуляторные батареи закрытым способом в условиях предприятий, занимающихся ремонтам и хранением свинцово-кислотных аккумуляторных батарей [19]. Основные узлы установки; дистиллятор, баки дистиллированной воды, приготовления электролита и пневматический, раздаточный блок, подставки, коллатор, тележка с сосудом для серной кислоты, пульт управления. Техническая характеристика установки приведена в таблице 4.1

Таблица 4.1

Техническая характеристика установки ОРГ-7420 ГОСНИТИ [19]

Показатели	Значение
Производительность, л/ч	30
Вместимость бака для электролита, л	120
Источник питания электроэнергией	Электросеть 220/360 В; 50 Гц, трехфазный
Установленная мощность, кВт	18,5
Источник питания водой	Водопровод с напором воды не менее 0,4 кгс/см ²
Потребляемый объем воды, л/ч	150
Плотность приготавливаемого электролита, г/см	1,12-1,32
Температура, °С:	20
электролита при его раздаче воздуха в помещении для приго- товления электролита	Не ниже 10
Охлаждение дистиллятора и элек- тролита	Водой из водопровода

4.1.2. Защита от электромагнитных и электростатических полей на рабочих местах кузнечно-термического участка

В производственных условиях на рабочем месте в кузнечном отделении, где проводятся индукционная закалка деталей, а также электросварка, на работающего оказывает воздействие широкий спектр электромагнитных излучений. В зависимости от диапазона длин волн различают электромагнитные излучения радиочастот (10^7 – 10^4) и инфракрасные излучения (10^4 – $7,5 \cdot 10^{-7}$ м).

Защиту персонала от воздействия электромагнитных полей радиочастот необходимо осуществлять путем проведения организационных и инженерно-технических, лечебно-профилактических мероприятий, а также использования средств индивидуальной защиты.

К организационным мероприятиям относятся выбор рациональных режимов работы оборудования, ограничение места и времени нахождения персонала в зоне воздействия ЭМИ РЧ (защита расстоянием и временем) и т.п. [19].

Защита временем предусматривает ограничение пребывания человека в электромагнитном поле и применяется, когда нет возможности снизить интенсивность излучения до допустимых значений.

Инженерно-технические мероприятия включают в себя рациональное размещение оборудования, использование средств, ограничивающих поступление электромагнитной энергии на рабочие места персонала (поглотители мощности, экранирование, использование минимальной необходимой мощности генератора), обозначение и ограждение зон с повышенным уровнем ЭМИ РЧ.

К средствам индивидуальной защиты относятся защитные очки, щитки, шлемы, защитная одежда (комбинезоны, халаты и т.д.).

Источниками напряженности электрического поля (ЭП) промышленной частоты являются электродвигатели, силовое оборудование, кабельная сеть, линии электропередач и др. Действие электрического поля на человека небезвредно. Поэтому продолжительность пребывания человека в электрическом поле ограничивают в зависимости от его напряженности по ГОСТ 12.1.002-84.

Применение средств защиты работающих обязательно в тех случаях, когда фактические уровни напряженности на рабочих местах

превышают величины, равные 60 кВ/м в течение 1 ч. Средства защиты от электростатических полей должны применяться в соответствии с ГОСТ 12.4.124-83.

Контроль электромагнитных и электростатических полей осуществляется с помощью комплекта приборов «Циклон-05» [19] (измерители электрического поля ИЭП-05, магнитного — ИМП-05/1 или ИМП-05/2, электростатического потенциала — ИЭСП-01), причем определяющим является не среднее, а наибольшее значение напряженности во всей зоне, где может находиться человек в процессе работы.

4.1.3. Меры защиты от инфракрасных и ультрафиолетовых излучений на сварочно-наплавочном участке

Основным путем оздоровления труда, предупреждения профессионального риска заболевания в горячих цехах, где инфракрасное излучение (ИКИ) — основной компонент микроклимата, является изменение технологических процессов в направлении ограничения источников тепловыделений и уменьшения времени контакта работающих с ними. Дистанционное управление процессом увеличивает расстояние между работающим и источником тепла и излучения, что снижает интенсивность влияющей на человека радиации. Важное значение имеют применение теплоизоляции поверхности оборудования, устройство защитных экранов, покрытых теплоизоляционными материалами, ограждающих рабочих от лучистого и конвекционного тепла, водяные и воздушные завесы, укрытие поверхности нагревательных печей полыми экранами с циркулирующей в них проточной водой, что снижает температуру воздуха на рабочем месте и полностью устраняет ИКИ.

По действующим санитарным нормам температура нагретых поверхностей оборудования и ограждений на рабочих местах не должна повышать 45 °С

Для снижения интенсивности излучений от наружных поверхностей применяют водяное охлаждение. При этом температура наружной поверхности не превышает температуру отводящей воды (35–45 °С). Расход воды на охлаждение, кг/ч [19]:

$$\sigma = \frac{\Phi}{c \cdot \Delta t}, \quad (4.1)$$

где Φ — тепловой поток, Дж/с;

c — удельная теплоемкость воды, Дж/(кг·°С);

Δt — разность температур отводящей и поступающей воды, °С.

Рекомендуется применение наиболее эффективного способа защиты от излучения — экранирование источников излучений. Экраны следует применять как для экранирования источников излучения, так и защиты рабочих мест от инфракрасного излучения.

По принципу действия экраны подразделяются на теплоотражающие, теплопоглощающие, теплопроводящие. Это деление условно, так как любой экран обладает способностью отражать, поглощать или отводить тепло. Принадлежность экрана к той или иной группе зависит от того, какое свойство отражено в нем наиболее сильно.

В зависимости от возможности наблюдения за рабочим процессом экраны разделяют на три типа: непрозрачные, полупрозрачные и прозрачные.

К полупрозрачным экранам относятся металлические сетки с ячейками размером 3–3,5 мм, цепные завесы, армированное стальное сеткой стекло. Сетки применяют при интенсивности облучения 0,35–1,05 кВт/м, коэффициент их эффективности составляет около 0,67. Цепные завесы применяются при интенсивности облучения 0,7–4,9 кВт/кг. Коэффициент эффективности цепных завес зависит от толщины цепей. Для повышения эффективности защитных свойств рекомендуется применять завесы водяной пленкой и устраивать двойные экраны. Армированное стекло применяют при той же интенсивности облучения, что и цепные завесы. Оно имеет такой же коэффициент эффективности. Увеличение эффективности достигается орошением водяной пленки и устройством двойного экрана.

Для прозрачных экранов используют силикатное, кварцевое или органическое стекло, тонкие (до 2 мм) металлические пленки на стекле, воду в слое или дисперсном состоянии. Коэффициент пропускания воды в различных участках спектра в значительной степени зависит от толщины слоя воды. Тонкие водяные пленки начинают заметно по-

глощать излучение с волнами длиной более 1,9 мкм, значительно поглощают волны длиной более 3,2 мкм, поэтому они пригодны для экранирования источников с температурой до 800 °С. При толщине слоя воды 15–20 мм полностью поглощаются излучения с волнами длиной более 1 мкм, поэтому такой слой воды эффективно защищает от теплового излучения источников с температурой до 1800 °С. Экраны в виде водяной пленки, стекающей по стеклу, более устойчивы по сравнению со свободными завесами. Они имеют более высокий коэффициент эффективности (около 0,9) и могут применяться при интенсивности облучения 1750 Вт/м².

Теплопоглощающие прозрачные экраны изготавливают из различных стекол (силикатных, кварцевых, органических), бесцветных или окрашенных. Для повышения эффективности применяется двойное остекление с вентилируемой прослойкой. Органическое стекло служит для защиты лица от теплового облучения в виде налобовых щитков. Эффективность стекол зависит от спектра излучения, т. е. обладает узкополосными свойствами.

В последнее время для предупреждения влияния лучистой энергии используются охлаждение стен, пола и потолка, а также специальные экраны на рабочих местах.

Кроме мер, направленных на уменьшение интенсивности теплового излучения на рабочих местах, следует предусматривать также условия, при которых обеспечивается отдача тепла человека непосредственно на месте работы. Это осуществляется путем создания оазисов и душирования, с помощью которых на рабочее место направляется воздушный поток определенной температуры и скорости в зависимости от вида работы, сезона года и интенсивности инфракрасной радиации согласно ГОСТ 12.005-98.

При электросварочных и других работах снижение интенсивности облучения ультрафиолетовыми излучениями (УФИ) и защита от его воздействия достигаются защитой «расстоянием», экранированием источников излучения и рабочих мест, средствами индивидуальной защиты, специальной окраской помещений и рациональным размещением рабочих мест.

Защита «расстоянием» — удаление обслуживающего персонала от источников УФИ. Расстояния, на которых уровни УФИ не представляют опасности для рабочих, определяются только экспери-

ментально в каждом конкретном случае в зависимости от условий работы, состава производственной атмосферы, вида излучения, отражающих свойств конструкций помещения и оборудования и т. д.

Наиболее рациональным методом защиты является экранирование (укрытие) источников излучений. В качестве материалов экрана применяются различные материалы и светофильтры, не пропускающие или снижающие интенсивность излучений.

Особое значение имеет защита окружающих от действия излучений. С этой целью рабочие места, на которых имеет место УФ-излучение, ограждаются ширмами, щитками либо устраиваются кабины.

Стены и ширмы в цехах окрашивают в светлые тона с добавлением и краску оксида цинка. Кабины изготовляют высотой 1,8–2 м, причем их стенки не должны доходить до пола на 25–30 см для улучшения проветривания кабин [19].

Для защиты от УФ-излучения необходимо обязательно применять индивидуальные средства защиты, которые состоят из спецодежды (куртка, брюки), рукавиц, фартука из специальных тканей, щитка со светофильтром, соответствующего определенной интенсивности излучения. Для защиты глаз, например, при ручной электросварке, следует применять светофильтры следующих типов: для электросварщиков при сварочном токе 75 А — Э-1; 75–200 А — Э-2; 200–400 А — Э-3 и при токе 400 А — Э-4 [19].

Для защиты кожи от УФ-излучения необходимо использовать мази, содержащие вещества, служащие светофильтрами для этих излучений (салол, салицилово-метилловый эфир и пр.), а также спецодежду, изготавливаемую из льняных и хлопчатобумажных тканей с искроустойчивой пропиткой и грубошерстного сукна. Для защиты рук от воздействия УФ-излучения нужно применять рукавицы.

4.1.4. Мероприятия по борьбе с вредными выделениями на рабочем месте восстановления деталей

На рабочем месте восстановления деталей нанесением металлических защитных покрытий вместо традиционного гальванического метода рекомендуются высокоскоростные напыления HVOF, HVAF. Высокоскоростное газопламенное напыление по праву считается наиболее современным среди технологий напыления. В странах Европы и Северной Америки высокоскоростное напыле-

ние практически вытеснило гальванику во многих отраслях. Твердосплавные покрытия, нанесенные методами высокоскоростного напыления, по всем параметрам превосходят гальванические покрытия, процесс создания которых признан чрезвычайно канцерогенным. Исключается вредное воздействие на работающих химического фактора (кислоты, щелочей и их паров).

Встречаются и установки высокоскоростного напыления (ВСН), более простые по конструкции и основанные на классической схеме ЖРД, со скоростью газового потока более 2000 м/с. Плотность покрытий достигает 99 %. В качестве наносимого материала используют порошки карбидов, металлокарбидов, сплавов на основе Ni, Cu и др. Для увеличения скорости частиц увеличивают скорость истечения продуктов сгорания путем повышения давления в камере сгорания до 1–1,5 МПа, а в конструкцию соплового аппарата вводят сопло Лавала. На рисунке 4.4 представлена схема распылителя системы ВСН.

Для систем первого поколения давление в камере сгорания составило 0,3...0,5 МПа, скорость частиц 450 м/с для WC-Co грануляцией 10...45 мкм. К таким системам относились Jet Cote, CDS, Top Gun6, Diamond Jet и др. Для систем второго поколения давление в камере сгорания составляло 0,6...1,0 МПа, скорость частиц 600...650 м/с для WC-Co грануляцией 10...45 мкм, расход порошка 10 кг/ч. В системах третьего поколения применялись расширяющиеся профильные сопла Лавала. К таким системам относятся установки высокоскоростного напыления TC3П-HVOF-2001, GTV K2 и др. Расход порошка составляет до 18 кг/ч [19].

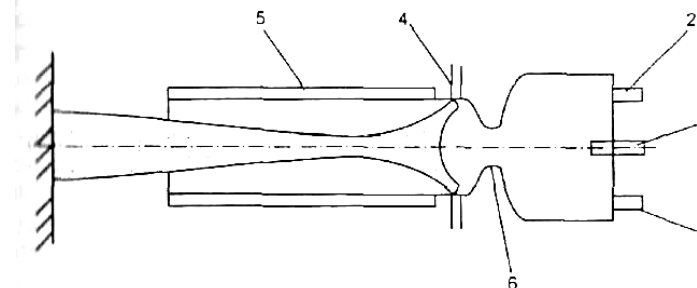


Рис. 4.4. Схема высокоскоростного порошкового распылителя [19]:
1 – подача порошка (осевая); 2 – подача кислорода; 3 – подача топлива; 4 – подача порошка (радиальная); 5 – ствол; 6 – корпус распылителя

4.1.5. Средства борьбы с загазованностью на рабочих местах диагностирования мобильной сельскохозяйственной техники

На рабочих местах (постах) диагностирования тракторов и самоходных сельскохозяйственных машин наблюдается загазованность NH_2 , CO , CO_2 . Для снижения загазованности на постах диагностирования предлагается выхлопной тракт ОРГ-8934-ГОСНИТИ. Устройство тракта предусматривает одновременный отвод выхлопных газов от четырех машин, неподвижных (с работающим двигателем) и движущихся.

