

УЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ВЫБОРЕ ТЕХНОЛОГИЙ РЕМОНТА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

In article the analysis of ecological factors which should be taken into account at a choice of technology of repair of highways is given. Statistical atmospheres given about pollution are resulted. The characteristic of priority technologies of repair of highways is given.

Экологический фактор – это любые элементы или условия окружающей среды, способные оказывать на организм внешнее воздействие, на которое организм отвечает приспособительными реакциями.

Окружающая среда характеризуется огромным количеством экологических факторов. Их можно разделить на две категории: факторы неживой (косной) природы – абиотические (абиогенные) и факторы живой природы – биотические (биогенные). По своему происхождению эти две категории могут быть как природными, так и антропогенными.

Абиотические факторы делятся на физические и химические. К биотическим факторам относятся: зоогенные, фитогенные и микробогенные.

Солнечное излучение. Лучистая энергия Солнца распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн. Электромагнитные волны, длина которых находится в диапазоне $5 \cdot 10^{-9} \dots 10^{-3}$ м, называются световыми. Глаз человека воспринимает световые волны длиной $(4\text{--}7,6) \cdot 10^{-7}$ м как видимый свет. Волны длиной $0,076 \dots 100$ мкм представляют собой инфракрасное излучение, а менее $0,4$ мкм – ультрафиолетовое излучение. Почти половина солнечной энергии поступает к нам в диапазоне видимого света, около 7% – в диапазоне ультрафиолетового излучения, остальная часть – это инфракрасное излучение. В процессе фотосинтеза зелеными растениями используется солнечная радиация с длиной волн от $0,38$ до $0,71$ мкм, т. е. практически видимый спектр.

Почти половина энергии, достигшей Земли, относится к видимому свету, ультрафиолетовый спектр – $7 \dots 10\%$.

Солнечная энергия не только поглощается поверхностью Земли, но отражается ею. Например, чистый снег отражает $80 \dots 95\%$, загрязненный снег – $30 \dots 60\%$, почва – $10 \dots 14\%$, светлый песок – $35 \dots 40\%$ солнечной энергии. Отношение отраженного потока солнечного света к поступившему называется альбедо.

Антропогенная деятельность существенно влияет на альбедо. Выбросы в атмосферу твердых и жидких частиц отходов промышленности уменьшают количество солнечной энергии, по-

ступающей к Земле. Затопление больших участков суши, т. е. создание водохранилищ, увеличивает количество отраженной энергии. Загрязнение снега и льдов пылью повышает поглощение энергии, что приводит к их таянию.

Как уже отмечалось, в процессе фотосинтеза используется в основном видимая часть спектра. Свет при этом выступает как источник энергии, которая используется пигментной системой растений (хлорофилл или его аналоги).

Влажность воздуха. Различают абсолютную и относительную влажность. Абсолютная влажность – это масса водяных паров в 1 м^3 воздуха. Максимально возможное содержание водяного пара называется состоянием насыщения, которое зависит от температуры воздуха и атмосферного давления. Для оценки влажности чаще всего используют относительную влажность – отношение абсолютной влажности к максимально возможной, выраженное в процентах.

Разница между максимально возможной и действительной влажностью называется дефицитом влажности. Это важнейший экологический показатель, учитываемый метеостанциями, используется в сельском и лесном хозяйстве.

Атмосферные осадки. Атмосферные осадки – это вода в жидком или твердом состоянии, выпадающая на поверхность Земли из облаков или конденсирующаяся из влажного воздуха при достижении точки росы. В основном для всех живых организмов вода является одним из главных экологических факторов. Без воды невозможно существование жизни на Земле, т. к. процессы в живых клетках протекают в водной среде.

Тела животных, как правило, состоят более чем на половину из воды. Для человека этот показатель, по разным источникам, находится в пределах $65 \dots 68\%$.

Атмосферные осадки – один из важнейших экологических факторов, влияющих на процессы загрязнения окружающей среды. При наличии в воздухе водяных паров и загрязнителей (диоксида серы, сероводорода и т. д.) образуется кислотный туман, который повышает кислотность выпадающих на поверхность суши и океана атмосферных осадков.

Атмосферное давление. Сила давления атмосферного столба воздуха, приходящаяся на единицу площади поверхности, называется атмосферным давлением. На уровне моря атмосферное давление примерно равно 101,3 кПа — его принято называть нормальным. Эта величина не остается постоянной для определенной местности. Периодически возникают области с повышенным (антициклоны) и пониженным давлением (циклоны). Циклоны приносят большое количество осадков, неустойчивую погоду, сильные ветры. Антициклоны характеризуются солнечной устойчивой погодой при малых скоростях ветра. При антициклонах могут возникать устойчивые локальные скопления вредных примесей в атмосфере, что неблагоприятно сказывается на жизнедеятельности организмов.

