



**охрана
окружающей
природной
среды**

**З. И. Александровская,
Е. М. Букреев,
Я. В. Медведев,
Н. Н. Юскевич**

**Благоустройство
городов**

Горькийиздат

охрана
окружающей
природной
среды

З. И. Александровская,
Е. М. Букреев,
Я. В. Медведев,
Н. Н. Юскевич

**Благоустройство
городов**

026775
(94)

06

Москва Стройиздат 1984

Печатается по решению секции литературы по жилищно-коммунальному хозяйству редакционного совета Стройиздата

Рецензенты — канд. техн. наук, зам. директора Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова *А. Н. Прохоров*, канд. техн. наук, зав. лабораторией механизации уборки городов НИКТИ ГХ Минжилкомхоза УССР *И. С. Петухов*

Благоустройство городов/З. И. Александров-Б 68 ская, Е. М. Букреев, Я. В. Медведев, Н. Н. Юскевич. — М.: Стройиздат, 1984.—341 с., ил.—(Охрана окружающей природной среды).

Рассмотрены вопросы охраны окружающей природной среды при разработке и осуществлении комплексных планов благоустройства городов. Даны рекомендации по санитарной очистке и уборке городов, защите почвы, водного и воздушного бассейнов от твердых бытовых отходов. Показано благотворное воздействие городских зеленых насаждений на здоровье человека. Приведены основные направления планирования системы озеленения городов.

Для инженерно-технических работников проектных и научно-исследовательских организаций коммунального хозяйства.

Б $\frac{340300000-425}{047(01)-84}$ 160—84

ББК 38.9
6С9.5

© Стройиздат, 1984

ПРЕДИСЛОВИЕ

Научно-технический прогресс и связанный с ним процесс урбанизации обостряют проблему охраны окружающей природной среды. В связи с этим все более актуальными становятся вопросы поддержания окружающей природной среды в городах на уровне, соответствующем современным санитарно-гигиеническим требованиям. Благоустройство городов неразрывно связано с охраной окружающей природной среды и является одной из ее важнейших составных частей. Задача благоустройства городов — создание здоровых, удобных и культурных условий жизни городского населения.

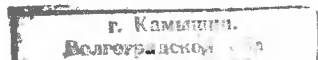
Благоустройству городов уделяется большое внимание в Программе КПСС, Конституции СССР, решениях XXIV, XXV и XXVI съездов КПСС, а также в постановлениях ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов» (1972 г.) и «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» (1978 г.). В них предусмотрены конкретные мероприятия, направленные на улучшение санитарного состояния и озеленения городов.

При разработке мероприятий по санитарной очистке, уборке и озеленению основополагающими документами являются «Основы законодательства Союза ССР и союзных республик о здравоохранении» (1969 г.), «Основы земельного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1968 г.), «Основы водного законодательства Союза ССР и союзных республик» (1970 г.), а также положения СНиП II-60-75* «Нормы проектирования. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных мест» и соответствующие нормативы по охране окружающей природной среды.

Большое внимание созданию благоприятных условий для жизни и трудовой деятельности народа было уделено на XXVI съезде КПСС и последующих Пленумах ЦК КПСС. На них указывалось, что политика партии и правительства направлена на улучшение жилищных условий населения, а это предполагает значительное развитие санитарной очистки, уборки и озеленения населенных пунктов, что будет способствовать решению другой важной задачи — дальнейшему совершенствованию системы охраны здоровья населения.

В книге рассматриваются лишь те виды работ, которые непосредственно связаны с поддержанием чистоты и надлежащего санитарно-гигиенического состояния территории города — санитарная очистка, уборка дорог и озеленение. В ней отражены основные достижения науки и техники в рассматриваемых подотраслях жилищно-коммунального хозяйства и перспективы их развития.

Авторы выражают благодарность рецензентам канд. техн. наук, зам. директора Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова *А. Н. Прохорову* и канд. техн. наук, зав. лабораторией механизации уборки городов НИКТИ ГХ Минжилкомхоза УССР *И. С. Петухову* за предложения, сделанные при подготовке книги к изданию.



1. ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ БЛАГОУСТРОЙСТВА

В условиях интенсивной урбанизации, вызвавшей бурный рост городов и концентрацию населения на малой территории, наряду с вопросами охраны окружающей природной среды от вредного воздействия влияния городов все большее значение приобретают задачи создания и поддержания полноценной жилой среды в сложном городском механизме.

Для улучшения состояния окружающей человека городской среды немаловажное значение имеют подотрасли благоустройства: санитарная очистка, уборка городских дорог и озеленение. Однако имеется значительное отставание их развития как от жилищного строительства, так и от других подотраслей благоустройства. Проблема сближения темпов развития благоустройства с темпами жилищного и промышленного строительства является одной из важнейших задач градостроительства. Недостаточно направлять усилия только на развитие одной из подотраслей благоустройства (создание материально-технической базы, обеспечение кадрами, строительство отдельных объектов озеленения и т. п.), необходимо учитывать их связь с другими объектами благоустройства, создавать соответствующий эксплуатационный фон.

Надо отметить, что важнейшие требования рассматриваемых подотраслей к элементам благоустройства (оборудованию жилых домов, селитебных территорий, городских дорог и других объектов) не в достаточной мере учитываются в градостроительной практике как при проектировании и осуществлении нового строительства, так и при капитальном ремонте, реконструкции и эксплуатации. Вместе с тем эти требования не всегда четко сформулированы и определены, в малой степени регламентированы соответствующими постановлениями, нормами и правилами проектирования. Наиболее эффективно учет соответствующих требований может быть осуществлен при строительстве и реконструкции; при этом необходимо иметь в виду долговечность обслуживаемых объектов, жилых зданий, дорожной сети, системы озеленения, а также трудность (а иногда и невозможность) их последующей реконструкции.

Санитарную очистку, уборку и озеленение необходимо рассматривать в их взаимосвязи и взаимообусловленности между собой и с другими подотраслями благоустройства (дорожным строительством, канализацией, водоснабжением и др.) Эти вопросы надо решать комплексно на всех уровнях: региона, города, жилого массива, территории домовладения, отдельного здания и на всех стадиях проектирования и реализации проектов.

Решение задачи по созданию надлежащего эксплуатационного фона во многом определяется не только сложившимся архитектурно-планировочным решением города (агломерации), функциональным членением территории, но и зависит от численности населения и значимости города, перспектив его развития, климатических и других местных условий.

Общие требования к формированию эксплуатационного фона должны конкретизироваться с учетом местных условий.

ЧИСЛЕННОСТЬ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

Численность населения, являясь одним из основных градообразующих факторов, оказывает большое влияние на уровень и развитие благоустройства города. Развитие новых систем поселений, городов и поселков предполагает строительство новых и реконструкцию существующих объектов благоустройства. Поскольку централизованная система планирования благоустройства распространяется в основном на города и поселки городского типа, то динамика роста городского населения в значительной мере определяет объем работ по уборке дорог, содержанию объектов озеленения, территорий домовладений, сбору, удалению и обезвреживанию бытовых отходов.

Современный период характеризуется широким распространением процесса урбанизации. Быстро растут новые города и увеличивается численность населения в уже существующих. К моменту переписи населения (1970 г.) в стране насчитывалось 5504 городских поселений, в том числе 1935 городов. Число городов с 1917 по 1970 г. возросло почти в 2,5 раза. Всего за годы Советской власти в СССР к 1983 г. было образовано 1227 новых городов.

Рост городского населения происходит за счет естественного прироста, переезда сельских жителей в город, а также преобразования сельских населенных пунктов в городские. Городом считается населенный пункт с определенным числом жителей, если в нем преобладает население, занятое в промышленности. Например в РСФСР с 1958 г. к городам относятся населенные пункты, имеющие не менее 12 тыс. чел., при условии, что рабочие и служащие с членами их семей составляют не менее 85% населения. В других союзных республиках этот ценз несколько ниже.

В табл. 1 приводится динамика численности городского населения СССР*.

Таблица 1. Динамика численности городского населения СССР

Год	Население СССР, млн. чел.	Городское население	
		млн. чел.	% ко всему населению
1939	190,7	60,4	32
1959	208,8	100	48
1970	241,7	136	56
1979	262,4	163,6	62
1982	268,8	171,7	64

С численностью населения и значимостью города тесно связаны фактическая и рекомендуемая на перспективу этажность и плотность застройки плотность населения и уровень благоустройства.

Города по численности населения подразделяются на следующие группы (СНиП II-60-75*. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов). Крупнейшие — свыше 1 млн. чел. и 500 тыс.—1 млн. чел.; крупные—250 тыс.—500 тыс. чел.; большие—100 тыс.—250 тыс. чел.; средние—50 тыс.—100 тыс. чел.; малые—до 50 тыс. чел.

При перспективном планировании благоустройства необходимо учитывать тенденцию изменения общего числа городов и перехода их из одной группы в другую (табл. 2).

К 1982 г. число городов с населением свыше 500 тыс. чел. увеличилось до 48, в том числе городов с населени-

Таблица 2. Динамика роста числа городов

Размер города, тыс. чел.	Число городов		
	1926 г.	1970 г.	1979 г.
До 100	678	1714	1810
100—500	28	188	195
Свыше 500	3	33	45
В том числе 1 млн. и более	2	10	18
Всего	709	1935	2050

Продолжение табл. 2

Размер города, тыс. чел.	Доля в общем числе городов, %		
	1926 г.	1970 г.	1979 г.
До 100	95,6	89,1	88,3
100—500	3,9	9,2	9,5
Свыше 500	0,5	1,7	2,2
В том числе 1 млн. и более	0,3	0,5	0,9
Всего	100	100	100

ем 1 млн. чел. и более — до 22. Одновременно наблюдается снижение доли городского населения в городах с численностью до 100 тыс. чел. и увеличение доли его в более крупных городах (табл. 3).

В 1982 г. в крупнейших городах проживало уже 55,5 млн. чел. Тенденция к концентрации населения в крупных и крупнейших городах ставит новые задачи перед их благоустройством, так как санитарные и экологические требования для них значительно выше. Это прежде всего относится к нормативам обеспеченности городов зелеными насаждениями и благоустроенными дорогами, а также к сооружению других объектов, таких, как спецавтобазы для содержания и ремонта уборочной техники, питомники, мусороперегрузочные станции, мусороперерабатывающие и мусоросжигательные заводы.

Интенсивное развитие урбанизации в стране ведет к усложнению форм городского расселения и возникновению крупных городских агломераций, число которых

* Население СССР. — М.: Политиздат, 1983.

Таблица 3. Изменение численности городского населения СССР по группам городов

Размер города, тыс. чел.	Число жителей, млн. чел.		
	1959 г.	1973 г.	1979 г.
До 100	51,4	63,1	65,9
100—500	24,4	42,2	46,6
Св. 500	24,2	40,8	51,1
Всего	100	146,1	163,6

Продолжение табл. 3

Размер города, тыс. чел.	Доля в городском населении, %		
	1959 г.	1973 г.	1979 г.
До 100	51,4	43,1	40,5
100—500	24,4	28,9	28,3
Св. 500	24,2	28	31,2
Всего	100	100	100

быстро растет. Под городской агломерацией понимается компактная территориальная группировка городских и сельских поселений, объединенных в сложную динамическую систему многообразными связями — производственными, коммунально-хозяйственными, рекреационными, а также совместным использованием определенного ареала и его ресурсов. Это вызывает необходимость нового подхода к решению задач уборки, санитарной очистки и озеленения. При планировке и осуществлении мероприятий по рассматриваемым отраслям благоустройства необходимо учитывать не только потребности центра агломерации, но и входящих в нее более мелких городов и поселков.

В СНиП II-60-75* указывается, что в агломерации следует предусматривать общие инженерно-технические сооружения, места отдыха и туризма, а также комплексные мероприятия по охране окружающей среды. В отношении рассматриваемых отраслей благоустройства такими объектами могут являться прежде всего единая система озеленения, питомники, централизованные базы ремонта техники, предприятия по механизированному обезвреживанию отходов.

ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Природно-климатические условия являются одним из решающих факторов строительства и развития городов, в том числе и их благоустройства. Этими условиями определяется специфика застройки, особые требования к созданию комфортных условий для жизнедеятельности населения.

Территория СССР, согласно СНиП 2.01.01-82. «Строительная климатология и геофизика» подразделяется на четыре основных климатических района. В основу деления положены показатели температуры воздуха в самый холодный (январь) и самый жаркий (июль) месяц, среднемесячная относительная влажность воздуха, средняя скорость ветра за 3 зимних месяца. В табл. 4 приведены обобщенные данные по всем четырем районам с краткой характеристикой природно-климатических условий, оказывающих значительное влияние на условия создания объектов благоустройства и их содержания.

Природно-климатические условия определяют не только возможности развития сети благоустроенных дорожных покрытий, системы городских зеленых насаждений и объектов сбора и обезвреживания отходов, но и технологию проведения работ и требования к эксплуатации спецавтомашин и механизмов. Условно, с точки зрения видов и периодичности проведения работ и определения потребности в технике по уборке, санитарной очистке и озеленению территории СССР подразделяют на три зоны: северную, среднюю и южную. При этом рекомендации разрабатываются для наиболее урбанизированной средней полосы с уточнением их для северной и южной зон. Однако в последнее время в связи с промышленным освоением северных территорий все большее внимание уделяется вопросам благоустройства городов этой зоны.

Климат северной зоны резко континентальный, для него характерны длительный холодный период и низкие температуры воздуха в сочетании с сильными ветрами и снежными заносами. Погоду в районах этой зоны характеризуют понятием «жесткость», что выражается в условиях баллах жесткости, показывающих взаимосвязь наружных отрицательных температур и большой скорости ветра. Многие районы отличаются большим количеством снеговых осадков и значительной снегозаносимо-

Таблица 4. Основные физико-географические характеристики климатических районов территории СССР

Климатические районы	Самая низкая среднемесячная температура воздуха в январе, °С	Самая высокая среднемесячная температура воздуха в июле, °С	Среднемесячная относительная влажность воздуха, %	Средняя скорость ветра за 3 зимних месяца, м/с	Основные природно-климатические факторы, определяющие общность требований к благоустройству населенных мест
I	—14 и ниже	0—20	Более 75	5 и более	Суровая и длительная зима, на значительной части территории вечномерзлые грунты. На отдельных территориях большие объемы снегопереноса (до 1500 м ³ /м), сильные ветры и повышенная влажность в приморских районах. Высота снежного покрова до 1,2 м
II	—3——14	8—21	Более 75	5 и более	Умеренная зима. Имеются территории распространения карстов, вечномерзлые грунты. Глубина промерзания грунта до 1,8 м. Объем снегопереноса на севере до 100 м ³ /м за зиму. Высота снежного покрова до 1 м. Значительная продолжительность отопительного периода
III	—2——20	21—25	—	—	Отрицательные температуры воздуха в зимний период и жаркое лето. Просадочные грунты на значительной части территории. Повышенная глубина промерзания грунта. Большая интенсивность солнечной радиации. Небольшой снежный покров
IV	—15—+6	22 и выше	50 и более	—	Жаркое лето с интенсивной солнечной радиацией. Относительно короткий зимний период с небольшой продолжительностью отопительного периода

стью. Часто повторяющиеся ветры высоких скоростей переносят снег с больших площадей и откладывают его в понижениях рельефа, у препятствий, нарушая транспортное сообщение. Все это предъявляет особые требования к организации технологии зимней уборки дорог.

Города и области северной климатической зоны с точки зрения влияния климатических условий на проведение работ по зимней уборке можно разделить на две зоны: зона, отличающаяся низкими температурами воздуха и снегопадами малой интенсивности [Якутская АССР, Бурятская АССР, Красноярский край (сев. 52-й параллели), Амурская обл. (сев. 52-й параллели), Читинская, Иркутская, Кемеровская, Новосибирская, Томская, Омская обл.]; зона, отличающаяся низкими температурами воздуха и снегопадами значительной интенсивности, метелями и большими снегопереносами [Коми АССР (сев. 64-й параллели), Салехард, Норильск, Игарка, Магаданская, Камчатская и Сахалинская обл.].

Низкие температуры воздуха определяют сложность эксплуатации спецавтотранспорта и механизмов из-за замерзания горюче-смазочных материалов, повышения хрупкости металла и резины, что вызывает преждевременный износ и поломку дорогостоящего спецоборудования, срок службы которого резко сокращается. В результате возникает необходимость в специальных машинах в северном исполнении.

Ввиду суровых климатических условий происходит интенсивное разрушение дорожных одежд, которые не всегда своевременно восстанавливаются, тем более, что условия вечной мерзлоты во многих заполярных городах сильно осложняют ремонт покрытий. Из-за неудовлетворительного качества дорожных покрытий и бортового камня затрудняется производство уборочных работ.

Основной трудностью является зимняя уборка городов с низкими температурами воздуха, выпадением большого количества снега и сильными снегопереносами. Для этих городов потребность в плужно-щеточных и роторных снегоочистителях увеличивается на 4—5 единиц в расчете на 1 млн. м² убираемой площади. Вместе с тем применение здесь коммунальной техники, употребляемой для зимней уборки в средней полосе России, обычно ограничено. Эта техника не выпускается в северном исполнении и не рассчитана на большие объемы ра-

бот. Кроме того, при сильных ветрах происходит упрочнение снега.

Важным фактором, влияющим на процесс зимней уборки, является количество снега, подлежащего удалению. В городах Севера накапливается не только выпадающий в виде осадков снег, но и переносимый из близлежащих местностей. Для уменьшения снегопереноса на городские территории необходимы дополнительные расходы на снегозащитные сооружения как на границе города, так и внутри него.

Качество содержания дорог в большой степени зависит от такого показателя, как частота перехода температуры наружного воздуха через 0°C , а также температурно-влажностного режима дорожного покрытия. Этими показателями определяется возможность появления и продолжительность гололеда, опасность быстрого прикатывания снега и появления снежно-ледяных образований на дорогах, поэтому при назначении режимов уборки для конкретного района или города, необходимо учитывать и дорожно-климатическое зонирование.

В южной зоне содержание городских дорог в надлежащем санитарном состоянии осложняется в весенний и осенний периоды из-за намыва большого количества песка и грязи, особенно в зонах, подверженных песчаным бурям. В городах с богатой листовой растительностью и длительным периодом листопада возникает проблема регулярного удаления опавшей листвы с проезжей части. Достаточно надежной техники для этих работ пока еще серийно не выпускается.

Основное требование к условиям сбора, удаления и обезвреживания бытовых отходов также обычно определяют для средней зоны с указанием особых условий, характерных для северной и южной зон. Тем не менее, многие природно-климатические факторы, отличающие северную зону, такие, как продолжительный период преобладания низких температур, снегозаносы, наличие вечномерзлых грунтов, оказывают значительное влияние на выбор технологических приемов и условия эксплуатации технических средств. Низкие температуры вызывают примерзание отходов к сборникам и транспортным средствам, в результате чего значительно увеличиваются затраты времени на погрузку и разгрузку мусоровозов. Возникает потребность в специальных контейнерах для сбора отходов в условиях низких температур, вы-

полненных из материалов с пониженной адгезией. Снегозаносы во дворах и на дорогах затрудняют движение спецавтотранспорта, производительность его резко снижается. Еще более сложным в условиях северной зоны является вопрос обезвреживания отходов, особенно в зоне вечномерзлых грунтов, где снижена самоочищающая способность почвы и тем самым значительно понижается эффективность методов обезвреживания отходов.

Поскольку южная зона характеризуется длительным теплым периодом, обилием овощей и фруктов и продолжительным сроком их потребления, значительно изменяется состав бытовых отходов. Высокие температуры наружного воздуха способствуют быстрому разложению органических веществ отходов, ускоренному развитию микрофлоры, в том числе и патогенной, а также выводу мух. Все это вызывает повышенные требования к условиям сбора, периодичности вывоза и качеству обезвреживания отходов.

Природно-климатические особенности отдельных населенных пунктов являются важнейшим фактором для формирования системы его озеленения и определяют жизненную среду растений, а также формы их приспособления. Особо большое влияние местные условия оказывают на подбор деревьев, кустарников и цветочных растений, а также на агротехнику их выращивания и содержания. Так, основным критерием подбора пород для озеленения в северных условиях является морозостойкость, а затем уже требования к почве и воздуху. Особенно сложно достичь соответствующего подбора пород по биологическим особенностям, после чего их выбирают по скорости роста и декоративным качествам. Нормативы озеленения городов также определяют исходя из почвенно-климатических условий. Применяют и более укрупненное деление территории страны, например, при установлении ориентировочной периодичности ухода за растениями за сезон выделяются три зоны: Крайний Север, Средняя полоса и Юг.

Наибольшие трудности для зеленого строительства возникают в развивающихся, ранее не обжитых и малоосвоенных районах Севера и Сибири, что обусловлено как низкими температурами зимой, так и сильными ветрами и коротким вегетационным периодом. Отрицательно влияет на развитие растений наличие мерзлых грунтов, малый слой земли (протаивающий за лето) и

Таблица 5. Биоклиматические и природоохранные требования, ландшафтных зон

Природная зона	Характеристика природной		
	климат	рельеф	почвы
Тундра, лесотундра, в том числе редколесье Восточной Сибири (Диксон, Мурманск, Нарьян-Мар, Воркута, Дудинка, Норильск, Верхоянск)	Суровый, с очень холодной зимой, прохладным коротким летом. Средние температуры: января на ЕТС** —18, —20 °С, рост континентальности к востоку; января на АТС*** —30, —40°; июля 10—12 °С (для лесотундры 15°). Скорость ветра >7 м/с. Осадки 200—350 мм; зона жесткого и сурового ультрафиолетового дискомфорта	Преимущественно равнинный; горный на крайнем северо-западе и северо-востоке	Тундрово-глебовые; глеево-болотные; поверхностно-глебовые; торфяно-глебовые. Сплошная многолетняя мерзлота, переувлажнение грунтов, заболоченность
Лесная: тайга, лесоболотная зона Западной Сибири (Петрозаводск, Архангельск, Сыктывкар, Свердловск, Братск, Иркутск)	Континентальный, с холодной зимой и теплым летом. Средние температуры: января на ЕТС —15, —20°, рост континентальности к востоку; января на АТС —40° (Восточная Сибирь); июля 10, —20°. Скорость ветра ~4 м/с (Тихоокеанское побережье >7 м/с). Восточная Сибирь: скорость ветра 1—2 м/с. Повторяемость штелей 40—70 % в год. Осадки 300—600 мм. Зона ультрафиолетовой недостаточности	Равнинный на территории Западной Сибири, сильнопересеченный, с большими относительными высотами в Средней, Южной, Восточной Сибири	Дерново-подзолистые; болотные. Сплошная и островная многолетняя мерзлота; сильная заболоченность территории (до 50 %)
Лесная: смешанные и широколиственные леса (Минск, Рига, Вильнюс, Москва, Калинин, Тула, Львов)	Умеренный, зима мягкая, лето теплое. Средние температуры: января на западе (Прибалтика, Белоруссия) —8, —10°; на востоке —17, —19°; июля 18, —21°. Скорость ветра 3—5 м/с (Прибалтика, Дальний Восток >7 м/с). Осадки 500—600 мм	Преимущественно равнинный, развитая овражно-балочная сеть	Подзолистые: серые и бурые лесные. Заболоченность на западе ЕТС (Белоруссия, Прибалтика)
Лесостепь, степь (Курск, Челябинск, Омск, Новосибирск, Киев, Днепрпетровск, Ростов-на-Дону, Волгоград, Семипалатинск, Целиноград, Кулунда)	Умеренно континентальный: холодная зима, жаркое лето; рост континентальности к востоку. Средние температуры: января —5 (Украина), —15°; июля 20—23°. Скорость ветра ~4 м/с, к востоку 5—7 м/с (Казахстан). Осадки 300—350 мм	Равнинный. Широко развиты эрозионные формы рельефа	Серые лесные; черноземы. Суховети, пыльные бури (способствуют эрозиям); засоленные почвы

предъявляемые к озелененным пространствам различных территории СССР*

зоны	Требования к формированию озелененных пространств	
	растительность	биоклиматические
Север: мхи, лишайники; юг: кустарниково-стланниковая, кочкарная (осоково-пушицевая); редколесье; ЕТС — березовое; АТС — лиственничное	Активизация солнечного воздействия. Защита от высоких скоростей и неблагоприятных направлений ветра; пурго- и снегозащита; защита от запыленности, повышение влажности воздуха летом в зоне сибирского редколесья	Осушение территории; закрепление почв; культивирование местных видов растительности и их максимальное использование для озеленения территории
Хвойная: ЕТС — еловые, АТС — пихта, кедр, лиственница	Активизация солнечного воздействия до 57,5° с. ш.; защита от ветра и его неблагоприятных воздействий. снегозащита; умеренная солнцезащита южнее 57,5°. Защита от перегрева и сухости воздуха (Восточная Сибирь); активизация проветривания на территории Средней и Восточной Сибири	Осушение территории (Западная Сибирь); использование окружающего ландшафта в озеленении городов
Хвойные, лиственные (береза, осина, дуб, липа, граб, бук, ясень, вяз)	Защита от высоких скоростей ветра в Прибалтике, на Дальнем Востоке; защита от жидких осадков; снегозащита; защита: от перегрева летом, от высокой влажности, от неблагоприятных сочетаний метеозащитных элементов	Защита почв от эрозий, оврагообразования, осушение западных районов ЕТС, закрепление песчаных форм рельефа (дюны Прибалтики), водоохранные; использование окружающего ландшафта при организации озеленения
ЕТС — чередование дубрав с разнотравными степями; АТС — березово-сосново-лиственничная	Защита от ветра; снегозащита на АТС; защита от летнего перегрева, от суховеев и пыльных бурь; повышение влажности воздуха	Защита от оврагообразования, закрепление почв, обводнение территории, водоохранные, рекультивация средствами озеленения неудобных земель

Природная зона	Характеристика природной		
	климат	рельеф	почвы
Полупустыни, пустыни, сухие субтропики (Навон, Шевченко, Газли, Ташкент, Душанбе, Алма-Ата, Ашхабад, Красноводск)	Сухой, резко континентальный, с прохладной зимой, очень жарким летом. Средние температуры: января -10° ; июля $25-30^{\circ}$. Скорость ветра ~ 3 м/с (>7 м/с — Каспийское побережье, бассейн Аральского моря). Осадки ~ 200 мм. Зона избыточного ультрафиолетового излучения	Равнинный, на крайнем юге — горный; золотые формы	Серо-бурые сероземы, гидроморфные; солончаки, такыры; пойменные почвы; сильное засоление почв и грунтовых вод; барханные, перевеваемые пески
Влажные субтропики (Сухуми, Тбилиси, Батуми)	Субтропический, с мягкой зимой, влажным жарким летом. Средние температуры: января 0° ; июля $22-25^{\circ}$ C. Скорость ветра ~ 3 м/с. Осадки $1000-2500$ мм	Горный, имеющий сложное строение; интенсивные эрозийные процессы; оползни, обвалы	Красноземы, желтоземы

* Методические рекомендации по формированию озелененных пространств города. — М.: Стройиздат/ЦНИИПградогостроительства, 1980.

** ЕТС — европейская территория Союза ССР.

*** АТС — азиатская территория Союза ССР.

незначительная толщина почвенного слоя. На осваиваемых территориях, являющихся строительными площадками, впоследствии трудно восстановить растительность, поскольку для природы севера характерна чрезвычайная медлительность восстановительных процессов. Экологические связи здесь очень чувствительны и уязвимы, растительность, воздушная и водная среда обладают гораздо меньшей способностью самовосстанавливаться и самоочищаться, чем в средней полосе, поэтому при тех же масштабах хозяйственной деятельности здесь можно нанести экологическим связям большой, а иногда непоправимый ущерб.

В южной зоне зеленое строительство и содержание городских зеленых насаждений невозможно без достаточной обеспеченности водой для полива. Большой ущерб озеленению южных городов наносят горячие ветры и песчаные бури. Только зеленые насаждения из соответственно подобранных засухоустойчивых пород мо-

зоны	Требования к формированию озелененных пространств	
	растительность	биоклиматические
Ксерофиты (кустарниковая полынь, злаки, саксаулы, эфемеры), оазисы в пустыне, предгорные оазисы	Защита от летнего перегрева: от высоких летних температур; от избыточной солнечной радиации, повышение влажности воздуха, защита от ветра или проветривание в зависимости от местных условий, защита от песка, песчаных бурь	Мелнорация земель: обводнение территории; снижение засоленности почв; укрепление перевеваемых песков; водохранилища и почвозащита
Средиземноморская: дуб, бук, граб, каштан, вечнозеленый подлесок	Защита от перегрева, от высоких температур, снижение влажности воздуха, активизация проветривания, использование благоприятных климатических условий для организации рекреации (Черноморское побережье)	Защита почвы от эрозии, использование окружающего ландшафта для озеленения; сохранение естественной растительности

пространств города. — М.: Стройиздат/ЦНИИПградогостроительства,

гут способствовать улучшению микроклимата в южных городах.

Особенно важное значение имеет учет климатических условий для формирования озелененных пространств групповых систем расселения. Формирование озелененных пространств в групповых системах населенных мест во многом определяется особенностями природных зон (табл. 5).

В лесной зоне смешанных и широколиственных лесов, где в силу благоприятных природно-климатических условий наблюдается высокая плотность сети городов и населенных мест, межселенные озелененные пространства следует формировать с учетом рекреационных потребностей, высоких техногенных нагрузок и оздоровительных функций крупных озелененных пространств.

Система озелененных пространств групповых систем населенных мест должна формироваться с учетом оптимальной лесистости территории, эффективно влияющей

026775



на все важнейшие показатели состояния окружающей среды и выполняющей главные природоохранные функции территорий всей групповой системы населенных мест.

Оптимальная лесистость способствует улучшению и охране окружающей среды: усиливается водоохранная, почвозащитная, климаторегулирующая функции; улучшается состояние воздушного бассейна, регулируется (во времени) речной сток, сохраняется и улучшается качество воды и т. д.

Зоны степи и лесостепи объединяет общность климатических условий (пыльные ветры, летний перегрев и др.) и особенности ландшафта (широкое развитие эрозионных форм рельефа).

В лесостепной и степной зонах межселенную систему озелененных пространств следует формировать с учетом размещения крупных ее элементов с наветренной стороны по отношению к городам и населенным пунктам в целях их защиты от неблагоприятных ветров и пыльных бурь. В лесостепной зоне возможна развитая межселенная система озелененных пространств, включающая лесные массивы, плодовые сады, защитные посадки и др.

Полупустыни, пустыни и сухие субтропики сходны по климатическим условиям. Для них характерны резко континентальный климат, большая сухость воздуха. Особенности ландшафта — наличие эоловых форм рельефа, сильное засоление почв и грунтовых вод.

В этих зонах основными требованиями к озеленению являются защита от избыточной солнечной радиации, перегрева в теплый период, защита от пыльных ветров, снижение засоленности почв, обводнение территории, укрепление эоловых форм рельефа и др.

В зоне оазисов пустынь, характеризующихся недостаточной обеспеченностью природными ресурсами, необходимо создание искусственной природной среды для отдыха. Межселенная система озеленения может быть представлена локальными зонами отдыха, плодовыми садами, виноградниками, насаждениями вдоль рек и крупных оросительных каналов. Эта система должна способствовать созданию зеленых поясов вокруг городов и населенных мест для смягчения неблагоприятных климатических воздействий.

АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ СТРУКТУРА ГОРОДА

Архитектурно-планировочная структура города во многом определяет эксплуатационный фон и ряд основных показателей санитарной очистки, уборки и озеленения.

Обслуживаемые санитарной очисткой, уборкой и озеленением объекты: жилая застройка, дорожная сеть и система зеленых насаждений, — являются важнейшими элементами архитектурно-планировочной структуры города и от того, как они будут решены, в большой степени зависит эффективность деятельности указанных служб.

Требования рассматриваемых подотраслей благоустройства необходимо учитывать как при проектировании и строительстве новых городов и районов, так и при реконструкции старой исторически сложившейся части города. В старой сложившейся застройке, которая обычно сохраняется как исторический центр города, условия для проведения работ по санитарной очистке, уборке и озеленению часто не соответствуют требованиям современной технологии, ограничивают возможность применения новых достижений в этих областях. Здесь обычно сложные условия проведения работ: узкие, кривые улицы, плохо спроектированное дорожное полотно, отсутствие надежно действующей дождевой канализации, недостаточная площадь для разбивки газонов, цветников, посадки деревьев и кустарников. Дворы жилых домов имеют затрудненные, узкие выезды и проезды, недостаточную площадь, что осложняет задачу выбора и оборудования мест установки мусоросборников, затрудняет работу мусоровозного транспорта и уборочной техники, а также работы по озеленению. Поэтому важно при реконструкции старой части города, и особенно при новом строительстве максимально учитывать требования рассматриваемых подотраслей благоустройства с учетом перспективы их развития, имея в виду, что характерной особенностью градостроительных элементов является их большая инерционность. Срок реализации проектов генеральных планов городов и систем расселения составляет 15—30 лет, а срок эксплуатации многих элементов архитектурно-планировочной структуры — 80—100 лет и более.

Обычно город развивается на базе уже существующего населенного пункта (поселка или города), структура которого оказывает влияние на дальнейшее его развитие. Города длительное время сохраняют свою планировочную структуру, наращивание новых звеньев и изменение основного планировочного каркаса происходит очень медленно. Намечается тенденция развития крупных городов не в виде сплошных concentрических кругов, а по ясно выраженным направлениям, при этом мощным ускорителем развития планировочной структуры города является развитие транспортной сети, обеспечивающей связь жилых массивов с новыми промышленными зонами. Разрастание намечается в нескольких направлениях, а жилая застройка осуществляется районами по системе островов, что дает жителям возможность находиться ближе к природе. Открытые пространства, как клинья, залегающие между лучевыми направлениями развития города, глубоко проникают в его ткань и создают сеть природных инфраструктур внутри города. В таких жилых районах имеются большие возможности учитывать требования благоустройства, в том числе санитарной очистки, уборки и озеленения. Тем не менее большая расчлененность структуры приводит к значительному увеличению непроизводительных пробегов уборочной техники и мусоровозного транспорта от центральной спецавтобазы к новым жилым районам и до места обезвреживания отходов. При таком направлении развития планировочной структуры необходимо предусматривать строительство гаражей-стоянок, пескобаз, водозаправочных пунктов, мусороперегрузочных станций или предприятий по обезвреживанию, располагаемых в направлении выезда из нового жилого района за пределы города. Отрицательное влияние расчлененности структуры города на организацию служб уборки и санитарной очистки снижается за счет изыскания рационального соотношения компактности и расчлененности, а также интенсификации использования городских земель.

Крупные города в процессе реконструкции и развития разрастаются, вбирая в себя новые пространства, но при этом они не должны поглощать и захватывать всю окружающую территорию и сливаться с близлежащими населенными пунктами. В интересах охраны окружающей природной среды и благоустройства целесообразно при планировке пригородных и зеленых зон учитывать

потребности более мелких городов и поселков, входящих в систему расселения. Следует стремиться к созданию единой зеленой зоны и предусматривать рациональное размещение и строительство укрупненных сооружений по санитарной очистке и озеленению, предприятий по обезвреживанию бытовых отходов, мусороперегрузочных станций, питомников деревьев и кустарников и т. п.

ПЛОЩАДЬ ГОРОДА И ЕЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ЗОНИРОВАНИЕ

Размеры площади города и ее функциональное зонирование, взаимное расположение отдельных зон имеет большое значение для организации работ и эффективности мероприятий по уборке, санитарной очистке и озеленению.

Площадь города зависит от ряда взаимосвязанных факторов: плотности населения, структуры застроенных земель и др. Для гармонического развития города в целом и каждого его элемента городские территории по функциональному назначению и характеру использования делятся на отдельные зоны. Под зоной подразумевают часть городской территории, предназначенной преимущественно для однохарактерного использования.

Функциональное зонирование является одним из важнейших градостроительных, а также гигиенических факторов, помогающим предотвратить неблагоприятное воздействие промышленных и прочих объектов на условия проживания населения города. Под функциональным зонированием территории понимается не только конкретное взаиморасположение участков с однородными видами использования территории, но и собственно планировочная операция.

При функциональном зонировании города решают следующие задачи: определяют оптимальную степень концентрации функционально однородных объектов в пределах каждой зоны и соответственно территориальные параметры зоны; устанавливают рациональное число выделенных зон одного и того же назначения (например, промышленных) в структуре города; определяют оптимальный по сумме факторов вариант взаимного расположения функциональных зон. Наилучший вариант решения каждой из указанных задач должен быть най-

ден с учетом не только внутригородских, но и межселенных факторов, в том числе функционального типа города, уровня урбанизации территории, темпов развития города и других факторов. Состав, размеры, число функциональных зон города могут изменяться в широких пределах.

Основными функциональными зонами в городах принято считать: селитебную, промышленную, коммунально-складскую и внешнего транспорта (СНиП II-60-75*). Селитебная зона предназначена для размещения жилых районов, общественных центров (административных, научных, учебных, медицинских, спортивных и др.), зеленых насаждений общего пользования. Промышленная зона — для размещения промышленных предприятий и связанных с ними объектов. Коммунально-складская зона — для размещения баз и складов, гаражей, трамвайных депо, троллейбусных и автобусных парков и других подобных объектов. В зоне внешнего транспорта располагаются транспортные устройства и сооружения (пассажирские и грузовые станции, порты, пристани и др.).

Для селитебных территорий — жилых районов и микрорайонов — отводят участки городской территории, наиболее благоприятные по гигиеническим и архитектурным требованиям (сухие, повышенные, приоближенные к зеленым насаждениям и водоемам), расположенные изолированно от промышленных зон. При этом предусматривают удобную взаимосвязь жилых зон с промышленной зоной, зоной отдыха, с общественным центром, вокзалом, портом и т. п. При выборе места и планировке селитебной территории учитывают направление и скорость ветров для обеспечения проветриваемости городской территории. В связи с этим не рекомендуется использовать под жилую застройку замкнутые котловины. В местностях с холодными ветрами или суховеями больших скоростей учитывают необходимость защиты жилой застройки от ветра, размещая ее на подветренных склонах или под защитой зеленых полос.