Общий вид схемы выхлопного тракта показан на рисунке 4.5. Вдоль линии крепежными конструкциями к потолочному перекрытию или колоннам здания подвешен магистральный трубопровод для сбора и отвода из помещения отработанных выхлопных газов. Во время работы двигателя машины они через гибкий заборный трубопровод собираются в общий магистральный трубопровод и через вытяжную вентиляционную систему, установленную вне помещения, отсасываются за пределы здания. Для устранения передачи вибрации в трубопроводах предусмотрены резиновые вставки и амортизаторы. Заборные трубопроводы подвешивают на магистральный трубопровод специальным перемещающимся соединительным устройством (каретки), которое обеспечивает герметичное соединение трубопроводов при неподвижном тракторе, самоходной машине, автомобиле и его транспортировке. Вдоль нижней части корпуса магистрального трубопровода сделана щель для заборного трубопровода. Щель закрывают по сторонам ленточными резиновыми уплотнениями для предохранения от подсасывания воздуха из помещений при неподвижной и движущейся машине. Заборный трубопровод в месте подсоединения к выхлопной трубе имеет наконечник. Для удержания гибкого заборного трубопровода предусмотрены тяги.

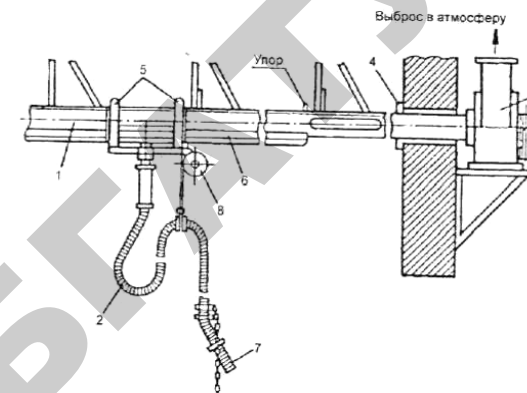


Рис. 4.5. Выхлопной тракт для предотвращения загазованности в помещении [19]:
1 – магистральный трубопровод; 2 – заборный трубопровод; 3 – вытяжная вентиляционная система; 4 – резиновые вставки; 5 – каретка; 6 – резиновые уплотнения; 7 – наконечник; 8 – подвесные тяги

Загазованность на рабочих местах (участках) не должна превышать допустимых санитарных норм. Благодаря этому обеспечиваются экологическая безопасность и нормальные условия труда, повышаются производительность труда и качество выполняемых работ.

На тракте установлен вентилятор Ц14 46 с двигателем 4АЮО-Б2. Техническая характеристика выхлопного тракта приведена в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Техническая характеристика выхлопного тракта [19]

Показатели	Значения
Число приемных патрубков	4
Производительность, $\text{м}^3/\text{ч}$	3300
Потребляемая мощность, кВт	5,5
Диаметр приемного патрубка, мм	74
Длина трубопровода, мм	
приемного	7
магистрального	40
Высота подвески магистрального трубопровода, мм	4,5
Усилие срабатывания предохранительного устройства, кг	30-35

4.1.6. Меры по улучшению состояния воздушной среды на участках предприятий технического сервиса в АПК

Меры по улучшению состояния воздушной среды, обеспечивающие нормальные условия труда, предусматривают максимальную механизацию тяжелых работ при разборке, мойке, дефектации, ремонте и сборке деталей и агрегатов машин. В моечном отделении необходимо следить за тем, чтобы пары не выходили из машин, устраивать улавливатели и повышать эффективность вентиляции. Источники излучения тепла нужно обеспечивать теплоизоляцией (покрытие теплоизолирующим слоем из асбеста или другого материала) и экранированием алюминиевой окраской.

Одним из основных факторов, снижающих риск заболевания, является вентиляция, которая удаляет избыточное тепло многократной сменой воздуха, понижая температуру в помещении. Чтобы содержание вредных веществ, концентрация их газов, паров и пыли соответствовали санитарным нормам, в производственных помещениях должен быть обеспечен определенный воздухообмен (таблица 4.3).

Таблица 4.3

Воздухообмен рабочих участков предприятий технического сервиса [19]

Участки	Кратность воздухообмена
Наружной мойки и сушки	5
Диагностирования тракторов и комбайнов	8
Дефектации	8
Разборочно-моечный	5
Слесарно-механический	6
Кузнечно-термический	20
Меднико-жестяницкий	11
Ремонта и испытания двигателей	21
Ремонта электрооборудования	15
Ремонта топливной аппаратуры	9
Шиноремонтный	6
Сварочно-наплавочный	26
Полимерный	15
Малярных работ	17

В мастерских применяют естественную, механическую и местную вентиляцию. Для естественной вентиляции в верхней части здания (в фонарях) делают проемы, через которые загрязненный воздух удаляется из помещения, а свежий поступает через проемы в нижней зоне. При механической вентиляции воздух перемещается вентилятором.

Местную вытяжную вентиляцию следует применять на рабочих местах. Воздухоприемные устройства монтируются около источников вредности для удаления газов, паров и пыли. Для создания на отдельных рабочих местах благоприятного микроклимата необходимо использовать местную приточную вентиляцию — воздушные души и завесы. Их надо устраивать в местах наибольшей интенсивности выделения тепла, там, где на рабочего воздействует высокая температура (на рабочих местах термической обработки, в ночном отделении и т. п.). Поступление холодного воздуха в помещение при открытых наружных воротах необходимо сдерживать воздушными завесами, подогреваемыми в зимний период. В мастерских одновременно применяют местную и общеобменную вентиляцию. На участках разборки, ремонта и сборки узлов и механизмов машин дополнительно предусматривают общеобменную вентиляцию.

Местными отсосами необходимо оборудовать электрогазосварочные, медницкие рабочие места, места зарядки аккумуляторов, обкатки и испытания двигателей зерноуборочных комбайнов и др.

Местные отсосы должны удовлетворять следующим требованиям. Место образования вредностей необходимо тщательно изолировать, а открытый рабочий проем сделать наименьшим. При работе местный отсос не должен мешать рабочему. Отсосы необходимо устраивать так, чтобы вредные выделения удалялись в направлении их естественного движения (горячие пары и газы — вверх, холодные тяжелые газы и пыль — вниз и т. д.). Конструкция местных отсосов должна быть простой, доступной для очистки и ремонта.

За работой вентиляционных установок должен быть обеспечен постоянный контроль, систематически надо проводить анализы воздуха участков для проверки содержания в нем вредных примесей. Установки необходимо регулярно очищать и ремонтировать. Для контроля эффективности вентиляции проводят два вида проверок — техническое испытание и санитарно-гигиеническое обследование.

Техническое испытание обычно проводит перед пуском комиссия, назначаемая главным инженером предприятия. В комиссию входят начальник цеха, представитель главного энергетика или главного механика, специалист по охране труда, представители организации, сдающей установки предприятию. Испытания организуют по специально разработанному графику. В процессе проверки определяют соответствие установки проекту, качество монтажа, производительность, скорость движения воздуха, давление в характерных точках, подсосы и другие показатели.

Санитарно-гигиеническое обследование проводится персоналом санэпидемстанции или передвижной лабораторией контроля и экспертизы условий труда для определения метеорологического режима в помещении (температура, влажность и подвижность воздуха), чистоты воздуха (содержание вредных газов и пыли), а также температуры и влажности поступающего в помещение приточного воздуха. Для профилактического контроля берут пробы для анализа. Оценка эффективности вентиляции, технического состояния установок, а также выводы и рекомендации принимаются на основе данных о воздухообмене в помещениях (по притоку и вытяжке), равномерности распределения подаваемого приточного воздуха и температуры, температуре и влажности воздуха в различных точках помещения на разных расстояниях от воздуховыпускных и воздухоприемных отверстий (в летнее время — на солнечной и теневой сторонах окон).

4.2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА И АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

4.2.1. Направления обеспечения экологической безопасности эксплуатации мобильной сельскохозяйственной техники

Возможным путем обеспечения ЭБ тракторов и самоходной сельскохозяйственной техники в настоящее время является комплексное решение экологических и экономических проблем, в основу которых должен быть положен эколого-экономический крите-

рий. Сущность этого критерия состоит в оптимальном сочетании конструктивно-технологических мер при производстве и эксплуатации сельскохозяйственной машины, направленных на обеспечение производственной безопасности и минимальных вредных воздействий этой машины на окружающую среду, также и экономических затрат на выполнение вышеуказанных мер, и применение эффективной системы платежей и штрафных санкций к изготовителю и владельцу машины за наносимый вред окружающей среде в зависимости от размеров и видов источников загрязнений.

Для определения принадлежности машины к той или иной категории безопасности необходимо рассчитать суммарный вредный эффект от ее использования в денежном выражении с помощью обобщенного интегрального показателя экологической безопасности.

Признаки экологически безопасной и экономичной работы тракторного дизеля [18]:

- легкий запуск, работа без перебоев на всех скоростных режимах, в том числе при свободном ускорении коленчатого вала;
- бездымный выхлоп на холостом ходу прогретого двигателя, незначительное дымление при полной его загрузке;
- устойчивая работа 4-цилиндрового дизеля при 3 выключенных, а 6- и 8-цилиндровых — при 4 выключенных цилиндрах;
- соответствующий норме расход топлива на максимальных оборотах холостого хода;
- чистый дизель: отсутствие подтеканий масла и охлаждающей жидкости на блоке и на головках цилиндров, отсутствие масла в турбокомпрессоре (ТКР) и в выхлопной трубе, отсутствие подтеканий топлива на элементах топливной аппаратуры;
- отсутствие интенсивного выхода картерных газов из сапуна (маслозаливной горловины);
- интенсивный характерный звук (свист) работы ТКР, отслеживающий изменение скорости вращения и нагрузки дизеля; слышимый выбег ротора ТКР после остановки двигателя в течение не менее восьми секунд;
- нормальный уровень моторного масла (повышенный уровень вызывает увеличенный угар масла и повышенную токсичность ОГ);
- равномерное по всем цилиндрам снижение оборотов двигателя при отключении каждой форсунки или свечи зажигания;

- отсутствие сигналов о засоренности воздухоочистителя;
- отсутствие резкого запаха подгорания фрикционных накладок;
- отсутствие колебаний (тряски) двигателя, дребезга облицовки, кабины, оперения;
- нормальные показания КИП на щитке приборов, сигнализаторов на воздушном и масляном фильтрах; отсутствие аварийных сигналов;
- продолжительное вращение по инерции ротора РМЦ, ТКР после остановки двигателя;
- легкий ход машины по инерции при выключенной передаче, обусловленный нормальной регулировкой тормозов, давления в шинах, схождением колес, исправностью силовой передачи.

Обязательные работы ТО, обуславливающие надежную и экологически чистую работу машины [18]:

- периодический слив отстоя из топливного бака, фильтра-отстойника (60...100 часов), фильтра тонкой очистки топлива (60–240 часов). Экстренный слив отстоя при возникновении мутного топлива;
- периодическая очистка воздухоочистителя, топливных фильтров. После работы в запыленных условиях – внеплановая очистка воздухоочистителя или очистка по потребности по показаниям сигнализатора загрязненности;
- периодическая очистка реактивного центробежного маслоочистителя и других масляных фильтров (в силовой передаче, гидросистеме навесного механизма);
- устранение причин выделяющихся стуков механизма газораспределения;
- проверка и при необходимости восстановление уровня моторного масла, масла в силовой передаче;
- утепление дизеля, в т. ч. при температуре ниже +5 °С, не дожидаясь морозов, использование зимних сортов моторного масла и топлива, что уменьшает расход топлива на 200–300 кг на трактор за зиму; разогрев дизеля горячей водой, горячим маслом, утепление радиатора, топливной аппаратуры экономит только на каждом пуске дизеля зимой до двух литров топлива;
- проверка и регулировка натяжения ремней вентилятора дизелей с воздушным охлаждением;

- заправка машины топливом через заливной фильтр (воронку с сеткой);
- снижение давления в шинах трактора до нижнего диапазона перед работой на поле и повышение давления перед транспортными работами;
- очистка машины от загрязнений, растений, химикатов.

4.2.2. Улучшение условий и повышения безопасности труда оператора мобильной сельскохозяйственной техники

В процессе производственной деятельности при функционировании системы «оператор – машина – среда» (О-М-С) основными источниками опасности (рис. 4.6) для оператора мобильных технических средств являются: непосредственно сами технические средства, а также производственная среда (состав воздуха, акустический и вибрационный фон и т. д.).

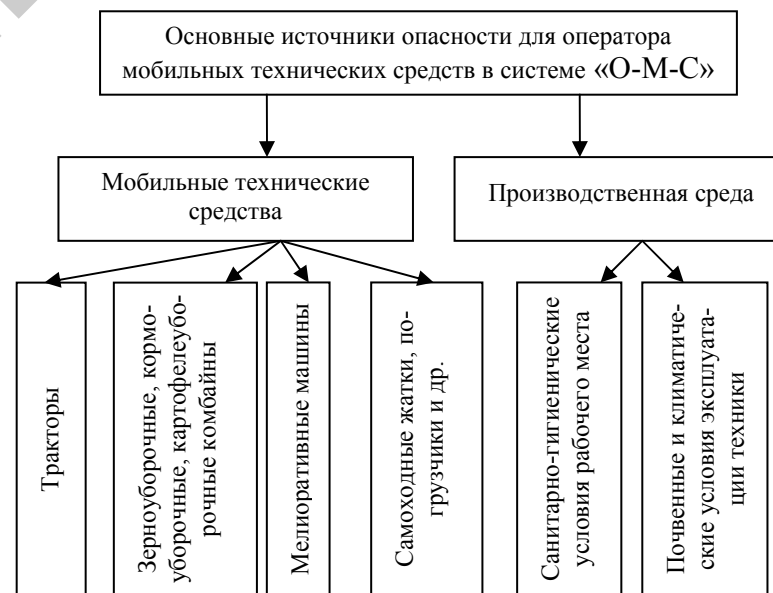


Рис. 4.6. Основные источники опасности в системе «О-М-С» для оператора мобильных технических средств [20]

Для исключения возможности травмирования оператора, повышения его работоспособности, защиты от влияния опасных и вредных факторов производственной среды (шума, вибрации, запыленности, загазованности, теплового воздействия и др.) необходимо постоянно улучшать условия и повышать безопасность труда. При этом важнейшее место отводится совершенствованию конструкции кабины технического средства — своеобразной защитной оболочки вокруг рабочего места оператора (рис. 4.7), содержащей ряд устройств для нормализации поступающего воздуха, осуществления обогрева или охлаждения, выполнения других функций для создания необходимых условий труда.