Все внутренние органы живых организмов наполнены воздухом, имеющим такое же давление, как и внешнее атмосферное, т. е. внутреннее давление уравнивает внешнее. В горах на высоте человек сильно ощущает уменьшение давления воздуха, наступает удушье. Рыбы, живущие в океане на больших глубинах, приспособились к еще большему давлению. Например, на глубине 100 м давление около 1,2 МПа. Поэтому выловленные на больших глубинах и поднятые на поверхность рыбы гибнут — их разрывает внутреннее давление, не уравновешенное внешним.

Почвенный покров. Почва — это рыхлый поверхностный горизонт суши, который видоизменен и продолжает непрерывно изменяться под воздействием биотических, химических и физических процессов и обладает плодородием, т. е. способностью производить урожай растений (по В. Р. Вильямсу). Она является продуктом преобразования горных пород. Почва — это трехфазная среда, содержащая твердые, жидкие и газообразные составляющие. Она является биокосным веществом, содержащим живые и неживые компоненты.

Сочетание величины атмосферных осадков, температуры и плодородности почвы создает определенные условия для существования растительного мира.

Водная среда. Площадь поверхности Мирового океана занимает преобладающую часть — 71% от общей площади поверхности Земли.

Плотность морской воды более чем в 900 раз, а вязкость почти в 60 раз больше, чем воздуха. Поэтому гидросфера как среда обитания существенно отличается от тропосферы.

Гидросфера является главным аккумулятором солнечной энергии и поэтому оказывает существенное влияние на климатические и по-

годные явления на Земле. Распространение и жизнедеятельность организмов в воде зависит от температуры, прозрачности, солености, количества растворенных газов и кислотности.

Большое значение имеет величина растворенных газов, в первую очередь кислорода и углекислого газа, т. к. от них зависят фотосинтез и дыхание водообитающих организмов.

Биотические факторы — это совокупность воздействий одних организмов на другие в процессе жизнедеятельности. Эти воздействия чрезвычайно сложны и многообразны. В самом общем случае их можно разделить на прямые и косвенные.

Прямые обусловлены необходимостью питания: травоядные животные получают энергию для своей жизнедеятельности, поедая растения. В свою очередь, они являются источником энергии для хищников.

Косвенное воздействие заключается в том, что некоторые организмы образуют среду обитания для других.

Экологические факторы не являются постоянными. Некоторые из них носят ярко выраженный динамический характер. Например, суточные и годовые колебания температуры, поступления солнечной энергии и т. д.

Кроме природных изменений экологических факторов имеются и антропогенные изменения. Вмешательство человека в природные системы также изменяет экологические факторы. К примеру, создание крупных водохранилищ изменяет климат на обширной прилегающей территории.

Формирование живых организмов происходит под непрерывным воздействием экологических факторов. Поэтому каждому организму требуются уровни экологических факторов в строго определенных границах. Если количество экологических факторов и их уровни соответствуют наследственно закрепленным требованиям организма (генотипу), то данный организм способен выживать и давать жизнеспособное потомство.

Из вышесказанного следует важнейшее правило охраны окружающей среды: охранять окружающую среду — значит обеспечивать состав и режимы экологических факторов в пределах унаследованной толерантности живого организма.

Самым легко изменяемым экологическим фактором является атмосферный воздух.

Атмосферный воздух — это источник дыхания человека, животных и растительности, сырье для процессов горения и синтеза химических веществ; он является материалом, применяемым для охлаждения различных промышленных и

транспортных установок, а также средой, в которую выбрасываются отходы жизнедеятельности человека, высших и низших животных и растений.

Атмосфера является составной частью биосферы и представляет собой газообразную оболочку Земли, вращающуюся вместе с ней как единое целое. Эта оболочка слоиста. Наибольший интерес представляет для нас нижняя часть атмосферы, главным образом тропосфера, поскольку в ней происходят основные метеорологические явления, влияющие на загрязнение атмосферного воздуха.

В тропосфере находится большая часть космической и антропогенной пыли, водяного пара, азота, кислорода и инертных газов.

Состав газов нижней части атмосферы неизменный. Смесь, образуемая газами, называется атмосферным воздухом. Постоянный состав атмосферы сохранился в природе миллионы лет и определялся сбалансированностью всех веществ, участвующих в круговороте материи и энергии. Содержание водяного пара значительно варьирует и зависит от погодных условий. В результате постоянно усиливающегося воздействия человека на окружающую среду баланс веществ в атмосфере стал нарушаться. Возникли качественные изменения состава воздуха и структуры атмосферы. С каждым годом количество рассеянных в атмосфере веществ, не входящих в постоянный состав смеси, непрерывно возрастает.