Правилами и нормами проектирования населенных мест (СНиП II-60-75*) предусматривается размещение селитебных территорий с наветренной стороны для ветров преобладающего направления, а также выше по течению рек по отношению к промышленным предприятиям, энергетическим и сельскохозяйственным предприятиям с технологическими процессами, являющимися

источниками выделения в окружающую среду вредных и неприятно пахнущих веществ, а также шума.

Для нового строительства в существующих городах выбирают свободные от застройки периферийные территории (с учетом санитарных требований их изоляции от предприятий) или используют освобождающиеся от ветхой, малоэтажной застройки участки в пределах городской территории.

Увеличение селитебной территории за счет застройки земель, отведенных для других целей, под зеленые насаждения общего пользования (парки, сады административных и жилых районов, бульвары, скверы), стадионы, участки учреждений обслуживания и т. п. вызывают возмущения гигиенистов и градостроителей. После соответствующей экономической обоснованной инженерной подготовки под застройку отводят также участки, ранее считавшиеся непригодными, тем самым благоустраивая городскую территорию.

СТРУКТУРА СЕЛИТЕБНОЙ ТЕРРИТОРИИ

Современный город обычно делится на несколько планировочных районов, отделяющихся друг от друга естественными или искусственными рубежами (реками, каналами, водоемами, зелеными насаждениями, железными дорогами). В зависимости от местных условий в пределах одного планировочного района могут размещаться два и более жилых района, границами которых кроме искусственных и естественных рубежей могут быть магистральные улицы городского значения. Численность населения жилого района принимают 40—80 тыс. чел. в крупных и крупнейших городах и 25—40 тыс. чел. в больших и средних. Жилой район состоит из микрорайонов, объединенных общественным центром с учреждениями и предприятиями обслуживания районного значения. Микрорайон является основным структурным элементом территории города. Численность населения микрорайонов в крупных и крупнейших городах принимают 12—20 тыс. чел.; в больших и средних городах—6—12 тыс. чел.; в малых—4—6 тыс. чел. Принцип микрорайонирования получил широкое распространение. С гигиенических позиций он оценивается положительно, так как в пределах микрорайона обеспечиваются опти-

мальные условия проживания практически всех возрастных групп жителей.

При застройке и реконструкции современных городов исходят из требования внедрить в застройку прогрессивные типы жилых домов различной этажности и наиболее рациональной плотности застройки в жилых районах и микрорайонах, добиваясь тем самым наилучших санитарно-гигиенических условий проживания и формирования архитектурно-выразительных комплексов. Особое значение это имеет во вновь осваиваемых районах Сибири и Дальнего Востока с неблагоприятными природно-климатическими условиями, где создание комфортности проживания должно способствовать притоку населения из других районов страны и его закреплению в строящихся городах и поселках. Это обязывает на перспективу предусматривать и шире осуществлять систему мероприятий, направленных на снижение неблагоприятных воздействий природной среды и создания искусственного окружения. В эту систему должны входить мероприятия по созданию жилых комплексов: компактной ветрозащитной застройки с крытыми переходами между зданиями, восполнение естественной ультрафиолетовой недостаточности, зимние сады и т. д., применение новых типов зданий, совершенствование инженерного благоустройства населенных мест.

Для повышения эффективности использования городской территории и уменьшения капитальных вложений на инженерные коммуникации во всех городах, и особенно в крупнейших и крупных, возникает острая необходимость повышения плотности застройки, что может быть достигнуто за счет увеличения этажности жилых домов. Повышение этажности до 5—9 этажей позволит увеличить плотность жилищного фонда в микрорайоне с 3000 до 4800—6300 чел. на 1 га. При этом в микрорайоне и жилом районе уменьшится протяженность всех подземных коммуникаций и дорожной сети, что компенсирует более высокую стоимость жилой площади в девятиэтажных домах. При плотности застройки микрорайона 4800 м²/га 15% жилой площади могут составлять 16-этажные дома без удорожания строительства в целом. Дальнейшее же повышение средней плотности застройки в микрорайоне дает крайне незначительное снижение расходов на инженерные коммуникации, поэтому в настоящее время строительство таких домов бу-

дет осуществляться в ограниченном количестве в самых крупных городах страны исходя из общих градостроительных соображений.

Рациональное использование городских территорий позволяет значительно снизить не только стоимость самого строительства, но и последующие затраты, связанные с эксплуатацией различных элементов городского благоустройства. По СНиП II-60-75* в крупных и крупнейших городах с ограниченными резервами территории для их развития следует предусматривать смешанную застройку зданиями в 9 этажей и более с частичным применением пятиэтажных зданий. В других же городах будет предусматриваться, как правило, пятиэтажная застройка. Застройка в 9 этажей и более допускается в ограниченном количестве, когда это оправдано градостроительными и технико-экономическими соображениями.

Повышение плотности застройки приводит к скоплению больших объемов отходов, в одной точке сбора, что вызывает необходимость использования технических средств для предварительной обработки мусора прессованием или дроблением. Благоустроенные проезды в новой застройке позволят применить накопители и мусоровозы большой вместимости, оборудованные современными погрузочными устройствами. В отдельных случаях при застройке домами повышенной этажности может быть рассмотрен вопрос о применении трубопроводного транспорта для удаления мусора.

С повышением этажности застройки растет уровень благоустройства жилищного фонда, что приводит к изменению состава отходов, их средней плотности и количества в расчете на одного проживающего. Изменяются требования к мусоросборникам, транспортным средствам и другому оборудованию. Необходимым элементом инженерного оборудования современного здания стал мусоропровод. Наличие мусоропровода расширяет границы действия системы мусороудаления. Раньше первым элементом технологического процесса удаления отходов был сбор их во дворе. Теперь система мусороудаления включает и вопросы технической эксплуатации мусоропровода, его санитарно-гигиенического содержания, организации сбора отходов в мусороприемной камере в зависимости от этажности, секционности и других показателей многоэтажного дома.

Наряду с жилищным фондом в систему планомерно-регулярной очистки города от бытовых отходов входят предприятия системы обслуживания: детские дошкольные учреждения, школы, поликлиники, клубы, библиотеки, кинотеатры, продовольственные и промтоварные магазины, комбинаты бытового обслуживания, прачечные и т. п. Специалисты рекомендуют на перспективу примерно следующий порядок комплектования структурных подразделений городов предприятиями сферы обслуживания. *Группа домов* — объединенные детские ясли-сады на 140—280 мест; столовая, рассчитанная на обслуживаемых жителей данной группы; приемные пункты бытового обслуживания — радиус обслуживания не более 150—200 м. *Микрорайон* — блокированные школы-интернаты со столовыми; общественный центр микрорайона с садом общего пользования; клуб, спортивные сооружения, библиотека, сектор культурно-бытового обслуживания, небольшой продуктовый и промтоварный магазины, возможна столовая. Радиус обслуживания не более 400—500 м. *Жилой район* — школа для вечернего профессионального обучения, районная больница с поликлиникой общего типа, комплекс предприятий торговли и бытового обслуживания. Здание с киноконцертным залом, библиотекой и кафе. Радиус обслуживания 800—1000 м.

Сеть предприятий городского значения. Учебно-воспитательные учреждения: профтехучилища, техникумы, вузы. Лечебно-оздоровительные учреждения: медицинский центр, специализированные больницы, профилактории. Спортивные сооружения: крупные стадионы, спортивные манежи, водные станции, лыжные базы, специальные виды спортивных сооружений. Предприятия торговли и общественного питания. Культурно-просветительные учреждения: театры, концертные залы, цирки, кинотеатры, Дома техники и творчества, библиотеки, выставки, музеи и парки. Административные и другие учреждения. Проектные организации, научно-исследовательские учреждения. Коммунально-бытовые предприятия: гостиницы, комбинаты культурно-бытового обслуживания, прачечные, отделы связи, сберкассы, гаражи и др.

Число и вместимость указанных предприятий оказывают большое влияние на объем работ по санитарной очистке города и разработку маршрутных графиков мусоровозного транспорта. Особая сложность установле-

ния нормы накопления отходов вызвана большим разнообразием предприятий обслуживания, их мощностью и направлением деятельности.

Определение количества отходов от каждого обслуживаемого предприятия затруднено и тем, что большая часть предприятий повседневного пользования, как правило, расположена в первых этажах жилых зданий. Образующиеся от их деятельности отходы обычно собирают вместе с отходами от населения. Исключение составляют специальные отходы (тара, упаковочные материалы и др.), собираемые отдельно.

Емкость предприятия обслуживания во многом зависит от его месторасположения. Так, в центральных районах емкость и объем предприятий обслуживания обычно значительно превышают нормы, установленные на 1000 проживающих. Например, при расчете торговых предприятий следует принимать во внимание не только постоянное население, но и «дневное», которое ежедневно приезжает в район на работу, где и пользуется услугами обслуживающих и культурно-зрелищных предприятий. Необходимо учитывать также приезжих из других городов. Следует отметить, что неравномерное снабжение городов промышленными товарами часто приводит к гипертрофированному развитию торговых предприятий в крупнейших и крупных городах.

ГОРОДСКИЕ ДОРОГИ

Жизнь современного города невозможна без развитой сети улиц и дорог. Уличная сеть — один из наиболее устойчивых элементов города, который развивается вместе с ростом города. Дороги жизненно необходимая часть современного города и имеют большое значение для организации городского транспорта, создания необходимых санитарно-гигиенических условий жизни, архитектурно-планировочного облика города.

Дороги связывают между собой районы города и обеспечивают движение транспорта и пешеходов. Четкая и бесперебойная работа городского транспорта может быть обеспечена лишь при хорошо организованной их уборке. Вместе с тем необходимо, чтобы отдельные элементы улицы (проезжая часть, полосы зеленых насаждений и др.) обеспечивали ее качественную уборку, нормальную эксплуатацию уборочной техники.

Значение благоустроенных дорог для нормальной жизни современного города обуславливает их развитие, которое они получили в настоящее время. Однако несмотря на быстрый рост сети городских дорог и ежегодно осуществляемые крупные капитальные вложения в их строительство, площадь имеющихся благоустроенных городских дорог не обеспечивает потребности городов и требует дальнейшего интенсивного развития.

Построение уличной сети при создании генерального плана города во многом определяется ожидаемым на расчетный период размером и характером движения городского транспорта, что определяет и рост объемов работ по уличной уборке.

Характеристика дорожной сети, ее планировка, конфигурация дорог, их ширина, а также планировка и характеристика полос озеленения, инженерное оборудование дорог определяют эксплуатационный фон уличной уборки.

Дорожная сеть города, составляющая в общем балансе селитебной территории не более 25 %, характеризуется ее протяженностью, плотностью и конфигурацией. Под протяженностью улиц подразумевается их общая длина (в км). Длина уличной сети, приходящаяся на 1 км² территории, называется плотностью уличной сети. Общая площадь уличной сети в городе нормируется правилами планировки и застройки городов в пределах 12—15 м² на одного жителя (в жилой застройке). Этим показателем определяют объем работ по содержанию и уборке городских дорог. Состояние дорожной сети имеет большое значение для осуществления качественной уборки.

Городские дороги находятся в тяжелых условиях эксплуатации. Интенсивность движения транспорта на большинстве улиц, особенно в крупных и средних городах, значительно превышает интенсивность движения на загородных дорогах, что усложняет организацию и осуществление работ по их уборке.

Для уборки города большое значение имеет вид дорожного покрытия. Применяемые в городах дорожные покрытия делят на три основные типа: усовершенствованные, переходные и простейшие. Усовершенствованные покрытия являются наиболее благоприятными для их нормального содержания и уборки, они допускают применение всех видов механизированной уборки. Для обе-

спечения эффективной работы уборочных машин усовершенствованные покрытия улиц, проездов, площадей должны иметь ровную поверхность с правильными продольными и поперечными уклонами, не иметь трещин и выбоин. Наибольшее распространение из усовершенствованных покрытий получили асфальтобетонные, имеющие следующие преимущества перед другими покрытиями (с точки зрения их содержания и уборки): достаточную механическую прочность; возможность получения ровных поверхностей при сравнительно небольшой жесткости покрытия; гигиеничность покрытия, легко поддающаяся очистке и промывке, что особенно ценно для уборки городских дорог.

Требования к содержанию и уборке городской дорожной сети необходимо учитывать на стадии проектирования и строительства улиц и дорог, а также при их реконструкции. Процесс проектирования городских улиц и дорог содержит ряд аспектов комплексного решения различных взаимосвязанных вопросов градостроительного проектирования, при этом предусматривается комплексное проектирование всех элементов городской дороги: проезжей части, тротуаров, озеленения и других элементов. Необходимо осуществлять согласование с генеральными схемами инженерной подготовки территории, в том числе по водоотводам, снегоудалению и озеленению.

Важным элементом городской дороги является система водоотвода. По современным требованиям в городах и поселках должны предусматривать водоотводную систему закрытого типа — ливневую канализацию. Сток поверхностных вод в ливневую канализацию обеспечивается за счет вертикальной планировки территории города. Улицам придается продольный уклон, в обычных условиях не превышающий 30 ‰. Наибольшие продольные уклоны могут быть до 80 ‰, а наименьшие по лоткам проезжей части асфальтобетонных и цементных покрытий не менее 4 ‰, для остальных покрытий не менее 5 ‰. В районах сильных гололедов, а также высокой влажности воздуха продольные уклоны уменьшают на 10—20 ‰. Проезжая часть улицы выполняется двускатной или односкатной (при одностороннем движении). Поперечный уклон асфальтобетонных и цементных покрытий принимают в пределах 15—25 ‰ в зависимости от величины продольного уклона и других условий. При

таким устройстве дорожного полотна поливомоечные, а также поверхностные воды, образующиеся при выпадении осадков или таянии снега, стекают с поверхности дорожного покрытия к лоткам, протекают некоторое расстояние по ним и затем через дождеприемные колодцы попадают в городские водостоки.

Уличная сеть в умеренных климатических условиях высотно проектируется так, что служит местом водосброса поверхностных вод с прилегающей территории. В этих условиях важное значение приобретают мероприятия, предупреждающие намыв грунта, мусора и грязи с городских территорий на дорогу.

Эффективная механизированная уборка улиц в летний период не может быть обеспечена без соблюдения комплекса мероприятий по поддержанию чистоты. Большое значение для организации и проведения работ по уличной уборке, выбора методов и технических средств имеют надлежащая планировка улицы, взаимное расположение и размеры всех ее элементов.

Основными элементами городской улицы являются проезжая часть, тротуары, разделительные полосы, полосы зеленых насаждений, технические полосы, предохранительные и резервные полосы. Размеры ширины улиц и дорог и различных элементов поперечного профиля определяются фактической интенсивностью движения, а также требованиями к озеленению, размещению подземных и наземных инженерных сетей, снижению вредного воздействия транспорта, снега, содержащего вредные примеси, и других дорожных загрязнений. («Руководство по проектированию городских улиц и дорог», ЦНИИЭП градостроительства Госгражданстроя, М., 1980).

Пример типового поперечного профиля магистрали районного значения приведен на рис. 1. Предлагаемое типовое решение поперечного профиля городской улицы не в полной мере соответствует требованиям охраны окружающей среды. Как видно из рисунка, разделительные полосы являются одновременно полосами техническими и полосами озеленения. Кроме того, некоторые считают, что эти полосы можно использовать и для складирования снега. Но используемые при зимней уборке улиц хлориды оказывают неблагоприятное воздействие на древесно-кустарниковую растительность, в частности увеличивают содержание ионов хлора в почве. Фенологические

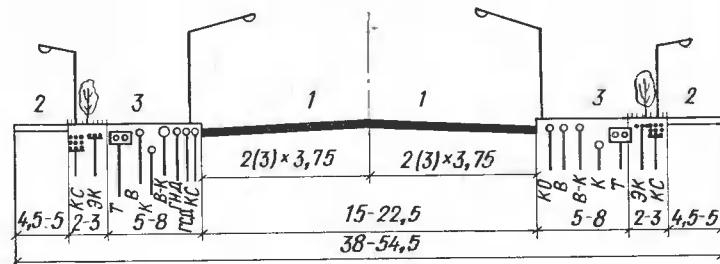


Рис. 1. Типовой поперечный профиль магистрали районного значения

1 — основная проезжая часть; 2 — тротуары; 3 — полосы озеленения; Т — телефонные кабели; КС — кабели связи; ЭК — электрокабели; В — водопровод; К — канализация; В-К — водопровод и канализация; КО — кабели освещения; ГНД — газопровод низкого давления; ГСД — газопровод среднего давления

наблюдения за растениями в зоне складирования снега, содержащего хлориды, показали, что из-за попадания хлора в почву сокращается прирост растений за вегетативный период. Кроме того, листья желтеют и опадают раньше срока. Все это приводит к снижению декоративных качеств и долговечности растений. Хлориды могут вызвать и повреждение телефонных кабелей, трубопроводов и других коммуникаций, а также железобетонных коллекторов.

При применении для зимней уборки дорог пескосоляной смеси с последующим складированием снега на полосах озеленения происходит также их загрязнение песком. Очистка же полос озеленения от песка является трудоемкой ручной операцией.

С точки зрения формирования экологической среды необходимо учитывать влияние на растения технических полос, занятых подземными коммуникациями. Высокая концентрация сетей влияет на многие стороны организации и сохранения зеленых насаждений. Нередки случаи, когда деревья и кустарники гибнут из-за неблагоприятного воздействия подземных сетей. Газ выделяется из трещин и свищей в сварных стыках, проникает по имеющимся в грунте порам на значительное расстояние и вызывает отравление почвы, что приводит к гибели насаждений.

В местах прокладки канализации наблюдается увеличение влаги в почве за счет поступления сточной жидкости из неплотно устроенных стыков и других отверстий. У древесных пород, растущих над канализационной

сетью усиленно растут корневые системы за счет дополнительной «подкормки» из трубопровода. Очень часто трубы обволакиваются корнями деревьев, а иногда корни проникают в трубу через имеющиеся зазоры, в результате чего конструктивные элементы разрушаются и нарушается нормальная эксплуатация канализационной сети.

Нередки случаи переувлажнения почвы из-за дефектов водопроводной сети в зоне теплотрассы, где в течение года происходит постоянное нагревание почвы, все это нарушает нормальные условия произрастания растений. Кроме того, следует учитывать, что если деревья и кустарники будут все же высажены, то через 3—4 года во время ремонта сетей их придется пересаживать, причем часто это делается в летний период, когда пересадка деревьев недопустима.

В силу комплекса отрицательных взаимных воздействий на технических полосах, под которыми проложены коммуникации, ограничена посадка деревьев и кустарников, подземные коммуникации следует располагать не ближе 3—5 м от ствола дерева.

Как показали многочисленные исследования, такое совмещение элементов поперечного профиля зачастую недопустимо, поэтому при проектировании и реконструкции дорог необходимо учитывать требования охраны зеленых насаждений, подземных коммуникаций и других элементов дороги от летних и зимних загрязнений, особенно от противогололедных солей (см. разд. «Уборка городских дорог»).

Как указывается в «Руководстве по проектированию городских улиц и дорог», ширину резервных, разделительных и технических полос надо принимать с учетом возможного размещения на них снега.

Благоустройство дорог и прилегающих территорий не только при их сооружении, но и в ходе эксплуатации является важнейшим фактором создания надлежащих условий для осуществления их качественной уборки. С неблагоустроенных примыкающих улиц и проездов, а также с площадей с открытым эродирующим грунтом на дорогу поступает значительное количество загрязнений. Неправильное устройство газонов является также причиной загрязнения дорог. Если, укладывая бордюрный камень вокруг газонов, принимать во внимание только одно требование, чтобы высота камня относительно до-

роги или тротуара составляла 10—15 см, то грунт на газоне очень часто оказывается выше бордюрного камня, осыпается и смывается на дорогу. Из-за этого не только образуется грязь на дорогах, но значительно ухудшаются условия жизни растений. В таких случаях приходится привозить почву для восстановления растительного грунта. Правила по благоустройству городских территорий (СНиП III-10-75) требуют бордюрный камень укладывать так, чтобы грунт газона располагался ниже его на 2—5 см.

Большое значение имеет своевременная заделка разрывов при прокладке подземных сетей, реконструкции улиц, строительстве и ремонте дорог.

Инструкцией по правилам разрывов на городских дорогах и упорядочению планирования этих работ (утверждена Минжилкомхозом РСФСР 25 июля 1979 г.) предусматривается, что прокладка новых подземных сетей должна производиться одновременно с работами по строительству зданий и сооружений, строительству улиц и площадей, а на вновь осваиваемых территориях должна предшествовать им.

Важно, чтобы застройка районов и территорий велась комплексно по детально разработанным перспективным генеральным планам. Несоблюдение требования комплексного освоения территории застройки приводит к тому, что при строительстве микрорайонов внутри них остаются незастроенными отдельные участки и к их застройке приступают спустя несколько лет, при этом возникает необходимость сооружения новых коммуникаций. Это ведет к тому, что уже обжитые районы вновь превращаются в строительные площадки, разрушаются асфальтобетонные и другие покрытия.

Необходимо, чтобы после проведения строительных работ благоустройство селитебной территории завершалось в полном объеме.

Должно быть обеспечено сохранение существующей древесно-кустарниковой растительности, а по возможности и травяного покрытия и создание новых зеленых насаждений.

Необходимо стремиться к максимальному использованию всех незанятых территорий под озеленение, не допуская наличия не имеющих растительного покрова участков, которые обычно превращаются в места скопления различных отходов.

Переустройство и реконструкцию существующих подземных сетей целесообразно совмещать с реконструкцией дорожных покрытий и оснований. Прокладку и переустройство подземных сетей на магистралях и площадях, имеющих усовершенствованное покрытие, проводят по возможности закрытым способом без повреждения покрытий и зеленых насаждений. Вскрытие и снятие усовершенствованных покрытий на городских улицах и площадях, за исключением аварийных и других внеплановых разрывов, допускается лишь по истечении пяти лет после начала строительства или реконструкции подземных коммуникаций и с разрешения горисполкома. Грунт, вынутый из траншей и котлованов, должны сразу же увозить с места работы, или если он пригоден для обратной засыпки, то складировать его с одной стороны траншей.

2. УБОРКА ГОРОДСКИХ ДОРОГ

Одной из важнейших задач благоустройства современного города является содержание в чистоте (в соответствии с санитарными нормами) и в состоянии, отвечающем требованиям бесперебойного и безаварийного движения автотранспорта, улиц, площадей и других мест общего пользования путем их регулярной уборки летом и зимой. Среди работ, выполняемых в городах в целях улучшения охраны окружающей среды, уборка городских дорог занимает важное место. Влияние результатов уборки на состояние окружающей среды находится в прямой зависимости от качества ее выполнения и от того, насколько полно она охватывает весь необходимый комплекс мероприятий по удалению загрязнений, снега и льда с проезжей части и их устранению за пределы улиц или города.

Уборка городских дорог и комплекс условий, в которых она осуществляется, представляют собой сложный процесс взаимодействия уборочной техники с загрязнениями, снегом, льдом, а также с дорожными покрытиями и другими элементами дорожного благоустройства. Характер этого взаимодействия в значительной мере определяется планировкой дорожной сети и городской застройкой, полос дорожных зеленых насаждений, состоянием системы ливневой канализации и других элементов

инженерного благоустройства дорог, а также параметрами дорожного движения и климатическими условиями, поэтому процесс уборки городских дорог необходимо рассматривать как систему взаимосвязанных элементов, составляющие которой представляют динамическое целое. Параметры системы, представляющие собой характеристики ее элементов, можно разделить на постоянные и переменные. К постоянным относятся такие параметры, значительные изменения которых происходят только после проведения реконструктивных мероприятий. Они определяются еще на стадии проектирования с возможностью некоторого изменения в процессе эксплуатации — это характеристика дороги, ее покрытия, инженерного оборудования, озеленения, а также технические и эксплуатационные показатели уборочной техники. Переменные параметры характеризуют те свойства элементов системы, которые изменяются во времени и по своей физической природе могут быть отнесены к вероятностным — это состав и количество загрязнений, снега и льда, климатические факторы, уличное движение и др.

Оптимальное взаимодействие между элементами системы позволит достичь конечную цель — обеспечение высокой эффективности уборочных работ при максимальном соблюдении требований охраны окружающей среды. Для этого необходимо определить количественные и качественные связи внутри системы и установить их влияние на всю систему как единое целое. Для разработки эффективных путей обеспечения надлежащей чистоты городских дорог с наименьшим ущербом для окружающей среды необходимо изучить, как под действием различных параметров системы изменяются производительность техники, режимы и качество уборки, а также показатели состояния окружающей среды. По характеру связей между элементами системы можно выделить внешневоздействующие (неуправляемые) элементы — климатические явления (в том числе снег, лед, дождь) и управляемые — дорожные загрязнения, дорожное покрытие, инженерное оборудование (в том числе ливневая канализация, очистные сооружения), озеленение, уличное движение.

Совершенствование системы управляемых элементов производится в два этапа. На первом (базовом) этапе решаются вопросы оптимального функционирования си-

стемы на длительный период. Сюда входят проектирование (реконструкция) улиц, дорог, инженерных сооружений и озеленение с учетом требований прогрессивных методов механизированной уборки; ликвидация источников загрязнения улиц (благоустройство прилегающих территорий, асфальтирование примыкающих проездов и дворов и т. д.); разработка и внедрение новых методов зимней и летней уборки; совершенствование конструкций уборочных машин, позволяющих производить качественную уборку при наименьшем ущербе для окружающей среды. Уровень действия системы на первом этапе во многом предопределяет эффективность уборочного процесса на втором. Здесь решается вопрос организации процесса уборки с учетом переменных факторов. Сюда относятся назначение режимов уборки и маршрутов движения уборочной техники с учетом автомобильного движения, установление очередности уборки улиц, выбор технологии и техники с учетом выполнения требований качества уборки и охраны окружающей среды. Эффективность управления уборочным процессом на втором этапе зависит от наличия достаточной информации о состоянии дорожного покрытия, уборочной техники, режимов уличного движения, а также оперативной, непрерывной информации о состоянии погоды на каждый определенный период.

ЛЕТНЯЯ УБОРКА ГОРОДСКИХ ДОРОГ

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЙ ГОРОДСКИХ ДОРОГ

Летом на дорогах образуются загрязнения, состав, количество и санитарно-гигиеническая характеристика которых в большой степени зависят от состояния окружающей среды, в первую очередь атмосферы, и прилегающей территории.

Своевременно не удаленные с дорог загрязнения под действием ветра и движущегося транспорта могут переходить в воздух, загрязнять почву, смываться дождевыми водами в водоемы, оказывая отрицательное влияние на их состояние.

Дорожные загрязнения по источникам их образования условно подразделяют на следующие виды: загрязнения, выпадающие из атмосферы (под действием соб-

ственной массы или с дождевыми каплями); загрязнения, наносимые ветром или ливневыми и тальми водами на дороги с прилегающих неблагоустроенных территорий (продукты эрозии почвы, органические загрязнения, мусор и т. п.); загрязнения, являющиеся результатом движения автомобильного транспорта и пешеходов (продукты истирания асфальта и автомобильных шин, загрязнения с колес автотранспорта: масла и нефтепродукты, окурки, использованные пассажирские билеты, пищевые отходы и другой мусор).

Летние загрязнения на дорогах носят общее название — смёт. Под смётом понимаются загрязнения, которые с помощью подметально-уборочных машин или ручную могут быть собраны с дорожных покрытий.

По СНиП II-60-75*, смёт с твердых покрытий улиц для планирования следует принимать 5—15 кг, или 8—20 л на 1 м² в год. Плотность уличного смёта зависит от его состава и колеблется в пределах 0,6—1,6 т/м³. Часть загрязнений, находящаяся во взвешенном состоянии в воздухе и смываемая с дорог дождевыми и тальми водами, не может быть с достаточной точностью учтена и в расчет количества загрязнений при назначении режимов уборки обычно не принимается.

Наибольшую опасность в санитарно-гигиеническом отношении в составе смёта представляет собой пыль, особенно мелкодисперсная, способная подниматься в воздух. Вместе с тем эта фракция смёта труднее всего поддается уборке, так как частицы пыли прилипают к дорожному покрытию, забиваются в трещины, выбоины, поэтому она подвергается наиболее детальному исследованию.

В составе смёта фракция с размером частиц 1—20 мм, по данным ЛНИИ АКХ им. К. Д. Памфилова, имеет следующий гранулометрический состав:

Размеры частиц, мм	Содержание, % общей массы смёта
1	8,7—17,7
5	1,4—6,1
10	0,9—4,7
15	0,2—2,9
20	0,5—4,3

Органическая часть этой фракции составляет 10—11, а минеральная 89—90 % (в расчете на сухое вещество).

Польские специалисты провели гранулометрическое исследование частиц смёта (пыли) размером менее 1 мм.

Размеры гранул, мкм (10^{-6} м)	Содержание, %
0—10	3,2
10—60	6,5
60—90	4
90—150	13,8
150—300	25,8
300—750	46,7

Обычно это минеральная пыль, но при плохой очистке населенных пунктов в ней может содержаться значительное количество органики.

Средний химический состав пыли

Составляющие	Содержание, % по массе
Вода	0,9
Органика	3,6
SiO ₂	77,5
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	10,1
Fe ₂ O ₃	3,7
CaO	3,1
MgO	1,1

Средняя плотность пыли составляет 2,53 г/см³. Мелкие частицы пыли поднимаются с дорожного покрытия в воздух и способствуют повышению его запыленности. Крупные частицы пыли размером 10—100 мкм не могут длительно находиться во взвешенном состоянии, они не способны к диффузии и сравнительно легко оседают. Такие частицы редко проникают в легочные альвеолы и способны задерживаться в верхних дыхательных путях, вызывая раздражения и хронические воспаления. Частицы размером 10—0,1 мкм длительное время находятся во взвешенном состоянии, медленно оседают. Они проникают в глубь легких, задерживаются в альвеолах и тем самым оказывают вредное воздействие на легочную ткань. Мельчайшие частицы 0,1—0,001 мкм устойчиво взвешены в дисперсной среде и легко проникают в легкие. Вследствие высокой дисперсности они отличаются резко выраженной активностью и представляют собой опасность для здоровья людей.

Исследования Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова в Москве показали, что запылен-

ность воздуха находится в определенной зависимости от засоренности дорожного покрытия:

Засоренность покрытия, г/м ²	Число пылинок в 1 мл воздуха
6—20	470—800
21—40	850—1289
42—68	1304—1639

Запыленность воздуха над дорожным покрытием определяется на высоте 0,5; 0,7 и 1,5 м (на уровне дыхания взрослого человека).

В табл. 6 приводится фракционный состав пыли над дорожным покрытием.

Таблица 6. Содержание пылевых частиц по фракциям в воздухе над дорожным покрытием

Высота отбора проб от поверхности покрытия, м	Процентное содержание пыли с размером фракции, мкм							
	1—5	5—10	10—15	15—20	20—30	30—40	40—50	<50
0,5	—	1,2	5,2	17,4	43,2	23,4	6	3,6
0,7	0,3	4,0	27,4	39,4	16,3	11,3	1	—
1,5	35,6	34,9	17	10,1	2,2	0,2	—	—

Анализ запыленности воздуха над дорожным покрытием показывает, что в зоне дыхания преобладают частицы размером <20 мкм, являющиеся наиболее опасными для здоровья человека.

С пылью с дорожного покрытия в воздух попадает основная масса микроорганизмов. Частицы пыли, сорбируя микроорганизмы, оказываются обсемененной ими (в 1 г пыли содержится более 1 млн. микроорганизмов). Микроорганизмы и пыль, находясь в воздухе во взвешенном состоянии, образуют систему бактериальных аэрозолей.

Находки патогенных и условно-патогенных бактерий указывают на существенное гигиеническое и эпидемиологическое значение пыли. В крупных населенных пунктах бактериальное загрязнение воздуха, как правило, выше, чем в пригородах. Это объясняется тем, что процесс оседания аэрозолей в условиях интенсивного уличного движения происходит медленнее, чем в малопод-

вижном воздухе. Кроме того, в городе слабее эффективность ультрафиолетовой радиации (за счет понижения прозрачности атмосферы).

Ниже приведены показатели содержания бактерий в воздухе Москвы в зависимости от места взятия проб:

Район взятия проб	Количество бактерий в 1 м ³ воздуха
Жилые	680
Промышленные	684
Привокзальные	1070
Магистральные	1180
Зеленая зона	350

Бактериальным аэрозолям принадлежит большая роль в распространении инфекционных заболеваний и в первую очередь гриппа. Через воздух передаются и возбудители других инфекционных заболеваний: скарлатины, кори, коклюша, чумы, туберкулеза.

О влиянии дорожных загрязнений на состояние поверхностных вод и водоемов можно судить по санитарно-эпидемиологической характеристике поверхностного стока, особенно поливомоечного. Вместе с тем изучение поверхностного стока позволяет дать более углубленную характеристику дорожных загрязнений. Необходимо учитывать, что существует сложная взаимозависимость между дорожными загрязнениями, состоянием приземных слоев атмосферы над дорогой, благоустройством прилегающих территорий и содержанием загрязнений в поверхностных стоках.

Как отмечалось выше, наибольшую долю дорожных загрязнений составляют продукты эрозии почвы, наносимые ветром и поверхностными водами. В широких пределах может колебаться вынос на дорогу взвеси поверхностным стоком с селитебной территории. Он зависит прежде всего от рода и состояния дорожных покрытий в прилегающем к дороге районе, доли площадей с открытым эродирующим грунтом, уровня организации и применяемой технологии уборки территорий, удаления бытового мусора и ряда других факторов. Взаимовлияние некоторых из них можно проследить по следующим данным (см. «Временные рекомендации по предотвращению загрязнения вод поверхностным стоком с городских территорий»/РосгипроНИИсельстрой, М., 1979):

Характеристика участка

Среднее содержание взвешенных веществ, г/л

Современная жилая застройка	1,4—1,5
Недостаточное благоустройство территорий с преобладанием усадебной застройки	1,8—2,5
Селитебная территория с высоким уровнем благоустройства и регулярной механизированной уборкой дорожных покрытий вакуумными подметальными машинами	0,3—1

В Москве работники Главмосдоруправления (лаборатория по анализу поверхностного стока треста Горгидроремонта) также провели исследования по выявлению градостроительных и других факторов на загрязнение поверхностного стока, в том числе и с городских дорог:

Характеристика зоны

Содержание взвешенных веществ (предельные значения), г/л

Центральная часть города	0,04—0,96
Новая жилая застройка	0,11—4,83
Проезды с интенсивным движением транспорта	0,07—3,9

Содержание взвесей в поливомоечном стоке определяется в пределах 3—5 г/л. Основная масса взвешенных веществ в поверхностном стоке представлена мелкодисперсными частицами.

Фракционный состав взвешенных частиц

Размер, мм	Содержание, %
Более 0,1	0,2—0,3
0,1—0,05	3—10
0,05—0,01	13—63
0,01—0,005	8—14
0,005	15—65

Высокое относительное содержание в твердой фазе поверхностного стока с дороги мелкодисперсных частиц указывает на эффективность гидравлического метода очистки дорожного покрытия. Вместе с тем их малая способность к агломерации обуславливает низкую скорость осаждения взвеси при отстаивании и трудность очистки поверхностных стоков.

Взвесь является в основном продуктом эрозии почвы и имеет минеральное происхождение. Летучие дождевого и поливомоечного стока составляют около 30 % общей массы взвешенных веществ. Содержание органических веществ (биологически окисляемых) в среднем составляет 40—120 мг/л по БПК-5. В формировании дорожных загрязнений заметную роль играют загрязнения, поступающие из атмосферы с дождевыми каплями. Во время дождя частицы пыли, неосевшие аэрозоли, выхлопные газы и прочие загрязнения, содержащиеся в атмосферном воздухе над дорогой, увлекаются дождевыми каплями и выпадают на дорожную поверхность, увеличивая накопившиеся на ней загрязнения. Эти загрязнения с атмосферными или поливомоечными водами выносятся по ливневой канализационной сети и попадают в открытые водоемы. Из атмосферы каплями дождя захватывается примерно 12—20 мг твердых частиц на 1 л дождевой воды. Эти загрязнения во многом определяют присутствие на дорожном покрытии и в дождевом стоке химических веществ, характеризующих промышленные выбросы и загрязнение атмосферы в результате автомобильного движения. Они в основной своей массе растворимы в воде. Общее содержание растворимых примесей в дождевом стоке с дорог в среднем составляет около 300 мг/л.

Показатели качества дождевых стоков с дорог

Показатели	Средние значения
pH	7,9—8,2
Кальций Ca ²⁺ , мг/л	46—87
Магний Mg ²⁺ , мг/л	2—17
Натрий и калий, мг/л	36
Хлориды Cl ⁻ , мг/л	25—55
Сульфаты SO ₄ ²⁻ мг/л	64—120
Кремний SiO ₂ , мг/л	28—53

Изучение загрязнений поверхностных стоков позволяет более глубоко изучить некоторые специфические составляющие дорожных загрязнений. К ним относятся прежде всего эфирорастворимые примеси, поскольку установлено, что их содержание в поверхностном стоке определяется в основном интенсивностью движения автотранспорта. По данным Главмосдоруправления, содержание эфирорастворимых в дождевом стоке значительно колеблется.

Характер зоны

Характер зоны	Содержание эфирорастворимых (предельные значения),
	мг/л
Центральная часть города	6—80
Новая жилая застройка	8—260
Проезды с интенсивным движением транспорта	7—275

Среднее значение этого показателя в дождевом стоке 45—80 мг/л, а в поливомоечном — 100 мг/л.

Определено также, что в поверхностном стоке содержатся продукты истирания и разрушения асфальтовых покрытий в количестве 15—30 мг/л, что соответствует 40—50 г твердых частиц на 1 м² поверхности дороги в год.

Многими исследованиями как в нашей стране, так и за рубежом отмечалась высокая степень бактериальной зараженности поверхностного стока. Большая часть бактерий находится в твердой фазе стока. Это подтверждает выводы о том, что загрязнения на дорогах опасны в санитарно-эпидемиологическом отношении. Судя по анализам, дождевой сток имеет состав микрофлоры, присущий среднезагрязненной почве. Так, коли-титр в них составляет 10⁻¹—10⁻⁶. Наиболее неблагоприятное влияние на санитарное состояние водоемов оказывают взвешенные вещества, содержащиеся в поверхностных стоках.