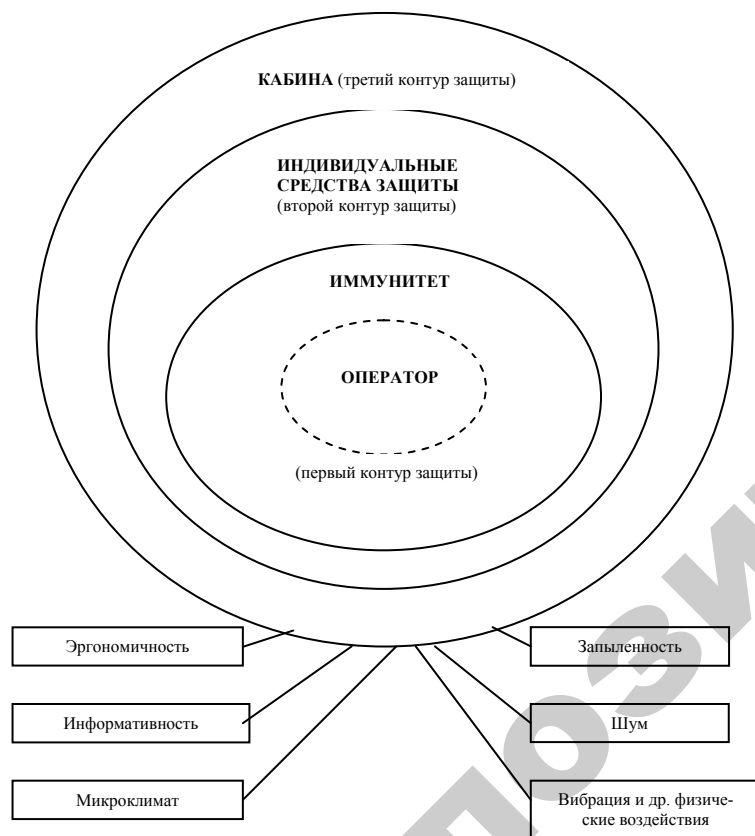


Рис. 4.7. Схема защиты оператора мобильных технических средств от воздействий производственной среды [20]

Известно, что при работе агрегатов в запыленной среде в кабине трактора увеличивается концентрация пыли и загрязняемость пола кабины. Дополнительно загрязняет пол кабины и сам механизатор (оператор). При выполнении агротехнических операций он несколько раз за смену выходит из кабины и обслуживает агрегат. От его обуви и одежды заносится пыль, которая оседает на пол кабины. При включенном вентиляторе, который установлен в потолочной части кабины, воздушный поток поднимает пыль, повышается ее концентрация. Для улучшения ситуации предлагается, как один из примеров, кабина технического средства (рис. 4.8), которая состоит из каркаса 1, вентилятора-пылеотделителя 2, установленного в потолочной части кабины, передней 3, задней 4, боковых 5 панелей, внутренней панели 6 пола, выполненной с выемками и отверстиями, наружной панели 7, остова трактора 8.

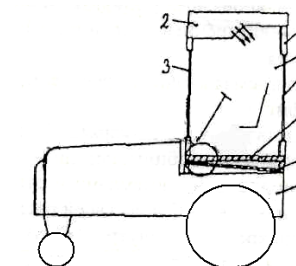


Рис. 4.8. Кабина трактора с элементами защиты от запыленности [20]:
1 — каркас; 2 — вентилятор-пылеотделитель; 3, 4, 5 — передняя, задняя и боковая панели потолочной части кабины; 6 — внутренняя панель пола; 7 — наружная панель; 8 — остов трактора

При остановке трактора и вентилятора-пылеотделителя 2 пылевые частицы под действием силы тяжести оседают на полу кабины. С включением двигателя под действием вибрации они выносятся наружу, как следствие, снижается концентрация пыли. Для обеспечения достаточного избыточного давления в кабине на полу можно постелить настил из синтетического или тканевого материала, через который проходят пылевые частицы и который одновременно уменьшает сквозной проход воздуха из кабины. При низких температурах (в осенне-зимний период) наружная панель 7 пола кабины поворачивается вокруг шарнира, тем самым закрываются сквозные отверстия в наиболее глубоких точках выемок и устраняется возможность вытекания через них теплого воздуха.

Для снижения запыленности на рабочем месте оператора рекомендуется рассмотреть вариант оборудования пола 1 кабины технического средства (рис. 4.9) эластичными пробками 3, например, из резины.

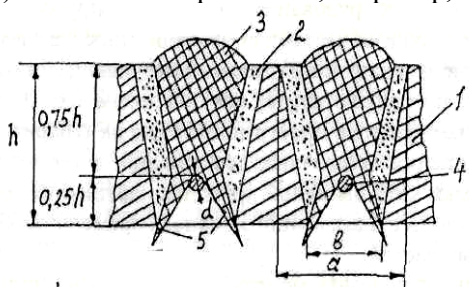


Рис. 4.9. Фрагмент самоочищающегося пола кабины технического средства [20]: 1 – пол кабины; 2 – пыль, мелкие частицы почвы и др.; 3 – эластичные пробки; 4 – стержень; 5 – боковые нижние пластины

Пыль и мелкие частицы почвы 2 накапливаются в зазорах между наклонными стенками щелей пола 1 и пробками 3. Под действием массы механизатора (рис. 4.10) верхние части пробок 3 деформируются вниз в направлении стержня 4. При этом упругие боковые нижние пластины 5 сближаются друг с другом, открывая щели, через которые высыпается накопившаяся пыль 2 за пределы кабины. Расположение щелей в направлении перпендикулярном движению технического средства позволяет при перемещении оператора по кабине воздействовать его обувью на максимальное количество пробок и препятствует перемещению расположенных на полу кабины предметов под действием инерционных нагрузок во время разгона и торможения технического средства.

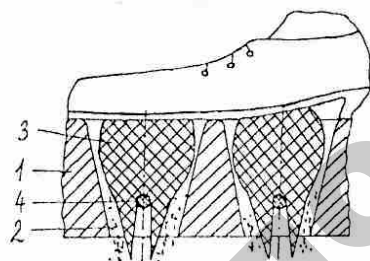


Рис. 4.10. Положение дополнительных элементов конструкции пола кабины при котором происходит его очистка [20]: 1 – пол кабины; 2 – пыль, мелкие частицы почвы и др.; 3 – пробка; 4 – стержень

Длительное воздействие вибраций на оператора вызывает головную боль и утомление. В комбинации с шумом отрицательное влияние вибрации на организм значительно усиливается (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Возможные последствия для оператора от превышения уровней шума и вибрации при эксплуатации техники [20]

Для нормализации шумового режима на рабочих местах оператора самоходной сельскохозяйственной техники предлагается кабина, содержащая (рис. 4.12) станину 1 из двухслойного остекления: внутреннего 2 и внешнего 3 стекол, между которыми размещена упорная рама 4. Через нижнюю и верхнюю части рамы проходят тугонатянутые струны 5, на которых жестко закреплены жалюзи 6, выполненные в виде желобов 7, поверхности которых перфорированы перпендикулярными их плоскостям сквозными отверстиями 8. В углублениях (в лотках) желобов 7 размещен слой синтетического волокна 9, например, из полихлорвинила (ПВХ). Внешние и внутренние стекла соединены между собой

герметичной мастикой 10. Жалюзи 6 размещены с возможностью пересечения мысленно проведенных линий, соединяющих верхние кромки желобов, с точкой расположения глаз водителя 11. Это необходимо для сохранения максимальной просматриваемой площади за кабиной технического средства. Перфорационные отверстия 8, занимающие от 20 до 30 процентов площади дна каждого желоба, содержат упругие цилиндрические вставки из пористой резины, позволяющие поглощать широкий спектр шумовых частот.

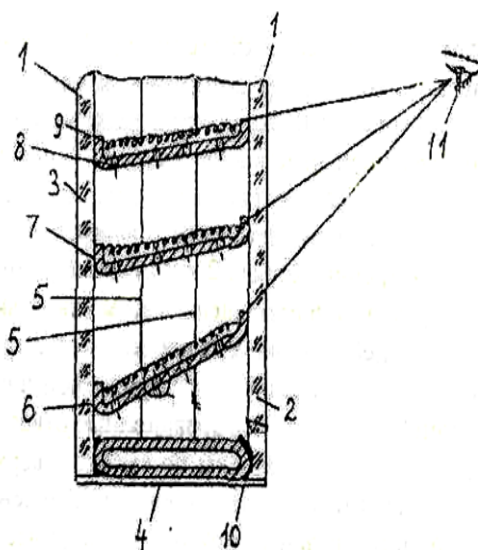


Рис. 4.12. Кабина мобильного технического средства с элементами защиты оператора от воздействия шума [20]:

1 – станина из двухслойного остекления; 2, 3 – внутреннее и внешнее стекла; 4 – опорная рама; 5 – струна; 6 – жалюзи; 7 – желоб; 8 – отверстие; 9 – слой синтетического волокна; 10 – мастика

Для улучшения условий труда операторов технических средств, повышения герметичности, теплоизоляционных и звукоизоляционных свойств кабины, уменьшению проникновения вибраций во внутреннее ее пространство рекомендуется устройство, приведенное на рисунке 4.13.

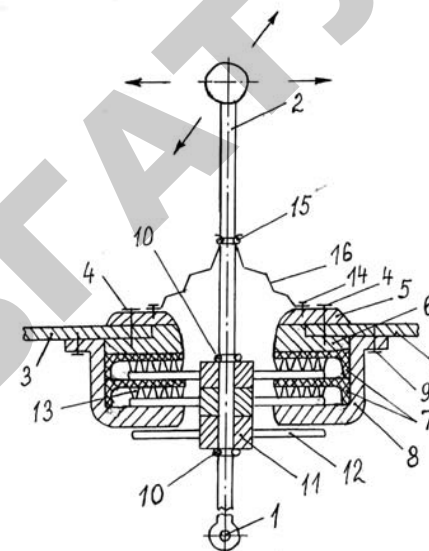


Рис. 4.13. Устройство для герметизации кабины [20]:

1 – шаровой шарнир; 2 – рычаг управления; 3 – пол кабины; 4, 9, 14 – винты; 5, 6 – диски; 7 – вставка; 8 – кольцевой диск; 10 – пружинное кольцо; 11 – ступица; 12 – диск; 13 – упругий шип; 15 – кольцевая пружина; 16 – гофрированная манжета

Узлы уплотнения устройства посредством чередующихся пластин образуют подвижное соединение, представляющее собой клапанную систему, способствующую снижению проникновения пыли, шума и вибрационных воздействий в кабину технического средства. Гофрированная манжета 16 и нижний диск 12 дополнительно повышают теплоизоляционные и звукоизоляционные свойства кабины, защищают эластичные резиновые части уплотнения от воздействия брызг, паров машинного масла и других агрессивных сред.

Для повышения эффективности мер по нормализации теплового режима на рабочем месте оператора рекомендуется, в порядке обсуждения, конструкция кабины (рис. 4.14), состоящая из монолитного корпуса 1 обтекаемой формы, например, сферической (в виде шара), на наружной поверхности которого предусмотрено покрытие из блоков пористого материала с большой теплоизоляционной способностью.

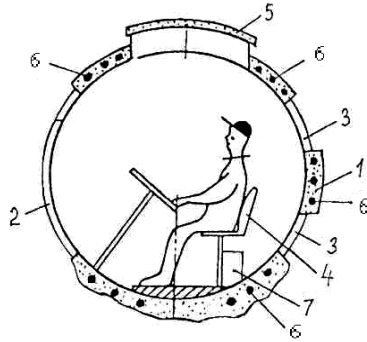


Рис. 4.14. Кабина транспортного средства с устройством для нормализации теплового режима на рабочем месте оператора [20]:

1 – корпус кабины; 2 – лобовое окно; 3 – задние окна; 4 – кресло оператора; 5 – подвижная крышка; 6 – цилиндрические полости; 7 – термос

В кабине имеются лобовое окно 2, задние окна 3, кресло оператора 4. В верхней части корпуса кабины 1 размещено вентиляционное отверстие в виде люка, снабженного подвижной крышкой 5. Блоки покрытия корпуса (рис. 4.15) имеют цилиндрические полости, длина которых не превышает 40–45 процентов ширины блока.

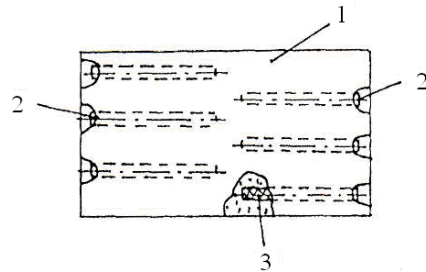


Рис. 4.15. Блок покрытия корпуса кабины [20]:

1 – корпус кабины; 2 – цилиндрические полости; 3 – полиэтиленовый мешок со льдом

В цилиндрических полостях размещен запечатанный в полиэтиленовые мешки лед 7. Следует отметить, что полиэтиленовые мешки в верхней части полостей имеют равномерно распределенные по их длине отверстия вниз, а в нижней части полостей — вверх. Термос 8 для полиэтиленовых мешков со льдом размещен под креслом 4 оператора. Отверстия боковых торцовых поверхностей блоков закрыты теплоизоляционными пробками 6. Если кабина технического средства находилась на солнце и нагрелась, оператор достает из термоса 8 полиэтиленовые мешки со льдом 7 и помещает их в цилиндрические полости блоков, плотно закрывая отверстия боковых торцовых поверхностей блоков теплоизоляционными пробками 6. При этом он располагает полиэтиленовые мешки соответственно из верхней части полостей отверстиями вниз, а из нижней — отверстиями вверх. Через некоторое время под действием повышенной температуры лед начинает таять и образующаяся при этом вода, благодаря заявленному порядку расположения отверстий в полиэтиленовых мешках, проникает сначала в верхнюю часть блока, а затем заполняет его основной объем. При испарении воды с поверхности корпуса кабины, покрытого пористым материалом, происходит отбор тепла, в результате чего она дополнительно охлаждается [20].

Степень вибрационного дискомфорта, в основном, зависит от состояния подвески, ходовой части, конструкции кабины и устройства сиденья. Под действием вибраций проявляются факторы опасности, которые ухудшают восприятие, снижают внимание, замедляют психомоторные реакции, ухудшают точность действий оператора. Для уменьшения передачи вибраций с основания технического средства на сиденье предлагается конструкция подвески, представленная на рисунке 4.16.