Примеси находятся в атмосферном воздухе в различных агрегатных состояниях. Газ – одно из агрегатных состояний вещества, в котором его частицы не связаны молекулярными силами притяжения и движутся свободно. Аэрозоли – дисперсные системы, состоящие из жидких или твердых частиц, взвешенных в газообразной среде. Аэрозоли с жидкими частицами называются туманами, с твердыми – пылью и дымами. Твердые частицы аэрозолей представляют собой либо кристаллы, либо шарики, образовавшиеся при затвердевании капель, либо неправильные обломки (в пыли).

Различают естественное и антропогенное загрязнение атмосферы.

Естественное загрязнение атмосферы обусловлено поступлением в нее вулканических газов, аэрозолей, космической пыли (до 150...165 тыс. т ежегодно), растительной пыльцы, морских солей и т. п. Основными источниками природной пыли являются пустыни, вулканы и оголенные участки земель.

При гниении и разложении образуются, как правило, большие количества сероводорода, оксидов азота. В результате биологических

процессов и деятельности вулканов в атмосферный воздух поступают углеводороды. Очень много различных веществ образуется в результате вторичных природных процессов. Так, хвойные деревья выделяют эфирные масла, которые, окисляясь, образуют новые химические вещества. Установлено, что источником часто наблюдаемой синей дымки над лесами являются терпены. В лесах образуется около 1000 млн т реакционноспособных углеводородов: этилен, изопрен и др. низкомолекулярные насыщенные углеводороды, терпены, альдегиды, кислые и щелочные вещества.

К антропогенным источникам загрязнения атмосферного воздуха относятся энергетические установки, сжигающие ископаемое топливо, промышленные предприятия, транспорт, сельскохозяйственное производство. Из-за высокой плотности размещения значительный вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят коммунально-бытовые предприятия.

В таблице приведены экспертные оценки выделения некоторых вредных веществ природными и антропогенными источниками.

Таблица

**Выделение (10^6 г/сут)
некоторых газообразных веществ**

Вещество	Источник	
	природный	антропогенный
Диоксид серы	–	0,4
Сероводород	0,3	0,01
Оксиды азота	2	0,2
Аммиак	3	0,01
Углеводороды	2	0,2

Согласно приведенной таблице, природные источники выделяют больше вредных веществ, тем не менее самым опасным является антропогенное поступление. Это связано с тем, что вредные вещества антропогенного происхождения накапливаются в зоне обитания человека. Кроме того, специфические вредные вещества, не существовавшие ранее в природных условиях, в настоящее время становятся составной частью атмосферного воздуха, его микроэлементами. Воздух считается чистым, если ни один из микроэлементов не присутствует в концентрациях, способных нанести ущерб здоровью человека, животным, растительности или вызвать ухудшение эстетического восприятия окружающей среды.

Промышленные источники загрязнения атмосферного воздуха подразделяются на источники выделения и источники выбросов. К первым относятся технологические устройства

(аппараты, установки и т. п.), в процессе эксплуатации которых выделяются примеси. Ко вторым – трубы, вентиляционные шахты, аэрационные фонари и др. устройства, с помощью которых примесь поступает в атмосферу.

На территории Беларуси основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются автотранспорт, объекты энергетики и промышленные предприятия. В 2003 г. ими выброшено в атмосферу 1327,5 тыс. т загрязняющих веществ, что в 2,6 раза меньше по сравнению с 1990 г. В составе выбросов в атмосферу преобладали оксид углерода – 55,2%, углеводороды – 18,6%, оксиды азота – 10,6% и диоксид серы – 9,5%.

Большая часть выбросов произведена передвижными источниками – 955,3 тыс. т (72,0% от суммарных выбросов). Выбросы диоксида серы составили 36,2 тыс. т, оксида углерода – 637,0, оксидов азота – 84,4, углеводородов (с ЛОС) – 171,4, твердых частиц – 26,3 тыс. т. С передвижными источниками связаны также выбросы высокотоксичного бенз(а)пирена – около 0,75 т.

Стационарными источниками выброшено 372,2 тыс. т (28,0% от суммарных выбросов). Вклад стационарных источников в суммарные выбросы диоксида серы и твердых частиц был значительно выше, чем передвижных, и составил соответственно 90,2 и 42,3 тыс. т. Количество выброшенных в атмосферу оксида углерода составило 95,5 тыс. т, оксидов азота – 55,7, а углеводородов (с ЛОС) – 76,1 тыс. т.

Среди областей республики наибольшее количество загрязняющих веществ выброшено на территории Минской области (включая Минск) – 433,0 тыс. т, наименьшее – Могилевской – 130,6 тыс. т и Гродненской областей – 149,9 тыс. т.