При сбросе в водоемы грубодисперсные примеси частично осаждаются в створе гидроприемника и ниже по течению. Это способствует постоянному заиливанию водоема, препятствует нормальному протеканию биологических процессов на дне водоема, в результате окисления органических составляющих осадка в воде создается некоторый дефицит кислорода. В толще наносов происходят анаэробные процессы разложения (гниение органического вещества), сопровождающиеся выделением дурнопахнущих газов метана и сероводорода.

Поверхностным стоком с дорог и дворовых территорий смывается значительное количество плавающих веществ и предметов (обрывки бумаги, окурки, листья, нефтепродукты и др.), ухудшающих органолептические свойства воды и портящих внешний вид водоемов.

Нефтепродукты, поступающие с поверхностными сточными водами, могут также существенно влиять на

кислородный режим водоемов. Возможным источником заражения водоемов являются бактерии и вирусы, содержащиеся в поверхностном стоке. Таким образом, в подавляющем большинстве случаев, поверхностный сток с городских дорог, особенно поливомоечный, надо подвергать очистке.

МОЙКА И ПОЛИВКА ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ

Назначением мойки является удаление загрязнений с дорожных покрытий. Мойку применяют на дорогах, имеющих водонепроницаемое покрытие, не подверженное разрушению под действием струи воды, подаваемой под давлением. Мойку можно производить прежде всего на дорогах с асфальтобетонным и цементобетонным покрытием, находящимся в исправном состоянии, не имеющим трещин, через которые вода может проникать в основание дороги. Должен быть обеспечен также надлежащий сток воды, дорога должна иметь соответствующий поперечный и продольный уклоны, закрытую систему водоотведения.

Первая задача процесса мойки состоит в том, чтобы отделить пыль и другие загрязнения от поверхности дороги и переместить их в направлении лотка. Оба эти элемента процесса связаны между собой и только при выполнении их решается поставленная задача. Если загрязнения будут отделены от поверхности дороги, но не перемещены в лоток, то операция мойки потеряет смысл, так как при высыхании дороги загрязнения, не связанные теперь с поверхностью дороги, могут явиться источником образования большого количества мелкодисперсной пыли, чем до мойки.

Эффективность перемещения частиц, взвешенных в воде во время мойки дорожного покрытия, кроме устройства дорожного полотна, определяется следующими факторами: скоростью потока воды, концентрацией загрязнений в потоке воды, расстоянием перемещения, размером частиц загрязнений и их плотностью, направлением струи.

Скорость потока должна быть такова, чтобы было обеспечено нахождение частиц загрязнений, смытых с дорожной поверхности в потоке во взвешенном состоянии. Поскольку наибольшую опасность для здоровья че-

ловека представляют мелкие частицы загрязнений, которые в сухом состоянии могут вновь подняться с дорожного покрытия при движении автомашин и повысить запыленность воздуха, то скорость потока выбирается из условий обязательного их устранения с дороги. Большое значение имеет длина пути перемещения частиц по поверхности покрытия, в связи с чем эффективной считается мойка при ширине 8 м.

Несмотря на стремление достичь наилучших результатов при наименьших расходах воды, чрезмерная ее экономия не позволит дать надлежащего эффекта. Расход воды при мойке проезжей части дороги должен составлять не менее 0,8—1,1 л/м², а при мойке лотков — 3—4 л/м².

Мыть проезжую часть целесообразно только ночью (из условий дорожного и пешеходного движения). Мойка улиц днем не эффективна, так как автотранспорт, перемещаясь по мокрому покрытию, оставляет на нем загрязнения, налиплие на колеса. В межсезонный период, когда температура воздуха может переходить через 0 °С, мыть дорожные покрытия не рекомендуется.

В зависимости от числа полос движения смывание загрязнений с проезжей части дороги осуществляется при однократном или многократном проходе одной машины (или колонны машин). Однако одна операция мойки проезжей части еще не дает должного эффекта уборки проезда. Грязь потоками воды смывается к лотку и только 40—50 % загрязнений вместе с водой попадает в ливневую канализацию, остальные же загрязнения выпадают из потока воды в силу его недостаточной несущей способности. Для удаления из прилотковой части загрязнений, образовавшихся после мойки проезжей части, необходимо провести вторую операцию — мойку лотков (той же поливомоечной машиной) или механическое подметание подметально-уборочной машиной.

Снижение запыленности воздушного бассейна над городскими дорогами является также важной задачей летней уборки. В первую очередь поливают улицы, отличающиеся повышенной запыленностью. К ним относятся улицы с усовершенствованным или твердым покрытием, но недостаточным уровнем благоустройства (отсутствие зеленых насаждений, неплотностью швов покрытия и т. д.). Поливку можно производить на городских дорогах с любым видом дорожного покрытия.

Поливку производят теми же машинами, что и мойку, но насадки устанавливают таким образом, чтобы струя воды из обоих насадков направлялась вперед и несколько вверх, причем наивысшая точка струи находилась бы на расстоянии около 1,5 м от дорожного покрытия.

Исследования процесса механизированной поливки дорожных покрытий показали, что механизированная поливка обеспечивает снижение запыленности воздуха над всей убираемой улицей, включая тротуары. Высота слоя обеспыленного воздуха соответствует высоте струи над дорожным покрытием. Запыленность воздуха после поливки уменьшается в 2 раза. В результате поливки происходит также изменение микроклимата — увеличение относительной влажности воздуха, снижение его температуры и поверхности дорожного покрытия. Однако эти изменения невелики и составляют не более 15—20 % первоначальной величины этих характеристик. Достигнутое в результате поливки снижение запыленности и изменение микроклимата сохраняются недолго, и спустя 40—60 мин величина характеристик восстанавливается до первоначального значения. Увеличение плотности поливки свыше 0,25 л/м² не оказывает заметного влияния на продолжительность периода восстановления запыленности и микроклимата после поливки.

Поливомоечные машины. Поливомоечные машины выполняют механизированную мойку асфальтобетонных и цементобетонных дорог и их прилотовых участков, а также поливку улиц для снижения запыленности воздуха в целях улучшения микроклимата. Кроме того, поливомоечные машины используют для поливки зеленых насаждений. Поливомоечные машины должны обеспечить: высокую степень отделения струей воды пыли и загрязнений от поверхности дорожного покрытия; перемещение загрязнений в потоке воды в прилотовую часть дороги; при промывке лотков качественный смыв загрязнений, осевших после мойки проезжей части в ливневую канализацию.

Отечественной промышленностью выпускаются машины ПМ-130Б и КО-705А. ПМ-130Б монтируется на шасси серийно выпускаемого автомобиля ЗИЛ-130-76. КО-705А — универсальная уборочная машина на базе трактора Т-40А с двигателем 37 кВт, в комплект специального оборудования которой входит поливомоечное оборудование,

Характеристика поливомоечных машин

	ПМ-130Б	КО-705А
Тип шасси автомобиля	ЗИЛ-130-76	Одноосный прицеп
Вместимость цистерны, л	6000	4000
Ширина обрабатываемой полосы, м:		
при мойке покрытий	8	5
при поливке »	15—18	13
при мойке прилотовых участков, не более	2,5	—
Расход воды, л/м²:		
при мойке покрытий	0,9—1,1	0,85
при поливке покрытий	0,25—0,30	0,35
при мойке прилотовых участков, не более	4	—
Рабочее давление воды, МПа (кгс/см²)	0,35—0,4 (3,5—4)	0,4 (4)
Рабочая скорость движения машины, км/ч:		
при мойке прилотовых участков	4—8	—
при мойке и поливке дорожного покрытия	20	10
Транспортная скорость, м/с (км/ч)	9,7 (35)	5,6 (20)
Масса, кг:		
машины с оборудованием	5500	1650
оборудования	1760	—

Машина ПМ-130Б состоит из базовой части — шасси автомобиля ЗИЛ-130-76 (рис. 2), поливомоечного оборудования, гидросистемы и привода. Поливомоечное оборудование включает цистерну, сетчатый фильтр, центральный клапан, водяной насос и систему трубопроводов с арматурой, двумя поворотными соплами впереди машины. Отбор мощности для привода рабочих органов и механизмов машины осуществляется от двигателя базового шасси через коробку перемены передач автомобиля и раздаточную коробку. Одним из основных элементов спецоборудования машины является сварная цистерна из листового проката, система всасывающих и нагнетательных трубопроводов.

Цистерна через фильтр, центральный клапан и заборную трубку сообщается с водяным насосом. Рядом с центральным клапаном находится отстойник для осаждения грязи, попавшей в цистерну. Вода из насоса попадает под давлением в нагнетательную ветвь трубопро-

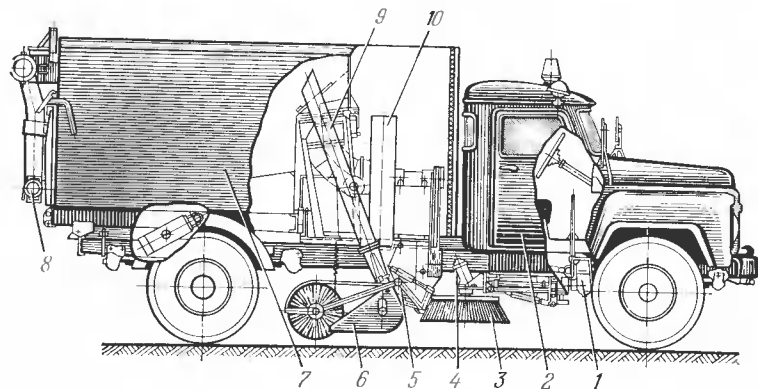
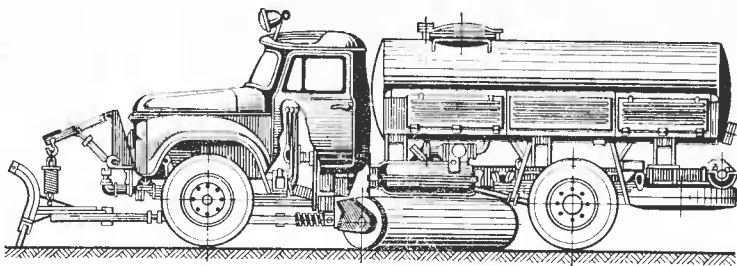


Рис. 2. Машина ПМ-130Б со съемным зимним оборудованием (сверху); подметально-уборочная машина с двухступенчатой подачей смета КО-309

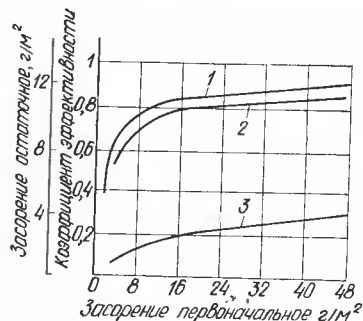


Рис. 3. Эффективность подметания и мойки улиц

1 — эффективность подметания; 2 — эффективность мойки; 3 — остаточное загрязнение

водов и через распределительные краны — к соплам, через которые производятся поливка и мойка. Цистерны заполняются водой как от водопроводной сети (через пробковый кран), так и из водоема (через заборную трубу). Поливомоечная машина снабжается двумя пово-

ротными соплами, состоящими из поворотного устройства и насадка.

Поливомоечное оборудование машины КО-705А состоит из цистерны вместимостью 4 м³, насоса с редуктором, всасывающего трубопровода и напорного трубопровода с соплами. Это оборудование позволяет наполнить цистерну из гидранта или водоема, производить мойку усовершенствованных покрытий с любой стороны прицепа, поливать зеленые насаждения, забирать воду из водоема и подавать ее под давлением через задний рукав, минуя цистерну, а также подавать воду непосредственно из цистерны в напорный рукав.

Пыль и грязь отделяются от поверхности дорожного покрытия высоконапорной струей, которая должна обеспечить необходимое смывающее воздействие на дорожное покрытие при минимальном расходе воды. Рабочее давление, обеспечиваемое выпускаемыми у нас поливомоечными машинами, составляет 0,4 МПа (4 кгс/см²). Расход воды при мойке прилотовых участков — до 4 л/м².

Качество уборки загрязнений при мойке улиц оценивают по той же методике, что и при оценке качества работы подметально-уборочных машин. Считается, что поливомоечные машины должны обеспечивать эффективность уборки $K_{эф}$ не менее 0,85 (с учетом промывки лотков) в зависимости от степени первоначального загрязнения дорожного покрытия (рис. 3).

Развитие конструкций поливомоечных машин идет в направлении увеличения единичной мощности машины (грузоподъемности шасси и вместимости цистерны) и повышения рабочего давления, что должно повысить эффективность мойки. В новых моделях рабочее давление воды будет составлять 1,2—1,4 МПа.

ПОДМЕТЕНИЕ УЛИЦ

Механическое подметание является одной из основных операций уборки усовершенствованных дорожных покрытий. Подметают прежде всего улицы, где не рационально применять мойку по условиям профилирования и благоустройства дороги — это дороги с недостаточным для стока поливомоечных вод поперечным и продольным уклонами и дороги, не имеющие ливневой

канализации. При этом учитывается возможность очистки поливочных вод перед сбросом в водные источники. Подметание также применяют в сочетании с мойкой как завершающую операцию по удалению с прилотовой полосы загрязнений, вынесенных в результате мойки покрытий.

На технологию подметания и организацию движения подметальных машин большое влияние оказывают количество загрязнений и характер их распределения по ширине проезжей части, который определяется в основном интенсивностью движения транспортных средств. При интенсивности движения, не превышающей 40—60 автомашин в час, и скорости до 30—40 км/ч (8,4—11,1 м/с) загрязнения распределяются сравнительно равномерно по ширине дороги.

На улицах с большей интенсивностью движения загрязнения отбрасываются под действием движущегося транспорта к бортовому камню и сосредотачиваются вдоль него полосой до 1,5 м. На широких улицах, имею-

щих разделительную полосу, часть загрязнений скапливается на этой части дороги (рис. 4).

При мойке улиц поливочными машинами смываемой водой загрязнения оседают также в прилотовой полосе шириной до 1,5 м. Наблюдения показали, что в зависимости от интенсивности уличного движения количество загрязнений в средней части дороги (на разделительной полосе) колеблется от 0,5 до 15 г/м² дорожного покрытия, в прилотовой зоне 5—150 г/м², а в ряде случаев может достигать 200 г/м² и более. Приведенные данные относятся к дорогам, подвергающимся систематической уборке в соответствии с принятой технологией и периодичностью.

Таким образом, на дорогах с интенсивным движением в основном практически убирают зоны скопления загрязнений. Периодичность выполнения операций летней уборки улиц в зависимости от категории дорог приводится в «Инструкции по организации и технологии механизированной уборки населенных мест» (М.: Стройиздат, 1980). Периодичность уборки определяется из условий предельно допустимого накопления загрязнений на дороге с усовершенствованными покрытиями в благоустроенных жилых районах — 30 г/м², на дорогах, примыкающих к дворовым территориям с неусовершенствованными покрытиями, — 50 г/м². Считают, что при таких загрязнениях запыленность воздуха на дороге на уровне дыхания человека (1,5 м) не должна превышать предельно допустимой нормы. Однако в условиях увеличивающейся интенсивности движения автотранспорта, фоновых загрязнений воздуха в современных городах, а также ужесточения требований охраны окружающей среды эти нормативы подлежат уточнению.

Подметально-уборочные машины выполняют механизированное подметание усовершенствованных покрытий с одновременным сбором смёта и последующей транспортировкой его на место складирования. Подметально-уборочные машины должны отвечать следующим требованиям: обеспечить высокую степень сбора смёта и ограничение до минимума или полное отсутствие пыления при работе машины, максимальную очистку воздуха перед выбросом. Выпускаемые подметально-уборочные машины обеспечивают уборку асфальтобетонных или цементобетонных покрытий, имеющих ровную поверхность без выбоин, бугров, при утоплении заподлицо с

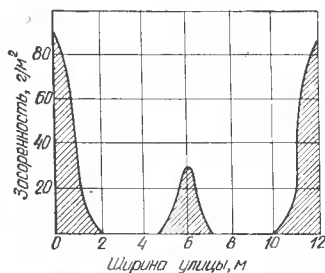
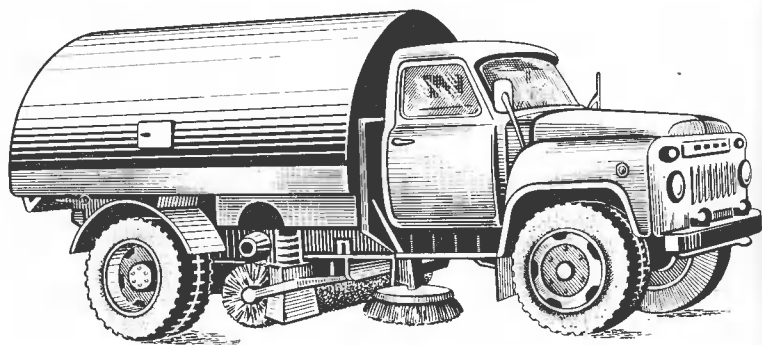


Рис. 4. Распределение загрязнений по ширине улицы

Рис. 5. Подметально-уборочная машина КО-304А



покрытием крышек колодцев и исправным бортовым камнем. Подметание может осуществляться при сухих покрытиях дорог и положительных температурах воздуха (ввиду наличия системы увлажнения). Машины также обеспечивают перевозку собранного смёта в места централизованного сбора и его механизированную разгрузку.

Отделение мусора и смёта от дорожного покрытия в современных подметально-уборочных машинах в большинстве случаев осуществляется с помощью вращающихся щеток (в некоторых зарубежных моделях с помощью мощной струи воздуха). Подметально-уборочная машина обычно снабжается одной центральной щеткой и одной или двумя боковыми. Общая схема работы подметально-уборочной машины следующая: лотковые щетки отделяют загрязнения и перемещают их в зону работы центральной цилиндрической щетки, которая направляет смёт в транспортер, перемещающий его в бункер-накопитель. Щетки располагают с таким расчетом, чтобы при подметании закруглений улиц не оставалось участков покрытий с необрунным смётом. При этом лотковые щетки подвешивают так, чтобы обеспечить подметание полосы дороги, выходящей за габариты задних колес машины.

Качественное отделение загрязнений от дорожных покрытий обеспечивается за счет материала щеток (достаточная жесткость и упругость при большой устойчивости к истиранию), достаточного усилия прижатия щеток, соответствующей частоты их вращения (при определенной скорости машины). Возможность обеспечения постоянного, заранее отрегулированного усилия прижатия щеток к дорожному покрытию обеспечивается устройством узла подвески щетки. Привод щеток должен обеспечивать не только изменение частоты вращения, но и плавную ее регулировку.

Транспортировка смёта от центральной щетки в бункер производится механически (непосредственно щетками или специальным транспортером) либо пневматически (в бункере создается разрежение). Разрежение в бункере создается с помощью мощного вентилятора, приводимого в действие от двигателя автомобиля. Стабильный режим работы вентилятора, не зависящий от скорости движения машины, может быть обеспечен только при установке автономного двигателя для его привода. Раз-

работка таких машин позволит повысить эффективность очистки дорожного покрытия и даст возможность осуществлять уборку при значительном загрязнении дороги (до 1 кг/м²). Очистка воздушного транспортирующего потока происходит за счет резкого изменения его скорости при входе в бункер и увлажнения смёта.

Обеспыливание процесса подметания (сокращение пыления при работе машины) достигается двумя способами: увлажнением смёта до подметания (иногда и при движении его в бункер) и пневматическим (отсасыванием пыли из зоны подметания с последующей очисткой воздуха). Подача воды для обеспыливания должна осуществляться в пределах 0,02—0,05 л/м² в зависимости от засоренности покрытия.

Качество уборки зависит не только от характеристик и технического состояния спецоборудования, но и от первоначального загрязнения покрытий. Современные машины должны обеспечивать уборку покрытий с первоначальным загрязнением до 80 г/м², а на отдельных участках до 200 г/м².

Последними моделями отечественных подметально-уборочных машин являются КО-304А (рис. 5) и КО-309 (киевский экспериментальный завод «Дормаш»).

Характеристика машин КО-304А и КО-309

	КО-304А	КО-309
Базовое шасси	ГАЗ-53-02	ГАЗ-53-14
Ширина подметания:		
с одной лотковой щеткой	2150	2250
с двумя лотковыми щетками	—	2800
Полезная грузоподъемность, кг	2000	2875
Бак для воды, м ³	—	0,7
Рабочая скорость, м/с (км/ч)	0,86—4,6 (3,1—16,5)	1,67—4,6 6—16,5
Транспортная скорость, м/с (км/ч)	—	16,7 (60)
Диаметр щеток, мм:		
лотковой	800	800
центральной	490	470
Габариты, м	5,8×2,6× ×2,6	6,19×2,27× ×2,6
Производительность (техническая) м ² /ч	—	45 500
Масса, кг:		
снаряженной машины	5440	4875
спецоборудования	2250	2285

Спецоборудование подметально-уборочной машины КО-309 состоит из щеточного подборщика, двух торцевых лотковых щеток, пневмотранспорта, бункера-мусоросборника, водяного бака, вентилятора, системы увлажнения. Подметально-уборочная машина КО-309 имеет подборщик смета комбинированного типа с двухступенчатой подачей смета в пневмотранспортер. Вначале смет забрасывается щеткой в промежуточный лоток, откуда затем подается шнеком к всасывающему соплу пневмотранспортера, который герметично соединен с бункером — мусоросборником. Эффективность очистки значительно повышается и достигает значения 0,9 при уровне начальной загрязненности 500 г/м².

Преимущество машины КО-309 перед выпускающимися ранее моделями также состоит в том, что она имеет вспомогательный подборщик для уборки мусора из куч, урн и труднодоступных мест. Вспомогательный подборщик смонтирован на задней стенке бункера и представляет собой гибкий рукав с жестким насадком на конце.

При работе вспомогательный подборщик подсоединяется к патрубку на задней стенке бункера, а основной пневмотранспортер перекрывается специальной заслонкой. Для уменьшения усилий оператора гибкий рукав вывешивается на специальной поворотной стреле.

Конструкция подметально-уборочной машины наряду с такими параметрами, как ширина обрабатываемой полосы, рабочая скорость, вместимость бункера смета, характеризуется показателем степени удаления смета с дорожного покрытия — коэффициентом эффективности $K_{эф}$ и уровнем запыленности воздуха в зоне работы машины C .

Коэффициент эффективности определяется по следующей формуле:

$$K_{эф} = (G_1 - G_2) / G_1,$$

где G_1 — масса смета на дорожном покрытии до прохода машины (первоначальное загрязнение), г/м²; G_2 — масса смета на дорожном покрытии после прохода машины (остаточное загрязнение).

Современные подметально-уборочные машины имеют $K_{эф} = 0,85 - 0,9$ (при нормальных эксплуатационных и погодных условиях, при исправном и хорошо отлаженном оборудовании). Количество загрязнений (в натуральных показателях), оставшееся на поверхности дороги при однократном проходе машины, определяется

уровнем первоначального загрязнения. Так, при первоначальном загрязнении 30 г/м² на поверхности дороги останется не более 5 г/м², при загрязнении 80 г/м² — около 10 г/м², а при 200 г/м² уже 20—35 г/м². Количество оставшихся загрязнений можно сократить при повторном подметании участка. Вместе с тем самые мелкие частицы смета (мелкодисперсная пыль) не могут быть полностью удалены с покрытия, они прилипают к нему при увлажнении дорог во время подметания, остаются в порах, выбоинах, углублениях. Кроме того, мелкие частицы поднимаются в воздух во время работы подметально-уборочной машины, а после ее прохода вновь оседают на дорожное покрытие и прилегающие территории, поэтому важным показателем работы подметально-уборочных машин является их воздействие на запыленность приземных слоев уличного воздуха C . Идеальной была бы машина, которая, очищая дорожную поверхность, не допускала бы повышения запыленности воздуха.

Увеличение запыленности воздуха, вызываемое работой подметально-уборочных машин, определяется формулой

$$C = C_p - C_{ф},$$

где C_p — запыленность воздуха в зоне работы машины, мг/м³; $C_{ф}$ — пылевой фон атмосферного воздуха перед машиной, мг/м³.

В настоящее время нет утвержденных гигиенических требований, определяющих содержание пыли в зоне работающих подметально-уборочных машин. Считается, что устанавливаемое на современных машинах оборудование (пневматические всасывающие устройства, система увлажнения, фильтры) должно обеспечить такое положение, чтобы запыленность в зоне работы машины не превышала запыленности окружающей среды на 10 мг/м³. Разрабатываются машины, обеспечивающие практически беспыльную работу, при первоначальном загрязнении до определенного уровня (в пределах 200 г/м²). Окончание разработки таких машин и их внедрение в практику уборки дорог значительно повысит санитарно-гигиенические показатели процесса подметания.

Обычный режим уборки дорог нарушается и осенью во время листопада. Небольшое количество листьев убирают подметально-уборочными машинами с пневматической транспортировкой смета. Эта операция осуществляется одновременно с подметанием дорожного покрытия.

Современные подметально-уборочные машины могут быть переоборудованы в машины по уборке опавших листьев, для чего их укомплектовывают специальными заборными шлангами. Для удаления большого количества листьев в период интенсивного листопада проводят специальные работы.

Установленные режимы подметания дорожных покрытий могут быть соблюдены только после удаления грунтовых наносов. Межсезонные грунтовые наносы (остатки противогололедных материалов, грунт, наносимый талыми водами) убирают машинами с плужно-щеточным зимним оборудованием, разрыхляют грейдерами, грузят погрузчиками в автомашины и вывозят. Наносы после ливневых дождей обычно устраняют промыванием поливомоечными машинами.

ЗИМНЯЯ УБОРКА ГОРОДСКИХ ДОРОГ

Зимняя уборка городских дорог является одной из функций городской коммунальной службы, направленной на создание и поддержание нормальных условий проживания в городе. Задачей зимней уборки является обеспечение содержания городских дорог зимой в состоянии, наиболее отвечающем требованиям бесперебойного и безопасного движения автотранспорта, нарушение которого может вызвать сбой в ритмичной работе промышленных, коммунальных, торговых, учебных, культурно-просветительных и других учреждений и предприятий. С этой целью осуществляются следующие виды работ: расчистка дорог от выпавшего снега, предотвращение уплотнения снега и появления снежно-ледяных образований; удаление снежных валов с проезжей части, образующихся в результате перемещения снега в процессе ее расчистки; очистка покрытий от уплотненного снега и льда; борьба со скользкостью на дорогах при гололеде; эксплуатация снежных свалок, пескобаз и других технических сооружений по зимней уборке дорог.

Вместе с тем зимняя уборка включает в себя много природоохранных мероприятий, задачей которых является снижение вредного воздействия на окружающую среду загрязнений, образующихся на дорогах зимой. Основными загрязнениями дорог зимой являются противогололедные соли, песок и другие инертные материалы,

которые при современной технологии зимней уборки в больших количествах попадают в снег. Кроме того, снег, проходя через загрязненную городскую атмосферу, адсорбирует вредные вещества, в том числе из выхлопных газов автотранспорта. В снеге накапливаются твердые частицы выбросов промышленных и коммунальных предприятий. На дорогу попадают строительные и другие сыпучие материалы, рассыпающиеся при транспортировке, грунт со строительных площадок, а также горючесмазочные материалы от автотранспорта. Эти загрязнения на дорогах оказывают отрицательное воздействие на дорожные покрытия, транспорт, мосты, тоннели, инженерные сооружения, зеленые насаждения и другие элементы дорожного благоустройства. Все попадающие на дорогу загрязнения смешиваются со снегом, убираемым с дорог, который затем складировуют в придорожной полосе, вывозят на снежные свалки, сбрасывают в реки и другие открытые водоемы, что вызывает гибель растений, загрязнение почвы и воды. При таянии снега все содержащиеся в нем загрязнения переходят в талые воды, которые в свою очередь без надлежащей их очистки могут явиться причиной загрязнения окружающей среды. Необходимо дальнейшее углубленное изучение природы и характера загрязнений и их воздействия на объекты окружающей среды.

Соблюдение технологии и режимов уборки, нормативов распределения солей, песка и других противогололедных материалов, условий приема и сбрасывания снега в водоемы и другие организационные мероприятия могут в некоторой степени снизить отрицательный экологический эффект зимней уборки городских дорог.

Немаловажное значение имеет создание и поддержание соответствующих эксплуатационных условий, осуществление требований зимней уборки к устройству дорог, их озеленению и благоустройству. Вместе с тем в условиях интенсификации автомобильного движения в городах современная технология и применяемые у нас технические средства не могут в полной мере обеспечить выполнение возросших требований охраны окружающей среды. При разработке новых методов и технических средств необходим комплексный учет требований содержания дорог в надлежащем состоянии и требований охраны объектов окружающей среды от загрязнений. Новые методы и технические средства должны обеспечи-

вать качественную уборку снега и льда с дорожных покрытий и их удаление с наименьшим ущербом для окружающей среды.

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАГРЯЗНЕНИЙ СНЕГА В ГОРОДАХ

Снежный покров представляет собой естественный накопитель загрязнений зимой. Показатели загрязнения снежного покрова в городах и по массе, и по составу являются суммарным результатом воздействия многих источников. При прохождении снежинок через приземные слои атмосферы в них фиксируются воздушные взвеси. В условиях урбанизированных территорий снежный покров загрязняется также за счет выпадений твердых частиц из атмосферы под действием собственной массы. Это в основном выбросы промышленных и коммунальных предприятий, а также продукты неполного сгорания бензина. Кроме того, снег в значительной степени загрязняется применяемыми при зимней уборке улиц абразивными материалами (песком, шлаком и т. п.), а также противогололедными химическими материалами.

Специалисты Л. Н. Алексинская, Ю. Е. Саэт, В. И. Филиппов проводили изучение снежной массы на снегосвалках. Пробы снега брали на шести снегосвалках, обслуживающих разные районы крупного промышленного города. Определялось содержание химических элементов как в талой воде снега, так и в твердом осадке (отделенном на центрифуге). Содержание химических элементов в воде снега сравнивалось с предельно допустимыми концентрациями для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, а также с фоновыми содержаниями, определенными за пределами урбанизированных территорий (табл. 7).

В таблице показано соотношение средних содержаний элементов в воде свалок в мг/л (X) с ПДК (K_1) и фоновым загрязнением (K_2).

В талой воде снега содержание хлор-ионов составляло в среднем 206—3413 мг/л (предельное 6125 мг/л), что превышает ПДК в 9,8 раза (предельно 17 раз). По сравнению с городским фоном повышено содержание сульфат-иона до 6 раз, стронция — до 9, кобальта — до 20, меди — до 2,5 раза. Максимальное содержание хлор-иона, азотистых соединений и общего железа в талой

Таблица 7. Содержание химических элементов в талой воде снегосвалок

Номер свалки	Cl ⁻		SO ₄ ⁻			Азотистые соединения	
	X	K ₁	X	K ₁	K ₂	X	K ₁
1	780	2,2	125	0,25	3	4,4	0,4
2	2625	7,5	177	0,35	4,3	1,07	0,1
3	206	0,6	54	0,2	1,3	2,6	0,3
4	875	2,5	170	0,34	4,1	2,2	0,2
5	3413	9,8	268	0,54	6,5	2,5	0,3
6	3063	8,8	153	0,3	3,8	6,4	0,6

Примечание: при определении содержания Cl⁻ K_2 не определялось; при определении азотистых соединений во всех случаях $K_2 < 1$.

воде отмечалось в пробах снега, вывезенного с территорий, где развито автомобильное движение. Увеличение содержания микроэлементов (стронция, никеля, кобальта) отмечается на территориях промышленных зон. Количество твердого материала в пробе снега колеблется от 1,7 до 24,5 г/кг снежной массы. Максимальное количество твердого материала содержится в пробах из промышленных зон и с участков магистралей с интенсивным автомобильным движением.

Содержание химических элементов в твердом осадке снега сравнивалось со средним содержанием элементов в донных осадках водостока и со средним содержанием элементов в снегу городских территорий в жилых кварталах. В твердом осадке снега, сбрасываемого в реки, содержание марганца, хрома, ванадия, никеля, кобальта, меди, серебра, цинка, олова, молибдена в 2,7—800 раз превышает содержание в донных осадках на фоновых участках водостоков. Наиболее значительные превышения над фоном у серебра — до 800 раз, цинка — 75, свинца — до 46 раз. Максимальное содержание хрома, никеля, стронция, цинка и свинца обнаруживается в пробах, вывезенных из промышленной зоны и магистралей с интенсивным автомобильным движением. Полученный материал о химическом составе талой воды и твердого осадка снега свидетельствует о значительном загрязнении снегового покрова урбанизированных территорий.

Многие исследователи отмечают повышение содержания загрязнений в снеге, удаляемом с городских дорог, где загрязнения поступают в снег не только из воздушного бассейна, но и вносятся в процессе уборки улиц (посыпка абразивными материалами и солями). В Польше изучалось влияние городских условий на содержание загрязнений в снеге непосредственно на дороге, где пробы снега брались из валов, расположенных вдоль проезжей части улицы и для сравнения вне зоны транспортного движения (в парке). Разность значений загрязнений в пробах с первого и второго объектов показывает влияние движения транспорта и применения химических средств для борьбы со скользкостью на уровень загрязнений. Результаты исследований приведены в табл. 8.

Таблица 8. Средняя загрязненность снега по исследованиям в ряде городов Польши, мг/дм³

Показатели	Допустимые загрязнения в стоках, отводимых в канализационные сооружения	Загрязнения снега на проезжей части дорог	Загрязнения снега в парковой зоне
Реакция pH	6,5—9	—	6,7
БПК ₅	700	70	8
ХПК (бихроматным способом)	1000	889	86
Общий азот	—	9	5
Хлориды	400	1940	22
Сульфаты	300	183	29
Железо	10	27,1	0,6
Свинец	0,1	0,45	0,03
Жиры	50	195	22
Растворимые вещества, всего	1000	3257	59
Сухой остаток	—	5145	245
Потери при прокаливании	—	625	85
Взвеси, всего	330	1905	175

Полученные результаты исследований показывают, что основными источниками загрязнения снега на городских улицах являются автотранспорт и противогололедные материалы. Рост их содержания стимулируется увеличением интенсивности движения автотранспорта. Загрязнения, содержащиеся в снеге, значительно превышают нормативные величины для стоков, которые могут быть приняты на канализационные очистные сооружения.

Проведенные в Стокгольме (Швеция) исследования также показывают, что в пробах снега, отобранных с улиц, содержится значительное количество масел и соединений свинца, средние значения этих загрязнений составляют соответственно 12 и 18 мг/л. В то время, как в пробах, взятых в парках, содержание масла было 1 мг/л и лишь следы свинца.

Отмечается также значительное содержание микроэлементов в снежном покрове городов, особенно больших промышленных центров. Загрязнения снежного покрова микроэлементами отражают в основном промышленное загрязнение атмосферы, поэтому содержание воздушных взвесей в снеге зависит прежде всего от характера района и состояния очагов загрязнения. По данным Института минералогии, геохимии и кристаллографии редких элементов АН СССР и Министерства геологии СССР, состав накопления химических элементов в снеге весьма специфичен. Около металлургических предприятий образуются аномалии хрома, никеля, кобальта, марганца, бора. В районе электротехнических заводов среди аномальных элементов установлены вольфрам, медь, цинк, тербий, серебро, молибден, олово, свинец. Рядом с некоторыми приборостроительными предприятиями находили висмут, серебро, сурьму, мышьяк, кадмий. Конечно, при совершенствовании производства уменьшается загрязнение окружающей среды, в том числе и снежного покрова. Следует отметить, что загрязнения распространяются по всей территории города воздушным путем, концентрация их в снеге зависит от расстояния, места выброса, высоты трубы, скорости ветра, климатических, погодных и других местных условий. По данным института, на равнинной, континентальной территории, в умеренных широтах, в районах, удаленных от урбанизованных зон, суточные фоновые выпадания аэрозольных частиц, т. е. суточная нагрузка пыли, составляет 9,75 кг/км², в промышленных же городах масса выпадающих частиц увеличивается до 200—500 кг/км² в сутки, или в 20—50 раз.

Сброс значительной массы снега в речные системы загрязняет воду нефтепродуктами, мусором и другими взвесями, влияет на их химический состав; осаждение взвесей приводит к заиливанию дна и органическому загрязнению донного грунта. Располагая данными об объеме снежной массы, сбрасываемой в речные системы, нетрудно подсчитать общее количество химических эле-

ментов, дополнительно поступающих в них. Загрязненный снег вместе с загрязненной почвой и выбросами промышленных предприятий формирует загрязнения поверхностного талого стока.

Концентрация примесей в талых водах во многом зависит от организации и технологии зимней уборки и санитарного состояния городских территорий, интенсивности применения абразивных материалов и противогололедных солей. Талые воды имеют более высокие значения показателей загрязнений и более широкий диапазон их колебаний. Наиболее высокое содержание примесей наблюдается в стоках проезжей части городских дорог. Концентрация основных примесей в этом стоке (взвешенных веществ, растворимых и эфирорастворимых) в десятки раз выше, чем в смешанном стоке талых вод в ливневом коллекторе. Содержание взвешенных веществ в талых водах обычно превышает 1 г/л и достигает 2—4 г/л. По величине БПК_{полн} талые воды приближаются к бытовым сточным водам и соответствует 100—300 мг O₂/л. Содержание эфирорастворимых веществ составляет в среднем 100 мг/л.

Из всех загрязнений, образующихся в городе зимой, наиболее агрессивными в отношении окружающей среды, являются противогололедные материалы, особенно хлориды. Ниже подробно рассматривается современное состояние вопроса применения противогололедных материалов и снижения их вредного воздействия на окружающую среду.

ТЕХНОЛОГИЯ ЗИМНЕЙ УБОРКИ ГОРОДСКИХ ДОРОГ

Особенностью зимней уборки является необходимость проведения операций, обеспечивающих очистку дорожных покрытий от снега и ликвидацию скользкости в сжатые сроки по всей территории города. Уборка осложняется тем, что обычно трудно предсказать возникновение, продолжительность и силу снегопадов и образование гололеда. Важнейшим условием качественного выполнения работ является их своевременность, так как при несвоевременной уборке выпавший снег под воздействием колес автомобилей уплотняется, и на покрытии образуются накаты, снежные колес, что значительно ухудшает условия проезда.