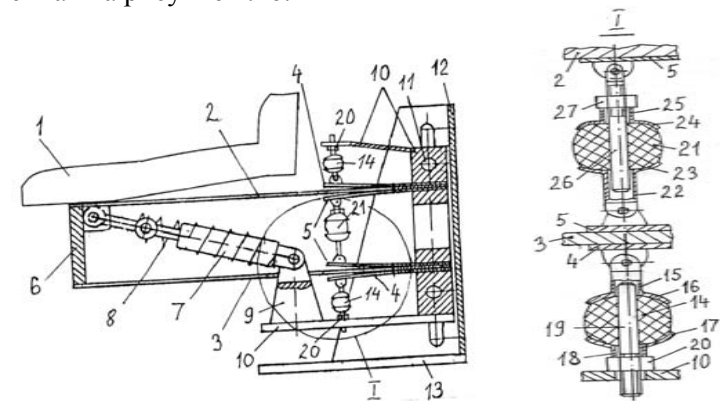


Рис. 4.16. Подвеска сиденья технического средства [20]:

1 – подушка; 2, 3 – рессоры; 4, 5 – ограничители; 6 – планка; 7 – гаситель колебаний; 8, 14, 21 – упругий элемент; 9 – серьга; 10 – каретка; 11 – штырь; 12 – каркас; 13 – кронштейн; 15, 18, 22, 25 – труба; 16, 23 – опорная чашка; 17, 24 – нажимная чашка; 19, 26 – стержень; 20, 27 – гайка

Во время движения технического средства его основание колеблется от толчков, возникающих из-за неровностей грунтового покрытия. Уменьшение передачи вибраций с основания на каркас сиденья достигается за счет упругого элемента в виде листовых рессор 2 и 3, демпфирующих свойств резиновых амортизаторов 14 и 21, а также сил трения стержней нажимных штанг о внутреннюю цилиндрическую поверхность отверстий амортизаторов при их деформации. Демпфирование низкочастотных колебаний осуществляет подпружиненный гаситель колебаний 7, а дополнительная пружина 8 разгружает листовые рессоры и увеличивает скорость демпфирования, чем обеспечивается высокая степень гашения колебаний в целом.

С целью повышения безопасности оператора мобильного технического средства в аварийных ситуациях предлагается сиденье (рис. 4.17). При аварийных ударах мобильного средства (спереди и сбоку) оператора страхуют подушки безопасности. В случае удара сзади передняя скоба 7 вместе со штоком 10 перемещается и сжимает амортизатор 13, обеспечивая за счет его упругой деформации снижение ударной нагрузки на оператора. Удобное, с точки зрения комфорта, положение оператора на сиденье устанавливается вращением маховика 9.

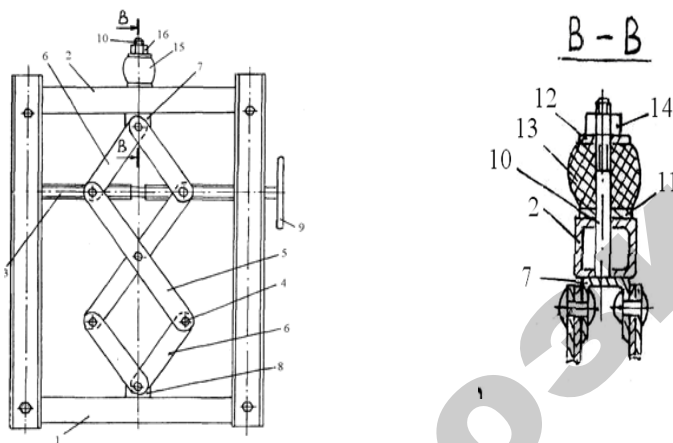


Рис. 4.17. Устройство безопасного сиденья мобильного технического средства [20]:
1 – салазки; 2 – основание сиденья; 3 – ходовой винт; 4 – шарнир; 5, 6 – рычаги;
7, 8 – скобы; 9 – маховик; 10 – шток; 11, 12 – прокладки; 13 – резиновый амортизатор; 14 – гайка

Предлагаемые технические устройства для снижения запыленности на рабочем месте оператора мобильной сельскохозяйственной техники, повышения герметичности и звукоизоляционных свойств кабины, нормализации ее теплового режима, улучшения условий труда при низких температурах в осенне-зимний период, а также для повышения шумовой защиты и уменьшения вибраций на сиденье оператора, могут способствовать исключению возможности травмирования оператора, его защите от опасных и вредных факторов производственной среды.

4.2.3. Очистка сточных вод и защита окружающей среды от вентиляционных выбросов автотранспортных предприятий

Мойку наружных частей кузова и шасси автомобиля производят холодной или теплой (25...30 °С) водой. При этом, чтобы не вызвать разрушения окраски, разница между температурой воды и обмываемой поверхностью не должна превышать 18...20 °С. Однако при мойке только чистой водой ее расход достаточно велик. Для повышения качества мойки и уменьшения расхода воды (в 2–3 раза) используют специальные моющие вещества — водные растворы синтетических поверхностно-активных веществ. Водные растворы поверхностно-активных веществ наносят на обмываемую поверхность с помощью пистолета или пульверизатора, после чего эта поверхность ополаскивается чистой водой. Таким образом, при мойке автомобиля в процессе технического обслуживания образуются сточные загрязненные воды, проблема очистки которых выходит на первый план с позиции уменьшения воздействия технического обслуживания автомобилей на окружающую среду. При этом в настоящее время обязательным является использование на автотранспортном предприятии системы замкнутого оборотного водообеспечения.

Выбор методов и оборудования для очистки сточных вод нужно осуществлять исходя из их количества и концентрации примесей. Технологическая схема стандартной очистки сточных вод в замкнутой системе водообеспечения предприятия приведена на рисунке 4.18. На автотранспортном предприятии сточные воды от отдельных производств объединяются для последующей очистки по преобладающим загрязнителям с учетом их объемов. При очистке сточных вод используются процессы процеживания, отстаивания, обработки в поле действия центробежных сил, фильтрования.

Процеживание осуществляют в вертикальных или наклонных стержневых решетках с шириной пазов 15...20 мм. Применяемые комбинированные решетки-дробилки не только улавливают крупные частицы, но и измельчают их (до 10 мм и менее). Осадок удаляют вручную или механическим путем и обрабатывают.

Отстаивание основано на свободном оседании (всплытии) примесей с плотностью больше (меньше) плотности воды и реализуется в песколовках, отстойниках и жируловителях. Для очистки сточных вод от частиц металла и песка размером более 0,25 мм применяют следующие виды песколовок: горизонтальные (с прямолинейным и круговым движением воды), вертикальные и аэрируемые. Для очистки сточных вод от механических частиц размером до 0,1 мм и нефтепродуктов используют горизонтальные, радиальные и комбинированные отстойники.

Очистку сточных вод в поле действия центробежных сил реализуют в открытых или напорных гидроциклонах и центрифугах.

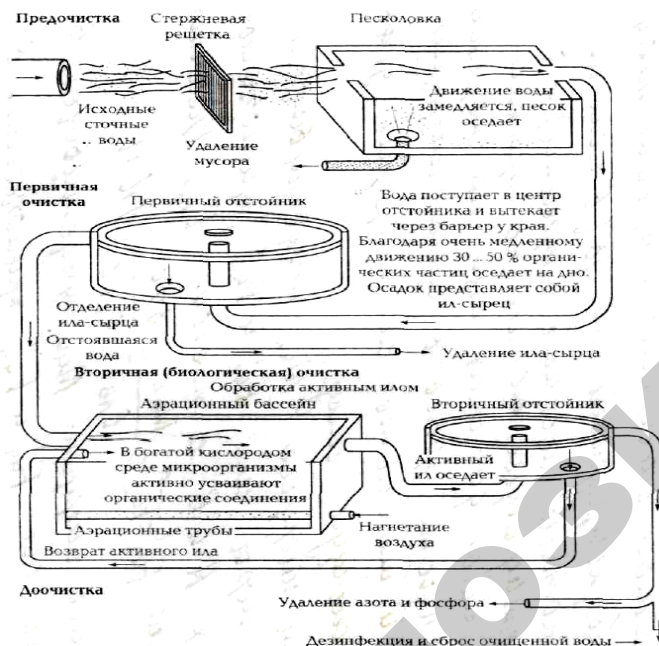


Рис. 4.18. Схема стандартной очистки сточных вод в замкнутой системе [2]

Фильтрация применяется для очистки сточных вод от тонкодисперсных примесей с малой концентрацией как на начальной

стадии их обработки, так и после физико-химической и биологической очистки, сопровождающейся выделением в воду взвешенных частиц. При этом используют зернистые фильтры (насадки из несвязанных пористых материалов) и микрофильтры, элементы которых изготовлены из пористых материалов.

Для выделения из воды тонкодисперсных и растворенных органических веществ дополнительно к указанным способам можно использовать биологические методы очистки, которые основаны на способности некоторых микроорганизмов усваивать спирты, белки и углеводороды. Биологическую очистку осуществляют в природных (поля фильтрации, орошения, биологические пруды) и искусственных условиях (биофильтры), а также в аэротенках и окситенках.

На рисунке 4.19 представлена схема биологического фильтра с принудительной подачей воздуха, работа которого происходит следующим образом. Сточная вода от объекта по трубопроводу 3 поступает в фильтр 2 и через водораспределительные устройства 4 равномерно разбрызгивается по площади фильтра. При разбрызгивании сточная вода поглощает кислород из воздуха. В процессе фильтрования через наполнитель 5 (шлак, щебень, керамзит, пластмассу, гравий) на материале образуется биологическая пленка из микроорганизмов, которые усваивают органические вещества. Интенсивность поглощения органических примесей в биологической пленке существенно увеличивается при подаче сжатого воздуха через трубопровод 1 и опорную решетку 6 в направлении, противоположном фильтрованию. Очищенная от органических примесей вода выводится из фильтра через трубопровод 7.

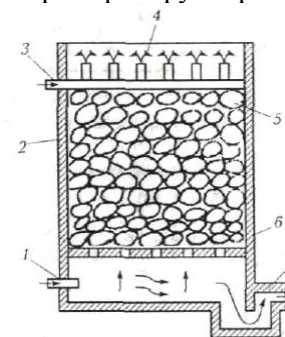


Рис. 4.19. Схема биологического фильтра [2]:

7, 3 – трубопроводы; 2 – фильтр; 4 – водораспределительное устройство; 5 – наполнитель; 6 – опорная решетка

Аэротенки по конструкции аналогичны отстойникам, в которые помещают активный ил, содержащий микроорганизмы, и подают сжатый воздух, обеспечивающий интенсификацию процесса окисления органических примесей.

Окситенки являются модификацией аэротенков. В них вместо сжатого воздуха подается кислород, что еще более интенсифицирует процесс окисления, но при этом усложняются условия эксплуатации вследствие взрывопожароопасности кислорода.

Нормальный ход процесса биологической очистки устанавливается только после образования на загрузочном материале биологической пленки, микроорганизмы в которой адаптировались лишь к определенным органическим примесям сточных вод предприятия. Указанный период адаптации составляет 2–4 недели, при этом должен быть обеспечен соответствующий температурный режим для функционирования жизнедеятельности микроорганизмов.

Защита окружающей среды от вентиляционных вредных выбросов автотранспортных предприятий производится с помощью системы механической приточно-вытяжной вентиляции с соответствующей очисткой от вредных примесей. Как отмечалось ранее, в первую очередь необходимо осуществить защиту от пыли, образующейся как при первичной сухой зачистке автомобиля, его агрегатов и деталей, так и в процессе их механической обработки при восстановлении и изготовлении. Вместе с тем, при ремонте автомобилей в атмосферных выбросах цеховой вентиляции могут содержаться туманы кислот, щелочей, масел и других жидкостей, а также газо- и парообразные вредные примеси. Конструкции различных воздухоочистителей весьма разнообразны (одиночные, групповые и батарейные циклоны, пылеуловители-фильтры, электрофильтры, мокрые пылеуловители и др.), что отражено в специальной литературе. Достаточно эффективными и в определенной мере универсальными из всех известных устройств здесь являются так называемые мокрые воздухоочистители.

Положительным качеством мокрых воздухоочистителей является возможность улавливания пожаро- и взрывоопасных пылей и веществ, способность выделения из воздуха вредных туманообразных и газовых примесей. Такие устройства различаются по конструктивному исполнению (скрубберы Вентури, форсуночные

и центробежные скрубберы, аппараты ударно-инерционного действия, барботажно-пенные аппараты, насадочные скрубберы и др.). Учитывая, что в ремонтном цехе уже имеется система оборотного водоснабжения с очисткой воды от вредных примесей, применение мокрых воздухоочистителей является наиболее предпочтительным, поскольку решается вопрос утилизации загрязненной шламом воды, используемой для орошения таких воздухоочистителей. Перспективным для использования в данном случае является газопромыватель с подвижным слоем насадки, имеющий относительно невысокое энергопотребление при функционировании. Устройство такого газопромывателя показано на рисунке 4.20.

Внутри аппарата размещена подвижная орошаемая сверху насадка, состоящая из насыпных элементов в виде легких шаров, которые при подаче воздуха хаотично движутся между опорной и отражательной тарелками, омываясь при этом орошающей водой. В результате в аппарате образуется так называемый псевдо-сжиженный слой, где и происходит очистка воздуха.