Среди городов Беларуси по объему выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников в 2003 г. выделяются Новополоцк (52,0 тыс. т) и Минск (35,9 тыс. т). Более 10 тыс. т загрязняющих веществ было выброшено также в Гомеле, Новолукмле, Гродно и Солигорске. Еще в 14 городах объемы выбросов составили от 2,5 до 10,0 тыс. т.

Анализ данных об объемах выбросов за 1990–2003 гг. свидетельствует о хорошо выраженной тенденции к их снижению. Такая закономерность связана прежде всего с переводом энергетики с твердых и жидких видов топлива на природный газ и выполнением природоохранных мероприятий: закрытием или реконструкцией устаревших производств, сопровождавшихся выбросами больших объемов загрязняющих веществ, строительством воздухоочистных сооружений и др. В начале 1990-х годов

одной из причин уменьшения объемов выбросов явился спад промышленного производства.

Оценку загрязнения атмосферного воздуха города проводят по комплексному показателю – индексу загрязнения атмосферы (ИЗА), при расчете которого учитывают отношение среднегодовых концентраций различных веществ к ПДК, а также коэффициент изотоксичности примесей. Чтобы значения ИЗА были сравнимы в разных городах, их определяют для одинакового количества веществ. В Беларуси ИЗА рассчитывают по пяти приоритетным веществам. В соответствии с существующими методами оценки среднегодового уровня, загрязнение считается низким, если ИЗА ниже 5, повышенным – при ИЗА от 5 до 6, высоким – при ИЗА от 7 до 13 и очень высоким – при ИЗА, равном или более 14. Согласно имеющимся данным, в 2003 г. высокий индекс загрязнения атмосферы наблюдался только в Речице и Гомеле (ИЗА = 9,0–9,1) и был обусловлен значительным содержанием в воздухе формальдегида. В Светлогорске, Витебске, Гродно, Новополоцке и Полоцке уровень загрязнения повышен ($5,0 < \text{ИЗА} < 7,0$), в остальных контролируемых городах – низкий (ИЗА < 5,0).

Анализ результатов измерений на стационарной сети в 2003 г. показал, что средние по республике концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, оксидов азота, сероводорода и фенола сохранялись примерно на прежнем уровне и были ниже установленных нормативов.

По данным стационарных наблюдений, в последние годы во всех контролируемых городах республики имели место стабилизация или уменьшение уровня загрязнения воздуха взвешенными веществами, диоксидом серы и сероводородом, в подавляющем большинстве – фенолом и свинцом. В соответствии с величиной ИЗА в половине контролируемых городов Беларуси в 2003 г. уровень загрязнения воздуха был низким (ИЗА < 5,0). За последние 5 лет средний индекс загрязнения атмосферы по республике находился в довольно узком диапазоне: от 4,1 до 4,4, минимальные показатели (ИЗА = 3,4) наблюдались в 2000 г. Наибольшее снижение ИЗА произошло в Могилеве: по сравнению с 1999 г. он уменьшился в 1,7 раза.

Анализ имеющейся информации показывает, что улучшение состояния атмосферного воздуха в городах Беларуси в период с 1991 по 2000 г. обусловлено прежде всего снижением объемов выбросов загрязняющих веществ. По этой причине за последние десятилетие в городах страны уменьшилось содержание практически всех наблюдаемых примесей.

Рост загрязнения атмосферы формальдегидом, а в некоторых городах – диоксидом азота и оксидом углерода в последние три года ставит на первое место проблему сокращения выбросов от автотранспорта. Негативное влияние автотранспорта, в первую очередь, проявляется в крупных городах. Городские улицы с различной конфигурацией и интенсивностью движения выступают как совокупность точечных, линейных и площадных источников низких приземных выбросов и создают общегородское фоновое загрязнение воздуха. Значительную опасность для населения представляют также выбросы канцерогенного бенз(а)пирена с выхлопными газами.

Радиационное загрязнение, загрязнение атмосферы и водных ресурсов, большое количество отходов промышленного производства осложняют экологическую ситуацию в Республике Беларусь. Это требует тщательного учета экологической ситуации при выборе технологий ремонта дорожных покрытий автомобильных дорог.

Сложная экологическая ситуация предполагает необходимость экологического обоснования используемых технологий для ремонта автомобильных дорог.

Современные технологии, удовлетворяющие экологическим требованиям, должны соответствовать следующим критериям: кратковременное воздействие на окружающую среду – высокая скорость производства работ; утилизация промышленных отходов; повторное использование материала автомобильной дороги; низкий уровень загрязнения окружающей среды в период производства работ.

С учетом перечисленных критериев приоритетными следует считать: горячая регенерация асфальтобетонных покрытий методом смешения на дороге; холодная регенерация дорожных одежд методом смешения на дороге; устройство тонкослойных асфальтобетонных покрытий: горячих – «новочип» и холодных – «сларисил».