Снежный покров, созданный выпавшим на дорогу снегом, не остается неизменным. Только что выпавший снег образует рыхлый слой; затем снег под воздействием внешних факторов изменяет свои физические и механические свойства, превращаясь из сыпучего в твердое тело. Главными факторами такого превращения являются колебания температуры воздуха и уплотнение снега колесами автомобилей. Если снег выпадает при температуре, близкой 0 °С, он особенно быстро уплотняется, при этом увеличивается его прочность. Если температура сначала повышается до плюсовой, а затем понижается, то образуется снежно-ледяной накат или даже лед. Плотность снега при образовании снежно-ледяного наката возрастает до 4 раз, а при образовании льда — до 10 раз. При уплотнении снега сопротивление его уборочным механизмам повышается до 30 раз, а при образовании льда этот показатель может увеличиваться еще в 3 раза.

Уплотнение снега значительно изменяет эксплуатационные характеристики дорожного покрытия, при этом резко ухудшаются два главных показателя: коэффициент сцепления шин с дорогой и коэффициент сопротивления перекачиванию колес. Значительно затрудняет движение и рыхлый мокрый снег, так как перемещение по нему требует увеличения затрат энергии почти в 15 раз. Слой снега толщиной 20—25 см полностью парализует движение автомобилей.

Расчистка дорог от снега и предупреждение его уплотнения и появления снежно-ледяных образований. Своевременное удаление снега с проезжей части улиц до его прикатывания движущимся транспортом является основной операцией зимней уборки. К технологии и организации работ предъявляются жесткие требования: полная очистка выпавшего снега должна быть произведена до его уплотнения транспортом и пешеходами. Снег начинают убирать с начала снегопада, сгребая его плужно-щеточными снегоочистителями. Циклы работы плужно-щеточного снегоочистителя периодически повторяются до окончания снегопада, когда производится завершающее сгребание и подметание снега.

На улицах с двусторонним движением снег сдвигают, как правило, в правую сторону с таким расчетом, чтобы снегоочистители шли в общем потоке транспорта и вал укладывался вдоль тротуара. При этом первая машина

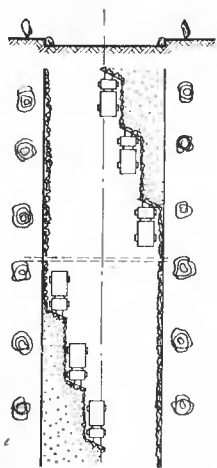


Рис. 6. Схема уборки снега с улицы с двусторонним движением

делает проход по оси проезда, а последующие — уступом с интервалом 15—20 м. След впереди идущей машины должен перекрываться на 0,25—0,5 м. В колонне должно быть столько машин, чтобы за один проход подмести всю полосу движения от оси до тротуара (рис. 6).

На улицах с односторонним движением вал можно располагать вдоль левого лотка, при этом подметание в левую сторону обеспечивается соответствующей установкой щетки и плуга на снегоочистительной машине. Эта же машина может быть использована и при создании снежного вала на середине двустороннего проезда, подметание в этом случае начинают от тротуара. На улицах с разделительной полосой колонна снегоуборочных машин может одновременно создавать правые (у тро-

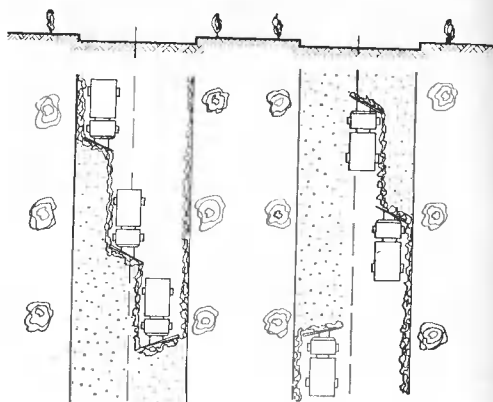


Рис. 7. Схема уборки снега с улицы с разделительной полосой

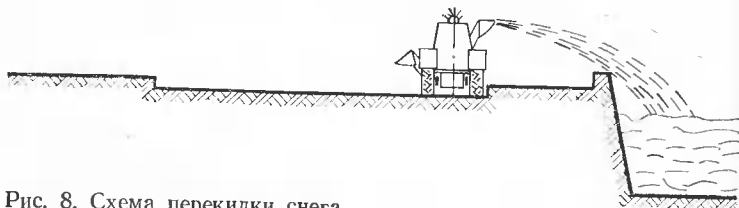


Рис. 8. Схема перекидки снега ротором в реку

туаров) и левые (у разделительной полосы) валы (рис. 7).

На выбор места расположения снежного вала оказывает влияние и метод удаления снега с проезжей части. Примером может служить улица, расположенная вдоль реки, снег с которой удаляется путем перекидки ротором в реку (рис. 8).

Если после снегоочистки образуются валы снега шириной более 2,5 м, то производят работы по формированию валов снега с помощью специальной машины-формировщика или автогрейдеров. При формировании образуются такие валы снега, которые соответствуют ширине захвата снегопогрузочных машин. При все увеличивающейся интенсивности движения транспорта снегоочистительные машины не всегда могут своевременно удалить свежесвыпавший снег с дорожных покрытий. Для предотвращения снежно-ледяных образований в этих случаях используется технология, основанная на комплексном применении средств механизации и химических материалов. Применяющиеся материалы обычно представляют собой хлористый натрий (поваренная соль) или хлористый кальций (или их смесь с песком, реже хлористый магний). Как известно, эти материалы оказывают отрицательное воздействие на дорожные покрытия, металлические части машин, мостов, тоннелей и других сооружений, а также на воду, почву и зеленые насаждения.

Химические материалы—реагенты разбрасываются по поверхности проезжей части песко(хлоридо)разбрасывателем до начала или в начале снегопада по норме 15—35 г/м² в зависимости от температуры воздуха и интенсивности снегопада. Считается, что когда на единице площади поверхности покрытия накопится достаточное количество снега и вместе с тем произойдет его перемешивание с реагентом, то образуется рыхлая сыпучая масса. В результате снег не будет прикатываться к дороге, а следовательно, не будет условий для создания снежно-ледяных образований. Сыпучая смесь снега с реагентами легко сметается и сгребается плужно-щеточными снегоочистителями к краям проезжей части дороги. Цикл посыпки дороги реагентами и расчистка от снега повторяется до окончания снегопада через определенные промежутки времени. Однако применение реагентов не всегда дает положительный результат. Специалисты счи-

тают, что надлежащий технологический эффект при применении химических материалов достигается при хорошем перемешивании реагентов со снегом, что возможно в случае, если интенсивность движения транспортных средств превышает 100 машин в час. Вторым ограничением применения химических материалов является интенсивность снегопада. Она должна превышать 0,5 мм/ч (в пересчете на воду), так как в противном случае на дорожном покрытии могут образоваться растворы реагентов.

При уборке городских дорог с интенсивностью движения транспорта меньше 100 машин в час, а также при снегопадах, интенсивность которых 0,5 мм/ч, применение химических материалов нецелесообразно. Кроме того, для предотвращения образования снежно-ледяного наката при повышении и последующем резком понижении температуры воздуха после обработки дорожного покрытия химическими веществами снегоочистку следует начинать сразу по получении сигнала о возможном понижении температуры воздуха, что технологически трудно осуществить одновременно на всей обработанной хлоридами территории. Таким образом, применение химических материалов в значительной степени усложняет организацию и выполнение работ, так как требует не только наличия дефицитных пока реагентов, но и особо строгого соблюдения нормативов и режимов и их корректировки по мере изменения таких показателей, как интенсивность снегопада и температуры снега. Эти обстоятельства, а также трудности, которые связаны с выполнением экологических требований, обусловленных применением реагентов, объясняют появившуюся в последнее время тенденцию возвратиться к безреагентной уборке.

Получает развитие механический способ удаления снега с дорожных покрытий. Идет разработка технических средств, могущих воздействовать на уплотненный снег без предварительной его обработки хлоридами. Для этого создают снежные плуги, конструкция которых позволит копировать поверхность дороги и обеспечит прижатие ножа к ней с достаточным усилием. Эффективное удаление снега с дорожного покрытия может быть также обеспечено за счет применения щеточных снегоочистителей, оборудованных щеткой большого диаметра с очень высоким числом оборотов.

Необходимость уборки уплотненного снега, снежно-ледяных накатов или льда, которые могут возникнуть на дороге в результате отклонения от технологических рекомендаций уборки свежеснегавшего снега или при резких колебаниях температуры, рассматривается как аварийная ситуация. При сравнительно высоких температурах, характерных для снегопада, уплотнение свежеснегавшего снега происходит за 1—2 ч. Уплотненный снег не поддается удалению применяемыми у нас плужно-щеточными снегоочистителями, поэтому его удаляют с помощью грейдеров или скальвателей-рыхлителей.

Уплотненный снег, если он достаточно быстро не будет убран с дороги, может превратиться в снежно-ледяной накат или лед, что сопровождается не только увеличением его прочности, но также приводит к смерзанию с дорожным покрытием. Снежно-ледяной накат или лед может образовывать слой толщиной 10—20 мм и более. Механическими средствами такие снежно-ледяные образования, как правило, удалить с дороги не удастся. Возникает необходимость применять механохимический метод удаления. При этом для приведения уплотненного снега или льда в состояние, пригодное для скальвания, приходится рассыпать хлориды в дозах, значительно превышающих те, которые обеспечивают качественную очистку свежеснегавшего снега (200—300 г/м² вместо 15—35 г/м²). Через 3—5 ч лед скальвают и удаляют с дорожного покрытия плужно-щеточными снегоочистителями. За одну обработку удается удалить слой толщиной до 15—20 мм. При большей толщине слоя посыпку хлоридами и скальвание необходимо повторить несколько раз. Таким образом, количество хлоридов, рассыпанных на дорогу, увеличится еще в несколько раз. Уплотненный снег и лед также часто образуется в основании снежных валов. Профилактической мерой является обработка прилотовой части улицы при ее уклоне не более 1 % растворами хлоридов в количестве 250 г/м² или твердыми хлоридами из расчета 80—100 г/м².

Таким образом, применение механохимического метода при удалении снежных накатов и льда обуславливает попадание в снег и лед большого количества хлоридов, что при последующем их удалении значительно повышает уровень загрязнения почвы, грунтовых вод, рек и других объектов окружающей среды. Для уменьшения рассыпки хлоридов на дорогах и сокращения сферы при-

менения механохимического метода разрабатываются более совершенные технические средства для эффективного скалывания или срезания снежно-ледяных накатов льда, а также принципиально новые методы борьбы со снежно-ледяными образованиями, например тепловые.

Борьба с гололедом и предупреждение его появления. Гололед — это тонкий слой льда (толщиной до 1 мм), возникающий в результате осадения и замерзания на дорожном покрытии влаги, водяных паров или дождевой воды, когда одновременно действуют следующие условия: температура дорожного покрытия ниже 0 °С, окружающего воздуха — от 1 до —6 °С и относительная влажность воздуха выше 85—90 %. С появлением гололеда сильно затрудняется движение на дорогах, так как резко снижается коэффициент сцепления автомобильных шин с дорожным покрытием.

Борьба с гололедом ведется с помощью противогололедных материалов — солей и песко-соляной смеси. При получении сводки о возможности появления гололеда проводят профилактическую посыпку улиц хлоридами из расчета 15—20 г/м². Если же гололед уже появился, приходится применять песко-соляные смеси в количестве 150—300 г/м², а на кривых, подъездах, пересечениях дорог и в других местах, где возникает необходимость экстренного торможения автотранспорта, количество распределяемых материалов увеличивается. Обработку дорожного покрытия повторяют, если в течение 2—3 ч сохраняется гололедная пленка, а наиболее опасные участки дороги обрабатывают выборочно через каждый час.

Таким образом, до разработки и широкого внедрения новых методов, в большей степени отвечающих требованиям охраны среды (например, электрообогрева), посыпка дорог солями и песко-соляными смесями является основным средством борьбы с гололедом. Тем не менее возможно снизить вредные последствия гололеда заблаговременным предупреждением о его появлении водителей и работников службы уборки дорог. Предотвратить появление гололеда предварительной посыпкой хлоридами значительно проще и дешевле, чем бороться с уже образовавшимся. При этом количество распределяемых противогололедных материалов значительно уменьшается, а соответственно снижается опасность загрязнения ими окружающей среды. Однако даже имея оперативные метеорологические данные о средней температуре

воздуха и его относительной влажности, очень трудно предсказать появление гололеда на определенных участках дороги. В зависимости от местных условий — характера покрытия, его влажности, температуры, наличия остатков хлоридов от предшествующих обработок участка — гололед может возникнуть при разных показателях температуры и влажности воздуха. Но такой важный показатель, как температура дорожного покрытия, не относится к числу стандартных метеорологических измерений, и работники службы уборки дорог обычно основываются на опытных эмпирических данных при определении возможного перепада между минимальной температурой воздуха и минимальной температурой дорожного покрытия, в результате чего возможны ошибки на 2—3 °С. Это означает, что дороги можно посыпать хлоридами в то время, как фактическая температура будет выше температуры замерзания воды, или наоборот, дороги можно не посыпать хлоридами, когда температура дорожного покрытия снизится до критической. Подобная ситуация ведет к перерасходу солей на дороге и в случае ложной тревоги, и в случае, когда гололед уже образовался. Тогда для раславливания льда потребуется рассыпать хлоридов в 3—4 раза больше, поэтому модель микроклимата на поверхности отдельных участков дорог нуждается в регулярном уточнении.

С этой целью ведутся работы по созданию измерительных комплексов и систем передачи, обработки информации прогнозирования появления гололеда с оповещением водителей и соответствующих служб. Основой таких систем являются датчики температуры покрытия и его влажности, а также температуры и влажности воздуха у поверхности покрытия. Система рассчитана на регистрацию метеорологических условий в пределах, близких к критическим, при которых может возникнуть гололед. Принцип действия датчиков различен, особенно это относится к датчику влажности покрытия. Чаще всего состояние покрытия оценивают по силе тока, проходящего между контактами датчиков, смонтированных в покрытие. Сила тока зависит от влажности дорожного полотна.

Система прогнозирования гололеда действует сейчас на одной из автомобильных дорог всесоюзного значения Владивосток — Хабаровск на подверженном гололеду участке. Сигнализатор измеряет влажность и температу-

ру воздуха и дорожного покрытия, обрабатывает результаты измерений и затем выводит на табло информацию о возможности возникновения гололеда. Блок датчиков состояния дороги устанавливают в дорожном покрытии вровень с его поверхностью. Он содержит датчик температуры покрытия и индикатор влажности покрытия. Блок подключают к распределительному щиту, находящемуся вблизи дороги. Блок датчиков состояния воздуха размещают в непосредственной близости от распределительного щита. Он состоит из датчиков температуры и влажности воздуха. Распределительный щит подключен к измерительным анализирующим блокам системы, находящимся в помещении дорожной службы, которые делают заключения и подают сигналы о состоянии дороги. Эти сигналы поступают на пульт управления и затем через усилитель на табло.

Использование таких систем — дело новое, и при их эксплуатации возникает ряд проблем. Одна из них — определение оптимального расстояния, через которое следует устанавливать на дорогах подобные системы для получения достоверных данных. Очевидно, слишком частая их установка приведет к неоправданному увеличению затрат, а слишком редкая — к недостаточности информации. Широкое внедрение подобных систем позволит повысить уровень организации процесса уборки городских дорог и снизить его отрицательный эффект на объекты окружающей среды.

Удаление снега. При всех применяемых способах удаления снега его сначала сметают и сгребают к лотку, а затем укладывают в валы на осевой полосе проезжей части или вдоль бордюрного камня, где он остается до погрузки в транспортные средства или перекидки ротором, а в ряде случаев и до весеннего таяния. Валы снега сужают проезжую часть дороги, ее крайнюю правую полосу движения, а на скоростных дорогах занимают и предохранительную полосу, предназначенную для зрительного ориентирования водителя. Кроме того, снижается пропускная способность дороги, ухудшаются условия безопасности движения, поэтому на улицах с интенсивным движением снег в валах непосредственно в прилотовой зоне проезжей части оставляют редко. Исключением составляют зоны с обильными снегопадами, когда своевременное удаление снега с улиц затруднено. В этих случаях для его складирования было бы хорошо в попе-

речном профиле улицы предусматривать специальные полосы.

В СНиП II-60-75* записано, что в климатических подрайонах IB и IG в местностях с объемом снеготранспорта более 200 м³/м на зиму на улицах и дорогах следует предусматривать полосы шириной до 3 м для укладки снега, убираемого с проезжей части. В развитие положения СНиП Центральный научно-исследовательский и проектный институт по градостроительству поясняет, что эти полосы являются дополнительными к основной проезжей части и в остальное время года могут быть использованы в качестве временной автостоянки.

При отсутствии специальных полос для складирования снега на проезжей части применяют перекидку и укладку его ротором на резервные, разделительные, технические полосы или полосы озеленения. Как отмечалось выше, складирование снега на этих полосах не отвечает экологическим требованиям и может нанести значительный экономический ущерб от повреждения коммуникаций и гибели зеленых насаждений, поэтому хранение снега на таких полосах до весеннего таяния допустимо только в случаях, когда ширина полосы при строительстве дороги принималась с учетом складирования на нем снега.

Укладка снега на полосы, запытые древесно-кустарниковыми посадками, не допускается. При перекидке снега на газоны необходимо принимать предохранительные меры, исключающие повреждение деревьев и кустарников мощной струей снега, выбрасываемого роторным снегоочистителем, и попадание снега в зону их произрастания. Положительные результаты дает установка на роторных снегоочистителях специальных желобов с направляющими козырьками, с помощью которых возможно укладывать перекидываемый снег на узкую полосу между проезжей частью и зелеными насаждениями, или даже через ряд кустарников, что обеспечивает их сохранность.

Складирование снега, содержащего хлориды, до полного таяния на полосах озеленения требует значительных затрат на восстановление почв и зеленых насаждений. Так, снег, содержащий хлориды, рекомендуется весной смывать с полосы озеленения при положительных температурах воздуха до полного устранения. Складирование снега на улицах до весеннего таяния неже-

лательно даже при наличии специально отведенных для этого мест. Недостатком такого складирования является не только загрязнение и ухудшение общего эстетического вида улицы, возможное загрязнение и повреждение полосы зеленых насаждений и подземных коммуникаций, но и нарушения водно-теплового режима земляного полотна дороги, вызывающие снижение прочностных качеств дорожной одежды. Если на улице все же осуществляют складирование снега до весеннего таяния, то для сохранения прочности земляного полотна и дорожной одежды должны предусматривать мероприятия, обеспечивающие нормальный водоотвод при таянии снега. Проездам необходимо придавать поперечный профиль, исключая сток воды от тающего снега поперек проезжей части. Эффективно также в зоне складирования снега устраивать перехватывающие лотки, исключая сток воды от тающего снега поперек проезжей части; устанавливать дополнительные водоприемные решетки и ветки на существующей системе водостоков для приема воды от таяния снега; строить дополнительные водосточные линии для обеспечения приема и сброса воды от тающего снега. Необходимо также учитывать степень загрязнения талых вод от снега, содержащего противогололедные материалы, при решении вопроса о их очистке перед сбросом в открытые водоемы (см. раздел «Характеристика загрязнений снега в городах»).

Снег перекидывают ротором на набережных рек, на проездах, имеющих незастроенные территории, причем в реки разрешается перекидывать только свежесвыпавший снег (не содержащий хлориды). Перекидка снега допускается в такие реки, весенние паводки на которых обеспечивают вынос загрязнений, на что должно быть получено разрешение санитарной и речной бассейновой инспекций. При несоблюдении этих правил приходится регулярно проводить дорогостоящие очистные и дноуглубительные работы. Поскольку для организации складирования снега и перекидки его ротором с соблюдением всех экологических требований на городских улицах имеются ограниченные возможности, большое распространение получил вывоз снега автотранспортом с механизированной его погрузкой из валов. Срок и очередность вывоза снега устанавливают в зависимости от категории улиц с учетом интенсивности движения и возможных перепадов температуры.

Вывоз снега автотранспортом является дорогостоящей операцией. Пути снижения расходов на вывоз являются полная механизация погрузки в транспортные средства и механизация разгрузки на свалке, максимальное использование грузоподъемности транспортных средств и сокращение расстояния вывоза. Снег вывозят на автомобилях-самосвалах, а грузят снегопогрузчиками или роторными снегоочистителями (рис. 9, 10). Во время погрузки снега в самосвал снегопогрузчик перемещается вдоль снежного вала против движения транспорта, а самосвал — задним ходом, чтобы после погрузки двигаться в общем потоке транспорта. В зависимости от величины вала, расстояния вывоза, интенсивности движения транспорта и других дорожных условий за каждым снегопогрузчиком закрепляют определенное число самосвалов.

При погрузке снега в самосвал роторным снегопогрузчиком выходной патрубок оборудуется специальными направляющими. Роторные снегопогрузчики целесообразно применять при погрузке снега из больших

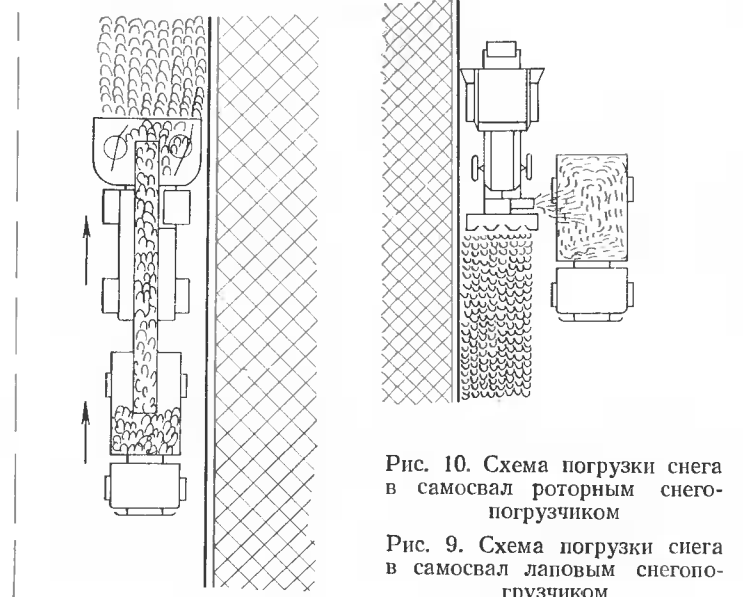


Рис. 10. Схема погрузки снега в самосвал роторным снегопогрузчиком

Рис. 9. Схема погрузки снега в самосвал лаповым снегопогрузчиком

валов (после интенсивного снегопада). При этом снегоочиститель движется по направлению потока транспорта, что обеспечивает подход порожних автомобилей без маневрирования и ускоряет процесс погрузки. Однако грузить снег роторным снегоочистителем днем можно лишь на широких улицах, или ночью, так как движущиеся параллельно машина и снегоочиститель занимают по ширине много места. Для более рационального использования автотранспорта, учитывая небольшую плотность снега (для городских проездов около $0,4-0,45 \text{ т/м}^3$), самосвал снабжают съемными бортами высотой 800—900 мм.

Снег вывозят на реки (так называемые речные свалки) или на специально отведенные участки («сухие» свалки). При сбросе в реки возникает опасность загрязнения воды взвешьями, эфирорастворимыми веществами и нефтепродуктами, растворения в речной воде противогололедных химических веществ в недопустимых количествах. Еще больший ущерб может быть нанесен закрытым водоемам, поэтому сброс в них снега с городских проездов запрещен. При устройстве и эксплуатации речных свалок должны строго соблюдаться санитарно-гигиенические правила и правила рыбнадзора. Устройство и режим эксплуатации снегосвалок также согласуются с санитарной и речной бассейновой инспекцией.

Количество сбрасываемого в реку снега должно строго регулироваться в зависимости от скорости течения реки во время сбрасывания, формы русла и других факторов. При этом исходят из того, чтобы количество хлоридов не превышало 300 мг/л, а фосфатов (P_2O_5) — 0,5 у водозабора. Контроль загрязнений возможен только при строго налаженном учете количества рассыпанных реагентов и пескосоляной смеси, а также количества поступающего на свалку снега.

Для уменьшения загрязнения рек в местах сброса снега устраивают щитовые заграждения стационарного типа для улавливания крупных взвесей, песка и нефтепродуктов. Вносимый на городские проезды при зимней уборке песок, попадая со снегом в русла рек, распределяется на значительном расстоянии от места сброса (100—150 м и более). По окончании зимнего сезона в местах разгрузки снега необходимо выполнять дноуглубительные и дноочистительные работы. Также постоянно

проводят очистку акватории реки от плавающих предметов и нефтепродуктов.

При таянии снега на «сухих» свалках противогололедные соли и составляющие реагентов ХКФ и ННХК (хлористый натрий, хлористый кальций, фосфаты и др.) растворяются в талой воде и при отсутствии необходимого обустройства могут поступать в грунтовые воды, непроточные водоемы и реки, поэтому «Правилами удаления с городских дорог снежно-ледяных образований, содержащих реагенты ХКФ» (утверждены Минжилкомхозом РСФСР 4 января 1977 г.), при выборе, отводе и оборудовании участков под «сухие» свалки предусмотрено выполнять не менее жесткие требования, чем при отводе участков под свалки (полигоны) для твердых бытовых отходов («Инструкция по проектированию и эксплуатации полигонов для твердых бытовых отходов». — М., 1982). Территория «сухой» свалки должна иметь водонепроницаемое основание и подготовленные водоотводы, обеспечивающие регулирование сброса воды в период таяния снега, а также очистные сооружения для очистки талой воды от содержащихся в ней загрязнений (твердых взвесей, нефтепродуктов и др.).

МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ ЗИМНЕЙ УБОРКИ ДОРОГ

Снег с дорожного покрытия удаляют с помощью двух операций: сгребания и сметания, выполняемых навесными механизмами — плугами и щетками. Машины, оборудованные такими механизмами, называются плужными, щеточными или плужно-щеточными снегоочистителями. Главной задачей снегоочистителей с точки зрения экологии является обеспечение быстрой и качественной уборки снега до его прикатывания автотранспортом для исключения или хотя бы сокращения количества применяемых противогололедных материалов и тем самым снижения возможности загрязнения окружающей среды.

Применяемые для очистки городских дорог плужные снегоочистители снабжаются пассивным рабочим органом в виде снежного плуга, монтируемого на передней части самоходной базовой машины. Плуг, надвигаясь на снежную массу, подлежащую удалению, сгребает ее с

дорожного покрытия, затем масса поднимается на небольшую высоту и сдвигается в сторону. Работа в городских условиях предъявляет специфические требования к плужным снегоочистителям, прежде всего обеспечение быстротой и качественной очистки улиц в условиях высокой интенсивности движения автотранспорта. Для полного удаления снега с поверхности дороги необходимо достаточное прижатие ножа, особенно при срезании уплотненного снега. Эффективная работа плужного снегоочистителя может быть достигнута лишь при условии хорошего копирования поверхности дороги нижней кромкой плуга. В зависимости от планировки и ширины улицы возникает необходимость изменения направления сдвигания снега, поэтому должна быть обеспечена установка плуга вправо, влево или прямо. Однако на городских дорогах часто встречаются препятствия в виде бордюрного камня, крышек ливневых колодцев и др., поэтому во избежание частых поломок оборудования плуги должны быть снабжены устройствами, предотвращающими поломки при наездах.

В условиях города наиболее широко применяют одноотвальные снегоочистители с поворотным плугом как наиболее мобильные и создающие минимум помех движению городского транспорта. Щеточные снегоочистители для уборки дорог в мировой практике широкого распространения не имеют. Они обычно применяются для уборки свежеснежавшего снега или подтаявшего при повышении температуры воздуха, а также после посыпки противогололедных солей. Своевременное применение щеток для удаления подтаявшего снега имеет большое значение для предотвращения гололеда на дорогах при последующем понижении температуры. Узел щетки монтируется преимущественно спереди на автомобильное шасси или уборочную машину (например, пескоразбрасыватель).

В нашей стране применяют плужно-щеточные снегоочистители, предназначенные для очистки усовершенствованных дорожных покрытий от свежеснежавшего или неприкатанного снега. Оборудование этих машин представляет собой комбинацию двух рабочих органов: снегоочистительного плуга и цилиндрической щетки. Плуг сдвигает с дорожного покрытия основную массу снега, а оставшийся тонкий слой удаляется щеткой. Наиболее часто снегоочистительное оборудование устанавливают

на поливомоечных и пескоразбрасывающих машинах, иногда его монтируют на самосвальных машинах. Отечественная промышленность выпускает унифицированное плужно-щеточное оборудование к машинам различного назначения, например к поливомоечным ПМ-130 (см. рис. 2) и разбрасывателям технологических материалов КО-105.

Снегоочистительное оборудование включает плуг, сцепную и толкающую рамы и механизм подъема плуга. В подметальное оборудование входят щетка с приводом и механизм подъема щетки. Плуг (отвал) снегоочистителя выполняется навесным на переднюю часть машины. Он включает в себя отвал, нож, раму плуга. Отвал выполняется в виде каркаса из стального уголка с приваренным к нему согнутым листом. К нижнему продольному уголку крепятся резиновые ножи. Поворотная рама плуга предназначена для установки плуга под разными углами относительно оси машины. В дуге рамы имеются отверстия для фиксации плуга в определенных положениях: среднее — в транспортном, а боковые — для работы плуга при углах установки $35\text{--}40^\circ$. Сцепная рама соединяет поворотную с толкающими штангами. Толкающая рама крепится к лонжеронам машины и передает на нее возникающие усилия. Плуг через поворотную раму подвешивается к стреле механизма подъема.

Подметальное оборудование состоит из рамы, конического редуктора, цилиндрической щетки и цепной передачи. Щетка устанавливается в межбазовом пространстве под углом 60° к продольной оси машины. Крутящий момент на щетку передается от нижнего вала раздаточной коробки карданным валом, коническим редуктором и цепной передачей. Щетка состоит из ворса, уложенного в профилированную стальную ленту и закрепленного на каркасе стальным канатом.

Рама щетки с помощью кронштейна присоединяется к механизму подъема щетки, служащего для перевода щетки из рабочего положения в транспортное, и наоборот. Регулировка давления щетки на покрытие производится изменением длины штока пружинного амортизатора и подтягиванием цепи.

Применяемые у нас плужно-щеточные снегоочистители не способны убирать прикатанный снег без применения противогололедных материалов. Сейчас в нашей стране и за рубежом разрабатывают технические сред-

Техническая характеристика плужно-щеточного оборудования

Плуг

Тип	одноотвальный
Ширина захвата при угле установки 40°, м	2,3
Высота подъема, м	не менее 0,3

Щетка

Тип	цилиндрическая
Диаметр наибольший, м	0,52
Ширина захвата, м	2,3
Рабочая скорость при уборке снега (не более), км/ч (м/с)	20 (5,6)

ства, которые могли бы воздействовать на уплотненный снег без предварительной его обработки хлоридами. Такие устройства должны обеспечить воздействие на снег значительно большими усилиями, чем при работе существующих плужно-щеточных снегоочистителей. К этим разрабатываемым устройствам относятся плуги специальной конструкции, а также щеточные роторы. Конструкция плугов позволяет копировать поверхность дороги и обеспечивает прижатие ножа к дорожной поверхности с достаточным усилием, при этом обеспечивается сохранность плуга при наезде на препятствие.

В большой степени современным технологическим требованиям уборки снега в городах отвечают одноотвальные многосекционные плуги. Они обеспечивают достаточно высокий уровень уборки улиц от любого снега, в том числе и прикатанного. Такие плуги выпускают, например, фирмы «Петер» (Швейцария), «Байльхак», «Шмит» (ФРГ). Качественная очистка дорог от снега осуществляется за счет следующих особенностей таких плугов. Достаточное усилие прижатия ножа к поверхности дороги обеспечивается пружинами, препятствующими всплыванию секций плуга. Конструкция крепления секции плуга к раме обеспечивает копирование поверхности дороги и поднятие секции при преодолении препятствия. Крепление ножа к секции плуга с помощью эластичной шины предохраняет нож от поломок, позволяя ему отклоняться назад и огибать препятствие сверху, а также снижать ударные нагрузки на корпус плуга при наездах на препятствия на большой скорости.

Плуги выпускаются с легкоъемными ножами. Для уборки прикатанного снега устанавливается нож из специальной устойчивой к истиранию стали с заостренной кромкой. Хорошее срезание уплотненного снега обеспечивается также наклонной установкой ножа плуга. Щеточный ротор, в отличие от традиционных щеточных устройств, применяемых для снегоочистки, имеет гораздо больший диаметр и число оборотов. Благодаря этому и большой жесткости пучков ворса обеспечивается увеличение усилий, воздействующих на слой снега. Так, фирма «Шмит» (ФРГ) разработала щеточный ротор передней навески на машину «Магирус Дойч», предназначенный для уборки городских дорог. Привод щетки диаметром 800 мм и рабочей шириной 3100 мм при установке под углом 30° производится от дополнительного двигателя мощностью 52 кВт (70 л. с.). Число оборотов можно варьировать от 180 до 500 в минуту. По данным фирмы, щетка эффективно может очищать усовершенствованные покрытия даже при смерзании снега.

Кроме рассмотренных машин и механизмов для удаления сильно уплотненного снега и снежно-ледяных образований с дорожных покрытий разрабатываются разного рода льдоскалыватели с рабочими органами активного или пассивного принципа действия. Достаточно эффективных по производительности и качеству очистки дорожных покрытий льдоскалывателей в настоящее время еще не разработано.

В нашей стране серийно выпускается снегоочиститель КО-707 (снабженный льдоскалывающим устройством), предназначенный для сгребания и подметания свежевыпавшего снега и скалывания уплотненного снега на городских дорогах. Навесное оборудование машины состоит из плуга, устройства скалывания уплотненного снега, цилиндрической щетки и бульдозерного отвала. Оборудование монтируется на колесном тракторе МТЗ-80. Отвал плуга представляет собой сварную конструкцию, к нижней части которой прикреплены пять секций морозостойкой резины. Отвал навешивается на трактор спереди на раму. Подъем отвала плуга осуществляется гидрочилиндром. Устройство для скалывания уплотненного снега расположено между передней и задней осями трактора и смонтировано на П-образной раме, которая с одной стороны шарнирно связана с опорами, смонтированными на заднем мосту трактора, а с другой стороны дву-

мя гидроцилиндрами соединена с регулируемыми кронштейнами на левой и правой полурамах. Эти гидроцилиндры обеспечивают подъем всего устройства в транспортное и опускание в рабочее положение. На раме смонтированы два пружинных амортизатора и две плиты с гребенчатыми ножами и отвалами для удаления снега в сторону. Плиты шарнирно соединены с рамой тремя рычагами и штоками амортизаторов. Амортизаторы установлены таким образом, что при наезде на препятствие при заданном усилии фиксатор освобождает нож, и он с плитой поднимается, сжимая пружину, и пропускает препятствие. Минувя препятствие, нож под действием пружины возвращается в исходное положение. Регулированием степени сжатия пружины фиксатора можно изменить усилие, под действием которого нож начинает подниматься, пропуская препятствие.

Щеточное устройство смонтировано в качестве задней навески трактора и состоит из задней рамы, карданного вала, конического редуктора, подвижной рамы и щетки. Привод щетки — от заднего вала отбора мощности трактора.

Техническая характеристика снегоочистителя КО-707

Базовая машина	трактор МТЗ-80
Техническая производительность, м ² /ч:	
при скалывании уплотненного снега	11 000
при плужно-щеточной снегоочистке	22 800
Плуг:	
ширина захвата, мм	2200
угол установки, град	60
максимальная высота убираемого снега за один проход, мм	500
Щетка:	
ширина захвата, мм	1730
диаметр, мм	560
окружная скорость, м/с	8,25
Скалывающее оборудование:	
ширина захвата, мм	1200
высота скалываемого слоя уплотненного снега, мм	80
Транспортная скорость, км/ч (м/с)	25 (7)
Масса (без бульдозерного оборудования), кг:	
конструктивная	4760
в снаряженном состоянии	4910
Рабочая скорость, км/ч (м/с)	13,2 (3,6)

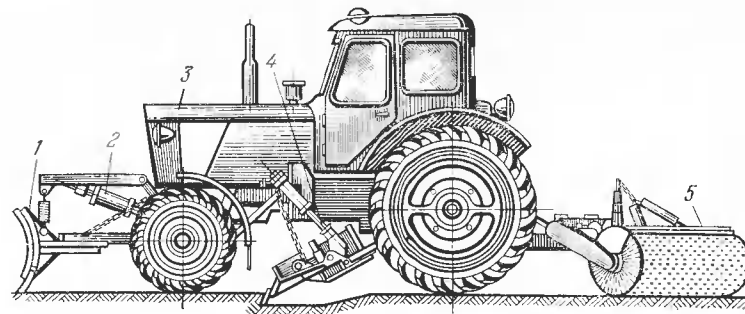


Рис. 11. Снегоочиститель плужно-щеточный со скалывающим оборудованием Д-447М

1 — снегоуборочный плуг; 2 — гидросистема; 3 — трактор; 4 — устройство для скалывания уплотненного снега; 5 — цилиндрическая щетка

Поднимается и опускается щеточное устройство гидроцилиндром. Все три рабочих органа снегоочистителя имеют независимое гидравлическое управление, поэтому водитель может опустить их в рабочее и поднять в транспортное положение в любом сочетании.

По такому же принципу действует снегоочиститель со снегоскалывающим оборудованием Д-447М на шасси трактора МТЗ-50/52 (рис. 11).

Удаление снега с дороги погрузкой в транспортные средства и перекидкой осуществляется снегопогрузчиками и роторными снегоочистителями. Роторные снегоочистители представляют собой единый агрегат с рабочим органом активного принципа действия, навешиваемого спереди на самоходное шасси. Принцип действия роторного снегоочистителя следующий. Снежная масса разрабатывается вращающимся режущим элементом при поступательном движении машины и подается в ротор-метатель, направляющий снег в выбросной (направляющий) патрубок. В городских условиях роторные снегоочистители применяют для разработки снежных валов и направленной перекидки (или складирования) снега на свободные территории или в реки, а также для погрузки снега в транспортные средства.