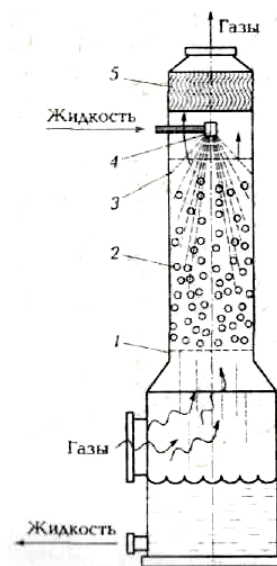


Рис. 4.20. Газопромыватель с подвижной насадкой [2]:
1 – опорная тарелка; 2 – шаровая насадка; 3 – отражательная тарелка;
4 – ороситель; 5 – брызгоуловитель

4.3. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ПТИЦЕФАБРИК

Снизить загрязняющее воздействие животноводческих комплексов на прилегающую территорию можно в результате правильного выбора технологии производства и застройки ферм. Для этого рекомендуется [4]:

- включить в технологию содержания животных принцип «все пусто – все занято» и предусматривать профилактические перерывы с целью постоянного поддержания высокой санитарной культуры;
 - практиковать проведение общих ветеринарно-санитарных мероприятий, способствующих снижению количества микрофлоры в помещениях и предупреждению разноса их на территории вокруг комплексов; создавать санитарно-защитные зеленые зоны;
 - максимально снизить расход воды на удаление навоза, шире использовать механические способы его удаления;
 - использовать в качестве подстилочного материала соломенную резку, позволяющую создавать теплое ложе и значительно повысить качество навоза. Обеззараживание навоза производить естественным, экологически безопасным биотермическим способом, для чего организовывать на каждой ферме цеха для его утилизации;
 - совершенствовать систему обеспечения микроклимата помещений;
 - усилить гигиенический контроль над качеством проектирования, обязательно проводить комиссионную экологическую экспертизу проектов ферм и комплексов.
- Проектирование, строительство и эксплуатация животноводческих ферм и комплексов должны осуществляться в комплексе с агротехническими, мелиоративными, санитарно-гигиеническими и ветеринарными мероприятиями. В первую очередь это:
- обеззараживание навоза в эпидемиологическом и эпизоотическом отношениях;
 - уменьшение загрязнения воздуха и распространения инфекций аэрогенным путем;
 - создание санитарно-защитных зон и лесных полос;
 - своевременная запашка навоза после его внесения;

– использование дождевальных машин с насадками и агрегатами для близкочувственного дождевания.

Все это позволит значительно снизить загрязнение атмосферного воздуха, распространение неприятных запахов и микроорганизмов.

Важно, чтобы природоохранные меры способствовали естественному биологическому круговороту веществ в природе, процессам естественного обеззараживания отходов производства, разложения и превращения их в составную часть почвы. Необходимо, чтобы эти меры не только предусматривались в проектах и воплощались при строительстве, но и строго соблюдались в процессе эксплуатации ферм и комплексов. Кроме того, строительство и ввод в эксплуатацию очистных сооружений, оросительных систем с использованием навозных стоков, навозохранилищ и цехов по утилизации навоза должны предшествовать вводу в эксплуатацию ферм и комплексов.

В проектах обязательно следует предусматривать защиту водоемов от загрязнения сточными водами путем перехвата поверхностных и дренажных стоков и аккумуляций их в прудах-накопителях с целью создания водооборотных систем. Сдавать в эксплуатацию земельные поля орошения необходимо не позже чем сам комплекс. Обязательным мероприятием является планировка поверхности орошаемых земель.

Участки, на которых предусматривается дождевание животноводческими стоками, располагаются с учетом направления преобладающих ветров и размещения территории застройки. Защитная полоса между удобряемыми участками и населенным пунктом — не менее 300 м.

По санитарно-гигиеническим требованиям необходимо, чтобы при использовании животноводческих стоков уровень грунтовых вод залегал на глубине ниже 1,2 м от поверхности, что исключает использование низинных почв, заливаемых поверхностными водами.

Животноводческие стоки подаются, прежде всего, под однолетние растения в срок, когда возможно немедленное их перемешивание с почвой, а также под многолетние кормовые растения, главным образом, во вневегетативный период. При использовании животноводческих стоков в период вегетации растений необходимо учитывать следующие сроки, когда внесение запрещается:

- для сахарной, кормовой свеклы и других кормовых растений — за три недели до уборки;
- для овощей — в течение всего периода вегетации.

Удобряемые животноводческими стоками площади должны соответствовать поголовью комплекса. При этом количество азотных удобрений, приходящихся на единицу площади, не должно превышать предельно допустимых норм с учетом типа почв, вида выращиваемых культур, их продуктивности и нормы полива.

Для эффективного использования бесподстилочного навоза комплексов (без загрязнения почвы и грунтовых вод) следует строго придерживаться предельно допустимых норм вносимого азота: не более 200 кг/га на пашне и 300 кг/га при орошении. Годовую дозу внесения жидкого навоза определяют для каждой культуры севооборота с учетом выноса питательных веществ урожаем, содержания их в навозе и коэффициента использования культурами. Расчет производится по азоту, фосфору и калию. За окончательную дозу принимают минимальную из них. Недостаток других элементов восполняется за счет минеральных удобрений.

Ежегодно применять чрезмерно высокие дозы бесподстилочного навоза на одних и тех же участках нецелесообразно, так как при этом не обеспечивается рост урожайности, возрастает содержание нитратов в кормах, появляется опасность загрязнения грунтовых вод. Примерные годовые нормы внесения азота жидкого навоза составляют: под зерновые культуры 140 кг, картофель столовый — 120–180, картофель фуражный — 240–280, свеклу кормовую — 320–360, кукурузу на зеленый корм и силос — 240–320, многолетние злаковые и бобово-злаковые травосмеси — 240–320, на луга и пастбища — 200–240, под однолетние травы — 120–140 кг/га.

Для контроля состояния экологической обстановки на комплексе и вокруг него необходимо организовать постоянное наблюдение за использованием бесподстилочного навоза. Не реже трех раз в квартал проводить агрохимические анализы органических удобрений, почвы, грунтовых вод и растительной продукции.

Наряду с технологическим и техническим усовершенствованием оборудования животноводческих комплексов большое значение для сокращения излишнего попадания воды в систему навозоиспользования имеет комплекс организационно-экономических мероприятий. Основное их содержание следующее:

- установка контрольно-измерительной аппаратуры на водопотребляющих объектах; организация своевременного и качественного ремонта водоразборной аппаратуры и оборудования;

- разработка мероприятий по экономическому стимулированию работников комплексов за рациональное использование воды на основных операциях обслуживания животных;

- назначение должностных лиц, ответственных за состояние водопотребления и экологической обстановки на комплексах и фермах;

- периодическое проведение контроля за водопотреблением на каждом участке, разработка мероприятий по сокращению расхода и контроля ее использования.

Основным направлением уменьшения выхода стоков и загрязнения водоемов является создание замкнутых систем. Для очистки животноводческих стоков в условиях гидросмыва используют биологические пруды. Жидкий навоз из свинарников по коллектору поступает в приемный резервуар насосной станции, откуда его перекачивают на разделительную установку. Твердую фракцию складывают на площадке, биотермически обеззараживают и используют в качестве органических удобрений. Жидкую фракцию направляют в вертикальный отстойник для отстаивания и осветления. Осадок из отстойников обезвоживают с помощью центрифуг, биотермически обеззараживают и используют в качестве удобрения. Осветленные стоки из отстойника и фугат с центрифуг направляют в карантинные емкости для шестисуточного выдерживания.

В пруде-накопителе осветленные стоки выдерживают перед спуском в последующие пруды. Пруд-накопитель служит также для анаэробного сбраживания органического вещества стоков и потребления его микроорганизмами. Из пруда-накопителя частично минерализованные стоки поступают в водорослевый пруд, главное значение которого состоит в утилизации фитопланктоном биогенных элементов органического вещества. Из водорослевого стоки поступают в рачковый пруд. При наличии богатого питательного субстрата происходит массовое развитие ветвистоусых и веслоногих рачков, а также червей и личинок насекомых. Далее стоки, содержащие зообиомассу и биомассу фитопланктона, поступают в рыбоводный пруд. Энергетические потребности и рост рыбы обеспечиваются за счет использования его биомассы. Такая технология обработки стоков обеспечивает дегельминтизацию жидкой фракции до поступления ее в рыбоводный пруд. Очищенные в ры-

боводно-биологических прудах стоки могут использоваться на полях орошения или в оборотной системе водоснабжения комплекса для гидроудаления навоза.

Таблица 4.4

Показатели очистки стоков в рыбоводно-биологических прудах [12]

Показатель	Пруды			
	Накопительный	Водорослевый	Рачковый	Рыбоводный
БПК ₅ , мгО ₂ /л	1000	200	40	4
Абсолютно сухое вещество, мг/л	874	200	240	120
Фосфор, Р ₂ О ₅ , мг/л	2,0	0,7	0,1	0,0
Азот общий, мг/л	150	15	10	0,5
Растворимый кислород	0	2	3	6
Биомасса водорослей (сырая), мг/л	–	150	30	115
Биомасса зоопланктона, мг/л	–	50	100	10

Фундаментальной основой решения экологической проблемы на свиноводческих комплексах может быть технология переработки жидкого навоза в концентрированные твердые органические удобрения и оборотную воду. Предлагаемая технологическая линия предназначена для переработки свиноводческих стоков любой влажности. Основными сооружениями являются: осветлитель с взвешенным слоем осадка; зернистые фильтры; электродиализная установка; центрифуга для обезвоживания твердой фракции и хранилища для твердой фракции и жидких отходов, используемых в качестве удобрения.

Стоки после отделения крупных включений смешиваются с фугатом, промывной водой с фильтров и подаются в осветлитель. Благодаря контактной коагуляции во взвешенном слое осадка жидкость осветляется на 80...90 %. После обезвоживания осадка на центрифуге твердая фракция поступает в хранилище, осветленная

жидкая фракция подается на зернистые фильтры. Благодаря процессам седиментации, контактной коагуляции, окисления и адсорбции на фильтрах происходит полное осветление, обесцвечивание и обеззараживание. Дезодорация жидкой фракции, минерализация органики и частичная деминерализация раствора снижают содержание в нем сухого вещества до 5–7 % от первоначального. Отходы электродиализа используются для регенерации фильтров, а отходы регенерации в виде восьмипроцентного раствора минеральных веществ поступают в хранилище. В дальнейшем они частично используются для обогащения питательными веществами твердой фракции, в основном, в качестве жидкого минерального комплексного удобрения. Количество твердого и жидкого удобрений составляет до 25 % каждого от выхода экскрементов животных.

Такие очистные сооружения являются экологически безопасными, используются в течение всего года, не требуют больших площадей, обеспечивают более эффективную очистку по сравнению с биопрудами, отпадает необходимость в полях орошения для утилизации жидкой фракции стоков.

Сущность технологии с использованием биогазовой установки заключается в следующем: жидкий навоз влажностью 91–93 %, предварительно подогретый рекуперированным теплом, подается в биоэнергетическую установку (БЭУ), где осуществляется его анаэробное сбраживание в термофильном режиме при 53–55 °С. Из 1 т сухого органического вещества может быть получено 400–600 м³ биогаза теплотворной способностью 20–26 МДж/м³. Для расчета принимают выход биогаза 500 м³ на 1 т сухого органического вещества и теплотворную способность 23 МДж/м³. При суточном выходе 240 т и влажности 91 % содержание сухих веществ в навозе составляет 21,6 т. При содержании органических веществ в абсолютно сухом веществе навоза 80 %, суточный выход биогаза составляет 8640 м³, из которого при КПД котла 0,8 может быть получено 159 тыс. МДж тепловой энергии в виде пара. 30 % (48 тыс. МДж) используется на поддержание анаэробного процесса сбраживания навоза.

Расход тепловой энергии на упаривание одной тонны стоков составляет 500 МДж. Расход тепловой энергии за сутки при упаривании 200 т жидкой фракции навоза составляет 100 тыс. МДж. Оставшаяся часть тепловой энергии может быть использована на дру-

гие энергетические нужды свинокомплекса (отопление, выработка электроэнергии, подогрев технологической воды). Сброженный навоз поступает в цех для разделения на фракции. Твердая фракция (28 т/сут) влажностью 70 % поступает на площадку для складирования и хранения, жидкая фракция (230 т/сут) влажностью 98 % — в отстойник непрерывного действия. Из отстойника осадок поступает в цех механического разделения на обезвоживание, а осветленная жидкая фракция в реактор, где смешивается с известью. Из реактора смесь жидкой фракции навоза с известью поступает в отстойник для отделения избытка извести и осадка.

Осветленная жидкая фракция навоза содержит около 3 кг аммиака. Предельно допустимая концентрация аммиака в одной тонне оборотной воды должна быть не более 20 г. С целью удаления лишнего аммиака фракция дегазируется, нагреваясь в аммиачной колонне. Для облегчения процесса удаления аммиака в жидкую фракцию вводится негашеная известь, расход которой в сутки составляет около 2 т. Высвободившийся аммиак в процессе дегазации поглощается водой, суточный расход которой составляет около 3 т. С целью повышения адсорбируемости вода поглощает аммиак, охлаждается не менее чем до 20 °С поступающими на дегазацию стоками, используется она как жидкое удобрение.

Кроме того, для дегазации стоков может быть использована отдувка, а также химическое закрепление аммиака в стоках и удаление его вместе с концентратами стоков в процессе упаривания.

Очищенная от аммиака жидкость подается на упаривание в дистилляционные колонны, где из нее в сутки получается 188 т конденсата и 15 т концентрата влажностью 70 %. Конденсат после сорбционной очистки направляется на технологические нужды свинокомплекса (мойка животных, подпитка котлов, системы теплоснабжения), а концентрат мобильным транспортом подается на площадку для хранения твердой фракции, смешивается и хранится вместе с ней. В оптимальные агросроки (весной и осенью) концентрированные твердые удобрения транспортируются и вносятся в почву. Получение первичного пара, используемого в выпарной установке, осуществляется с помощью парового котла, работающего на биогазе.

Основными достоинствами этой технологии являются: экологическая безопасность, исключая загрязнение окружающей среды;

наличие оборотной системы обеспечения технологической водой; снижение выхода навозных стоков более чем в пять раз и обеспечение внесения в сжатые сроки с минимальными затратами. Отсутствие прямого контакта обрабатываемых навозных стоков с атмосферой предотвращает загрязнение окружающей среды и потери питательных веществ, исключает необходимость в карантинных емкостях, отстойниках, резервуарах осветленных стоков полей орошения и обеспечивает снижение капитальных затрат в 2–5 раз.

Требования по обеспечению производственной и экологической безопасности при монтаже и эксплуатации оборудования животноводческих и птицеводческих ферм приведены в таблице 4.5.