Конструкция снегоочистителя с точки зрения экологии и технологии уборки городских дорог оценивается следующими показателями. С целью защиты зеленых насаждений от выбрасываемой снежной струи при пере-

кидке снега должен обеспечиваться отброс снега в сторону в заданном направлении и на заданное расстояние. В условиях работы в транспортном потоке важно обеспечить погрузку снега в транспортные средства при различном их расположении относительно роторного снегоочистителя. С этой целью кожух ротора должен снабжаться направляющим желобом, поворачивающимся вокруг вертикальной оси. Наличие козырька на выходе из желоба обеспечивает укладку снега в заданном месте.

Конструкция рабочего органа роторного снегоочистителя должна обеспечить разработку вала снега высоких прочностных свойств и хорошее копирование поверхности дорожного покрытия, что должно обеспечить качественное удаление слежавшегося снега в основании вала, предотвратить появление снежно-ледяных образований и гололеда и значительно сократить применение противогололедных материалов. На городских дорогах в снеге могут часто встречаться посторонние включения, поэтому большое значение приобретают средства защиты рабочих органов от поломки. По производительности современные роторные снегоочистители подразделяются на легкие — производительностью до 200 т/ч, средние — до 1000 т/ч и тяжелые — свыше 1000 т/ч.

Привод рабочего органа роторных снегоочистителей осуществляется от двигателя базовой машины через механический или гидравлический привод. Снегоочистители тяжелого типа снабжают вспомогательным двигателем, обычно устанавливаемым в кузове базовой машины.

В городских условиях обычно применяют легкие и средние снегоочистители с приводом рабочего органа от двигателя базового шасси. В нашей стране в городах находят применение шнекороторные и фрезерно-роторные снегоочистители. Шнекороторные снегоочистители монтируются на стандартном шасси автомобилей и тракторов или на специальном шасси. Основным рабочим органом снегоочистителя является шнекороторный механизм, смонтированный впереди машины. Принцип действия шнекороторных снегоочистителей следующий. Питатель (обычно один или несколько шнеков) врезаясь в массу снега, разрыхляет его и подает к метательному органу (обычно ротор с лопатками), выбрасывающему снег через направляющий желоб. Шнекороторный снегоочиститель ДЭ-204 (Д-470) выполнен по одномоторной схеме, автомобильный двигатель с машины снят, рабочий орган

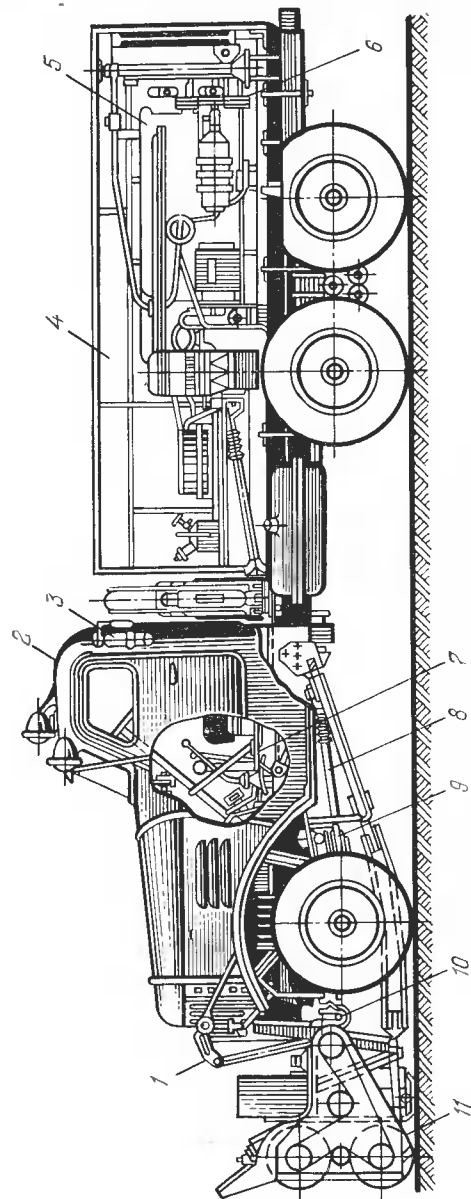


Рис. 12. Шнекороторный снегоочиститель ДЭ-204

1 — подвеска шнекороторного механизма; 2 — кабина; 3 — двигатель; 4 — окучиватель; 5 — оковзка; 6 — муфта; 7 — рычаг включения; 8 — карданный вал; 9 — промежуточная опора; 10 — механизм фиксации; 11 — шнек

и ходовая трансмиссия приводятся в действие от двигателя У2Д6-С3 (рис. 12). Специальное оборудование снегоочистителя смонтировано на шасси грузового автомобиля ЗИЛ-157Е высокой проходимости. Рабочий орган состоит из ротора и двухшнекового питателя, установленных в корпусе. Боковые стенки корпуса имеют вертикальные ножи для подрезания и обрушения снежной массы, нижняя часть корпуса снабжена сменным горизонтальным ножом, срезающим снег с очищаемой поверхности. Ротор представляет собой стальную ступицу с шестью лопатками. Он закрыт кожухом с патрубком для выбрасывания снега. Для обеспечения направленного выброса снега кожух ротора может поворачиваться вправо и влево. Шнеки имеют левое и правое направления спирали, благодаря чему снег перемещается к оси машины в зону работы ротора. Рабочий орган соединен с шасси автомобиля при помощи подвески, гидравлических цилиндров подъема и опускания рабочего органа и толкающей рамы. Все управление работой снегоочистителя сосредоточено в кабине водителя.

Шнекороторный снегоочиститель ДЭ-210С (Д-707С) также выполнен по односторонней схеме, специальное оборудование его аналогично оборудованию снегоочистителя ДЭ-204 и устанавливается на шасси высокой проходимости ЗИЛ-131, с которого также снят автомобильный двигатель и заменен дизельным двигателем У2Д6-250ТК мощностью 250 л. с.

Фрезерно-роторное снегоочистительное оборудование КО-705Р устанавливается на универсальной уборочной машине КО-705 и состоит из рамы, трансмиссии, рабочих

Техническая характеристика шнекороторных снегоочистителей ДЭ-204 (Д-470) и ДЭ-210 (Д-707С)

	ДЭ-204	ДЭ-210
Базовое шасси	ЗИЛ-157-КЕ	ЗИЛ-131
Производительность, т/ч	625	900
Ширина захвата, мм	2520	2520
Высота убираемого слоя снега, мм	1300	1300
Дальность отбрасывания, м	20	24
Двигатель:		
модель	У2Д6-С3	У2Д6-250ТК
мощность, кВт (л. с.)	110 (150)	185(250)
Габариты, мм	8000×2570× ×2300	8555×2570× ×2700
Масса, кг	8900	10 820

органов, направляющих аппаратов и механизма поворота большого хобота (направляющего устройства). При помощи специальных захватов механизм навешивается на переднюю подъемную раму тягача. Рабочий орган фрезерно-роторного снегоочистителя состоит из фрезерного питателя и лопастного ротора, смонтированных в общем корпусе. Питатель выполнен в виде двух трехзаходных безбаранных фрез с винтовыми режущими ленточными элементами, закрепленными с помощью стоек на оси. Захваченная при поступательном движении машины режущими элементами снежная масса направляется в метательный аппарат, представляющий собой один лопастный ротор, откуда она поступает в выбросный патрубок и отбрасывается в заданном направлении, либо поступает в транспортное средство.

Основное назначение лаповых снегопогрузчиков — погрузка в автомобили снега, предварительно собранного плужно-щеточными снегоочистителями в валы. Механизмы снегопогрузчиков монтируются на автомобильном или специальном шасси. Наибольшее применение имеют лаповые снегопогрузчики КО-203 (рис. 14) и Д-556.

Конструктивные элементы лапового снегопогрузчика следующие. Металлоконструкция, состоящая из механической лопаты, стрелы скребкового транспортера и ос-

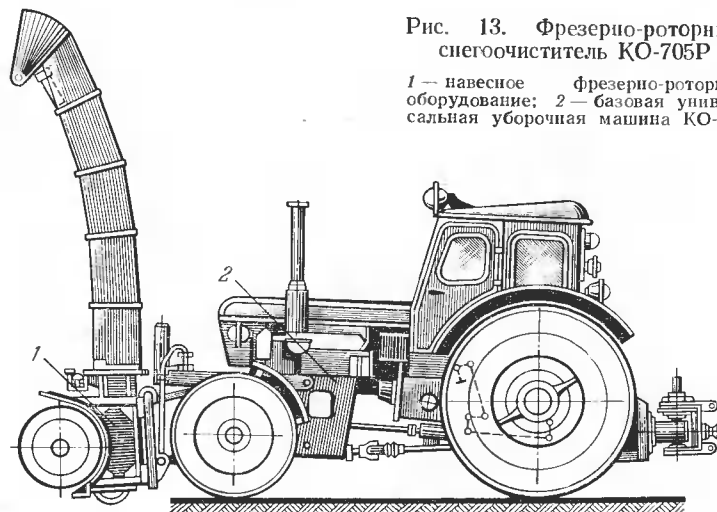


Рис. 13. Фрезерно-роторный снегоочиститель КО-705Р

1 — навесное фрезерно-роторное оборудование; 2 — базовая универсальная уборочная машина КО-705

**Техническая характеристика фрезерно-роторного
снегоочистителя КО-705Р (рис. 13)**

Базовое шасси	трактор Т40АП
Ширина захвата, м	1,7
Дальность отброса снега, м	8—17
Высота погрузки снега, м	3,5
Производительность (при высоте снежного вала 0,6 м), м ³ /ч:	
при погрузке снега	до 600
при перекидке снега	до 2000
Ротор:	
диаметр, мм	660
число оборотов в 1 мин	580
Фреза:	
диаметр, мм	860
шаг, мм	1460
число оборотов в 1 мин	127
Окружная скорость ротора, м/с	20
Окружная скорость фрезы, м/с	5,7
Габариты, мм:	
ширина	1800
высота	3500
Масса оборудования, кг	670

новной рамы (монтируется на базовом шасси). Механическая лопата снабжена лаповым питателем. Принцип действия лаповых снегопогрузчиков одинаков. При дви-

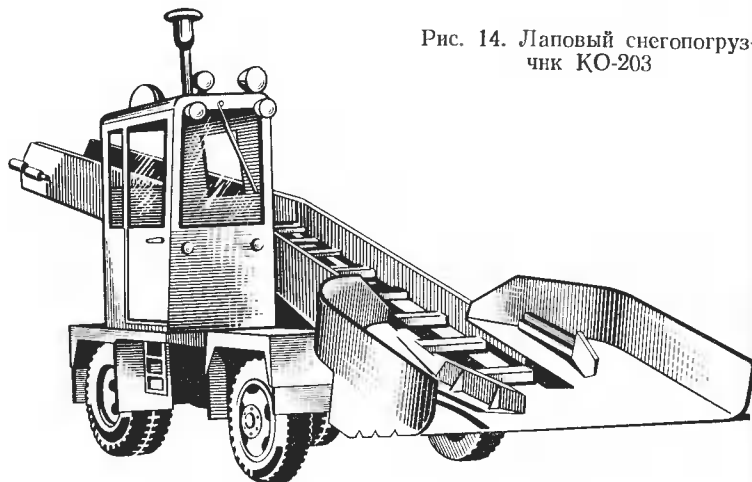


Рис. 14. Лаповый снегопогрузчик КО-203

жения снегопогрузчика лопата врезается в вал снега, погружая на себя снег. Затем лапы питателя, совершая поочередно захватывающие движения, подают снег на скребковый транспортер, перемещающий снег вверх и сбрасывающий его в кузов автомобиля.

**Техническая характеристика лаповых снегопогрузчиков
КО-203 и Д-566**

	КО-203	Д-566*
Базовое шасси	ГАЗ-52-04	специальное
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	55 (75)	37 (50)
Производительность:		
по объему, м ³ /ч	—	300
по массе, т/ч	100	120
Скорость, км/ч (м/с):		
транспортная	25 (6,9)	27,3 (7,6)
рабочая	0,36—2,44 (0,1—0,67)	0,687—2,5 (0,19—0,7)
Ширина захвата, мм	2350	2640
Ширина транспортера, мм	660	660
Высота погрузки, мм	3590	3600
Габариты в транспортном положении, мм:		
длина	9000	9320
ширина	2490	2850
высота	2900	3240
Масса снаряженной машины, кг	4970	6200

* Предназначен для использования в районах с температурой окружающей среды до —40 °С.

Универсальные разбрасыватели противогололедных материалов. Современные машины для посыпки дорожных покрытий противогололедными материалами носят название универсальных разбрасывателей, так как они предназначены для противогололедных материалов широкой номенклатуры — от песка и пескосоляной смеси до специальных смесей солей.

Распределители оснащаются спецоборудованием, включающим емкость для распределяемого материала, средства подачи материала на разбрасывающее устройство и собственно разбрасывающее устройство. Спецоборудование распределителей выполняется с учетом следующих основных требований: точности дозировки про-

тивогололедных материалов в большом диапазоне в зависимости от типа материала, погодных условий и состояния дорожного покрытия; постоянства плотности посыпки (расхода материала на единицу площади) независимо от скорости движения машины; равномерности распределения материала по обрабатываемой поверхности, регулировки ширины посыпки и расположения полосы посыпки по отношению к оси машины. Эти требования обусловлены как задачами технологического порядка — обеспечить наилучшее качество уборки при наименьших затратах, так и экологических, направленных на снижение вредного влияния хлоридов и других противогололедных материалов на окружающую среду.

Универсальные современные распределители должны обеспечивать дозу распределения противогололедных материалов в пределах 10—400 г/м². Это дает возможность ограничить количество рассыпаемых противогололедных материалов (особенно хлоридов и других солей) в соответствии с конкретными погодными, дорожными и другими местными условиями.

Плотность посыпки регулируется изменением скорости движения транспортера, частоты вращения разбрасывающего диска и ограничения шибером-отсекателем поступающего с транспортера технологического материала для посыпки. Ширина посыпки должна регулироваться в интервале 2—9 м, чтобы дать возможность учитывать ширину проезжей части улицы и снизить возможность попадания противогололедных материалов на газоны, тротуары и обочины дороги. Для этой же цели разбрасывающее устройство должно устанавливаться на минимальной высоте и оборудоваться ограничительными щитками. Регулировка ширины посыпки обусловлена также необходимостью сокращения обрабатываемой территории, посыпки только наиболее опасных для движения транспорта мест, а на многополосных дорогах — только полос со следами наката или гололеда. Выполнению этой задачи способствует и обеспечение возможности смещения обрабатываемой полосы до 3 м в правую и левую сторону от оси машины.

Последними моделями отечественных универсальных распределителей технологических материалов являются КО-105 на шасси автомобиля ЗИЛ-130АН (рис. 15) и прицепной распределитель КО-705-УРА к трактору Т-40АП.

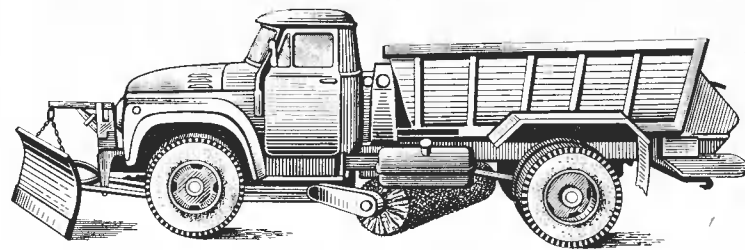


Рис. 15. Разбрасыватель универсальный КО-105

Разбрасывающее оборудование КО-105 включает кузов, скребковый транспортер, бункер-дозатор, разбрасывающий диск и привод транспортера и разбрасывающего диска. Кузов оборудования выполнен цельнометаллическим, сварным, с наклонными боковыми стенками и съемным задним бортом, на который навешен бункер-дозатор. В передней стенке кузова и заднем борту имеются окна для прохода верхней ветви транспортера.

Технологический материал для посыпки, находящийся в кузове, с помощью скребкового транспортера подается на вращающийся разбрасывающий диск, равномерно распределяющий материал по поверхности дороги в радиусе до 9 м. Привод всех исполнительных органов осуществляется от двигателя базового шасси. Универсальной прицепной разбрасыватель КО-705-УРА является сменным оборудованием к машине КО-705Б и предназначен для посыпки зимой улиц песком и хлоридами. Оборудование пескоразбрасывателя смонтировано на специальном одноосном прицепе. Вместимость сварного кузова с наклонными стенками 2 м³. Подача материала к разбрасывающему диску обеспечивается цепным тягловым транспортером со скребками, привод транспортера — гидравлический, привод разбрасывающего диска — механический от двигателя трактора.

Совершенствование конструкции универсальных разбрасывателей противогололедных материалов идет в следующих направлениях: регулирование параметров технологического процесса и прежде всего повышение точности дозировки распределяемого материала; повышение эффективности использования базового шасси в течение года, снижение массы спецоборудования и повышение его коррозионной стойкости.

Техническая характеристика универсальных
разбрасывателей КО-105 и КО-705 УРА

	КО-105	КО-705УРА
Базовое шасси	ЗИЛ-130АН	прицеп к Т-40АП
Вместимость кузова, м ³	2,7	2,2
Рабочая скорость, м/с:		
при посыпке инертными ма- териалами	5,5	до 2,8
реагентами	6,9	—
при подметании и сгребании снега	4,16	—
Ширина обрабатываемой по- лосы, м:		
при посыпке, не более	9	7
при сгребании снега плугом	2,5	—
при подметании снега щеткой	2,3	—
Средняя плотность при посып- ке, кг/м ² :		
инертными материалами, не более	0,4	0,4
реагентами, не менее	0,01	0,01
Габариты, мм:		
длина	8800	4200
ширина	2820	2100
высота	2400	1850
Масса, кг:		
машины с полной нагрузкой разбрасывающего оборудо- вания	11 000	5760
плужно-щеточного оборудо- вания	1400	—
п.	1000	—

Наиболее прогрессивные модели зарубежных распределителей противогололедных материалов оснащаются системой автоматизированного регулирования скорости транспортера для обеспечения заданной плотности посыпки при изменении скорости движения автомобиля [например, распределители фирмы «Рольба» (Швейцария)]. В новейших моделях распределителей контроль за подачей материала, корректировка плотности и ширины обрабатываемой полосы осуществляются не только средствами автоматики, но и телемеханики. Одной из фирм, ведущих разработки в этом направлении, является фирма «Макс Питч» (ФРГ). Оборудование включает

в себя электронное управление плотностью и шириной посыпки. Эти параметры в зависимости от метеорологических условий, обуславливающих наличие скользкости на дорогах, можно заранее запрограммировать с помощью электронного коммутатора. Благодаря электронной сигнализации при изменении ширины посыпки автоматически приводится в соответствие плотность посыпки. Зависящее от условий движения дозирование производится с помощью надежного гидравлически управляемого регулятора. Поскольку распределитель противогололедных материалов используется только зимой, спецоборудование стали выполнять в виде единого легко снимаемого с базового шасси агрегата. Многие зарубежные фирмы выпускают съемные агрегаты [«Рольба» (Швейцария), «Шмит» (ФРГ)], работающие с машинами-самопогрузчиками. Фирма «Крамер-Штройер» (Западный Берлин) выпускает съемные распределители, используемые в системе Мультилифт, что позволяет на место грузового кузова-контейнера установить распределитель технологических материалов.

Поскольку пескосоляные смеси и смеси солей являются абразивными и весьма агрессивными коррозионными материалами, обычные меры защиты металлоконструкций спецоборудования недостаточно эффективны, поэтому намечается тенденция к применению новых, более устойчивых материалов. Например фирма «Фиберглас Продастс» (США) изготавливает бункера распределителей пескосоляной смеси из пластика, армированного стекловолокном, который обладает высокой коррозионной устойчивостью, механической прочностью. Цепной конвейер подачи материала на разбрасывающее устройство выполняется из нержавеющей стали. Масса спецоборудования распределителя составляет всего 470 кг. Швейцарская фирма «Амман» для своих распределителей применяет износостойкие пластмассовые ленточные конвейеры.

ЗАГОТОВКА ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Для обработки городских дорог зимой песок для приготовления пескосоляной смеси и хлориды (твердые и жидкие) заготавливают и хранят на специальных базах. Заготавливают материалы обычно в течение лета и осени

в объеме полной потребности на всю зиму (ориентировочно из расчета на 1000 м² убираемой площади песка — 4—8 м³; хлоридов — 1 м³). Количество противогололедных материалов, заготавливаемых в конкретном городе, зависит от климатических условий, среднего числа посыпок в течение зимы (для городов средней климатической зоны около 100), норм распределения материалов (песка и пескосоляной смеси 200—300 г/м², хлоридов 20—40 г/м²), которые в свою очередь зависят от значения дороги, интенсивности движения, характеристики покрытия и других местных факторов. Так, на дорогах с интенсивностью движения менее 100—120 автомашин в час, а также на дорогах с бетонным покрытием, на мостах и в тоннелях применять хлориды не целесообразно. Ограничено применение хлоридов и на озелененных улицах.

Объем заготовок противогололедных материалов на каждой базе определяется также рациональным расстоянием между базами. Базы для заготовки и хранения противогололедных материалов должны отвечать экологическим требованиям, требованиям технологии зимней уборки с применением инертных и химических материалов, а также требованиям эффективности использования спецмашин — распределителей противогололедных материалов. Основными экологическими требованиями к базам по заготовке и хранению противогололедных материалов являются: предотвращение поступления противогололедных материалов (особенно солей) в поверхностные и грунтовые воды, в почву, а также переноса их ветром и колесами транспорта за пределы базы.

Обеспечению этих требований способствуют следующие мероприятия: правильный выбор участка для размещения базы; соответствующее оборудование территории базы (особенно мест хранения противогололедных материалов); рациональная технологическая схема, механизация и правильная организация работ. Неправильный выбор участка для базы противогололедных материалов и неправильное их хранение — в виде штабелей под открытым небом, без достаточной защиты от воздействия атмосферных осадков — может привести к образованию непосредственного стока растворов, содержащих соли, в расположенные вблизи открытые водоемы, к загрязнению почвы, грунтовых вод, гибели растений. Выбор площадки и планировка базы определяются

рельефом местности и принятым способом доставки противогололедных материалов (по железной дороге, баржами или автотранспортом). Для размещения баз противогололедных материалов выбирают площадки, где грунтовые воды находятся на большой глубине. Для обеспечения организованного стока площадка должна иметь уклон 2—3 %, асфальтобетонное покрытие, поддерживаемое в исправном состоянии, что должно предотвратить поступление раствора солей в почву и грунтовые воды. Желательно, чтобы база не располагалась вблизи ценных лесных массивов и зеленых насаждений, источников водоснабжения, сельскохозяйственных угодий.

При размещении баз технологических материалов учитывают требование максимального сокращения холостых, непроизводительных пробегов для заправки распределителей противогололедных материалов, поэтому в большом городе обычно оборудуется несколько таких баз. Если город имеет большую протяженность, целесообразно базы располагать одну от другой на расстоянии пробега распределителя до полного освобождения кузова. При этом работа машин организуется по «челночной» системе. Машина заправляется на базе вначале участка, а после рассыпки материалов на другой базе, расположенной в конце участка, и производит рассыпку материалов при обратном движении к первой базе. Технология и оборудование базы должны обеспечить заготовку противогололедных материалов надлежащего состава и качества и их сохранность.

В ходе обработки материалов необходимо строго соблюдать требования гранулометрического состава, процентного содержания компонентов, неслеживаемости и сохранности их при хранении. Для этого устанавливают состав поступающих на базу компонентов, выполняют операции просеивания, дозирования, смешивания, доставки и укладки в месте хранения.

Для изготовления пескосоляной смеси рекомендуется заготавливать речной песок, не имеющий илистых и глинистых включений (примесь глины не должна превышать 2—3 %), поскольку содержание глины увеличивает скольжение транспорта при торможении. Противогололедные материалы должны быть без комков, камней и прочих включений, однородны по своему составу, что обеспечивает безопасность работы распределителей в

условиях интенсивного транспортного и пешеходного движения, а также предотвращает поломки механизмов распределителя. Считается, что наилучшие результаты дает применение песка средней крупности с размером зерен 1—6 мм (в основном 2—3 мм), и хлоридов — 3—5 мм, при этом содержание частиц менее 0,15—0,16 мм не должно превышать 2—5 % во избежание переноса воздушными потоками на придорожные зеленые насаждения и повышения загрязнения воздуха в зоне автомобильной дороги. Соответствующий гранулометрический состав материала достигается при просеивании его на грохоте. Не прошедшие грохот куски материала могут быть измельчены в дробилке. Хлориды должны храниться в закрытом помещении, под навесом или в буртах, тщательно укрытых брезентом.

Технологию подготовки материалов к хранению и использованию можно рассмотреть на примере несслеживающей смеси. Смесь готовят на специально оборудованных горизонтальных асфальтированных площадках баз. Для приготовления несслеживающейся смеси к хлористому натрию добавляют хлористый кальций в порошкообразном или чешуируванном виде. Количество хлористого кальция зависит от вида продукта: если хлористый кальций в порошкообразном виде, то на 1 т хлористого натрия его добавляют 40—70 кг, если же хлористый кальций чешуируванный — 100—120 кг. Перед смешиванием материал просеивают. Чтобы хлористый кальций не увлажнялся, тару, в которой он хранится, надо вскрывать непосредственно перед приготовлением смеси. Излишки хлористого кальция следует пересыпать в плотно закрывающуюся тару. Хлористый натрий, доставляемый на площадку, разравнивают слоем высотой до 20 см, а сверху рассыпают необходимое количество хлористого кальция, после чего перемешивают все погрузчиком. Перемешивание происходит и при складировании в штабеля. При отсутствии указанных средств механизации смешивание производят с помощью других машин и механизмов.

Приготовленную для складирования несслеживающую смесь необходимо предохранять от попадания атмосферных осадков. Для этого штабеля приготовленной смеси укрывают водонепроницаемыми материалами (толь, плотная бумага, грунт, обработанный битумом) или хранят под навесом.

На современных базах все основные процессы заготовки складирования противогололедных материалов механизированы. Зимой наиболее ответственной операцией является сокращение простоев распределителей технологических материалов под погрузкой, что необходимо для обеспечения высокой оперативности посыпки, потребность в которой возникает часто, внезапно и одновременно на всей территории города. Своевременность и быстрота погрузки обеспечиваются организацией и четкой организацией работ на этом участке. Рекомендуется заблаговременно загружать распределители, находящиеся в дежурстве, технологическими материалами, организовать работу машин и механизмов на базе круглосуточно. Для обеспечения надежности работы машин и механизмов необходимо строго соблюдать графики технического обслуживания. Ввиду агрессивности солей и абразивности песка при ежедневном обслуживании (ЕО) надо тщательно проводить внешний контроль, обратив особое внимание на состояние красочного покрытия, на вмятины и другие дефекты облицовки. Ежедневно надо мыть холодной и горячей водой все машины и механизмы.

СНИЖЕНИЕ ОТРИЦАТЕЛЬНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОТИВОГОЛОЛЕДНЫХ СОЛЕЙ НА ОБЪЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Применение противогололедных солей, обусловленное необходимостью оперативного обеспечения нормальных дорожных условий зимой в городе, оказывает неблагоприятное воздействие на дорожные покрытия, автомобили, металлические, железобетонные и цементобетонные конструкции, дорожные инженерные сооружения, подземные коммуникации, воду, почву, зеленые насаждения и другие природные объекты.

Поскольку еще не разработаны технические средства, позволяющие при любых погодных условиях обеспечить безаварийное движение транспорта, и применение противогололедных солей является необходимостью, усилия специалистов направлены на изучение природы и характеристик процессов их воздействия на разные объекты для выработки средств, максимально снижающих отрицательный эффект химического метода борьбы с гололедом и снежно-ледяными образованиями.

Воздействие противогололедных солей на дорожные покрытия. Наиболее неблагоприятное воздействие противогололедные соли оказывают на цементобетонные дорожные покрытия. Многолетними наблюдениями при эксплуатации дорожных цементобетонных покрытий установлено, что разрушение бетона обусловлено в значительной мере агрессивным воздействием на него растворов хлористых солей в сочетании с заморозками. Образующиеся на покрытии при таянии снега и льда солевые растворы различной концентрации проникают в поры и капилляры бетона и при замерзании разрушают его. Сначала происходит разрушение верхнего слоя и его отслоение, затем разрушение бетона распространяется в глубину, при этом крупный заполнитель теряет связь с цементным раствором и под влиянием колес автомобилей выкрашивается из тела бетона.

Еще более агрессивное влияние хлориды оказывают на железобетон, прежде всего на арматуру. Хлористые соли проникают через защитный слой бетона и накапливаются вблизи арматуры, вызывая коррозию стали. Слой бетона в свою очередь разрушается и дает трещины как непосредственно под действием солей, так и в результате разрушающего действия процесса коррозии арматуры.

Считают, что на дороги с асфальтобетонным покрытием противогололедные соли оказывают сравнительно небольшое отрицательное воздействие. Однако это верно только в случае полной исправности верхнего покрывающего слоя, препятствующего проникновению воды и растворов солей в основание дороги. При некачественном проведении строительных и ремонтных работ остаются плохо заделанные швы, стыки с бордюрным камнем и другие дефекты. Вместе с тем в условиях современного интенсивного и грузонапряженного движения происходит довольно быстрое разрушение асфальтобетона, в результате чего также возникают различные деформации и трещины, что увеличивает водопроницаемость покрытия, а следовательно, и проницаемость его для соляных растворов. От водопроницаемости асфальтобетонного покрытия во многом зависит работа и долговечность его и нижележащих бетонных и цементобетонных слоев дорожной одежды, поскольку вода и еще в большей степени соляные растворы способствуют их разрушению. Интенсивность воздействия растворов со-

лей зависит от того, в каких количестве и концентрации они проникают в основание. Насыщение бетонного и цементобетонного основания солями до концентраций, оказывающих на него наиболее агрессивное действие, происходит постепенно. При переменном замораживании и оттаивании в соляных растворах процесс разрушения дорожного покрытия значительно ускоряется. Степень разрушения бетона зависит от вида соли. Наибольшей агрессивностью по отношению к бетону обладает хлористый натрий, а менее — хлористый кальций. Хлористый магний вызывает незначительные разрушения бетона, хотя длительное выдерживание в растворе этой соли может привести к коррозии бетона. Неодинаковое агрессивное действие солей объясняется их различными эвтектическими точками и разной плавящей способностью. Ведутся широкие исследования по снижению вредного влияния хлоридов на дорожные покрытия.

В АКХ им. К. Д. Памфилова определялась стойкость образцов пропаренного бетона и бетона нормального твердения на сжатие после их попеременного замораживания до -15°C и оттаивания при 20°C в 5%-ных растворах CaCl_2 , ННХК (хлористый кальций с добавками нитрат-нитрата кальция) и ХКФ (хлористый кальций с добавками фосфатов) (табл. 9). Образцы подвергались также многократному попеременному смачиванию в ука-

Таблица 9. Влияние растворов CaCl_2 и реагентов ННХК и ХКФ на бетон

Материал образца	Растворы солей и реагентов	Попеременное замораживание и оттаивание		Попеременное увлажнение и высушивание	
		Число циклов	снижение (-) или увеличение (+) прочности, %	число циклов	снижение (-) или увеличение (+) прочности, %
Пропаренный бетон	CaCl_2	100	-25	150	-27
	ННХК	100	-22	150	-17
	ХКФ	200	-20	150	-9
	Вода	—	—	150	-10
Бетон нормально-го твердения	ННХК	200	-20	150	-4,5
	ХКФ	200	+10	—	—
	CaCl_2	—	—	—	—

занных растворах и высушиванию, для контроля смачивания использовалась чистая водопроводная вода.

Опыты показали, что многократное замораживание и оттаивание, так же как и увлажнение и высушивание в растворах солей и реагентов, в значительной мере способствует ускорению в нем деструктивных процессов, при этом влияние солей и реагентов наиболее агрессивно проявляется на пропаренном бетоне. Наименьшие агрессивные воздействия наблюдаются при применении реагента ХКФ на цементобетонные покрытия, изготовленные из бетона марки М 400 и Мрз 200.

Снижение вредного влияния противогололедных солей на почву и растения. Противогололедные соли, разбрасываемые на городских дорогах, могут попадать на почву придорожных полос озеленения. В результате инфильтрации соляных растворов, образующихся при таянии льда и снега, соли попадают в грунтовые воды, остаются в почвенных растворах или поглощаются частицами почвы. Было отмечено повышение общего содержания солей в придорожных почвах на расстоянии до 30 м от обрабатываемой солями дороги и остановлено их возрастающее накопление. Это может оказать вредное влияние на почвы как с точки зрения их плодородия, так и способности поддерживать нормальный рост растений.

Многие исследователи в разных странах изучали влияние солей на растения, наличие и перемещение их в почве. Чувствительность растения связана с типом почвы, содержанием в ней влаги и содержанием солей на единицу массы почвы. Считается, что общее количество растворимых солей в почве должно поддерживаться на уровне ниже 100 частей на 10^6 . Однако замеры, проведенные в США, показали, что содержание растворимых солей вблизи обрабатываемой солями дороги может находиться в интервале 1860—2580 частей на 10^6 (1 ч. на 10^6 означает 1 мг соли на 1 кг почвы). На произрастание растений оказывает большое влияние не только общее содержание солей в почве, что прежде всего приводит к нарушению влагопоглощающей способности растений, но и уровень содержания ионов противогололедных солей. Ион хлора сам по себе не считается особенно вредным и не ухудшает характеристик почвы, хотя и участвует в повышении солёности. Ионы хлора обладают отрицательным ионным зарядом, таким же, как и частицы почвы. Следовательно, ионы хлора свободно

проходят между частицами почвы по сравнению с такими катионами, как натрий и кальций, поглощаемыми частицами почвы или осаждаемыми в результате реакции с почвой. Однако высокий уровень содержания хлора обуславливает их действие в качестве агентов, вызывающих загрязнение грунтовых вод, и ядовитых веществ, поглощаемых растениями. Чрезмерное количество хлора накапливается в листьях, вызывая их ожоги, а также аккумулируется в ветвях.

Ион натрия имеет очень большое значение не только потому, что он изменяет характер почвы, но и потому, что оказывает токсическое воздействие на различные растения. При попадании натрия в почву нарушается ее водный режим, кроме того, ионы натрия вытесняют из почвы ионы кальция. При потере кальция почва может стать менее плодородной и проницаемой. Высокий уровень содержания натрия может вызвать диспергирование коллоидных частиц почвы, что поведет к образованию щелочных почв, характеризующихся отсутствием агрегации, плохой структурой и плохой дренажной способностью. Натрий обычно считается токсичным для растений, он перемещается к листьям и ветвям, вызывая их ожоги и появление коричневых пятен. Несмотря на то, что его рассматривают как несущественный для роста растений, он может мешать поглощению калия — важного для растений элемента и даже занимать его место.

Кальций представляет собой распространенный элемент, присутствующий в почвах, и он необходим для роста растений. Кальций может быть внесен в почву в форме извести или гипса для вытеснения нежелательных ионов натрия и восстановления плодородности почвы. Тем не менее чрезмерное содержание кальция может обусловить высокую солёность и оказаться токсичным. Однако степень повреждения растительности находится не только во взаимосвязи с уровнем содержания хлора, натрия или кальция в растениях и в почвах. Допустимое содержание солей значительно колеблется для различных видов растений. Степень влияния хлоридов на растительность определяется также следующими факторами: доступностью воды, температурой во время роста растений, характеристикой почвы, началом вегетационного периода растений, количеством одновременно наносимой на дорогу соли и длительностью ее воздей-

ствия. Естественно, что при менее интенсивном применении солей ее меньше попадает в грунт или непосредственно воздействует на растения. Тем не менее количество соли, которое может воздействовать на растения, зависит во многом от дорожных условий, характера дороги, количественных и качественных параметров движения и местных климатических условий. В пониженных местах или на кривых участках соль скапливается на разделительной полосе и обочинах. Количество солей, достигающих растения, снижается там, где имеются стокоулавливающие сооружения для талых и дождевых вод. Чтобы улучшить условия роста посадок на разделительной полосе, следовало бы уже в проекте дороги предусмотреть лотки, ограничивающие полосу с каждой стороны и отводящие растворы в коллектор, а также эффективную систему стока воды с разделительной полосы. Причем выпуски дренажа следует закладывать в зонах, лишенных растительности.

Чем больше ширина разделительной полосы, тем дальше расположены посадки растительности от проезжей части и, следовательно, от источника засоления. Из практики содержания дорог известно, что растительность на полосе шириной меньше 4 м приживается гораздо хуже, чем на полосе большей ширины. Особенно это заметно на поворотах. Замечено также, что густая растительность меньше поражается солью. Колеи или различного рода выбоины аккумулируют растворы, откуда последние при движении автомобилей могут попасть на растения. Более крупные частицы соли могут попасть на обочину и разделительную полосу, а мелкие перенесены ветром и далее. Было установлено, что под действием ветра, а также движения машин до 10 % солей, используемых для обработки дорог, может поступать в атмосферу, что существенно повышает загрязненность воздуха. В выемках может образоваться туман, насыщенный парами соли. Если дорога проходит по насыпи, ветер может перенести соляные пары на значительное расстояние.

По данным специалистов ФРГ, на соседних участках дороги количество соли, распределенной на 1 км за зиму, может существенно отличаться по величине, например 40 и 20 т/км (при интенсивности движения соответственно 22 200 и 4300 автомашин в сутки).

Когда на покрытии имеется пленка раствора соли, то брызги раствора чаще попадают на растения с увеличением интенсивности движения. Это зависит не только от числа автомобилей, но и от более интенсивного использования соли. Больше соли попадает на полосу озеленения, когда в составе движения оказывается большой процент тяжелых автомобилей. Грузовой автотранспорт способствует распространению соляных растворов в значительно большей степени, чем легковой (большой объем турбулентного движения воздуха, большая интенсивность распространения мелких капель раствора колесами). Рост скорости движения имеет прямую связь с увеличением количества соли, действующей на растительность.

Любые мероприятия зимнего содержания дорог надо намечать с учетом предохранения растений, чтобы уменьшить ущерб, причиняемый растениям хлористым натрием. Случайно соль попадает на растения при приближении разбрасывателя противогололедных материалов к посадкам. То же происходит при уборке снега с проезжей части грейдером или роторными снегоочистителями.

Считается, что ширина распределения соли в общем должна быть меньше ширины проезжей части: расстояние от границы полосы распределения до кромки покрытия должно составлять примерно 1 м. Надо предъявлять более строгие требования к разбрасывателям противогололедных солей, которые должны обеспечивать равномерность, небольшую дозировку, а также однородность рассыпки соли. Для этого за рубежом машины оснащают системой автоматического регулирования, что обеспечивает равномерную подачу соли в зависимости от скорости передвижения во избежание сверхдозировки на малых скоростях. Количество соли, распределяемой по проезжей части, надо ограничивать до 10—20 и не более 40 г/м², для чего насколько возможно очищают покрытие от снега с помощью имеющихся механизмов. Эффективна с этой точки зрения профилактическая обработка покрытия солью из расчета 10 г/м², так как это часто дает возможность предупредить образование гололеда. Однако подобное возможно лишь при наличии прогнозов большой надежности.

Обрабатывать проезжие части автомобильных дорог рекомендуется солью, характеризующейся определенным гранулометрическим составом. По нормам ФРГ, в

соли не должно быть частиц размером менее 0,16 мм больше 5 %. Соль не должна также содержать частиц более 5 мм. Аналогичные требования есть во французских нормативах. В Швейцарии содержание частиц меньше 0,15 мм ограничивают 2 %. Желательно, чтобы соли были выщелочены из почвы до того, как начнется активный рост растений весной. По этой причине позднее нанесение солей (примерно в начале марта) может оказаться более вредным, чем нанесение большого количества солей в середине зимы.

Полагают, что обрызгивание соляными растворами, применяемыми для обработки дорог, может зачастую явиться главной причиной повреждения растений по обочинам дороги и более опасным, чем соль, поглощаемая из почвы. Наблюдали, что некоторые части растений по обочинам дороги, расположенные непосредственно позади снежных куч или за барьерами, и тем самым защищенные от обрызгивания, значительно реже подвергались повреждениям под действием соли. Особо сильное отрицательное влияние на растения оказывает неправильное хранение противогололедных солей. Если трудно устроить крытое хранилище для имеющихся запасов соли, необходимо складировать их на водонепроницаемом покрытии и предусматривать устройство желоба для отвода концентрированных соляных растворов.

Вышеизложенные рекомендации касаются проектировщиков, строителей или эксплуатационников, но лишь совместная деятельность всех служб, ответственных за соблюдение норм и за качество содержания, может обеспечить наиболее благоприятные условия произрастания растительности на полосах озеленения.

Пути снижения коррозии металлических конструкций и автомобилей при действии противогололедных солей. Многочисленными исследованиями установлено, что соли, используемые для борьбы с обледенением дорог, оказывают значительное влияние на коррозию металлических конструкций и автомобилей, являясь как бы стимуляторами коррозии. Известно, что при соприкосновении поверхности металла с соленой водой электролитическая реакция, ведущая к образованию окиси металла, протекает быстрее, чем при соприкосновении с чистой водой. Коррозия автомобиля начинается при повреждении окраски кузова, когда вода или раствор солей могут соприкоснуться с металлом. Если коррозия началась, она

может быстро распространиться под слоем окраски в любом направлении. Повреждение окраски кузова часто является результатом абразивного и ударного действия летящих из-под колес автомобилей крупных частиц материалов, гравия, асфальта и других продуктов разрушения дорожной одежды. Наиболее подвержены повреждениям днище автомобиля, низкорасположенные, а также хромированные детали, поэтому они более, чем другие участки кузова, испытывают действие растворов противогололедных солей.

Изучение влияния противогололедных солей на коррозию автомобилей велось как в эксплуатационных, так и в лабораторных условиях. Исследования американских специалистов показали, что процент автомобилей, подвергшихся коррозии, более высок в районах, в которых по погодным условиям широко применяются противогололедные соли, по сравнению с районами с более теплым климатом.

Например, 58 % автомобилей, осмотренных в Детройте, характеризовались коррозией хромированных деталей, в то время как в Майями с подобными повреждениями было лишь 35 % машин. В штатах, где противогололедные соли совсем не применялись (или применялись в небольших количествах), машины с неповрежденными хромированными деталями составили 95,6 %.

Наблюдения, проведенные лабораторией по транспорту и дорогам (г. Кроутон, Англия), показали, что в районах, где разбрасывались солевые смеси 4,4 т/км в год, было отмечено в 2 раза больше поврежденных кузовов автомобилей, чем в районах, где использовали не более 50 % указанного количества соли.

Специалисты отмечают также, что уровень коррозии автомобилей зависит не только от общего количества использованной соли, но и от частоты разбрасывания, т. е. возобновления солевых растворов на дорогах. В условиях интенсивного дорожного движения автомобили в течение зимы многократно подвергаются воздействию сильных струй солевых растворов. Соли вместе с грязью накапливаются на днище и других низкорасположенных частях автомобиля. Если грязь с солью остается на машине, то коррозия может продолжаться и в теплый период года. Тщательная мойка автомобилей по окончании зимнего периода способствует значительному снижению коррозии кузова.

Хотя установлено отрицательное действие хлоридов на железо и сталь, в настоящее время борьба со снежно-ледяными образованиями на дорогах невозможна без применения солей, и недостатки этого метода, по-види-

тому, следует исправлять, не полностью отказавшись от него, а путем его совершенствования. Изыскиваются пути снижения агрессивности противогололедных солей. Исследуются свойства соляных растворов, уровень их коррозионной активности при разных концентрациях в смеси с другими традиционно используемыми и новыми химическими веществами, а также при внесении различных ингибирующих добавок. Изучается эффективность применения для борьбы с гололедом химических соединений, менее агрессивных к окружающей среде. Исследования направлены в основном на снижение коррозионной активности хлоридов, поскольку во всем мире они наиболее широко применяются для борьбы с гололедом.

Например, Институт формирования окружающей среды (Польша) провел серию лабораторных испытаний по воздействию противогололедных солей на незащищенную кузовную сталь. Были исследованы растворы традиционно применяемых солей хлористого натрия и хлористого кальция. Определялась скорость коррозии стальных пластин в растворах 3, 5, 10, 20 и 30 % (по массе). Исследования показали, что наиболее сильное коррозионное воздействие оказывает 3 %-ный раствор хлористого натрия. Средняя скорость коррозии металла в этом растворе — 20,5 г/м² в сутки. Испытания также подтвердили данные о том, что с уменьшением концентрации раствора хлористого натрия корродирующее воздействие его (до определенного предела) усиливается. Показано также, что двухкомпонентная смесь солей в составе хлористого натрия (90 %) и хлористого кальция (10 %) значительно менее агрессивна по отношению к металлу, чем хлористый натрий. В лабораторных условиях потери массы стальных пластин (при выдерживании в 3 %-ном растворе в течение суток) уменьшились на 66 %.

Многие организации, осуществляющие эксплуатацию дорог и автомобилей, как за рубежом, так и нашей стране ведут широкие исследования по изысканию ингибиторов, способствующих снижению агрессивности противогололедных солей к металлу и другим объектам окружающей среды. В лабораторных и производственных условиях испытываются химические соединения, основными из которых являются гексаметафосфаты, моно- и динатрийфосфаты, хроматы и бихроматы щелочных металлов и др. Основными компонентами новых смесей продолжают оставаться хлористый натрий, хлористый кальций или их смеси. На выбор хлорида с учетом его качества как противогололедного материала оказывают влияние такие факторы, как доступность и цена. Также известно, что хлористый натрий безвреден для человека, чего нельзя сказать об ингибиторах, поэтому при подборе ингибитора должны предъявляться жесткие требо-

вания к его безопасности для человека и других объектов окружающей среды.

Американские специалисты отмечают, что многие ингибиторы, входящие в состав противогололедных солей, должны быть более детально изучены с точки зрения возможности обнаружения в них скрытых токсических свойств и других потенциальных отрицательных побочных эффектов. Относительно ряда ингибиторов очень мало известно, что с ними происходит в дальнейшем, куда они могут попасть и как далеко распространиться, как они будут влиять на те или иные объекты окружающей среды. Так, в США комплексные цианиды, используемые в качестве химических материалов, предотвращающих слеживание противогололедных солей, и хроматные соединения, используемые в качестве ингибиторов коррозии, были обнаружены в источниках водоснабжения, грунтовых и сточных водах. Однако известно, что даже самых малых количеств цианида и хрома достаточно, чтобы источник водоснабжения оказался негодным для использования и чтобы вызвать гибель рыбы и других родственных водных организмов. Фосфатные ингибиторы коррозии, с одной стороны, можно рассматривать как дополнительные фосфорные удобрения для придорожных зеленых насаждений, а с другой — они могут повысить содержание питательных веществ в озерах, прудах и других водоемах, что может привести к чрезмерному разрастанию водорослей и вызвать нежелательные последствия.

Вместе с тем фосфаты, так же как и ряд других веществ (например, мочевины), признаны наименее опасными составляющими противогололедных смесей. В Польше испытывался и рекомендован к применению на объектах, наиболее подверженных коррозии (мостах, тоннелях и т. п.), трехкомпонентный реагент в составе хлористого натрия 70 %: мочевины с ингибитором 20%; хлористого кальция 10 %. Ингибитор имеет следующий состав: полифос 0,6 %, ацетат натрия 1 %, нитрит нитрат 1 % (общей массы смеси). По сравнению с использованием смеси хлористого натрия (90 %) и хлористого кальция (10 %) без добавки мочевины и ингибитора применение нового реагента дает хорошие результаты.

Потери массы стальных пластин (при выдерживании в 3 %-ных растворах в течение 52 дней) снизились на 82 % в лабораторных условиях. Тем не менее в полупро-

изводственных условиях этот показатель снизился на 50 %, а в производственных составил всего 25 %. Специалисты объясняют это явление следующим. По мере того, как солевой раствор в производственных условиях становится менее концентрированным, он еще сохраняет значительную коррозионную активность, между тем как соответствующее снижение концентрации ингибитора делает его малоэффективным.

Фосфаты в качестве ингибитора коррозии рекомендуются к применению Министерством автомобильных дорог РСФСР («Типовые технологические схемы механизированных баз для хранения и переработки противогололедных химических материалов». — М., 1981). Солевою смесь для борьбы с гололедом рекомендуется заготавливать из хлористого натрия и хлористого кальция (в отношении 88:12) с добавкой ингибиторов в виде однозамещенного фосфата натрия 2—3 % или простого суперфосфата 5—7 %. При подготовке к разливу солевых растворов хлоридно-натриевого состава 25 %-ной концентрации, обогащенных рассолов, растворов хлористого кальция концентрацией 32—38 % в качестве ингибиторов рекомендуется использовать однозамещенный или двухзамещенный фосфат натрия, а также двойной суперфосфат.

Опыт применения фосфатов как добавок к хлоридам, а также лабораторные испытания, проведенные в Московском автомобильно-дорожном институте (МАДИ), показали их преимущества перед другими химическими веществами. Это послужило основанием для разработки реагента ХКФ, чешуированного несслеживающегося хлорида кальция, ингибированного фосфатом. В состав ХКФ входит 93—95 % хлористого кальция и 3,5—7 % фосфатов в пересчете на P_2O_5 . Считают, что коррозионное воздействие на металл в результате применения этого реагента может снизиться в 5—10 раз по сравнению с действием хлористого кальция. Однако широкого применения этот реагент не получил, поскольку является дефицитным. Кроме того, его применение (как и других реагентов) в значительной степени усложняет организацию и выполнение работ ввиду необходимости строгого соблюдения нормативов, режимов уборки и их корректировки по мере изменения таких показателей, как интенсивность снегопада, температуры воздуха и снега. Эффективных противогололедных химических средств, не

оказывающих вредного воздействия на окружающую среду, до настоящего времени не найдено. Работы по изысканию таких средств продолжаются, при этом особое внимание уделяется их комплексной оценке с учетом влияния на различные природные и технические объекты.

Таким образом основным направлением предотвращения вредного воздействия противогололедных материалов является запрещение применения хлористых солей на дорогах с цементобетонным и бетонным покрытием, а также на мостах и в тоннелях. Ограничение норм и частоты их рассыпки на дорогах с асфальтобетонным покрытием и на улицах с зелеными насаждениями. Регулирование подачи противогололедных солей при работе распределителей технологических материалов (пескохлоридоразбрасывателей), корректировка плотности посыпки и ширины обрабатываемой полосы средствами автоматизации и телемеханики, при этом дозаторы должны обеспечить минимальную норму рассыпки хлоридов 10—40 г/м².

Развитие систем прогнозирования появления гололеда и начала снегопада позволит повысить оперативность выбора эффективной технологии, ограничить до минимума применение химических средств, заменяя их механическими и другими методами уборки.

Для уменьшения действия хлоридов надо ускорить разработку технических средств, могущих обеспечить качественную уборку как свежевыпавшего, так и уплотненного снега. Для этого разрабатывают много технических средств (снежные плуги, щеточные снегоочистители, скальватели пассивного и активного принципа действия, системы обогрева и т. п.).

РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ МЕТОДЫ УДАЛЕНИЯ СНЕГА И БОРЬБЫ С ГОЛОЛЕДОМ

Анализ технологии зимней уборки и особенностей природных, градостроительных и других местных условий показывает, что рациональная организация уборочных работ в современных условиях должна основываться на использовании ряда способов в сочетании, наиболее полно учитывающем местные возможности обеспечения требований охраны окружающей среды. Кроме рассмотренных выше традиционных методов удаления

снега и борьбы с гололедом известны и другие способы, находящиеся на стадии разработки и не нашедшие пока широкого применения. Однако их использование может дать значительный эффект с точки зрения ограничения вредного воздействия загрязнений, содержащихся в городском снеге. К таким способам относят сплав снега в систему водоотведения, таяние снега в снеготаялках, обогрев дорожных покрытий.

Метод сплава снега в систему водоотведения заключается в том, что снег, собранный с городских территорий, сбрасывается через специально оборудованные камеры в коллекторы системы водоотведения (дождевая, хозяйственно-фекальная канализации, русла подземных рек и т. п.) и транспортируется потоком сточных вод. При этом температура сточных вод должна быть такой, чтобы при движении по трубам снег растаял. Концентрация загрязнений талой воды снижается благодаря разбавлению ее сточными водами (и частично за счет выпадения взвесей по пути движения потока). Далее загрязнение снижается, когда талые воды вместе со сточными поступают на очистные сооружения.

Это станции биологической очистки хозяйственно-фекальной (или общей) канализации или специальные очистные сооружения, которые начали устраивать в крупных городах у выхода водосточных коллекторов для очистки стоков до сброса их в водоемы. Важным преимуществом системы является возможность сократить плечо вывоза снега. Основными параметрами, определяющими возможность и целесообразность использования водостоков для сплава снега, являются диаметр коллектора и расход сточных вод. Так, согласно «Рекомендациям по содержанию и ремонту дождевой канализации», (утверждены Минжилкомхозом РСФСР 16 февраля 1981 г.), снегосплав разрешается осуществлять, если водосточные коллекторы имеют диаметр не менее 1500 мм, а постоянный расход воды в них не менее 0,5 м³/с. При этом водовыпуск водосточного коллектора должен располагаться выше уровня воды.

Для снегосплава над коллектором оборудуют снегоприемную камеру с грузочным люком не менее 2×2 м (исходя из условий разгрузки самосвала). Снег, привезенный самосвалами, во избежание снежных заторов и образования подпора в верхних участках коллектора разгружают на специально оборудованную перед каме-

рой площадку и бульдозером сбрасывают его небольшими порциями в снегоприемную камеру. Непосредственный сброс снега в снегоприемную камеру допускается только при расходе сточной воды более 1 м³/с. Снегосплав требует организации специального дежурства работников службы эксплуатации водостоков. В задачу дежурных входит наблюдение за режимом работы снегосплавных камер и водосточной сети. Особое внимание уделяют работе водостоков у выходного оголовка, где наиболее вероятно образование снежных завалов.

В сплавляемом снеге не должно быть значительных примесей. Для охраны окружающей среды необходимо вести постоянный контроль за содержанием в снеге взвесей песка или других абразивных противогололедных материалов, а также химических противогололедных веществ, в первую очередь хлоридов. Следует ограничивать сплав в водосточную сеть снега с улиц, где широко используются эти материалы, а также скола и слежавшегося снега, удаляемого с полос складирования проезжей части перед весенним таянием. Снег, загрязненный отходами химического производства и нефтепродуктов, запрещается сплавлять по водосточным сетям. Для предотвращения попадания в коллектор крупных кусков скола, дерева, металлических и других предметов над снегоприемной камерой устанавливают металлическую решетку с отверстиями 20×20 см. Решетка должна быть крепкой и выдерживать нагрузки от наезда самосвалов и легкого бульдозера, который размельчает гусеницами крупные куски снега, проталкивая его через решетку, и отбрасывает совком крупные смерзшиеся глыбы и посторонние предметы.

Снегоприемные камеры по мере необходимости приходится очищать илососами или экскаваторами от песка и других отложений и вывозить их в места централизованного обезвреживания. Вместе с тем выпадение взвеси из потока сточной и талой воды способствует снижению загрязнения водоемов, а обезвреживание загрязнений в централизованном порядке также снижает их опасность для окружающей среды.

Сплав снега в дождевую канализацию получил широкое распространение в Москве еще в 1957—1958 гг. Тогда было построено более 30 снегоприемных камер на водостоках рек Неглинки, Пресни и других водоемов. При эксплуатации этих снегосвалов стало ясно, что не

все они были размещены удачно, так как некоторые водостоки не отвечали требованиям снегосплава, не имели необходимого гидравлического режима. Некоторые же снегоприемные камеры были неудачно расположены и мешали движению транспорта, поэтому часть из них закрыли. Однако опыт эксплуатации этих снегоприемных камер позволил выработать требования к снегосплаву, которые используются теперь при разработке новой системы снегосплава, являющейся составной частью единой схемы удаления снега из Москвы. В его распространении немаловажную роль будет иметь устройство локальных очистных сооружений в устьях подземных рек, где вода должна очищаться от крупных взвесей, песка и нефтепродуктов. В ходе реализации плана создания новой системы снегосплава в Москве в 1981—1982 гг. было закончено строительство приемных пунктов для сплава снега на Ново-Люберецком канале у Косинской улицы и на канализационном канале на просп. Маршала Жукова. Основные показатели этих снегосплавных пунктов приведены в табл. 10.

Одним из методов борьбы с зимней скользкостью является подогрев дорожных покрытий заделанными в

Таблица 10. Технические и эксплуатационные показатели снегосплавных пунктов в Москве

Показатели	Расположение снегосплавных пунктов	
	Ново-Люберецкий канал (Косинская улица)	Канализационный канал (просп. Маршала Жукова)
Размеры перекрывающей решетки, м	9×3	11×3
Размер ячеек решетки, мм	350×200	200×200
Сечение канализационного коллектора, м	2,47×2,43	∅ 2,9
Скорость течения потока жидкости, м/с	2,1	1,3
Наполнение коллектора, м	1,1	1,2
Температура транспортирующей жидкости до сброса снега, °С	17—18	16—17
Плотность поступающего снега, т/м ³	0,32—0,45	0,33—0,5
Содержание песка в снеге, %	0,3—2	0,7—20*

* Наибольшее значение соответствует содержанию песка в слежавшемся снеге, вывозимом в конце зимы.

них подогревательными элементами. При этом достигается не только удаление, но и эффективное предотвращение образования льда на дорогах. Температура подогрева регулируется с таким расчетом, чтобы не возникла опасная ситуация появления гололеда, а если она уже возникла, то могла бы быть очень быстро ликвидирована. Задача заключается в том, чтобы при помощи нагревательных элементов удерживать на поверхности покрытия температуру несколько выше точки замерзания воды. Системы обогрева дорожных покрытий различаются видом применяемого теплоносителя: пар, горячая вода, нагретый воздух, антифриз, электрический ток.

Наибольшее распространение получила система электрообогрева, так как с ее помощью можно быстрее поднять температуру покрытия и предупредить появление гололеда, ускорить растапливание снега. Системы электрообогрева выполняют в виде кабеля или сетки, заделанной в дорожное покрытие. По экономическим соображениям невозможно подогреть полностью всю дорогу, однако практика показала, что подогрев самых опасных в транспортном отношении и подверженных частому обледенению отдельных участков целесообразен. Системы электрообогрева устанавливают на въездах в тоннели, на путепроводы, мосты, развязки, спуски, подъемы, кривые, подземные переходы, подходы и подьезды к большим торговым центрам. В этом направлении ведут работу специалисты ряда стран (Англии, ФРГ, Японии и др.). Разработано и выпускается промышленностью большое количество установок по электрообогреву дорожных покрытий.

Опыт проектирования и эксплуатации позволил выработать ряд требований к системам электрообогрева. Материалы и конструкция системы должны выбираться с учетом возможных на данном конкретном участке перепадов температуры и влажности воздуха и покрытия, воздействия воды, солей, масел и других материалов, попадающих на дорожное покрытие. Должны обеспечивать надежность функционирования системы в условиях значительных весовых и вибрационных нагрузок, особенно при интенсивном движении транспорта. Поскольку система электрообогрева вмонтирована в дорожное покрытие, она должна обладать той же долговечностью, что и само покрытие. При проектировании и монтаже системы электрообогрева следует по возможности со-

хранять первоначальный профиль дороги. Системы электрообогрева нельзя устанавливать в экстремальных условиях, например на участках сильных снегопереносов, где при нормальных эксплуатационных затратах невозможно достичь должной эффективности системы.

Как учитываются на практике указанные требования, можно видеть на примере проектирования и более чем десятилетнего опыта работы систем электрообогрева дорожных покрытий в Рурской области ФРГ. Немецкие специалисты считают, что в их условиях следует исходить из следующих показателей, определяющих возможность образования гололеда: относительная влажность воздуха 80 %, температура поверхности ниже 2 °С, наибольшая вероятность снегопада в интервале от 1 до -9 °С, интенсивность снегопада 1—3 кг/м² в час в северной, 2—5 кг/м² в час в центральной и 4—10 кг/м² в час в южной частях страны. Подогрев должен обеспечить поддержание температуры поверхности покрытия не ниже 1 °С. При этом принимают, что в большинстве случаев удельная мощность электрообогрева составит 300—500 Вт/м² при толщине поверхностного защитного слоя из цементобетона 3,5 см или из асфальтобетона 2,5 см. Длительность работы подогревающего устройства зимой составляет 200—300 ч, а при автоматическом регулировании 100—200 ч. Примером служит одна из конструкций системы обогрева фирмы «Суллом Электро» (ФРГ). Нагревательные элементы системы выполнены из хромосодержащего сплава, что обеспечивает их высокую температурную устойчивость. Для электроизоляции использован материал на основе полипропилена с температурной устойчивостью от -20 до +250 °С. Отдельные элементы переплетены волокном «Тревира» и объединены в маты. Маты заводского изготовления поступают на строительную площадку готовыми к монтажу. Рабочее напряжение 380 и 220 В. Нагревательные элементы включены в мате параллельно, поэтому повреждение или выход из строя одного из них не сказывается на работе всего устройства. Для повышения долговечности нагревательных устройств их целесообразно укладывать в бетонное основание. Обычно маты укладывают в свежий бетон одновременно с укладкой арматурных сеток. Соседство матов с сетками обеспечивает лучшее перераспределение тепла по площади, к тому же сетки в этом случае служат несущим элементом и заземлением. Тепловые маты укладывают в непосредственной близости к поверхности бетонного слоя, для уплотнения применяют высокочастотные вибраторы. Изготовитель считает, что температурные напряжения, возникающие в бетоне при его нагревании матами, не опасны для конструкции, поскольку они не превышают температурных напряжений летом.

Экономичность и надежность системы подогрева зависит не только от ее конструкции, но и от регулирующих устройств. Система регулирования действует аналогично указателям гололеда, рассмотренным выше. Датчиками температуры и влажности покрытия при достижении критических значений этих величин, например при снижении температуры поверхности до 1 °С и одновременном появлении влаги на покрытии, на ав-

томатические устройства подается сигнал на включение подогрева. В нашей стране обогрев дорожных покрытий (проездов и тротуаров) до недавнего времени был только на экспериментальных участках. Широкое применение этот метод нашел пока для подогрева лестничных сходов подземных переходов. Так, в Москве для этой цели применяют установки с водяным, калориферным обогревом, а в последнее время и с электрообогревом. При этом управление системой автоматизировано, что позволяет экономить электроэнергию относительно установленной мощности до 70 % за счет отключения системы при отсутствии на ступенях снега или наледи.

В последнее время за рубежом распространена разработка шведской фирмы «Гренгес Трейдинг» — система водяного подогрева «Мелтавей». Ее используют не только в Швеции, но и в ряде северных стран. Сейчас суммарная площадь тротуаров и дорог, обогреваемых этими системами, составляет более 2 млн. м². При проектировании подобных систем за основу экономических и технических расчетов принимают энергию, затрачиваемую на подогрев, величину которой устанавливают для каждого климатического района дифференцированно. Для этого используют так называемую энергетическую карту, с помощью которой и производят расчеты. Энергетическую карту Швеции составляют четыре климатические зоны. В первой из них для подогрева 1 м² покрытия необходимо затрачивать 300—350 ккал, во второй — 250—300, в третьей — 200—250 и в четвертой — 150—200 ккал. Энергетическая карта составлена с учетом количества снега, выпадающего в каждом районе, максимальной отрицательной температуры и других метеорологических условий. Мощность системы рассчитывают применительно к самой суровой погоде, которая обычно складывается раз в десятилетие. В среднем она составляет 35—40 % установленной расчетами. По данным НИИМосстроя, в Москве на содержание зимой 1 м² покрытия необходимо расходовать 250—300 ккал тепла.

Экономичность *водяной системы подогрева* специалисты видят в том, что при ее эксплуатации можно использовать отработанную горячую воду теплоэлектростанций и промышленных предприятий. Циркуляция жидкости в трубах установки осуществляется по замк-

нугому контуру с помощью насосов. Кроме них в состав системы входит теплообменник и автоматизированное устройство для регулирования температуры. Обогревающие элементы (змеевики) выполнены из термостойких полиэтиленовых труб низкой плотности диаметром 25 мм. Змеевики укладывают на глубину 10—15 см от поверхности покрытия. В них циркулирует вода температурой 30—35 °С. Чтобы предотвратить замерзание воды, в нее добавляют 30—40 % этиленгликоля. Для подводящих коллекторов используют трубы 70—200 мм из полиэтилена высокой плотности. Расстояние между трубами-обогревателями определяют расчетом (как правило, составляет 25—30 см). Давление в системе при нормальных условиях составляет 0,15—0,2 МПа (1,5—2 кгс/см²). Наилучшая длина труб одного отопительного элемента составляет 150—200 м. Скорость циркуляции жидкости в трубах не должна быть ниже 0,4 м/с, чтобы не происходило больших перепадов температуры по всей длине трубопровода. Допустимый перепад температуры 15 °С.

При строительстве системы обогрева дорог трубопроводы укладывают на уплотненное основание в слой тощего бетона или щебня. Верхним слоем покрытия дорог может служить асфальтобетон и бетон. Глубина заложения трубопроводов 10—15 см. В тротуарах систему обогрева укладывают на уплотненное основание в слой щебня, тощего бетона, а также песка или битумно-минеральной смеси. Верхний слой покрытия устраивают из бетонных или железобетонных плит, асфальтобетона. Глубина заложения трубопроводов в тротуарах 5—10 см. Подводящие коллекторы обычно укладывают в траншею на глубину не менее 50 см.

Очень важно при проектировании, строительстве систем подогрева правильно выбрать электронную автоматизированную аппаратуру для регулирования температурного режима конструкции тротуара или дороги. Она должна обеспечить поддержание необходимой температуры теплоносителя в течение всего периода эксплуатации. Другим важным моментом, влияющим на повышение эффективности системы подогрева, является правильный выбор конструкции теплообменника.

Между Главмосстроем, учеными НИИМосстроя, а также шведскими специалистами был заключен договор о научно-техническом сотрудничестве. Он преду-

сматривал совместную разработку конструкций дорог, тротуаров, инженерных сооружений, спортивных площадок, оборудованных шведской системой подогрева и советской системой дренирования. В результате этого сотрудничества в Москве у гостиницы «Спорт» трестом Мосстрой № 7 построены подогреваемые подъезды, тротуар, эстакада и лестницы общей площадью 1300 м². В процессе работ на готовое бетонное основание были уложены трубы диаметром 25 мм с расстоянием между ними 250 мм. После этого трубы покрыли бетонным раствором. Общая толщина слоя вместе с трубами составила 5 см. Поверх него на тротуарах и эстакадах уложили бетонную плитку толщиной 7 см, а на дорогах — плотный асфальтобетон. Система подогрева, смонтированная у гостиницы «Спорт», состоит из полиэтиленовых труб, питающих коллекторов и теплового узла, в состав которого входят циркуляционный насос, теплообменник, автоматизированная регулировочная аппаратура. В установке циркулирует 3500 л жидкости, состоящей из смеси воды и этиленгликоля.

С помощью обогрева дорожных покрытий решается ряд технологических, технических, экологических и транспортных проблем. Прежде всего следует отметить, что обогрев заменяет собой все виды зимних уборочных работ, а именно борьбу с гололедом и наледями, подметание, сгребание, складирование и удаление снега. Особенно важно, что дорога при любых погодных условиях поддерживается в хорошем транспортном состоянии. Лед и снег на поверхности дороги (тротуара) отсутствуют. Это особенно важно на подъемах, спусках, въездах и выездах в тоннели, на мосты, где применение противогололедных материалов не эффективно или не допустимо. Наиболее важным экологическим фактором является возможность не применять противогололедные соли.

Снеготаяние. До недавнего времени во многих странах преобладало развитие традиционного вывозного метода удаления снега, что обуславливалось в основном экономическими соображениями. Сейчас все большее значение приобретают экологические факторы. Специалисты стремятся разработать такую технологию и технические средства, применение которых позволило бы избежать сбрасывания сильно загрязненного в условиях крупного промышленного города снега в водоемы или

складирования на «сухих» свалках, где с наступлением тепла он тает, загрязняя почву, грунтовые и поверхностные воды.

Одним из методов удаления снега с городских проездов является плавление его в снеготаялках с последующим спуском талой воды в канализацию. При плавлении снега в снеготаялках большая часть механических загрязнений (песок, мусор) оседает на дно плавильной ванны и может быть вывезена в места централизованного обезвреживания. Кроме того, в больших городах на выходах дождевой канализации предполагается строить современные очистные сооружения, где вода из снеготаялки может очищаться от масел и других примесей. Разработка этого метода привлекает внимание специалистов давно. Разрабатывалось большое количество конструкций стационарных и передвижных снеготаялок с использованием разных видов теплоносителя. Причем во всех вариантах перед разработчиками всегда ставилась задача обеспечения процесса снеготаяния при наименьших затратах тепловой энергии.

Существующие и ранее применявшиеся снеготаялки могут быть классифицированы следующим образом. *По назначению*: снеготаялки для обслуживания территорий домовладений и промышленных предприятий, для удаления снега с городских территорий (с улиц, площадей, проездов). *По способу загрузки снега*: с загрузкой путем самосвальной выгрузки снега из машин, сталкивания снега в бункер стационарной снеготаялки бульдозером, механизированная загрузка передвижных снеготаялок с помощью самоходных или монтируемых на машине погрузчиков. *По виду теплоносителя* (вещество, отдающее теплоту снегу при контакте с ним): снеготаялки, использующие в качестве теплоносителя горячую воду, пар, нагретый воздух, газообразные продукты сгорания угля, мазута, газа. *По расположению источников теплоты*: снеготаялки с внутренними источниками теплоты, с генераторами теплоты, агрегатированные с бункером или ванной для плавления снега; с внешним источником теплоты; не вырабатывающие теплоту для плавления снега, а использующие ее от внешнего источника — отходящих тепловых вод от бань, ТЭЦ и промышленных предприятий, отходящих газов котельных. Снеготаялки с внутренним источником теплоты различаются типом теплогенератора: снеготаялки с контакт-

ными водонагревателями, с горелками погружного типа, с топкой для сжигания угля, мазута, газа.

Все виды снеготаялок могут быть также подразделены на снеготаялки с пассивным таянием снега и снеготаялки, снабженные интенсифицирующими устройствами. К первой группе могут быть отнесены все снеготаялки, в которых процесс теплообмена между обрабатываемым снегом и теплоносителем, протекает пассивно (за счет естественного тока горячих газов, пара, горячей воды), а ко второй — снеготаялки, в которых процесс теплообмена интенсифицируется за счет применения механических мешалок, струйных систем или за счет барботажа, сопровождающего работу горелок погружного типа. Как показала эксплуатация снеготаялок, в которых теплоноситель непосредственно воздействует на снег, — такие машины малопроизводительны (производительность их не превышает 4—6 т снега в час) и имеют очень низкий коэффициент использования теплоты, или коэффициент полезного действия (КПД таких снеготаялок составляет 0,4—0,6). Такие снеготаялки не нашли широкого применения.

В современных снеготаялках широкое применение нашло растапливание снега при контакте его с горячей водой, причем применяются снеготаялки с водонагревателями контактного или погружного типа или используется теплота от ТЭЦ, бань и т. п. При контакте снега с горячей водой получается хороший теплообмен, снег плавится обводняясь (насыщаясь водой). Теплотери сводятся к потерям за счет остывания поверхностного слоя воды и передачи теплоты в атмосферу через стенки ванны. Как показали проведенные эксперименты, эти теплотери невелики. При работе контактных водонагревателей и горелок погружного типа используется высшая теплотворная способность топлива, что позволяет получать высокий КПД. Теплообмен при работе погружных горелок интенсифицируется также за счет барботажа. Создаваемый горелкой факел направлен вниз. В результате газообразные продукты сгорания по направляющей трубе, погруженной в ванну, попадают непосредственно в воду и нагревают ее. Нагретая вода тут же поднимается вверх со множеством пузырьков, образованных под действием воздуходувок. Благодаря большому количеству воздушных пузырьков осуществляется эффективный теплообмен между продуктами сго-

рания и водой. Создается турбулентный процесс, поднимающий воду в пространстве между кожухом и корпусом горелки. В результате вода в виде каскада струй выливается в ванну и перемешивается со снегом. Таяние снега происходит очень быстро. Талая вода сливается через боковое отверстие ванны.

Для удаления снега с проезжей части улиц наибольшее развитие получают передвижные снеготаялки. Большой интерес представляет самоходная снеготаялка канадской фирмы «Трекан» — «Метромелт-150», действующая по принципу контактной снеготаялки, в которой для нагрева воды в плавильной ванне используются горелки погружного типа. Самоходная снеготаялка смонтирована на специальном шасси с четырьмя ведущими мостами и оснащена двумя дизельными двигателями. Один из них обеспечивает движение машины с рабочей скоростью в среднем до 1,5 км/ч (0,42 м/с), а также максимальную транспортную скорость 25 км/ч (7 м/с) и привод погрузочного оборудования. Второй двигатель приводит в действие воздухоподувку производительностью 4 м³/с. Длина машины 17 м, ширина 3, высота — 3,9 м. Управление осуществляется непосредственно из кабины водителя. Общая масса снеготаялки в загруженном состоянии (с водой и топливом) составляет более 70 т. Плавильная камера снеготаялки снабжена четырьмя жидкостными горелками производительностью 2270 тыс. ккал/ч каждая. Агрегат оснащен собственным погрузчиком. Шнековый питатель подает снег на ленточный транспортер и далее непосредственно в плавильную ванну. Производительность машины составляет 150 т/ч (350—400 м³) снега.

«Метромелт-150» является машиной непрерывного действия. Вместимость двух топливных баков снеготаялки равна 6800 л. Такого количества горючего достаточно для бесперебойной работы в течение 8 ч. Песок и мусор, оседающие на дне плавильной ванны, удаляют в конце смены через специальные боковые отверстия машины. В камере может накапливаться до 7 м³ песка и мусора. Одна самоходная самозагружающаяся снеготаялка «Метромелт-150» может заменить 25 автомобилей-самосвалов, занятых на вывозке снега на расстояние 7—8 км, и 4 снегопогрузчика.

В Монреале по проекту фирмы «Трекан» построена стационарная снеготаялка шахтного типа производи-

тельностью 600 т/ч. В основу ее конструкции положен двухсекционный подземный железобетонный резервуар с размерами каждой секции в плане 4×10 м и глубиной до 3 м. Установка обеспечивает в час плавление снега, разгружаемого из 100 большегрузных самосвалов. В каждой секции плавильной камеры установлено по пять жидкостных горелок погружного типа. Плавающий мусор собирается механическими граблями и вывозится на свалки. Песок и камни оседают на дно резервуара, периодически очищаемого грейферным ковшом. Горелки, баки для топлива, воздухоподувки и другое оборудование размещены в отдельном здании. Конструкция шахтных снеготаялок такова, что можно строить агрегаты разной производительности — от 40 т/ч с одной горелкой в сравнительно небольшом по размерам резервуаре до 1200 т/ч с 20 горелками в многосекционной камере.

Швейцарская фирма «Ролба-Термал» также выпускает стационарные снеготаялки производительностью 36 т/ч. Вода нагревается горячими отходящими газами погружных горелок, работающих на мазуте. Вода, образующаяся в процессе таяния, отводится в водосточную сеть. Загружать снег в камеру можно непосредственно из самосвалов, а также с помощью бульдозеров или погрузчиков с плужным отвалом.