Таблица 4.5

Номенклатура контролируемых параметров и рекомендуемых средств контроля по обеспечению производственной и экологической безопасности при монтаже и эксплуатации оборудования животноводческих и птицеводческих ферм [4]

Производственный участок (рабочее место)	Контролируемый параметр			Средство контроля
	Наименование	Ед. изм.	Нормативные качества	
1	2	3	4	5
Участок (рабочее место) при монтаже и эксплуатации оборудования ферм	1.Электробезопасность (при работе с мониторной моечной машиной, компрессором и др.): -сопротивление заземляющих проводов; -сопротивление изоляции электроустройств 2.Загазованность: -аммиак -CO ₂ -H ₂ S -NO ₂	Ом МОм мг/м ³	≤5,0 ≥0,5 ≤1	Микроомметр Ф4104-М1 Мегаомметр Е6-24 Газтестер КИ-28066

Окончание таблицы 4.5

1	2	3	4	5
	3.Содержание пыли в воздухе	мг/м ³	≤6	Пылемер «Прима-03» (или «Прима-01», «Приз-2» и др.)
	4.Шум	дБ	≤80	Измеритель шума и вибрации ВШВ-03-МЗ
	5.Освещенность	лк	≥150 (при общем освещении)	Люксметр Ю-116; эл. прибор ТКА-ПКМ/31
	6.Тяжесть труда (прикладываемые усилия)	кгс	≤20	Динамометр электронный ДЭ-1
	7.Сварочный аэрозоль (окись железа + окись марганца) при монтаже и ремонте оборудования	мг/м ³	≤0,4	Газтестер КИ-28066
	8.Тепловые поля (энергетическая освещенность)	Вт/м ²	≤200	Радиометр РАТ-2П
	9.Скорость движения воздуха (сквозняки)	м/с	≤0,3	Комбинир. портативный прибор АТТ-1002; термоанемометр ТКА-ПК (модель 50)

4.4. ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ОТ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Низкочастотные электрические поля, несмотря на то, что экранируются и ослабляются живыми организмами, все равно отрица-

тельно влияют на физиологическое состояние животных, живых организмов, поражая кожу, волосяной покров, семенники, вызывая развитие онкозаболеваний, импотенции, стерильности.

По распространению и масштабам воздействия на окружающую среду тепловое загрязнение — это один из наиболее крупных видов физического загрязнения. Проблема теплового загрязнения имеет два измерения: глобальное и локальное [18]. В глобальном масштабе это загрязнение составляет лишь 0,019 % от поступающей на Землю солнечной радиации, или примерно $1,68 \cdot 10^5$ млн МВт.

Более впечатляют локальные очаги теплового загрязнения. Принято считать, что вода водоема не должна подогреваться больше, чем на 3 °С по сравнению с естественной температурой водоема. Из всех тепловых сбросов 18 % приходятся на отходы использования тепла, 22 % — отопления и горячего водоснабжения и 42 % — теплоконденсации на ТЭС [12]. Первый и третий виды сбросов, как правило, отводят непосредственно в атмосферу, вторые и четвертые — через системы водяного охлаждения.

В качестве примера масштаба теплового загрязнения атмосферы можно привести следующий: от административного центра с населением 2 млн человек, с электростанциями суммарной мощностью 4 600 МВт и промышленными предприятиями шлейф тепловых загрязнений распространяется на 80–120 км при ширине зоны загрязнения 50 км и высоте около одного километра [12].

В проблеме теплового загрязнения можно найти полезное применение тепловым отходам: использовать для орошения сельскохозяйственных земель; в тепличном хозяйстве; подогрева свежей воды, поступающей на электростанцию, для предупреждения осаждения солей на стенках трубопроводов; защиты животных в природе путем устройства подогреваемых зимой прудов для водоплавающей птицы и др.

Изменение виброакустических параметров окружающей среды связано с возникновением либо малых механических колебаний (вибраций) в упругих телах или телах, находящихся под воздействием переменного физического поля, либо упругих колебаний (звуковых, или акустических полей) в твердой, жидкой или газообразной среде вследствие воздействия на среду какой-либо возмущающей силы. Так, крыльчатка вентилятора передает энергию молекулам воздуха, которые,

в свою очередь, передают энергию соседним молекулам и т. д. — в воздушной среде возникают колебания: в каждой точке окружающего воздушного пространства на постоянное атмосферное давление накладывается периодическая (аперiodическая) составляющая давления, которую слуховой аппарат человека воспринимает как звук. Если последний нежелателен для человека, то это — шум.

Деятельность человека в биосфере сопряжена с невольным и все возрастающим производством ненужных для людей, фауны, флоры звуков — шумов, а также вибраций.

Шум в окружающей среде вызывается одиночными или комплексными источниками, находящимися снаружи или внутри объекта: средствами транспорта; оборудованием предприятий, вентиляторами, компрессорными установками, станциями для испытания двигателей и др. Нарастание шума происходит и из-за шума водного и воздушного транспорта, сельхозмашин, ЛЭП, ветровых электростанций, мобильных средств.

В населенном пункте интенсивность шума каждые 25–30 лет возрастает примерно в 10 раз. Человек реагирует на шум в зависимости от субъективных особенностей организма, привычного шумового фона. Раздражающее действие шума зависит от его уровня, спектральных и временных характеристик. Считается, что даже шумы с уровнем ниже 60 дБ вызывают нервное раздражение и существует прямая связь между уровнем шума и увеличением числа нервных заболеваний. Специфическим характером воздействия на организм человека отличаются инфразвуковые волны: имеют естественное (обдувание сильным ветром крупных неоднородностей ландшафта, строительных сооружений, водных поверхностей) или искусственное происхождение (механизмы с большой поверхностью с числом рабочих циклов не более 20 в секунду, реактивные двигатели, двигатели внутреннего сгорания, турбины, вентиляторы, компрессоры и другие установки, создающие большие турбулентные массы потоков газов, транспорт) [12].

К основным производственным источникам вибраций относятся: оборудование ударного действия (молоты, машины для забивания свай под фундаменты зданий), рельсовый транспорт, мощные энергетические установки (насосы, компрессоры, двигатели), инженерное оборудование зданий (лифты, насосные установки), системы

отопления, канализации. Вибрации распространяются по грунту и достигают фундаментов зданий, инженерных сооружений, что может вызвать неравномерность осадки грунта и фундамента, разрушение размещенных на них зданий и сооружений.

Во всех случаях вибрации вызывают раздражающее действие обслуживающего персонала и помехи для работы в зданиях. Протяженность зоны воздействия вибрации в окружающей среде определяется интенсивностью (амплитудой) вибрации источника (фундамента машины), а также величиной затухания вибрации в грунте и может достигать 150–200 м.

Воздействия вибрации на человека классифицируются: по способу передачи колебаний; направлению действия вибрации; временной ее характеристике. Общая вибрация передается через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, локальная — через руки, через ноги сидящего человека, через предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями. Вибрация постоянна, если на время наблюдения контролируемый параметр изменяется не более чем в два раза.

Характер реакции организма на вибрацию определяется силой энергетического воздействия и биомеханическими свойствами человеческого тела. Между вибрационным воздействием и реакцией нет прямой зависимости. Причиной этому служит резонансный эффект, возможный при частотах вибраций, больших, чем 0,7 Гц. Область резонанса для головы в положении сидя при вертикальных вибрациях располагается в зоне между 20–30 Гц, при горизонтальных — 1,5–2 Гц, расстройство зрительных восприятий проявляется в диапазоне 60–90 Гц, для органов в грудной клетке и брюшной полости резонансная область составляет 3–3,5 Гц и т. д. [12].

Общая вибрация воздействует на нервную систему, вестибулярный, зрительный и тактильный анализаторы. Последствия: головокружение, расстройство координации движений, симптомы укачивания, сужение и выпадение отдельных секторов поля зрения, снижение болевой, тактильной и вибрационной чувствительности.

Толчкообразная вибрация вызывает микротравмы тканей. Общая низкочастотная вибрация влияет на обменные процессы, проявляющиеся изменением углеводного, белкового и других обменов, биохимических показателей крови.

Распространена локальная вибрация при работе с ручным механизированным инструментом. Вызывает спазмы сосудов кисти, предплечий, нарушение снабжения конечностей кровью. Действие локальной вибрации на нервные окончания, мышечные и костные ткани вызывает снижение кожной чувствительности и отложение солей в суставах пальцев. Заболевания развиваются в течение 8–15 лет. Усугубляют действие вибрации большие мышечные нагрузки и неблагоприятные микроклиматические условия на рабочих местах.

В условиях производства инфразвук часто сочетается с низкочастотным шумом, в ряде случаев — с низкочастотной вибрацией. При инфразвуке уровня 110–150 дБ наблюдаются нарушения в центральной нервной, сердечно-сосудистой и дыхательной системах; в вестибулярном анализаторе. При 105 дБ наблюдается повышение тревожности и неуверенности, эмоциональной неустойчивости.

Необходимость защиты от действующих источников шума определяется сравнением результатов измерений уровней с нормативами для рабочей зоны или окружающей среды. Для проектируемых объектов необходимость защиты определяется на основании акустического расчета.

Вибрацию можно снизить либо путем совершенствования механизированных технологий, т. е. путем снижения вибрации в источнике ее возникновения, либо путем принятия мер по снижению этого загрязнения после его выхода из источника — на путях распространения вибрации в окружающей среде.

Минимизация вибраций в источнике должна производиться на этапе проектирования.

Одна из причин вибраций оборудования с вращающимися элементами — смещение центра масс относительно оси вращения, что приводит к возникновению неуравновешенной центробежной силы (F):

$$F = mew^2, \quad (4.2)$$

где m — масса вращающейся системы;

e — эксцентриситет центра массы относительно оси вращения;

w — угловая скорость.

Снизить уровень возникающих вибраций можно посредством балансировки вращающихся частей, принятием мер по устранению излишних люфтов и зазоров, а также путем устранения резонанс-

ных режимов работы оборудования. Это должно быть достигнуто выбором режимов работы при тщательном учете собственных частот машин и механизмов.

Основной путь защиты от электромагнитных излучений (ЭМИ) в окружающей среде — защита расстоянием. Для соблюдения нормативных ПДУ для ЭМИ в населенной местности планировочные решения при размещении радиотехнических объектов (РТО) выбирают с учетом мощности передатчиков, характеристики направленности, высоты размещения и конструктивных особенностей антенн, рельефа местности, функционального значения прилегающих территорий, этажности застройки. Площадка РТО оборудуется согласно строительным нормам и правилам, на ее территории не допускается размещение жилых и общественных зданий. Для защиты населения от воздействия ЭМИ устанавливаются (при необходимости) санитарно-защитные зоны (СЗЗ) и зоны ограничения застройки.

5. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬЮ В УСЛОВИЯХ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

5.1. ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЪЕКТА АПК

В Концепции национальной безопасности Республики Беларусь среди важнейших поставлена задача по созданию целостной общегосударственной системы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов. Выполнение указанной задачи требует объединения усилий всех государственных органов, организаций и граждан в обеспечении исполнения и соблюдения экологического законодательства Республики Беларусь.

Эффективное применение экологического законодательства обеспечивается при наличии следующих условий [7]:

- доведения содержания эколого-правовых норм до сведения тех, чья деятельность ими регулируется;
- усвоения участниками экологических отношений содержания эколого-правовых норм как эталона поведения;
- выработки единой практики квалификации деяний, являющихся экологическими правонарушениями, которая принята природоохранными и правоохранительными органами.

На процесс создания эффективной системы экологического законодательства определенное влияние оказывают следующие факторы:

- ухудшение экологической обстановки в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС;
- рост изношенности производственных мощностей и других жизнеобеспечивающих систем;

- использование несовершенных технологий;
- природные чрезвычайные ситуации;
- функционирование экологически опасных производств и проведение военных учений в сопредельных государствах;
- уровень экологического воспитания.



Рис. 5.1. Структура современной экологии

Что же касается экологии как научного направления исследования, то в ней осуществляется синтез биологии, геологии, физики, химии, географии, экономики, социологии, математического моделирования, правоведения и др. Экологические проблемы требуют широкого философского осмысления, создания новых этических концепций. Экология — не просто научная дисциплина, она представляет собой проблемно ориентированную систему научных знаний (рис. 5.1).

Экологическое воспитание формирует у человека сознательное восприятие окружающей природной среды, убежденность в необходимости бережного отношения к природе, к разумному использованию ее богатств, пониманию важности приумножения естественных ресурсов. На смену лозунгам «Мы не можем ждать милостей у природы, взять их у нее — наша задача!» или «Человек —

царь природы» должны прийти установки на разумное и бережное отношение к Природе, нашему общему дому — планете Земля [16].

Сложившаяся между человеком и окружающей средой ситуация характеризуется сложностью и противоречивостью. Предшествующим фактором возникновения природных катаклизмов не всегда бывает действие человека, а вот причиной большинства техногенных аварий является недостаточный уровень образования в области производственной и экологической безопасности. Разработка и использование методов управления безопасностью жизнедеятельности должны базироваться на анализе причин техногенных изменений, предпосылок их реализации. Однако в целях совершенствования системы безопасности недостаточно только детального анализа техногенных изменений. Необходимым условием является и обучение специалистов этим вопросам в единой непрерывной системе образования.

Целью образования в области экологической безопасности является формирование способности к постановке социально значимых задач, выводимых из реальных проблемных ситуаций, возникающих в обществе, производственной сфере и природе, и дальнейшее их совершенствование.

Экологическое воспитание и просвещение формирует у человека сознательное восприятие окружающей природной среды, убежденность в необходимости бережного отношения к природе, к разумному использованию ее богатств, пониманию важности приумножения естественных ресурсов. В современных условиях экологическое воспитание и просвещение — важнейшая из основ процесса гармонизации взаимодействия общества с природой, формирования у населения высокосознательного, ответственного отношения к обеспечению благоприятной по качеству окружающей среды.

Экологические ошибки и промахи не всегда объективно неизбежны. Нередко природа становится заложницей тех псевдоэкологических обоснований, которые были воплощены в смертельные для нее технические проекты, позволяющие получить сиюминутную выгоду.

Чтобы этого не происходило, необходимо, чтобы специалист был наделен экологической логикой в своей профессиональной деятельности, изыскивал все возможные резервы для минимизации экологического риска и ущерба природной среде.