За рубежом выпускают стационарные снеготаялки, имеющие другую конструкцию нагревательного элемента и использующие другой способ передачи теплоты расплаиваемому снегу. Американская фирма «Розмаг индустриал сейлз» недавно приступила к серийному изготовлению снеготаялок небольшой производительности (4—48 т/ч), предназначенных для быстрого и довольно экономичного удаления снега с открытых стоянок автомобилей и городских площадей. Эти агрегаты заглубленного типа получили название «Буффало». Отвод талой воды осуществляется через водосточные или канализационные колодцы, а загрузка плавильной камеры — с помощью плужного снегоочистителя. Быстрое таяние обеспечивают погруженные в воду нагревательные устройства — жаровая труба и теплообменники. Использование комбинированного метода плавления нагревом воды и воздействием отходящих горячих газов из нагревательного устройства, работающего на природном газе или жидком топливе, обеспечивает эффективность работы установки. Одним из основных достоинств стационар-

ных снеготаялок является возможность значительного сокращения расстояния вывозки снега, более эффективное использование автомобилей-самосвалов и общее уменьшение транспортных расходов на вывозку снега зимой.

На основе анализа опыта изготовления и эксплуатации отечественных снеготаялок, изучения конструкции снеготаялок зарубежных фирм, теоретических и экспериментальных работ Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова ряд научно-исследовательских и проектных организаций продолжают вести разработку технологии и технических средств для плавления снега в снеготаялках. Так, МосгазНИИпроектом разработана стационарная снеготаялка с погружными горелками производительностью 30—50 т/ч. В комплект установки входят два резервуара размером 2×8,5 м, в которых проходит процесс таяния снега. Каждый резервуар оборудован тремя погружными газовыми горелками ГПБК-100. Газ поступает к ним из регуляторного пункта, находящегося в отдельном стоящем здании. В нем же предусмотрено помещение для турбовоздуховки, подающей воздух к горелкам. Баки заполняются водой из городской сети. Автоматический розжиг и контроль работы горелок осуществляется дистанционно. Тепловой коэффициент полезного действия снеготаялки по расчету составит 80—83 %. Перемешивание горячего воздуха с водой обеспечивает интенсивный нагрев до 30°C и быстрое таяние снега. Общая площадь, занимаемая установкой, составляет 0,3 га, из них 0,1 га отводится для складирования остатка переработанного снега. На обслуживании агрегата заняты машинисты воздуховодки и снеготаялки, бульдозерист.

Сейчас в МосгазНИИпроекте разрабатывается стационарная снеготаялка производительностью 30—50 т/ч, в конструкции которой предусмотрен резерв дальнейшего увеличения ее производительности. Для интенсификации теплообмена между водой и снегом установлена гидравлическая мешалка, что ускоряет процесс таяния. В баках будут применяться положительно зарекомендовавшие себя модернизированные погружные горелки ГПБК-100. В комплект снеготаялки входит устройство для очистки ванны от песка и других примесей. Институт приступил также к разработке снеготаялки производительностью до 100 т/ч.

МосводоканалНИИпроект разрабатывает снеготаялку, которая сможет растопить до 30 т снега в час. Она представляет собой камеру-бассейн, куда поступают теплые отработанные воды с производственных предприятий. Установка оснащается оборудованием очистки талой воды перед сбросом в канализацию.

МосжилНИИпроект выполнил работу, направленную на создание передвижной дворовой снеготаялки. Снеготаялка монтируется на прицепе, доставляемом во двор ковшовым автопогрузчиком, которым затем осуществляется загрузка плавильной камеры. Теплоносителем служит отработанная вода теплосетей. При этом теплоноситель, пройдя змеевик нагревательного элемента снеготаялки, возвращается в источник теплоснабжения, что обеспечивает минимальные потери воды. Для интенсификации процесса таяния снега устанавливается мешалка с вертикальным валом и двумя парами лопастей с приводом от электродвигателя 1,1 кВт. Температура поступающей воды равна 70°C, в плавильной ванне 5°C (при температуре снега —10°C). Производительность снеготаялки 7—9 т/ч, КПД до 0,91 (расчетный).

Для внедрения предлагаемой технологии в проектах благоустройства домовладений необходимо предусматривать места установки и подсоединения передвижных снеготаялок к теплосети, канализации и источнику электроэнергии, а также обеспечить фронт работ для автопогрузчика, подающего и загружающего снег в снеготаялку.

3. САНИТАРНАЯ ОЧИСТКА ГОРОДА

Санитарная очистка городов среди комплекса задач по охране окружающей среды занимает важное место. Она направлена на содержание в чистоте селитебных территорий, охрану здоровья населения от вредного влияния бытовых отходов, их своевременный сбор, удаление и эффективное обезвреживание для предотвращения возникновения инфекционных заболеваний и охраны почвы, воздуха и воды городов и пригородных зон от загрязнения бытовыми отходами. Влияние результатов санитарной очистки на состояние окружающей среды зависит от того, насколько она качественно выполняется и полно охватывает весь необходимый комплекс работ.

Объем работ по санитарной очистке городов велик,

в настоящее время он приближается к 50 млн. т отходов в год и в связи с интенсивным развитием городов постоянно возрастает. В современных условиях такой большой объем работ может быть своевременно и качественно выполнен только при высоком уровне механизации на всех стадиях технологической цепи. Получают интенсивное развитие разработка и производство специализированного мусоровозного автотранспорта. С каждым годом ужесточающиеся требования к качеству окружающей среды вызывают необходимость широкого внедрения и дальнейшего совершенствования методов механизированного обезвреживания и использования твердых бытовых отходов (ТБО).

Вопросам санитарной очистки городов уделяется все большее внимание, что находит отражение в соответствующих постановлениях партии и правительства. Так, в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 29 декабря 1972 г. № 898 «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов» указывается: «В целях улучшения санитарного состояния городов, пригородных зон, рабочих поселков и сельских населенных пунктов Советам Министров союзных республик... организовать разработку проектной документации на строительство мусороперерабатывающих и мусоросжигательных заводов в крупных городах».

В постановлении XXV съезда КПСС по десятому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР намечено осуществлять дальнейшее развитие производства машин и оборудования для предприятий бытового обслуживания и жилищно-коммунального хозяйства, особенно для комплексной механизации уборки и санитарной очистки городов.

Выбор правильного направления сбора, удаления и обезвреживания ТБО играет важную роль в экономии природных и материальных ресурсов, что является одним из аспектов охраны окружающей среды. В постановлении Совета Министров СССР «О мерах по экономному расходованию материальных ресурсов в жилищно-коммунальном хозяйстве» отмечается, что необходимо предусматривать использование ТБО, наладить серийное производство оборудования для их переработки на мусороперерабатывающих заводах или сжигания с использованием теплоты отходящих газов. Предусматриваются сроки строительства заводов по механизирован-

ному обезвреживанию и использованию ТБО в крупных городах. Для экономии горючего за счет значительного сокращения пробега мусоровозов малой вместимости намечаются строительство мусороперегрузочных станций, серийный выпуск оборудования для них, а также производство мусоровозов большой вместимости для перевозки ТБО от мусороперегрузочных станций к месту обезвреживания и утилизации. Указывается также на необходимость более полного использования на откорм скота пищевых отходов, собранных у населения. Большое значение сбору пищевых отходов придается в решении майского (1982 г.) Пленума ЦК КПСС, в котором записано о необходимости полнее использовать пищевые отходы для откорма скота.

Перспективы развития санитарной очистки городов решаются на уровне государственных планов развития жилищно-коммунального хозяйства, охраны окружающей среды и рационального использования материальных ресурсов. В общегосударственном масштабе планируется производство спецмашин для сбора и транспортировки отходов, постановка на серийное производство новых прогрессивных машин и снятие устаревших моделей, разработка и изготовление оборудования для заводов по механизированному обезвреживанию и использованию ТБО, определяются капиталовложения для обеспечения городов спецавтомобилями, ремонтной базой и комплексом основных средств, необходимых для своевременного и качественного выполнения работ по вывозу и эффективному обезвреживанию отходов. Задачи санитарной очистки решаются на разных уровнях, в связи с чем и планирование мероприятий по их осуществлению ведется на уровне региона (агломерации или группы городов), города (городского района), жилого массива, а также дворовой территории и отдельного здания.

В соответствии со СНиП II-60-75*, в системах расселения, регионах, агломерациях или для группы взаимосвязанных городов целесообразно предусматривать комплексные мероприятия по охране окружающей среды (к ним относятся и система удаления ТБО). Согласно «Руководству по охране окружающей среды в районной планировке» (ЦНИИПградостроительства Госгражданстроя. — М., 1980), эти мероприятия находят отражение также в разделе «Охрана почвенно-растительного покрова и восстановление нарушенных земель». В рекоменда-

циях указывается, что «мероприятия по сбору, удалению, обезвреживанию отходов выбираются с учетом состава и свойств самих отходов, природных особенностей территории на основании оценки последней и опасности загрязнения». Должна быть определена эффективность создания единых укрупненных инженерных сооружений для системы расселения, к которым могут быть отнесены ремонтные базы, гаражи и в первую очередь заводы по механизированному обезвреживанию и переработке твердых бытовых отходов и мусороперегрузочные станции. Те же мероприятия планируют и для отдельного города. В общегородском масштабе решаются прежде всего вопросы о типе, мощности и размещении предприятий по обезвреживанию ТБО, строительства мусороперегрузочных станций, комплектования парка спецавтомашин в зависимости от типа жилой застройки, характеристики дорожной сети, расстояния вывоза и других местных условий, мощности и размещения ремонтной базы и филиалов-стоянок спецавтомашин, оснащения их ремонтным оборудованием в зависимости от размера и протяженности города.

Планирование санитарной очистки в масштабах жилого микрорайона и внутриквартальной территории заключается в учете при проектировании жилой застройки санитарно-гигиенических требований к размещению и установке мусоросборников и созданию условий для свободного проезда и маневрирования спецавтомашин. В жилых зданиях требования санитарной очистки учитываются при проектировании внутримодульной системы мусороудаления, размещения и оборудования мусоропроводов и мусороприемных камер, а также подходов к ним.

Мероприятия по развитию отрасли разрабатываются и утверждаются в виде «Схемы санитарной очистки города», основные положения которой могут включаться в генеральные планы развития городов, планировки жилых районов и микрорайонов. В более укрупненном масштабе эти вопросы учитывают в разделе «Охрана окружающей среды» в схемах и проектах районной планировки и территориальных (региональных) комплексных «Схемах охраны природы».

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ (ТБО)

ТБО не только загрязняют внешнюю среду определенными фракциями своего механического состава, но они и содержат большое количество легко гниющих органических веществ повышенной влажности, которые разлагаясь выделяют гнилостные запахи, жидкость, продукты неполного разложения. При высыхании отходов образуется пыль, в том числе и токсическая. Велико эпидемиологическое значение отходов с точки зрения выживаемости в нем патогенной микрофлоры. В отходах встречаются возбудители туберкулеза, кишечных инфекций, патогенные стафилококки и стрептококки. В табл. 12 приведены показатели выживаемости патогенных микроорганизмов в ТБО и других сопутствующих им средах.

Таблица 11. Выживаемость патогенных микробов в отходах

Возбудитель инфекции	Отходы	Срок выживаемости, дни
Холерный вибрион	Содержание выгребных ям	7—15
Палочка брюшного тифа	Содержание выгребных ям	30—150
	Кухонные отходы	4
	Комнатный смёт	42
Палочка паратифа	Кухонные отходы	24
	Комнатный смёт	24
Возбудитель туберкулеза	Мокрота	120—200
Палочка сибирской язвы	Комнатный смёт	80

Для определения бактериального загрязнения внешней среды отходами жизнедеятельности человека, в том числе и бытовым мусором, пользуются титрами патогенных микроорганизмов. Прямым свидетельством эпидемиологической опасности отходов является осеменение их бактериями группы кишечной палочки. Кишечная палочка—один из наиболее стойких микроорганизмов коли-тифозной группы, обнаружение которой во внешней среде (особенно в больших количествах) служит важным сигналом эпидемиологической опасности.

Известно, что бытовой мусор характеризуется весьма низким титром кишечной палочки (коли-титр). По данным В. А. Рудейко и А. П. Щербо, коли-титр бытового мусора Ленинграда составляет 10^{-8} — 10^{-5} . А. М. Кузьменкова и Н. Ф. Гуляев в своих работах показывают, что коли-титр бытового мусора Москвы составляет менее 10^{-5} . Средний показатель коли-титра для городов средней полосы РСФСР составляет 10^{-7} . Для эпидемиологической характеристики бытовых отходов также используют титр протей, составляющий около 10^{-6} . Эпидемиологическая опасность отходов определяется не только содержанием в них патогенной микрофлоры, но и возможным загрязнением яйцами гельминтов и наличием предимагинальных стадий мух. Распространение в населенных местах комнатных мух, обнаружение в почве значительного количества яиц аскарид может явиться следствием несвоевременного удаления отходов или использования их в необезвреженном виде в зеленом строительстве и пригородном сельском хозяйстве. Таким образом, санитарная оценка ТБО характеризуется такими показателями, как санитарно-бактериологические, санитарно-гельминтологические и санитарно-энтомологические.

Для установления степени зараженности отходов, поступающих на обезвреживание и продуктов обезвреживания, болезнетворными микроорганизмами, мухами и гельминтами используют методики, разработанные Институтом медицинской паразитологии и тропической медицины для оценки степени загрязненности почв, а также «Методику исследования свойств твердых отходов» (М.: Стройиздат, 1970). При этом установлены и конкретные показатели, характеризующие качество обезвреживания отходов.

СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВО ТБО

Составом ТБО определяются как их вредные качества, оказывающие отрицательное воздействие на окружающую среду, так и ценные, позволяющие найти методы их повторного использования в народном хозяйстве. В состав ТБО входят такие непригодные к дальнейшему употреблению в том же качестве предметы, вещи и материалы, как части сломанной мебели, разбитая посуда, стеклянные банки, пузырьки, флаконы, бутылки, бой

Таблица 12. Морфологический состав бытовых отходов по городам, % общей массы отходов (среднегодовые данные)*

Составляющие бытовых отходов	Климатическая зона												
	средняя					северная					южная		
	Москва	Саратов	Тольятти	Куйбышев	Уфа	Свердловск	Магдан	Ростовна-Дону	Пятигорск	Кисловодск	Астрахань		
Бумага	34	31,2	22,4	32,4	30,3	27,5	19,3	26,3	31	20,6	32,6		
Пищевые отходы	33,1	36,5	40,1	34,3	31,2	36,2	31,8	47,4	39,7	50,9	41,6		
Дерево	2,4	3,3	1,7	4,3	2,6	2,9	2,9	2,6	1,3	3,4	1,8		
Металл	4,8	3,8	1,9	1,8	4,6	5,4	10,1	1,3	3,2	3,7	2,2		
Текстиль	4,6	5	3,1	6,7	5,3	4,3	5,2	1,7	4,8	5,8	4,9		
Кости	1,1	2,9	2,1	1,9	3,2	2,5	3	1,8	1,8	3,2	1,2		
Стекло	4,6	6	5,5	6,1	7,6	7,6	16,2	2	3,7	3,3	5,4		
Кожа, резина	2,2	1,4	1,7	2,1	6,5	3,9	3	0,8	1,1	1,6	1,2		
Камни	2,9	0,8	2	1,2	0,5	1,6	1,2	2,3	3,7	1,4	0,1		
Прочее	0,8	0,8	0,5	0,5	1,2	1,1	0,7	0,5	2,1	0,3	0,5		
Пластмасса	1,6	1	0,8	0,8	0,8	1,5	1,5	0,6	1,4	1,3	1		
Отсев менее 15 мм	7,9	7,3	18,2	7,9	6,1	5,5	5,1	12,7	6,2	4,5	7,5		

* Кузьменкова А. М. и др. Свойства твердых бытовых отходов в городах различных климатических зон в связи с их обезвреживанием. — Сб. научных трудов АКХ, 1977, № 144.

стекла, старые книги и газеты, журналы, оберточная бумага, картон, полиэтиленовые пленки и другие упаковочные материалы, консервные банки, предметы домашнего обихода, сломанные игрушки, изношенная одежда и обувь, загрязненное тряпье, отходы продуктов питания, увядшие цветы. Кроме того, в отходы входят зола от квартирных печей и плит, комнатный и дворовый смёт и опавшая листва. При печном отоплении в их состав попадают уголь, шлак, зола. В бытовых отходах могут быть и отходы текущего ремонта квартир: доски, стружка, опилки, битый кирпич, куски обоев, штукатурка. С повышением жизненного и культурного уровня населения в бытовых отходах все чаще встречаются ломаные радиоприемники, телевизоры, осветительные и нагревательные электроприборы и тому подобные предметы.

При изучении состава отходов все входящие в них компоненты подразделяют на следующие группы: бумага, пищевые отходы, дерево, металл, текстиль, кости, стекло, кожа и резина, камни, пластмасса, уголь, прочие неклассифицируемые части и отсеб (частицы размером менее 15 мм). Такое деление определяется задачей выявить ценные составляющие отходов для их дальнейшего использования в виде вторичного сырья для промыш-

Таблица 13. Фракционный состав бытовых отходов по городам (% массы)

Города по климатическим зонам	Величина фракций, мм				
	350—250	250—150	150—100	100—50	менее 50
Средняя					
Москва	1,3	17,1	19,4	25,2	37
Саратов	2,7	22	18,2	26,4	30,7
Тольятти	2,6	5	12,4	29,5	50,5
Куйбышев	3,3	21,9	17,5	24,2	33,1
Уфа	2,3	12,1	22,7	21,1	41,8
Северная					
Свердловск	1	3,1	10,8	17,3	67,8
Магадан	1,7	6,7	23,9	21,4	46,3
Южная					
Ростов-на-Дону	1,4	4,2	20	28,2	46,2
Пятигорск	5,1	14,8	26,1	31,2	22,8
Кисловодск	3,1	17,7	28,4	27,5	23,8
Астрахань	1,5	15,2	26,9	27,7	28,7

ленности (бумага, металл, текстиль, стекло, резина) или корма для скота (пищевые отходы), а также необходимость выбора метода обезвреживания отходов (биотермическая переработка в удобрение или сжигание). Морфологический и фракционный состав бытовых отходов в городах Советского Союза по климатическим зонам приведен в табл. 12, 13.

Анализ приведенных данных показывает значительные колебания по большинству составляющих частей. Однако почти во всех городах Советского Союза и за рубежом основную долю отходов составляют бумага и пищевые отходы. Бытовые отходы южных городов, население которых в течение года использует в своем рационе свежие овощи и фрукты, значительно богаче пищевыми отходами, чем мусор северных городов. Отходы северных городов имеют в своем составе в 3 раза больше стекла и металла по сравнению с городами средней и южной зон, что связано со значительно меньшим использованием свежих овощей и фруктов и, естественно, большим потреблением консервированных продуктов.

Бытовые отходы имеют высокое содержание органического вещества (55—79% на абсолютно сухое вещество), азота и особенно кальция, что делает их ценным сырьем для получения органического удобрения — компоста. Процесс образования ТБО в данном городе может быть охарактеризован тремя основными показателями: норма накопления — количество отходов, образующееся на принятую расчетную единицу (1 чел. для жилых зданий, 1 место гостиниц, больниц, 1 м² площади для магазинов и т. д.) за определенный промежуток времени (сутки, год); нормы накопления определяются в единицах массы (кг, т) и единицах объема (м³, л); морфологический состав — содержание основных видов материалов (бумаги, пищевых отходов, текстиля и т. д.), выраженное в процентах общей массы; источники (объекты) образования отходов.

При учете ТБО из предприятий культурно-бытового назначения и прочих общественных организаций (учебных, научно-исследовательских, проектных, административно-управленческих и т. д.) было установлено, что общая норма накопления в расчете на одного человека в городе увеличивается в среднем на 30—40%. Например, в Казани накопление на одного человека в год от жилых зданий — 249 кг, а общее накопление — 349 кг, или

больше на 40,1 %, в Краснодаре соответственно 240 кг и 336 кг, т. е. выше на 40 %, а в Москве общая норма накопления по сравнению с нормой от жилых зданий выше на 65 %.

Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова в течение ряда лет проводила исследования количества и состава твердых бытовых отходов в разных городах. В результате была разработана методика проведения этой работы, на основе которой установлены нормы накопления ТБО в каждом конкретном городе и определены ориентировочные нормы накопления отходов как в жилых домах, так и в отдельных объектах культурно-бытового назначения.

В укрупненном виде эти нормы вошли в СНиП II-60-75* (на 1 чел.-год):

Твердые бытовые отходы (мусор):	кг	л
от жилых зданий, оборудованных водопроводом, канализацией, центральным отоплением и газом . . .	160—190	500—700
от прочих жилых зданий	270—360	720—750
Общее количество по городу с учетом общественных зданий	250—360	1000

Вследствие влияния многочисленных факторов на накопление ТБО (уровень и культура производства товаров массового спроса и торговли; развитие общественного питания и бытовых услуг; уровень охвата коммунальной очисткой культурно-бытовых и общественных организаций; климатические условия и др.) приведенные средние нормы используют только до проведения замеров по определению фактического накопления ТБО в данном городе и их утверждения горисполкомом.

Ниже приведены данные по фактическому накоплению ТБО на 1 чел.-год

Город	кг	л
Москва	149	725
Саратов	161	715
Астрахань	161	705
Уфа	173	634
Свердловск	182	675
Казань	249	837
Краснодар	240	1000

Прогноз количества и состава твердых бытовых отходов должен отражать потенциальную опасность загрязнения ими окружающей среды городов, агломераций,

регионов и страны в целом. Чтобы потенциальная опасность не превратилась в фактическую, полученная картина изменения количества и состава ТБО должна быть положена в основу прогнозирования технологии и техники для сбора, удаления и обезвреживания, а также для разработки методов повторного использования ценных составляющих ТБО. В масштабах города установление количества и состава ТБО и выявление закономерностей их изменения на перспективу также необходимо для планирования работ по их сбору и удалению, определению потребности в машинах и оборудовании, расчета сооружений и выбора рациональных технологических процессов обезвреживания, переработки и утилизации, а также для прогнозирования всех перечисленных мероприятий.

Вопросы прогнозирования количества и состава отходов находятся сейчас на стадии разработки. Ранее чаще всего использовали метод эмпирической экстраполяции — вычерчивание кривых изменения количества и состава отходов на основании многолетних наблюдений за предшествующие годы и продолжения их естественного роста на последующие годы.

Эффективность метода эмпирической экстраполяции можно проанализировать на примере долгосрочного прогноза количества накапливаемых отходов в США. На основании данных за ряд десятилетий (с 1920 по 1960 г.) был дан прогноз накопления отходов до 1980 г. Согласно этим данным, накопление на одного человека в день в 1970 г. должно было составить около 4,8 фунта (2,2 кг). Однако среднее накопление отходов на одного человека в день в США в 70-х годах составило только 1,5 кг. Такое положение вызвано, по-видимому, тем, что данный метод не учитывает «предела» роста объема потребления разных товаров, остатки которых являются источником образования бытовых отходов. Многие специалисты отмечают, что по ряду компонентов бытовых отходов наступает «предел насыщения». Так, американские специалисты установили, что количество пищевых отходов на одного проживающего постепенно стабилизируется в связи с достижением достаточно высокого уровня жизни населения. Такие же явления по ряду крупнейших городов можно отметить и в нашей стране. Также предполагается, что количество металла в отходах уже достигает предельно возможного уровня. Специалисты ФРГ при

прогнозировании количества и состава отходов полагают, что такие фракции, как «органические отходы» и «металл» не будут претерпевать в будущем значительного изменения.

На основе анализа данных многолетних наблюдений, проведенных в рамках научного содружества стран — членов СЭВ, специалисты сделали следующее предположение. Норма накопления не может увеличиваться бесконечно, т. е. существует некий «предел насыщения», соответствующий достаточно высокому уровню жизни населения. Тогда для определения количества отходов на перспективу можно использовать алгоритм, отражающий зависимость между такими показателями, как исходное удельное накопление отходов, темп его роста, длительность периода прогнозирования, а также показатель максимально возможного накопления отходов («предел насыщения»):

$$b_n = b' / (1 + e^{a-x}),$$

где b_n — норма накопления в году n ; b' — ордината асимптоты, равная норме накопления, когда $n \rightarrow \infty$ («предел насыщения»); e — основание натурального логарифма; a — показатель, вычисленный по вышеуказанной формуле при исходной норме накопления b^0 , $n=0$; x — показатель темпа роста накопления.

Наиболее сложной задачей является установление показателя b' — «предела насыщения». Специалисты на основе достигнутых показателей по нормам накопления отходов в ряде крупнейших городов предположили, что пределом, к которому стремится норма накопления отходов на 1 чел.-год при $n \rightarrow \infty$, может составить $b' = 5 \text{ м}^3$. Так отмечалось, что удельное накопление ТБО составило в Стокгольме 2,58, в канадских городах — 2,93, в Париже — 2,23 м^3 на 1 чел.-год. Следует иметь в виду, что намечается тенденция более хозяйственного подхода к бытовым отходам, к повторному использованию ряда ценных составляющих (бумаги, металла, пластмасс и др.), поэтому предельная норма накопления может быть пересмотрена в сторону значительного снижения (например, 2—3 м^3).

Одним из важнейших показателей является темп ежегодного изменения накопления ТБО, который в зависимости от достигнутого уровня может быть принят 0,01—0,05.

Рассмотренный метод имеет свои недостатки, заключающиеся в сложности предвидения характера измене-

ния основных параметров предложенной зависимости, а именно «предела насыщения» (b') и темпа изменения количества отходов (x), поэтому большое внимание уделяется разработке метода «расчетных параметров», который основывается на прогнозировании изменения процентного содержания основных составляющих ТБО и их ожидаемого уровня на планируемый период в натуральных показателях. Здесь, как мы видим, на первое место выдвигается изучение зависимости количества ТБО от изменения их состава.

ТБО в силу специфики своего образования имеют крайне разнородный состав, претерпевающий значительные изменения с течением времени. При прогнозировании состава ТБО используют следующие основные показатели: тенденцию изменения содержания основных компонентов с течением времени; уровень производства соответствующих предметов потребления; долю материалов, поступающих в отходы; распределение отходов по объектам их образования; изменение влажности материалов при поступлении в отходы.

СБОР И УДАЛЕНИЕ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Сбор и удаление бытовых отходов осуществляется по плано-регулярной системе в сроки, предусмотренные санитарными правилами по утвержденным графикам, независимо от заявок жилищных и других обслуживаемых организаций. «Правилами санитарного содержания территорий населенных мест»* установлен срок хранения ТБО в холодное время года (осенне-зимнее) не более трех суток, в теплое — не более одних суток (ежедневный вывоз). Выгреба неканализованных домовладений следует очищать не реже одного раза в полгода.

Для повышения санитарного уровня населенных мест и более эффективного использования парка специальных автомашин бытовые отходы в городах удаляют по единой централизованной системе специализированным транспортом коммунальных предприятий исполкомов местных Советов народных депутатов. Удаление бытовых отходов по плано-регулярной системе осуществляется

* Утверждены Минздравом СССР 25 августа 1978 г., № 1897-78 и согласованы с Минжилкомхозом РСФСР 12 июня 1978 г.

коммунальными предприятиями по уборке на договорных началах, для чего в них сосредоточивается весь специальный автотранспорт — мусоровозы и ассенизационные машины. При плано-регулярной системе объем работ по удалению бытовых отходов устанавливается на основании среднегодовых норм накопления на одного проживающего или другую расчетную единицу (для организации). Расчет с обслуживаемыми организациями производится на основании тарифов, утверждаемых обл(край)исполкомами и советами министерств АССР.

Плано-регулярная система включает: организацию сбора и временного хранения бытовых отходов в местах их образования; удаление бытовых отходов с территорий домовладений и организаций; осуществление обезвреживания и утилизации бытовых отходов. Все указанные мероприятия взаимообусловлены и должны рассматриваться, планироваться и осуществляться комплексно. В обязанность коммунальных предприятий по уборке входит своевременное удаление бытовых отходов, а также их обезвреживание. В обязанность жилищно-эксплуатационных и других организаций, обслуживаемых по плано-регулярной системе, входит организация сбора и хранения бытовых отходов до их удаления и обеспечение условий нормальной работы спецавтотранспорта.

Различают два основных способа сбора ТБО: унитарный — в одну емкость и раздельный, когда некоторые виды отходов собирают отдельно с целью их повторного использования или по технологической необходимости.

В крупных домовладениях обычно собирают отдельно от всей массы ТБО пищевые отходы, крупногабаритные и отходы текущего ремонта квартир.

Общие рекомендации по сбору и удалению бытовых отходов приведены в табл. 14.

Таким образом, сбор и удаление ряда городских отходов не входит в плано-регулярную систему очистки. В «Правилах санитарного содержания территорий населенных мест» отмечается также, что эти отходы не вывозятся на предприятия по обезвреживанию ТБО. Отходы, образующиеся при строительстве, ремонте, реконструкции жилых и общественных зданий, а также объектов культурно-бытового назначения, вывозят транспортом строительных организаций на специально выделенные участки. Отходы промышленных предприятий вывозят на специальные сооружения или полигоны.

Т а б л и ц а 14. Рекомендуемый порядок сбора и удаления твердых отходов

Вид отходов	Порядок сбора	Порядок удаления
I. ТБО из квартир		
Отходы из квартир, печного отопления; смет с дворовой территории	Собирают в общий мусоросборник	Удаляют регулярно транспортом коммунальных предприятий по уборке города
Пищевые отходы, собираемые в жилых домах	Собирают отдельно в специальные сборники	Вывозят в животноводческие хозяйства специально выделенным транспортом
Крупногабаритные бытовые отходы (старая мебель, сломанные велосипеды, радиоприемники и т. д.)	Собирают на специально оборудованной площадке	Удаляют по заявкам жилищных организаций грузовым автотранспортом
II. Прочие ТБО		
Отходы детских, учебных, лечебных*, культурно-бытовых учреждений	Можно собирать вместе с домовым мусором	Удаляют регулярно транспортом коммунальных предприятий по уборке города
Улучный смет с площадей, дорог и тротуаров при механизированной уборке	Собирают в приемный бункер подметально-уборочной машиной	Вывозят подметально-уборочной машиной

* Отходы инфекционных и хирургических отделений не подлежат вывозу транспортом коммунальных предприятий по уборке.

Технология сбора и удаления бытовых отходов определяется местными условиями, основными из которых являются: этажность и плотность застройки; степень благоустройства домовладений; наличие и тип применяемых спецмашин и сборников отходов; принятый способ обезвреживания и утилизации отходов. Основными системами сбора и удаления ТБО являются: система сменяемых сборников отходов (с применением контейнерного мусоровоза) (рис. 16); система несменяемых сборников отходов (с применением кузовного мусоровоза) (рис. 17).

При системе сменяемых сборников на территории домовладения ТБО собирают в стандартные контейнеры.



Рис. 16. Технологическая схема вывоза мусора контейнерным мусоровозом по системе сменных сборников

I — сбор мусора в контейнер; II — погрузка контейнера на мусоровоз; III — вывоз мусора на место обезвреживания; IV — выгрузка мусора на месте обезвреживания; V — мойка контейнеров на месте обезвреживания мусора

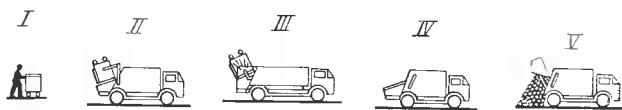


Рис. 17. Технологическая схема вывоза мусора по системе несменяемых мусоросборников

I — сбор мусора в контейнер; II — опорожнение контейнера; III — мойка контейнера передвижной моечной установкой; IV — вывоз мусора на место обезвреживания; V — выгрузка мусора на месте обезвреживания

Контейнерный мусоровоз с погрузочно-разгрузочным устройством объезжает места установки контейнеров, погружает на платформу заполненные контейнеры, заменяя их порожними. ТБО в контейнерах транспортируются на место обезвреживания. Поскольку при контейнерной системе отходы вывозятся к месту обезвреживания в тех же емкостях, в которых они хранятся в домовладениях, исключается пересыпка отходов на территории домовладений, уменьшается контакт персонала с отходами, появляется возможность промывать контейнеры на месте обезвреживания после каждого опорожнения, что обеспечивает санитарный эффект планово-регулярной очистки домовладений. Система сменяемых сборников отвечает требованиям комплексной механизации, так как здесь все тяжелые и трудоемкие операции механизированы.

При системе несменяемых сборников отходы на территории домовладений собирают в стандартные контейнеры (емкостью 0,75 м³) или малые мусоросборники (емкостью до 100 л). Кузовной мусоровоз с уплотняющим устройством объезжает домовладения и загружается механизированно (с помощью подъемно-оп-

рокидывающего устройства) из контейнеров или вручную из малых мусоросборников.

Для сбора ТБО в канализованных домовладениях, согласно «Правилам санитарного содержания территорий населенных мест», применяют стандартные металлические контейнеры. С развитием сбора отходов в стандартные металлические контейнеры все меньшее применение даже в неканализованных домовладениях находят малые мусоросборники и тем более деревянные (и из других материалов) ящики с ручной погрузкой отходов из них в мусоровоз. Для неканализованных домовладений разрабатываются технические средства для совместного сбора и удаления твердых и жидких отходов, позволяющие максимально механизировать эти работы.

Применение кузовных мусоровозов с механизированной загрузкой отходов позволяет устанавливать контейнеры не только в многоэтажной застройке, где обеспечивается их заполнение в течение установленного срока хранения отходов, но и в малоэтажной застройке. Контейнер в таких случаях устанавливают на группу домов с соблюдением расстояния подноса отходов, предусмотренного СНиП II-60-75* (не более 100 м) в местах, удобных для подъезда мусоровоза и осуществления погрузочных работ. Малые мусоросборники с опорожнением их вручную в кузовной мусоровоз применяют в индивидуальной жилой застройке при очень низкой плотности населения.

К основным элементам системы сбора и удаления отходов кроме мусоросборников и мусоровозов относятся: оборудование по мусороудалению в многоэтажных зданиях — мусоропроводы, оборудование, обеспечивающее проезд мусоровозов и установку мусоросборников на территории домовладения, оборудование для мойки мусоросборников, стационарное оборудование для сбора отходов в неканализованных домовладениях. Современный уровень развития этих элементов системы и перспективы их развития в соответствии с санитарно-гигиеническими, градостроительными и эстетическими требованиями рассматриваются ниже.

Виды сборников отходов. Большое значение для достижения надлежащего эффекта планово-регулярной очистки домовладений имеет наличие достаточного числа сборников отходов, отвечающих определенным санитарно-гигиеническим требованиям. Сборники должны

обеспечить надежную защиту окружающей среды от отходов, предотвращать их просыпание, развеивание, выделение влаги и дурнопахнущих газов. Сборники для ТБО должны изготавливаться из достаточно прочного и водонепроницаемого материала. Крышки мусоросборников должны плотно прилегать к корпусу по всему периметру. Конструкция мусоросборников должна обеспечивать свободную мойку и дезинфекцию, при этом необходимо, чтобы внутренняя поверхность была гладкой, чем достигается снижение налипания мусора и его примерзания при минусовых температурах. Металлические сборники должны иметь антикоррозионное покрытие. Суммарная емкость приемников бытовых отходов должна быть рассчитана на максимально возможное их накопление в периоды между вывозами, но вместе с тем не должна быть излишней, чтобы стимулировать регулярность их удаления.

В нашей стране находят наибольшее распространение следующие металлические мусоросборники: малые переносные объемом до 100 л; большие металлические контейнеры объемом 750 л.

Выбор емкости малых металлических переносных сборников определяется допустимой их массой в загруженном состоянии (из условий подъема, переноса и опрокидывания двумя грузчиками) и зависит от вида собираемых отходов, их средней плотности. Для домашних отходов со средней плотностью 0,12—0,25 т/м³ предназначаются сборники объемом 100 л [ГОСТ 12917—78 (с изм.)], а для сбора пищевых отходов—50 л. Габариты и объем контейнеров также определяют исходя из средней плотности собираемых отходов [ГОСТ 12917—78 (с изм.)]: для домашних отходов применяют контейнеры объемом 0,75 м³ (габариты 980×980×1160), а для пищевых—0,55 м³. Стандартные контейнеры находят все более широкое применение как при системе сменных контейнеров, так и при системе несменяемых контейнеров с механизированной их разгрузкой в кузовные мусоровозы.

В ряде городов применяют мусоросборники других типов. Так, в Москве и Киеве используют контейнеры на колесах, которые могут быть установлены непосредственно под мусоропроводом и доставлены к месту загрузки мусоровоза. В Москве для работы с кузовным мусоровозом БМ-500 (спецоборудование шведской фир-

мы «Норба» на шасси МАЗ-500) изготавливаются металлические контейнеры объемом 0,8 м³, основные параметры которого соответствуют загрузочному устройству мусоровоза (габариты контейнера 1280×830×1180 мм). В Киеве для работы с мусоровозом 53-М, оборудованным навесным разгрузочным устройством (грузоподъемностью до 400 кг), разработана разновидность контейнера на колесах—контейнер-тележка объемом 300 л (габариты 1125×595×1020 мм).

Примерзание и налипание отходов к внутренней поверхности металлических мусоросборников, их недолговечность, вызываемая коррозией металла, необходимость частых ремонтов и окраски, а также стремление к экономии металла и снижению массы мусоросборников побуждает к изысканию других материалов для их изготовления. Ведутся работы по освоению производства и внедрению контейнеров из пластмасс. Работы по подбору подходящих материалов проводились в УНИИ АКХ, пластмассовые контейнеры изготовили на Украине, а также испытывались в Москве и Ленинграде.

Испытания показали, что к контейнерам из полиэтилена и стеклопластика отходы не примерзают. Контейнеры достаточно устойчивы к перепадам температур, а также к статическим и динамическим нагрузкам, они отличаются хорошим внешним видом, не требуют окраски, ремонта, легко моются и дезинфицируются, имеют массу в 2—3 раза меньше, а срок службы в 2—3 раза больше металлических контейнеров. Намечается тенденция также к увеличению объема контейнеров. Разработаны открытые съемные кузова-контейнеры для сбора крупногабаритных отходов к порталной машине КО-410.

Требования к местам установки сборников отходов. Для временного хранения бытовых отходов, согласно СНиП II-60-75*, на территории домовладения должны оборудоваться площадки из расчета 30 м² площади дворовой территории на 1000 жителей. В зависимости от климатических условий и санитарно-гигиенических требований сборники для отходов устанавливаются на открытой площадке или в специальном хозяйственном помещении. Размещение, размеры и конструкции площадок и помещений для организованного временного хранения ТБО предусматриваются на стадии проектирования жилого района, согласовываются с жилищно-эксплуатаци-

онной организацией города, органами Государственного санитарного надзора и организацией, осуществляющей вывоз бытовых отходов из данного жилого района.