Важное значение для совершенствования системы экологического воспитания отводится реализации положений Конвенции о доступе к информации, участию общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды (Орхусской конвенции), регулярному информированию населения о состоянии окружающей среды в стране и мерах по ее оздоровлению.

5.2. ФОРМИРОВАНИЕ АГРОПРЕДПРИЯТИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ

Главной целью экологической политики Республики Беларусь является обеспечение благоприятной экологической обстановки для жизни и труда людей, рациональное использование и охрана природных ресурсов, выработка правовых и экономических основ охраны окружающей среды в интересах настоящего и будущих поколений.

Основные направления экологической политики государства определены «Концепцией государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды», «Национальной стратегией и планом действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия Республики Беларусь».

Важнейшими принципами экологической политики должны быть [4]:

- поддержка целостности экосистем посредством эффективного управления природными ресурсами;
- снижение пресса на экологию со стороны экономики (в процессе ее роста);
- рассмотрение защиты окружающей среды как неотъемлемой части процесса общественного развития;
- социальное и экологическое взаимодействие для повышения качества жизни;
- расширение сотрудничества с учетом глобальной экологической взаимозависимости.

Важнейшей задачей экологической политики остается минимизация последствий чернобыльской катастрофы с точки зрения обеспечения максимально возможных безопасных условий проживания и реабилитации природных комплексов.

У агропредприятия экологическая политика должна [7]: соответствовать характеру, масштабу и воздействиям агропредприятием на окружающую среду; включать обязательства в отношении постоянного улучшения состояния окружающей среды и предотвращения ее загрязнения, соответствия надлежащему природоохранному законодательству и регламентам, а также другим требованиям, с которыми агропредприятие согласилось; предусматривать основу для установления целевых и плановых экологических показателей и их анализа; документально оформляться, внедряться и доводиться до сведения всех работников агропредприятия; быть доступной для общественности.

Для реализации вышеуказанных положений необходимо разработать перечень объектов, подлежащих оценке воздействия на состояние окружающей среды. Объектами могут быть и конкретные технологические производственные участки [23].

Экологическая политика может устанавливать обязательства в отношении минимизации любых отрицательных воздействий на окружающую среду со стороны новых разработок; разработки процедуры оценки экологической эффективности и связанных с ней показателей; предотвращения загрязнения, сокращения отходов и потребления ресурсов (материалов, топлива и энергии); обмена опытом в области природоохранной деятельности, привлечения заинтересованных сторон к сотрудничеству в этом направлении и др. [7].

Агропредприятию следует определить свои экологические аспекты и с учетом входной и выходной информации, связанной с их текущими и соответствующими видами деятельности, продукцией и (или) услугами [7]. Анализ должен охватывать следующие аспекты:

- выполнение требований законодательных актов и регламентов;
- идентификацию важных экологических аспектов;
- изучение всех существующих методов и процедур управления окружающей средой;
- оценку информации, поступившей по обратной связи после исследования предшествующих событий.

В процессе идентификации экологических аспектов, связанных с деятельностью агропредприятия, рассматриваются:

- выбросы в воздух;
- сбросы в воду;

- удаление и очистка сточных вод;
- радиоактивное заражение местности;
- использование сырья и природных ресурсов и некоторые другие локальные социальные и эколого-экономические проблемы.

В этом процессе должное внимание следует уделить реальным и потенциально возможным аварийным ситуациям.

При осуществлении мероприятий, связанных с воздействием на окружающую среду, природные экосистемы, здоровье людей, необходимо заранее, на уровне предпроектной или проектной документации, исключить возможные отрицательные негативные последствия путем проведения экологической экспертизы. При этом рекомендуется [4]:

- определить уровень экологической опасности, которая может возникнуть в процессе осуществления хозяйственной и иной деятельности, в настоящем или будущем и, прямо или косвенно, оказать отрицательное воздействие на состояние окружающей среды и здоровье населения;
- оценить соответствие планируемой, проектируемой хозяйственной и иной деятельности требованиям природоохранного законодательства;
- определить достаточность и обоснованность, предусматриваемых проектом мер по охране окружающей среды.

Задачи контроля в области охраны окружающей среды состоят в обеспечении соблюдения юридическими лицами и гражданами требований законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды. Система контроля в области охраны окружающей среды состоит из государственного, ведомственного и производственного контроля.

Государственный контроль обеспечивают местные и иные специально уполномоченные на то государственные органы. Ведомственный контроль в области охраны окружающей среды осуществляется министерствами, государственными комитетами с целью обеспечения выполнения подведомственными предприятиями и организациями планов и мероприятий по охране окружающей среды, природоохранного законодательства. Общественный контроль осуществляется общественными организациями, трудовыми коллективами и ставит своей задачей проведение проверки соблю-

дения юридическими лицами природоохранного законодательства, а также выполнения мероприятий по охране, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов.

Производственный экологический контроль (ПЭК) должен осуществляться:

- за выполнением и соблюдением агропредприятием требований законодательства Республики Беларусь об охране окружающей среды;
 - проведением обучения, инструктажа и проверки знаний в области охраны окружающей среды и природопользования;
 - выполнением мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды, предписаний специально уполномоченных государственных органов в области охраны окружающей среды;
 - обращением с опасными веществами, отходами;
 - работой природоохранного оборудования и сооружений;
 - степенью готовности к аварийным ситуациям, наличием и техническим состоянием оборудования по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;
 - состоянием окружающей среды в зоне воздействия на нее хозяйственной и иной деятельности объекта-природопользователя;
 - ведением природопользователем документации по охране окружающей среды;
 - соблюдением природопользователем лимитов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух, сбросов сточных вод и лимитов размещения отходов производства;
 - учетом агропредприятием номенклатуры и количества загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду от хозяйственной и иной деятельности природопользователя;
 - обеспечением своевременной разработки (пересмотра) природопользователем нормативов в области охраны окружающей среды.
- Критериями эколого-экономической эффективности функционирования агропредприятия должны быть:
- количество использованного сырья или потребленной энергии;
 - количество выбросов, например, CO_2 ;
 - количество полученных отходов на объем готовой продукции;
 - эффективность использования материальных и энергетических ресурсов;

- количество отклонений в состоянии окружающей среды (например, отклонения в сторону превышения установленных пределов);
- количество экологических аварий (например, незапланированные выбросы) и утилизированных отходов;
- капиталовложения в мероприятия по охране окружающей среды;
- число судебных разбирательств.

5.3. ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТА АПК

5.3.1. Определение убытков за сверхнормированное загрязнение воздуха стационарными источниками и передвижными источниками

Размер сумм определяется для источника или группы источников выбросов по каждому загрязняющему веществу [4]:

$$C_{ij} = 15 \cdot H^m_i d_{ij} (K^n_{ij} - 1,5) K_3 K_u, \quad (5.1)$$

где C_{ij} — сумма, взыскиваемая с предприятия за превышение установленных нормативов выброса i -го загрязняющего вещества j -м источником или группой источников, руб.;

15 — кратность взимания налога за сверхнормативные выбросы, предусмотренная соответствующими документами;

H^m_i — расчетная сумма месячного экологического налога за выброс i -го ингредиента в пределах лимита в целом по предприятию, руб.;

d_{ij} — доля i -го ингредиента j -го источника в НДС этого вещества в целом по предприятию;

K^n_{ij} — степень превышения норм НДС i -го вещества j -го источника;

K_3 — коэффициент экологической значимости территории;

K_{ij} — коэффициент, учитывающий изменения в текущем периоде по сравнению с базовым, когда были утверждены ставки налога за загрязнение атмосферного воздуха.

Расчетная сумма экологического налога за выброс i -го ингредиента за месяц в пределах лимита в целом по предприятию:

$$H_i^m = \frac{H_i}{12},$$

где H_i — плановая сумма годового экологического налога за выброс i -го ингредиента в пределах лимита в целом по предприятию (по данным предприятия), руб.

Или:

$$H_i^m = \Pi_i M_i^m,$$

где Π_i — норматив платы за выброс в пределах лимита одной тонны i -го ингредиента, руб./т;

M_i^m — разрешение на выброс i -го загрязняющего вещества в месяц в целом по предприятию, т.

$$M_i^m = M_{ip} / 12,$$

где M_{ip}^m — разрешение на выброс i -го ингредиента за год на предприятии в целом, т.

Для i -го ингредиента j -го источника в НДС (d_{ij}) этого вещества в целом по предприятию

$$d_{ij} = \frac{m_{ij}^H}{m_i^H},$$

где m_{ij}^H — значение НДС i -го вещества j -го источника;

m_i^H — значение НДС i -го вещества по предприятию в целом.

Для нескольких источников (j -я группа) с нарушением установленных нормативов по одному и тому же ингредиенту:

$$d_{ij} = \frac{\sum_{j=1}^n m_{ij}}{m_i^H},$$

где n — количество выявленных в группе j -х источников.

Степень превышения норм НДС (ВСВ) i -го вещества j -го источника:

$$K_{ij}^n = \frac{m_{ij}^\Phi}{m_i^H},$$

где m_{ij}^Φ , m_{ij}^H — соответственно фактическая и нормативная интенсивность выбросов i -го вещества j -м источником.

В случае, если выявлены группы источников, допустивших превышение норм НДС по одному и тому же ингредиенту:

$$K_{ij}^n = \frac{\sum_{j=1}^n m_{ij}^\Phi}{\sum_{j=1}^n m_{ij}^H}.$$

Коэффициент, учитывающий изменение цен в текущем периоде по сравнению с базовым, рекомендуется определять из следующего соотношения:

$$K_{ц} = \frac{3^\Phi}{3^Б},$$

где 3^Φ , $3^Б$ — утвержденная базовая заработная плата в республике в период проведения контрольных замеров и в период установления ставок налога.

При выявлении незаявленных источников, как и неучтенных ингредиентов в проверяемых источниках загрязнения, весь объем выбросов загрязняющих веществ считается сверхнормативным. В этом случае:

$$C_{ij} = 15 \cdot \Pi_{ij} M_{ij}^m K_{ij} K_{ц}, \quad (5.2)$$

где Π_{ij} — норматив платы за выброс одной тонны i -го загрязняющего вещества j -го источника, руб.;

M_{ij}^m — расчетная среднемесячная масса выбросов загрязняющего вещества j -го источника, т.

Для передвижных источников (ПИ) расчет сумм платежа (C) определяется из фактической суммы экологического налога, выплаченного предприятием за выброс (ПИ) загрязняющих веществ в воздушный бассейн в предыдущем году:

$$C = H d (K_{п} - 1) K_{ц} K_{г}, \quad (5.3)$$

где H — сумма экологического налога, уплаченная предприятием за выброс загрязняющих веществ ПИ предприятия проверяемой группы (групп) в предыдущем году, руб.;

d — доля выявленных источников, не соответствующих стандартам по токсичности и дымности отработавших газов в общем количестве исследованных передвижных источников;

K_n — средневзвешенный коэффициент превышения предельно допустимых нормативов (ПДН) в выявленных источниках;

K_c — коэффициент изменения цен в текущем периоде в сравнении с периодом, когда были приняты ставки экологического налога за загрязнение атмосферного воздуха;

K_s — коэффициент экологической значимости территории размещения предприятия.

Количество передвижных источников в выборке исследуемых раздельно по группам (бензиновые, газобаллонные, дизельные) должно составлять не менее [9]:

- 80 % — с числом ПИ в рассматриваемой группе до 5 единиц;
- 70 % — с числом ПИ в рассматриваемой группе от 5 до 10;
- 40 % — с числом ПИ в рассматриваемой группе от 11 до 25;
- 25 % — с числом ПИ в рассматриваемой группе от 26 до 50;
- 18 % — с числом ПИ в рассматриваемой группе от 51 до 100;
- 10 % — с числом ПИ в рассматриваемой группе от 101 до 300 единиц.

Для определения количества ПИ предприятиям, осуществляющим изготовление, ремонт и техобслуживание передвижных источников, берется суточный объем их выпуска.

Коэффициент K_n определяется по формуле:

$$K_n = \frac{y_{ijk}^{\Phi}}{y_{ijk}^N N},$$

где y_{ijk}^{Φ} и y_{ijk}^N — соответственно фактический и нормативный уровни токсичности (дымности) i -го загрязняющего вещества в выявленных ПИ j -й группы на k -м режиме работы двигателя;

N — число случаев превышения ПДН.

В случае повторного выявления источников с превышением ПДН вводится повышающий коэффициент.

5.3.2. Расчет убытков от загрязнения водных объектов

Масса сброшенных загрязняющих веществ при залповом (в 100 и более раз превышающем установленный) или установившемся сбросе при $K_{i\phi} > K_{ид}$ определяется по формуле [4]:

$$P_i = V_i (K_{i\phi} - K_{ид}) 10^{-6}, \quad (5.4)$$

где P_i — масса сброшенного i -го вида загрязняющего вещества, учитываемая при подсчете убытков, т;

i — вид загрязняющего вещества;

V_i — объем сточных вод с превышенным содержанием i -го загрязняющего вещества, m^3 ;

$K_{i\phi}$ — средняя концентрация i -го загрязняющего вещества за период сброса, мг/л ($г/м^3$);

$K_{ид}$ — допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества, мг/л ($г/м^3$).

Подсчет убытков от загрязнения водных объектов органическими веществами (по БПК). При наличии данных о массе сброшенных загрязняющих веществ, выраженных в БПК₅, производится перерасчет этих данных в БПК_n по формуле:

$$БПК_n = БПК_5 \cdot 1,33,$$

где БПК_n — полное биохимическое потребление кислорода;

БПК₅ — биохимическое потребление кислорода за пять дней.

Величина убытков от загрязнения водных объектов органическими веществами (выраженными в БПК) определяется по формулам:

$$Y_{БПК}^3 = Z_{БПК}^3 K_{кат};$$

$$Y_{БПК}^y = Z_{БПК}^y K_{кат},$$

где $Y_{БПК}^3$ и $Y_{БПК}^y$ — величины убытков от загрязнения водных объектов при залповом или установившемся сбросе органических веществ, выраженных в БПК, с учетом категории водного объекта, руб.;

$Z_{БПК}^3$ и $Z_{БПК}^y$ — величины убытков от загрязнения водных объектов при залповом или установившемся сбросе органических веществ, выраженных в БПК, руб.;

$K_{кат}$ — коэффициент, учитывающий категорию водного объекта, в который сбрасываются загрязняющие вещества.

Подсчет убытков от загрязнения водных объектов взвешенными веществами. Величина убытков определяется по формулам:

$$Y_{взв}^3 = Z_{взв}^3 K_{кат};$$

$$Y_{взв}^y = Z_{взв}^y K_{кат},$$

где $Y_{взв}^3$ и $Y_{взв}^y$ — величины убытков от загрязнения водных объектов соответственно при залповом и установившемся сбросе взвешенных веществ с учетом категории водного объекта, руб.;

$Z_{взв}^3$ и $Z_{взв}^y$ — величины убытков от загрязнения водных объектов соответственно при залповом или установившемся сбросе веществ, руб.

Подсчет убытков от загрязнения водных объектов нефтепродуктами. Величина убытков:

$$Y_n^3 = Z_n^3 K_{кат};$$

$$Y_n^y = Z_n^y K_{кат},$$

где Y_n^3 и Y_n^y — величины убытков от загрязнения водных объектов соответственно при залповом и установившемся сбросе нефтепродуктов с учетом категории водного объекта, руб.;

Z_n^3 и Z_n^y — величины убытков от загрязнения водных объектов соответственно при залповом и установившемся сбросе нефтепродуктов, руб.

Подсчет убытков от загрязнения водных объектов детергентами. Величина убытков определяется по формулам:

$$Y_d^3 = Z_d^3 K_{кат};$$

$$Y_d^y = Z_d^y K_{кат},$$

где Y_d^3 и Y_d^y — величины убытков от загрязнения водных объектов соответственно при залповом и установившемся сбросе детергентов с учетом категории водного объекта, руб.;

Z_d^3 и Z_d^y — величины убытков от загрязнения водных объектов соответственно при залповом и установившемся сбросе детергентов, руб.

Подсчет убытков от загрязнения водных объектов пестицидами. Величина убытков:

$$Y_n^3 = Z_n^3 K_{кат};$$

$$Y_n^y = Z_n^y K_{кат},$$

где Y_n^3 и Y_n^y — величины убытков от загрязнения водных объектов соответственно при залповом и установившемся сбросе пестицидов с учетом категории водного объекта, руб.;

Z_n^3 и Z_n^y — величины убытков от загрязнения водных объектов соответственно при залповом и установившемся сбросе пестицидов, руб.

Подсчет убытков от загрязнения водных объектов соединениями тяжелых металлов. Величина убытков (Y_i) определяется из выражений:

$$Y_i = Z_i K_{кат};$$

$$Z_i = \gamma P_i,$$

где Z_i — величина убытков от загрязнения водных объектов ионами тяжелых металлов, руб.

γ — множитель, учитывающий уровень цен и услуг, руб./усл. т;

P_i — масса сброшенного i -го вида загрязняющего металла в данный водный объект, усл. т.

Приведенная масса сбрасываемых загрязняющих веществ (P_i^n) определяется по формуле:

$$P_i^n = A_i P_i,$$

где A_i — показатель относительной опасности (агрессивности) сброса i -го вида загрязняющего вещества.

Масса сброшенного i -го загрязняющего металла:

$$P_i = V_i (K_{i \text{ факт}} - K_{i \text{ доп}}) 10^{-6}, \quad (5.5)$$

где V_i — объем сточных вод с превышенным содержанием определяемого иона металла, м³;

$K_{i \text{ факт}}$ и $K_{i \text{ доп}}$ — соответственно средняя и допустимая концентрация i -го иона металла, мг/л.

Показатель относительной опасности сброса загрязняющего вещества определяется из следующей зависимости:

$$A_i = \frac{1}{\text{ПДК}_i}.$$

Подсчет убытков при одновременном загрязнении водных объектов несколькими видами загрязняющих веществ определяется путем суммирования величины убытков по каждому сброшенному загрязняющему веществу, умноженной на коэффициент 0,15.

Такие примеры встречаются при мойке сельскохозяйственной техники, когда в сточных водах содержатся взвешенные вещества, нефтепродукты, пестициды, органические вещества, тяжелые металлы.

Расчет ущерба от попадания в водоемы указанных ингредиентов производится по изложенной выше методике.

Подсчет убытков от загрязнения водных объектов мусором приравнивается к загрязнению водных объектов загрязняющими веществами. Величина убытков определяется:

$$Y_m = Z_m K_{\text{кат}},$$

где Z_m — величина убытков от загрязнения русл и прибрежных полос водных объектов мусором, руб.

$$Z_m = A_g C V_m,$$

где A_g — коэффициент, учитывающий степень вредности сброшенного мусора и отходов;

C — стоимость уборки мусора, руб./м³;

V_m — объем мусора, м³.

5.3.3. Расчет затрат от размещения отходов производства и потребления

Расчет платы за размещение отхода в санкционированном месте при $M_{\text{факт}} < M_{\text{лим}}$, рекомендуется производить по формуле [4]:

$$P_{\text{лим.}} = H M_{\text{факт}}, \quad (5.6)$$

где $P_{\text{лим.}}$ — размер платы за удаление отхода в пределах лимита, руб.;

H — норматив платы, руб. за тонну (кг);

$M_{\text{факт}}$ — фактическое количество отхода, размещаемого в расчетный период, т (кг);

$M_{\text{лим}}$ — лимит на размещение отхода, т (кг).

Лимит на размещение отходов ($M_{\text{лим}}$) по каждому природопользователю устанавливается облисполкомами по согласованию с Минприродой.

Размер платы за превышение лимита размещения отхода в санкционированном месте ($M_{\text{факт}} > M_{\text{лим}}$):

$$P_{\text{пл}} = K H (M_{\text{факт}} - M_{\text{лим}}), \quad (5.7)$$

где $P_{\text{пл}}$ — размер платы за сверхлимитное размещение отхода, руб.;

K — коэффициент кратности в соответствии с законодательством.

Общая сумма платы за санкционированное размещение отходов в пределах лимита и сверх лимита определяется суммированием платежей:

$$P = P_{\text{лим}} + P_{\text{пл}}. \quad (5.8)$$

Ущерб от несанкционированного размещения отходов (Y) складывается из ущерба, наносимого отходами растительности, почве, водным объектам и воздушному бассейну, а также платы за несанкционированное размещение отходов.

Ущерб наносимый растительности, почве и водным ресурсам (Y_1), определяется с учетом экологической значимости территории, класса токсичности отходов, стоимости и площади земли занятой отходами. Для воздушного бассейна ущерб (Y_2) определяется с учетом объемов выбросов и повышающего коэффициента к экологическому налогу.

Плата за несанкционированное размещение отходов (P) рассчитывается, исходя из фактической массы отходов с учетом норматива платы в зависимости от класса токсичности отходов и повышающего коэффициента:

$$Y = Y_1 + Y_2 + P. \quad (5.9)$$

Ущерб Y_1 определяется:

$$Y_1 = (\Pi + 3) S_3 K_1 K_2, \quad (5.10)$$

где Π — нормативная стоимость одного гектара земли в соответствии с кадастровой классификацией, руб.;

3 — затраты на рекультивацию одного гектара земли, занятой отходами, руб.;

S_3 — площадь земли занятой отходами, га;

K_1 — коэффициент, учитывающий степень опасности отходов;

K_2 — коэффициент экологической значимости территории.

Затраты на рекультивацию земли включают затраты, связанные с уборкой территории и с разработкой и перемещением грунта, затраты на посев трав или саженцев в зависимости от места несанкционированного размещения отходов.

Ущерб, наносимый отходами воздушному бассейну (Y_2) определяется в случае наличия в отходах летучих ингредиентов, а также возгорания отходов:

$$Y_2 = 15 \sum_{i=1}^n M_i \Xi_i, \quad (5.11)$$

где 15 — повышающий коэффициент к экологическому налогу;

M_i — объем выбросов в атмосферу i -го загрязняющего вещества, т;

Ξ_i — ставка налога за выбросы i -го загрязняющего, вещества в атмосферу в зависимости от класса их опасности, руб. за 1 т;

i — количество ингредиентов, выбрасываемых в атмосферу.

Плата за несанкционированное размещение отходов (П):

$$\Pi = \sum_{j=1}^n K_3 H_j M_j, \quad (5.12)$$

где K_3 — повышающий коэффициент (для вторичного сырья $K_3 = 10$, для остальных отходов, размещенных в несанкционированном месте, $K_3 = 5$);

H_j — норматив платы за размещение отходов j -го класса опасности на полигоне или свалке, руб./т. Для отходов, являющихся вторичным сырьем, принимается норматив платы за размещение токсичных отходов j -го класса опасности;

M_j — масса отходов j -го класса опасности, т.

Таким образом, приведенные выше зависимости позволяют произвести расчет материальных затрат от размещения отходов производства и потребления в процессе хозяйственной деятельности человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гарин, В. М.* Экология для технических вузов / В. М. Гарин, И. А. Кленова, В. И. Колесников; под ред. В. И. Колесникова. – Ростов н/Д. : Феникс, 2001. – 384 с.
2. *Графкина, М. В.* Экология и автомобиль / М. В. Графкина, В. А. Михайлов. – Москва : «Академия», 2010. – 112 с.
3. Методика расчета выбросов от животноводческих комплексов и птицефабрик : метод. указания / сост. : Л. В. Мисун, В. М. Раубо, И. Н. Мисун, М. О. Цховребова. – Минск: БГАТУ, 2009. – 67 с.
4. *Мисун, Л. В.* Организация и управление экологической безопасностью на объектах агропромышленного комплекса : монография / Л. В. Мисун, А. А. Зеленовский, И. Н. Мисун, В. М. Раубо. – Минск : БГАТУ, 2009. – 240 с.
5. *Мисун, Л. В.* Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух / Л. В. Мисун [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2011. – 116 с.
6. *Мисун, Л. В.* Инженерная экология в АПК: пособие для студ. инженерных специальностей с.-х. вузов / Л. В. Мисун, И. Н. Мисун, В. М. Грищук; под ред. Л. В. Мисуна. – Минск : БГАТУ, 2007. – 302 с.
7. *Мисун, Л. В.* Система управления охраной окружающей среды на предприятиях технического сервиса : метод. указания / сост. Л. В. Мисун. – Минск : БГАТУ, 2002. – 29 с.
8. *Мисун, Л. В.* Отходы производства и потребления. Проблемы и решения : монография / Л. В. Мисун, В. М. Раубо, Г. А. Рускевич. – Минск : БГАТУ, 2011. – 288 с.
9. Оценка экологической безопасности при эксплуатации тракторов и сельскохозяйственных машин : метод. указания / сост. : Л. В. Мисун, В. М. Грищук, И. Н. Мисун. – Минск : БГАТУ, 2006. – 23 с.
10. Организация экологической безопасности на объектах агропромышленного комплекса : метод. пособие / Л. В. Мисун [и др.]. – Минск : БГАТУ, 1999. – 68 с.

11. Организация и проведение производственного экологического контроля объекта-природопользователя : метод. указания / сост. : Л. В. Мисун [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2005. – 11 с.

12. Панин, В. Ф. Экология для инженера : учеб.-справ. пособие / В. Ф. Панин, А. И. Сечин, В. Д. Федосова; под ред. В. Ф. Панина. – Москва : Издательский дом «Ноосфера», 2001. – 284 с.

13. *Гурачевский, В. Л.* Радиационный контроль: физические основы и приборная база : метод. пособие / В. Л. Гурачевский. – Минск : Институт радиологии, 2010. – 166 с.

14. *Мисун, Л. В.* Расчет выбросов загрязняющих веществ и организация контроля за атмосфероохранной деятельностью ремонтно-обслуживающих предприятий : пособие / Л. В. Мисун, В. М. Грищук, И. Н. Мисун. – Минск : Учебно-методический центр Минсельхозпрода, 2004. – 63 с.

15. Расчет выбросов загрязняющих веществ и методы для их определения при эксплуатации передвижных источников : метод. указания / сост. : Л. В. Мисун, В. М. Грищук, И. Н. Мисун. – Минск : БГАТУ, 2003. – 12 с.

16. *Степановских, А. С.* Прикладная экология: охрана окружающей среды : учеб. для вузов / А. С. Степановских. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 751 с.

17. *Степук, Л. Я.* Машины для применения средств химизации в земледелии: конструкция, расчет, регулировки / Л. Я. Степук, В. Н. Дашков, В. Р. Петровец. – Минск : Дикта, 2006. – 448 с.

18. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве / под ред. В. И. Черноиванова. – Москва : ГОСНИТИ, 2003. – 992 с.

19. Технологическое руководство по обеспечению безопасности труда при техническом сервисе сельскохозяйственных машин и оборудования на предприятиях АПК. – Москва : ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 132 с.

20. Улучшение условий и повышение безопасности труда оператора мобильной сельскохозяйственной техники / В. А. Агейчик, Ал-й Л. Мисун, Ал-р Л. Мисун // Агропанорама. 2011. № 1. – С. 44–48.

21. *Хван, Т. А.* Промышленная экология / Т. А. Хван. – Ростов н/Д. : Феникс, 2003. – 320 с.

22. *Хоружик, Л. И.* Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: проблемы и перспективы. Обзорная информация. – Минск : БелНИЦ «Экология», 2007. – 51 с.

23. Экологический паспорт предприятия / сост. : Л. В. Мисун [и др.]. – Минск : БГАТУ, 2008. – 19 с.

24. Экономика организаций и отраслей агропромышленного комплекса. В 2 кн. Кн. 1 / В. Г. Гусаков [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова. – Минск : Белорус. наука, 2007. – 891 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Учебное издание

Мисун Леонид Владимирович, **Мисун** Ирина Николаевна,
Гурина Анна Николаевна

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
НА ОБЪЕКТАХ АПК

Пособие

Ответственный за выпуск *Л. В. Мисун*
Редактор *Н. А. Антипович*
Компьютерная верстка *А. И. Стебули*

Подписано в печать 18.01.2012 г. Формат 60×84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 12,55. Уч.-изд. л. 9,81. Тираж 100 экз. Заказ 77.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный аграрный технический университет».
ЛИ № 02330/0552984 от 14.04.2010.
ЛП № 02330/0552743 от 02.02.2010.
Пр. Независимости, 99–2, 220023, Минск.