В зоне существующей жилой застройки место и тип помещения выбирают представители жилищно-эксплуатационной организации и предприятия, осуществляющего вывоз собранных отходов, по согласованию с органами Госсаннадзора и с районным (городским) архитектором. Помещения или площадки должны быть расположены на расстоянии не менее 20 м от окон жилых и общественных помещений, детских площадок и мест отдыха и не более 100 м — от наиболее удаленного выхода из жилых домов (СНиП II-60-75*). При пунктах сбора и временного хранения отходов (специальных площадках и пр.) предусматривают огражденную территорию площадью не менее 10 м² с твердым покрытием для временного хранения крупногабаритных отходов. Площадки для установки сборников должны быть водонепроницаемы, иметь твердое покрытие (асфальтовое или бетонное), удобное для уборки отходов и мойки, величина площадки должна соответствовать размерам и числу сборников, причем со всех сторон необходимо оставлять свободное место во избежание загрязнения почвы дворовой территории.

Расстояние от места расположения крайнего сборника до края площадки должно быть не менее 1 м на отдельно расположенных площадках, и не менее 1,5 м — на непосредственно примыкающих к автодорогам и неогражденных площадках. При проектировании и сооружении площадок предусматривают необходимые инженерные решения по мойке их покрытия, а также по сбору и отводу сточных вод.

Размеры помещений и площадок для временного хранения определяются объемами удельного суточного накопления отходов, численностью обслуживаемых жителей, планируемыми объемами сбора пищевых отходов, металлолома и пр., выбором и наличием технических средств для оснащения помещений и создания нормальных условий труда дворника и обслуживающего персонала, периодичностью вывоза отходов. На рис. 18 приводится типовая площадка под контейнеры, разработанная УНИИ АКХ.

Требования к мусоропроводам. Одним из наиболее удобных для жильцов способов удаления мусора из мно-

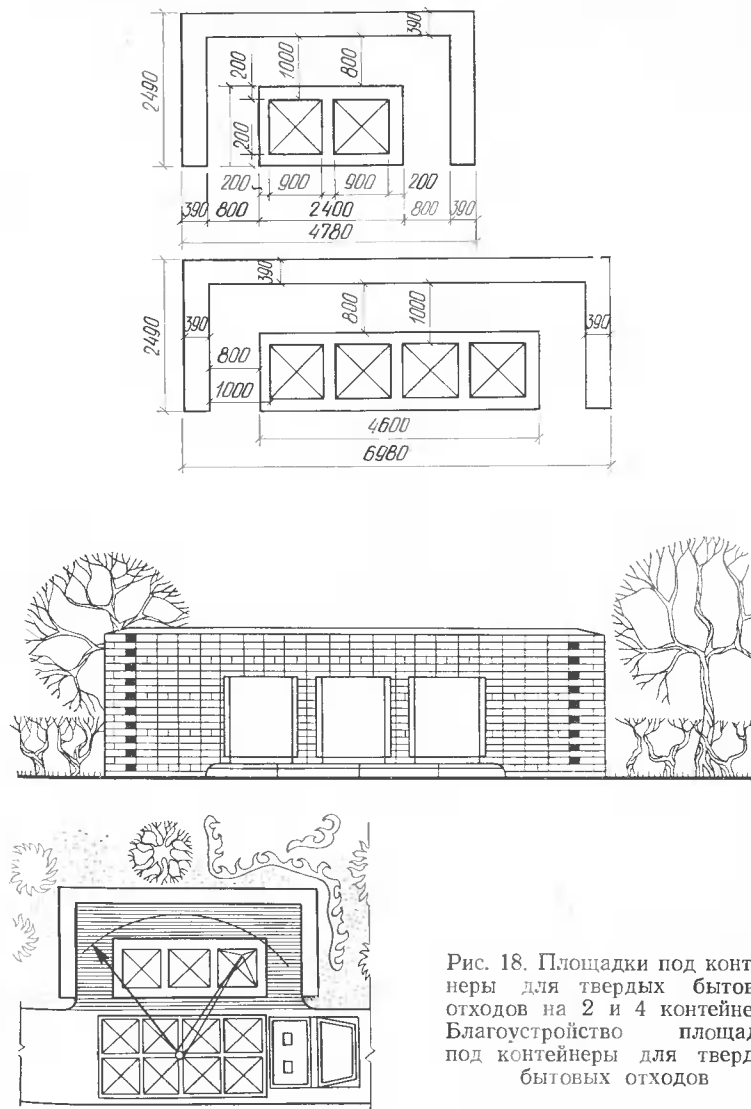


Рис. 18. Площадки под контейнеры для твердых бытовых отходов на 2 и 4 контейнера. Благоустройство площадок под контейнеры для твердых бытовых отходов

гоэтажных зданий является сброс в мусоропровод. Домовый мусор через загрузочные клапаны подается в вертикальный ствол и под действием силы тяжести поступает в расположенную у основания ствола мусороприемную камеру. Основными элементами мусоропровода являются: ствол мусоропровода, загрузочные клапаны, мусороприемная камера, системы очистки и вентиляции. Мусоропровод является одним из необходимых элементов инженерного оборудования современного многоэтажного жилого здания. Согласно СНиП II-Л.1-71*, мусоропроводы предусматриваются в жилых домах высотой 5 этажей и более, а в некоторых климатических зонах — в домах высотой 4 этажа.

Собственно мусоропровод представляет собой вертикальный ствол (обычно круглого сечения). В СССР ствол мусоропровода, как правило, выполняют из асбестоцементных безнапорных труб с условным проходом 400 мм. Поскольку мусоропровод может быть источником внутридомового шума и загрязнения воздуха в здании, его устройство и эксплуатация должны отвечать соответствующим санитарным требованиям, поэтому особое внимание при монтаже мусоропроводов необходимо уделить обеспечению влаго-, дымо- и воздухонепроницаемости всех его швов как в местах стыков отдельных секций труб, так и в местах монтажа клапанов. Внутренняя поверхность ствола должна быть гладкой, без раковин, трещин и наплывов.

Мусоропровод, как правило, располагают в отопляемых лестнично-лифтовых узлах. В некоторых районах с теплым климатом допускается размещать мусоропровод в неотапливаемых лестничных клетках и наружных переходах. Чтобы уровень шума не превышал нормы для жилых помещений, мусоропровод не должен примыкать к стенам, а также быть расположен в стенах, ограждающих жилые комнаты (СНиП II-Л.1-71*). Согласно строительным правилам установки мусоропроводов в жилых зданиях (ВСН 8-72), необходимо предусматривать звукопоглощающие прокладки, отделяющие мусоропровод от строительных конструкций.

Одним из сложных вопросов эксплуатации мусоропроводов является их прочистка при засорах. Из-за отсутствия специального удобного оборудования прочистку мусоропроводов осуществляют вручную в антисанитарных условиях, обычно железным прутом сверху через ре-

визию, снизу или через приемный люк. Для этого снимают клапаны, что приводит к порче облицовки ствола, нарушению уплотняющих прокладок и, следовательно, ухудшению санитарного режима работы мусоропровода. В этом направлении ведут работу ряд исследовательских и проектных организаций. Так, НИКТИ ГХ МЖКХ СССР разработал один из вариантов такой установки. Тем не менее оборудования для прочистки, мойки и дезинфекции мусоропроводов, которое нашло бы практическое применение в нашей стране, не выпускается.

Поскольку найти решение, обеспечивающее легкую и надежную прочистку мусоропровода, пока не удастся, при проектировании и строительстве следует особое внимание уделять обеспечению свободного сброса мусора по мусоропроводу, правильному выбору сечения внутреннего прохода и соотношению его с вместимостью приемного ковша. При этом нужно учитывать тенденцию к увеличению объема бытовых отходов, способность отходов разрыхляться в момент их сбрасывания и возможность одновременного сброса с нескольких этажей. Все это приводит к резкому возрастанию объема отходов, проходящих в какой-то момент через поперечное сечение мусоропровода, увеличению трения о стенки.

За рубежом в домах повышенной этажности устанавливают мусоропроводы большего сечения — до 600 мм. Необходимо не допускать изгибов ствола мусоропровода более 20° по вертикали (ВСН 8-72), что особенно часто встречается в нижней выходной части мусоропровода, а также устройства у выходного конца мусоропровода бункера со скругленным дном и боковым разгрузочным отверстием.

Согласно СНиП, мусоропровод должен быть обеспечен постоянной вентиляцией, чтобы на лестничную клетку не поступал неприятно пахнущий запыленный воздух. Постоянное движение воздуха в мусоропроводе должно обеспечить «сквозняки» и подсушку загрязненных поверхностей, что, по мнению специалистов по санитарии и дезинфекции, создает условия, препятствующие развитию плесени, болезнетворных бактерий и насекомых.

Чтобы воздух не поступал из мусоропровода на лестничную клетку, устанавливают вытяжной дефлектор, который должен обеспечивать постоянное поступление воздуха с лестничной клетки в мусоропровод через мусороприемные клапаны. Нижняя часть мусоропровода выхо-

дит в мусороприемную камеру, являющуюся местом временного хранения мусора и подготовки его к транспортировке. Здесь также осуществляется и мойка мусоросборников.

При проектировании и реконструкции многоэтажных зданий необходимо учитывать следующие технологические требования к мусороприемным камерам (предусмотрены ВСН 8-72): обеспечить свободную установку достаточного числа мусоросборников и оборудования согласно принимаемой системе сбора и удаления мусора; обеспечить свободный доступ персонала в мусороприемную камеру и легкую доставку и эвакуацию мусоросборников и другого передвижного оборудования; обеспечить надежное поступление мусора из ствола мусоропровода в мусоросборники исключая пересыпку вручную; предусмотреть подводку электроэнергии и воды для мойки; обеспечить хорошую вентиляцию и освещение помещения (мусороприемная камера должна легко поддаваться мойке); предусмотреть специальное место для мойки мусоросборников, оборудовать его трапом и подводкой воды.

Эксплуатация мусоропровода должна быть организована так, чтобы обеспечивалась чистота площадок у загрузочных отверстий. Текущая уборка камеры и мест загрузки мусора должна проводиться ежедневно, а влажная с мыльно-содовым раствором — не реже 1 раза в месяц.

Выборка и хранение в камере вторичного сырья недопустимы. При появлении грызунов и насекомых надо неотложно проводить дератизацию и дезинфекцию. На рис. 19 показан мусоропровод с надлежащим санитарно-техническим оборудованием (фирма «Оптим», ФРГ).

Мойка мусоросборников. Мойка мусоросборников является одним из важных звеньев планово-регулярной очистки домовладений, особенно при контейнерной системе сбора и удаления мусора.

При разгрузке контейнеров и других мусоросборников значительная часть мусора (до 5% летом) остается на днище и стенках. При вывозе мусора контейнерными мусоровозами по системе сменной тары после опорожнения на месте обезвреживания мусора контейнеры устанавливаются в других домовладениях. Это может привести к переносу инфекции, поэтому мыть контейнеры надо обязательно после каждого опорожнения. На свалках

при положительной температуре моют контейнеры на открытых площадках с твердым покрытием, оборудованных отводом стоков в канализационную сеть или на специальные очистные сооружения.

Концентрация взвеси остатков мусора в воде, отходящей при мойке контейнеров, составляет около 3,5%. Поэтому перед вводом в канализационную сеть необходимо предусматривать отстойники. Для очистки контейнеров от налипшего мусора требуется струя воды под давлением не менее 0,3 МПа (30 м), для этого используются поливочные машины, в которых при отсутствии водопровода или местных источников воду доставляют на свалку. Мойку осуществляют с использованием патрубков для присоединения рукава к брандспойту.

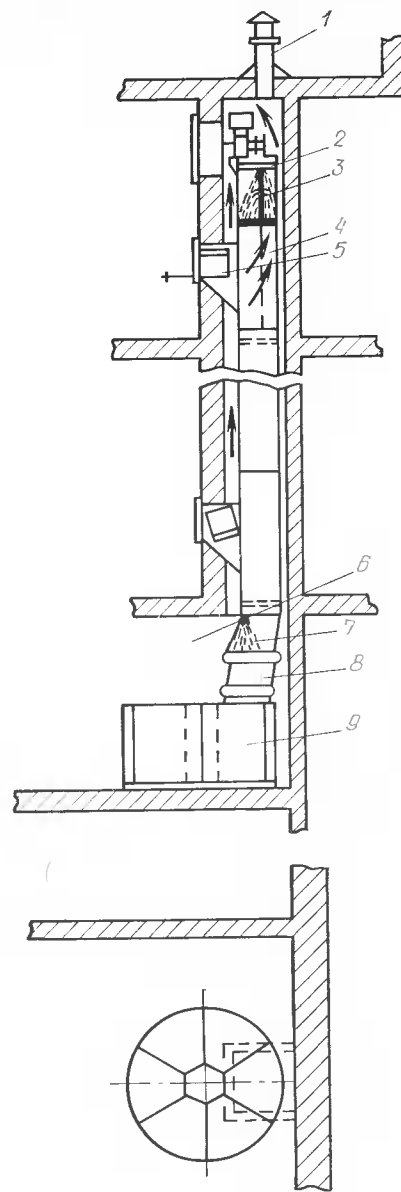


Рис. 19. Общая схема мусоропровода с санитарно-техническим оборудованием

1 — дефлектор; 2 — спринклер; 3 — установка для прочистки мусоропровода; 4 — труба мусоропровода; 5 — приемный люк; 6 — мусороприемная камера; 7 — наклонный выходящий патрубок мусоропровода; 8 — уплотнитель; 9 — вращающийся стол

Контейнеры моют, не снимая с машины, для чего поворотную раму устанавливают в положение разгрузки. Мойку контейнеров производят поочередно.

Применяют также несложную установку, позволяющую одновременно мыть все контейнеры, закрепленные на одной поворотной раме мусоровоза М-30. С помощью установки комплект контейнеров моют за 8—10 мин. Установка состоит из двух труб длиной по 6 м, в каждую из которых вварено по 4 полудюймовых штуцера с резьбовыми фланцами для крепления насадок-распылителей. Концы труб с одной стороны заварены, а с другой к ним приварены резьбовые фланцы, с помощью которых установка соединена с магистральным водопроводом. Резьбовые фланцы обеспечивают перемещение распылителей и труб. На моечной площадке трубы закреплены шестью опорами-подшипниками. Перемещают трубы и распылители с помощью рычагов. Установка работает следующим образом. Машина с контейнерами заезжает на моечную площадку, оборудованную направляющими для правильной постановки машины. Водитель с помощью крана опрокидывает платформу с контейнерами. Мойщик вводит распылители в контейнеры, открывает поочередно вентили и, действуя рычагами, производит мойку, после чего водитель поднимает платформу в транспортное положение.

При сооружении капитальных предприятий по обезвреживанию мусора или мусороперегрузочных станций предусматривается моечное отделение, позволяющее более тщательно мыть мусоровозы и контейнеры в любое время года. На мусоросжигательном заводе в Москве в Бескудникове предусмотрена механизированная мойка как кузовных мусоровозов 53М, так и контейнерных М-30. Перемещение мусоровоза вдоль технологической линии осуществляется своим ходом. Пропускная способность обеих линий — 16—20 мусоровозов в час. На мойку одного мусоровоза предусматривается 1600—2000 л воды при температуре 60 °С, подаваемой насосом под давлением 1 МПа (100 м). Для сушки с помощью шланговой обдувки в конце каждой линии предусмотрена компрессорная установка. Управление всеми моечными установками осуществляется дистанционно с пульта управления.

Большие трудности вызывает организация мойки мусоросборников в домовладениях при системе несменяе-

мых мусоросборников, когда опорожненные в кузовной мусоровоз сборники остаются на месте. В этих случаях необходимо устраивать мойку стационарную или передвижную. В зданиях с мусоропроводами мойку несменяемых сборников (баков и контейнеров) организуют непосредственно в мусороприемной камере, где предусматривается место для мойки сборников, оборудованное трапом и подводкой воды.

При обслуживании застройки без мусоропроводов моечные пункты устраивают в хозяйственных павильонах.

Передвижная моечная установка монтируется на шасси грузового автомобиля. Она обеспечивает более качественную очистку сборников, так как мойку производят под высоким давлением. Работу передвижных моечных машин организуют по маршруту мусоровозов. Последовательность операций при этом следующая: сначала отходы перегружают из сборника в мусоровоз, а затем моют порожний сборник с помощью машины.

Для мойки малых мусоросборников (100 л) передвижную моечную машину производительностью до 240 шт. в смену, разработал НИКТИ городского хозяйства Минжилкомхоза УССР.

Для контейнеров (0,75—0,8 м³) передвижная мойка разработана в ОКБ Управления дорожного хозяйства и благоустройства Мосгорисполкома. За прототип принята моечная установка фирмы «Халлер» (ФРГ), испытанная в многоэтажной жилой застройке Москвы. На большегрузном шасси смонтированы резервуары для чистой и грязной воды вместимостью 7 м³ каждый, грязесборник вместимостью 1,2 м³, насос для подачи чистой воды к моечным головкам, насос для откачки грязной воды из грязесборника в резервуар, система трубопроводов, две моечные головки и подъемно-опрокидывающее устройство для контейнеров (рис. 20). Перед началом работы установки резервуар для чистой воды заполняют из гидранта. Моют контейнер (автоматически) после разгрузки его в мусоровоз. В задней части машины установлено подъемно-опрокидывающее устройство для мусоросборников. Обычно монтируется устройство для одного контейнера. С помощью подъемно-опрокидывающего устройства контейнер захватывается, поднимается и переворачивается. Благодаря вращению моечных головок в двух плоскостях и сильным струям

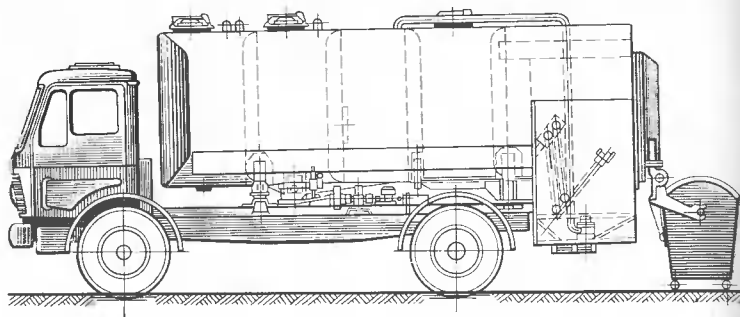


Рис. 20. Машина для мойки контейнеров (фирма «Халлер» ФРГ)

воды обеспечивается тщательная мойка внутренней поверхности контейнера.

Продолжительность процесса мойки регулируется в зависимости от степени загрязнения с помощью специального устройства. После окончания мойки контейнер несколько секунд удерживается в перевернутом состоянии для стекания воды. При отводе и опускании контейнера мочные головки автоматически возвращаются в исходное положение. Расход воды зависит от длительности процесса мойки. В среднем для мойки контейнера требуется до 60 л воды. Грязная вода вместе с остатками мусора поступает в грязесборник, прикрепленный к задней стенке резервуара с чистой водой. Затем ее перекачивают насосом в резервуар для грязной воды и сбрасывают в канализацию.

МУСОРОВОЗНЫЙ ТРАНСПОРТ

Согласно «Правилам санитарного содержания территорий населенных мест», ТБО следует вывозить только специальным мусоровозным транспортом, который запрещается использовать для перевозки других грузов. Непрерывное увеличение объемов бытового мусора, накапливающегося в городах, и возрастающие санитарные требования обуславливают необходимость совершенствования специального мусоровозного автотранспорта.

ТБО характеризуются повышенной санитарной опасностью, низкой средней плотностью, а также значительной влажностью из-за наличия в них пищевых отходов. Эти свойства, а также условия эксплуатации определяют особые требования к мусоровозному автотранспорту. ТБО вывозят в закрытых непроницаемых для влаги и пыли емкостях. При этом необходимо максимально улучшить условия работы обслуживающего персонала (шоферов и грузчиков) и по возможности сократить их контакт с отходами, что достигается механизацией погрузочно-разгрузочных работ. Конструкция кузова и спецоборудования мусоровоза должна обеспечивать его полное опорожнение, а также быть легко доступной для мойки и дезинфекции. Кроме того, мусоровоз должен отвечать требованиям работы в условиях напряженных транспортных потоков на городских улицах и в стесненных условиях на территории домовладений, для чего необходима хорошая маневренность. Вместе с тем мусоровозы должны иметь достаточно большую вместимость, что особенно важно в связи с постоянно увеличивающимся расстоянием вывоза отходов. Выполнение этих требований осложняется тем, что средняя плотность домашнего мусора имеет тенденцию к снижению.

Конструкция мусоровозов в нашей стране развивается в двух направлениях: кузовные мусоровозы и контейнерные. Каждое из этих направлений получило воплощение в разных моделях мусоровозов, имеющих свои конструктивные особенности. Кузовные мусоровозы должны отвечать требованиям ГОСТ 21358—75, который предусматривает два типа мусоровозов (табл. 15): кузовные малогабаритные — полезная грузоподъемность (масса перевозимых отходов) до 2500 кг с ручной или механизированной загрузкой (тип I); кузовные большегрузные —

Таблица 15. Основные параметры кузовных мусоровозов

Параметр	Тип мусоровоза	
	I	II
Масса перевозимых ТБО, кг	1500—2500	2500—13 500
Коэффициент уплотнения (при исходной плотности ТБО 0,12 т/м ³)	1,7—3	2—5
Транспортная скорость не более, м/с	14	14

Таблица 16. Техническая характеристика кузовных мусоровозов

Показатели	Тип мусоровоза						
	53-М	КО-404*	М-50*	МАЗ-5334	М-50А**	КО-413	КО-415
Базовое шасси	ГАЗ-53-02	ГАЗ-53-02	МАЗ-5334	МАЗ-5334	МАЗ-5334	ГАЗ-55-02	КамАЗ-53213
Вместимость кузова, м ³	7	6,5	12	15	15	7,5	24
Полезная грузоподъемность, т	2,5	2,5	3	4,2	4,2	2,9	9
Габаритные размеры, м	6,7×2,23× ×2,48	6,7×2,23× ×2,6	7,9×2,5× ×3,44	7,6×2,65× ×3,3	7,6×2,65× ×3,3	5,9×2,34× ×2,7	8,6×2,5× ×3,35
Грузоподъемность крана-манипулятора, кг	—	500	600	400	400	500	600
Вылет стрелы, крана-манипулятора, мм	—	1800	4300	2830	2830	—	2500
Масса, т:							
снаряженной машины	4,28	4,97	11,8	10,8	10,8	4,5	11,5
спецеоборудования	1,9	2,5	6,43	4,7	4,7	2	4,5

* Модели сняты с производства.

** Индекс указан условно.

полезная грузоподъемность свыше 2500 кг с механизированной загрузкой и разгрузкой (тип II).

Мусоровоз загружают специальным грузоподъемным устройством, а разгружают — выталкивающим устройством или самосвально. В табл. 16 приведена техническая характеристика применяемых кузовных мусоровозов.

Мусоровоз 53-М предназначен для ручной загрузки, уплотнения, транспортировки и самосвальной разгрузки ТБО. Мусоровоз монтируется на шасси автомобиля ГАЗ-53-02. Специальное оборудование его состоит из следующих основных элементов: кузова, задней крышки кузова с приемным бункером, уплотняющей плиты для подачи отходов из бункера в кузов с одновременным их уплотнением, механизмов отсекаания мусора, открывания задней крышки кузова, опрокидывания кузова. Мусоровоз обладает хорошей маневренностью, позволяет загружать отходы из малых емкостей, имеет низкую высоту загрузки (1,1 м), поэтому он находит применение в малоэтажной застройке и в малых городах при небольших расстояниях вывоза отходов.

Механизация загрузки ТБО была осуществлена при разработке мусоровоза КО-404, предназначенного для механизированной разгрузки стандартных контейнеров объемом 0,75 и 0,55 м³, выпускаемых в соответствии с ГОСТ 12917—78 (с изм.), уплотнения отходов, в кузове, транспортировки и разгрузки на месте обезвреживания. Специальное оборудование включает кузов, поворотный подъемный кран, кантователь, толкающую плиту и самосвальный механизм. Контейнер захватывается краном; устанавливается и крепится на кантователе. После опорожнения контейнер краном возвращается на место. Толкающая плита выполнена из изогнутого листа, усиленного ребрами жесткости. Она совершает возвратно-ступательные движения от задней стенки приемного бункера мусоровоза внутрь кузова, проталкивая и уплотняя отходы.

Кузовной мусоровоз М-50 также предназначен для механизированной загрузки ТБО из стандартных контейнеров 0,75 и 0,55 м³ в приемный (загрузочный) ковш, заполнения кузова с одновременным уплотнением отходов, транспортировки и разгрузки их на месте обезвреживания. Специальное оборудование мусоровоза смонтировано на шасси автомобиля МАЗ-5334 и состоит из

кузова, уплотняющей плиты, загрузочного ковша, поворотного крана с выдвигной стрелой. Кузов мусоровоза выполнен из листовой стали и имеет на внутренней поверхности направляющие для перемещения выталкивающей плиты посредством двухступенчатого телескопического винта. Уплотняющая плита качающегося типа смонтирована в подшипниках заднего борта и имеет привод от двух гидроцилиндров. Загрузочный ковш в момент разгрузки контейнеров опущен, а при погрузке мусора в кузов поднят. Поворотный кран смонтирован на крыше мусоровоза и может поворачиваться на 270° вокруг вертикальной оси, вылет стрелы крана более 4 м. Для подъема контейнера и переворачивания его служат специальная лебедка и механизм переворота. Управление механизмами крана осуществляется с выносного электрического пультa.

Мусоровозы КО-404 и М-50, хотя и позволяют механизировать загрузку отходов, имеют очень сложный и неудобный в эксплуатации механизм опорожнения контейнеров, кроме того, полезная грузоподъемность этих мусоровозов низка (ввиду большой массы спецоборудования), поэтому эти модели мусоровозов были значительно усовершенствованы. Вместо мусоровоза КО-404 на шасси ГАЗ-52-02 серийно выпускается мусоровоз КО-413 (рис. 21, а, б), а вместо мусоровоза М-50 мусоровоз М-50А на том же шасси МАЗ-5334. Совершенствование кузовных мусоровозов идет по пути снижения массы спецоборудования, упрощения конструкции загрузочно-уплотняющего механизма и создания более совершенного подъемно-опрокидывающего устройства для опорожнения стандартных мусоросборников.

Подъемно-опрокидывающее устройство для разгрузки контейнеров в виде подъемного крана и системы захватов и тросов заменено манипулятором, устанавливаемым с правой стороны кузова в его передней части. Манипулятор захватывает мусоросборник, поднимает и опрокидывает его над верхним загрузочным люком кузова мусоровоза. При этом отпадает необходимость в загрузочной системе, имеющейся в задней части мусоровозов КО-404 и М-50. Приемный ковш и задняя уплотняющая плиты сняты, вместо них навешивается откидная задняя стенка.

Загружаемые в мусоровоз отходы поступают в переднюю часть кузова и располагаются перед выталкиваю-



Рис. 21. Мусоровоз КО-413

а — захват контейнера манипулятором; б — разгрузка контейнера в мусоровоз через верхнее приемное отверстие

щей плитой, которая в новых моделях выполняет не только функцию разгрузки мусоровоза, но также и роль проталкивающей и прессующей плиты. В нерабочем положении плита находится у передней стенки кузова. После поступления в кузов порции отходов плита движется к задней стенке по направляющим, продвигая отходы к закрытому заднему борту машины и одновременно уплотняя их. Новые модели имеют сравнительно простую конструкцию, значительно снижена масса спецоборудования, повышена полезная грузоподъемность и соответственно резко снижена удельная металлоемкость оборудования. За счет снижения массы спецоборудования полезная грузоподъемность мусоровоза на шасси ГАЗ-53-02 повысилась на 0,4 т, а на шасси МАЗ-5334 — на 1,2 т. Такой же принцип действия спецоборудования, устанавливаемого на шасси КамАЗ-53213, мусоровоз имеет индекс КО-415, его полезная грузоподъемность достигает 9 т.

Контейнерные мусоровозы перевозят отходы в тех же емкостях, в которые их собирают. В нашей стране выпускаются мусоровозы с контейнерами, не имеющими уплотняющих устройств. Основным типом контейнерного мусоровоза является мусоровоз М-30А, разработана также машина КО-410. Мусоровоз контейнерный М-30А предназначен для вывоза ТБО и пищевых отходов в места утилизации и обезвреживания в контейнерах, выпускаемых в соответствии с ГОСТ 12917—78. Мусоровоз смонтирован на шасси автомобиля ГАЗ-53А. Он перевозит одновременно 8 контейнеров по 0,75 м³ для ТБО общей вместимостью 6 м³. Контейнеры устанавливают подъемным краном на двух опрокидных платформах по 4 шт. на каждой.

Для вывоза пищевых отходов используют контейнеры вместимостью 0,55 м³.

Кран с гидравлическим приводом позволяет механизировать все погрузочно-разгрузочные работы. Машину обслуживает один человек — шофер.

Для сбора бытовых отходов (в том числе и крупногабаритных) разработан контейнерный мусоровоз КО-410 на шасси автомобиля ГАЗ-53-02. На шасси автомобиля смонтирована качающаяся рама — портал, приводимая в действие с помощью гидроцилиндров. Открытый кузов-контейнер вместимостью 7,5 м³ крепится к порталу цепями и при установке портала в соответствующее

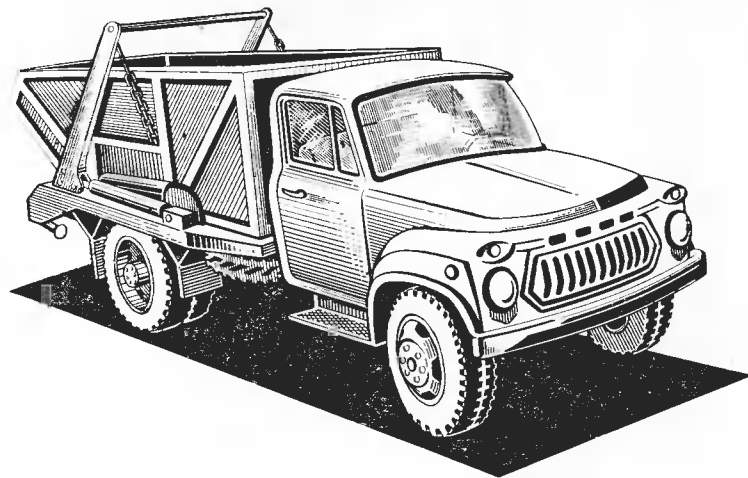


Рис. 22. Машина со съемным кузовом-контейнером КО-410

Техническая характеристика мусоровоза М-30А

Базовое шасси	ГАЗ-53А
Полезная грузоподъемность, т:	
по ТБО	1,2
по пищевым отходам	2
Вместимость контейнера, м ³ :	
для ТБО	0,75
для пищевых отходов	0,5
Число контейнеров	8
Подъемный кран:	
грузоподъемность, кг	500
вылет стрелы, мм	2700
габаритные размеры, мм	6,7×2,45× ×3,13
Масса, т:	
снаряженной машины	5,25
спецоборудования (включая контейнеры)	2,54

ющее положение может быть поднят на платформу автомобиля или снят с нее (рис. 22).

Самосвальная разгрузка выполняется без снятия кузова-контейнера проведением одновременно двух операций — поворота портала и поворота кузова, обкатывающего своей скошенной задней стенкой поверхность

специальной площадки платформы автомобиля. Угол подъема кузова до 90°, что обеспечивает качественное опорожнение кузова.

Основные показатели машины КО-410

Базовое шасси	ГАЗ-53-02
Полезная грузоподъемность, т	до 2,5
Вместимость контейнера:	
по объему, м ³	7,5
по массе, т	1,5
Подъемный кран (портал) грузоподъемность, т	3,5
Длина стрелы, мм	2300
Масса, т:	
сваренной машины	до 5
спецоборудования	2,1

Использование машины с порталом позволяет работать целый ряд съемочных кузовов-контейнеров для разных типов отходов. Так, предполагается разработать крытые кузова-контейнеры для ТБО вместимостью 10—12 м³.

Приведенные характеристики кузовных и контейнерных мусоровозов позволяют провести анализ их технического уровня по некоторым основным показателям.

К основным показателям, характеризующим техникий уровень мусоровозов, относят $q_{уд}$ — удельную массу спецоборудования; $N_{уд}$ — удельную мощность двигателя, кВт/т; η — коэффициент компактности, м²/м³.

Удельная масса спецоборудования определяется по формуле

$$q_{уд} = q_{об}/Q,$$

где $q_{об}$ — масса спецоборудования мусоровоза, т; Q — масса перевозимых отходов, т.

Удельная мощность двигателя определяется как отношение мощности двигателя базового автомобиля к массе перевозимых отходов:

$$N_{уд} = N/Q,$$

где N — мощность двигателя базового автомобиля, кВт.

Коэффициент компактности — это отношение площади, занимаемой автомобилем, к вместимости кузова:

$$\eta = L_m B_m / V_k,$$

где L_m — длина мусоровоза, м; B_m — ширина мусоровоза, м; V_k — вместимость кузова, м³.

Основные показатели кузовных и контейнерных мусоровозов приводятся в табл. 17. и 18.

Таблица 17. Общая эксплуатационно-техническая характеристика кузовных мусоровозов

Тип мусоровоза	$q_{уд}$	$N_{уд}$	η	Тип мусоровоза	$q_{уд}$	$N_{уд}$	η
53М	0,8	27,2	1,25	М-50	2,14	44,3	0,85
КО-404	1	27,2	0,7	М-50А	1,12	32,2	0,5
КО-413	0,7	23,1		КО-415	0,52	14,8	

Таблица 18. Общая эксплуатационно-техническая характеристика контейнерных мусоровозов

Тип мусоровоза	$q_{уд}$	$N_{уд}$	η
М-30А	2,1	56,7	2,73
КО-410	1,47	45,3	2,1

УДАЛЕНИЕ ОТХОДОВ ИЗ НЕКАНАЛИЗОВАННЫХ ДОМОВЛАДЕНИЙ

Традиционно очистку неканализованных домовладений проводят отдельным способом: жидкие отходы и нечистоты удаляют из выгребов с помощью ассенизационной машины, а ТБО, собираемые в съемные деревянные ящики без дна вместимостью до 1 м³, устанавливаются на бетонированных или асфальтированных площадках с помощью кузовного мусоровоза. Операция перегрузки ТБО из этих ящиков в мусоровоз производится вручную.

Деревянные мусоросборники изготавливают по типовому проекту, разработанному институтом Гипрокоммустрой. При хорошо поставленной санитарно-гигиенической просветительной работе в неканализованном фонде применяют металлические контейнеры вместо деревянных ящиков.

Для приема помоев и нечистот надо делать один выгреб с целью борьбы с промерзанием зимой и экономии времени при заборе жидких отходов ассенизационной машины, что также улучшает санитарное состояние дворовых территорий. Уборные делают утепленными в жилом здании для одной квартиры или общего пользования во дворе. Наземная часть дворовой уборной имеет

помойницу с деревянной или металлической решеткой, отверстия которой должны быть не более 25 мм, чтобы в выгреб не попадали твердые отбросы. Загрузочный люк помойницы устраивают на 0,5—0,8 м выше уровня земли, что облегчает пользование ею. К заборному люку необходимо обеспечить свободный подъезд для автомашин. Выгреб нечистот и помоев должен быть водонепроницаемым, чтобы не загрязнить почву и грунтовые воды просачивающейся жидкостью. Наземная часть приемников жидких отходов (помойниц и уборных) должна быть удобной для мойки и дезинфекции.

Институт Гипрокоммунстрой разработал типовые проекты санитарных узлов, включающие уборные на два и четыре очка. Типовые проекты предусматривают наличие совмещенных водонепроницаемых выгребов из железобетонных колец или кирпича для помоев и нечистот. Применение железобетонных колец позволяет наладить серийное производство типовых водонепроницаемых выгребов. Люки выгребов делают утепленными двухслойными с прокладкой из стекловаты.

Таким образом, существующий способ очистки неканализованных домовладений требует применения двух машин различного назначения, а также выполнения вручную в тяжелых санитарных условиях значительных по объему работ. Применение ящиков сопровождается снижением санитарного уровня содержания дворовых территорий, так как вместе с ТБО в неканализованных домовладениях в ящики попадают помои, которые вытекая загрязняют дворовые территории и приводят к смерзанию отходов зимой. Наличие на решетках помойниц остатков отходов также снижает санитарное состояние дворовых территорий. Очищают решетки вручную. Для устранения недостатков и полной механизации работ по очистке неканализованных домовладений от жидких и твердых бытовых отходов и нечистот предложено осуществлять их совместный сбор в выгребах для нечистот, а эвакуацию из выгреба и транспортировку к местам обезвреживания проводить с помощью специальной вакуум-машины. Эта машина благодаря использованию шланга диаметром 200 и 175 мм обеспечивает всасывание практически всех составляющих ТБО.

Для предотвращения забивания всасывающего шланга машины перед введением системы совместного сбора и удаления твердых бытовых и жидких отходов прово-

дят следующую подготовительную работу. Над приемным люком общего выгреба устанавливают специальный загрузочный ящик с металлической решеткой, ограничивающей попадание фракций ТБО, превышающих диаметр заборного шланга вакуум-машины. Размеры решетки при использовании всасывающего рукава с внутренним диаметром 150 мм составляют 120×120 или 150×150 мм для всасывающего рукава диаметром 200 мм. Для более крупных предметов, которые обычно не представляют собой санитарной опасности, один-два раза в неделю на группу домов (улиц) устанавливают контейнер. На решетках выгребов размером прозоров 120—150 мм задерживаются предметы, как правило, не подверженные гниению. Благодаря совместному сбору жидких и твердых бытовых отходов и нечистот повышается санитарное состояние территорий неканализованных домовладений, не происходит забивания решеток помойниц и растекания жидких отходов на территории домовладения. Все это резко уменьшает вероятность выплода мух. Работа по загрузке в машину отходов механизмуется.

Из технологической цепи очистки домовладений исключается такая операция, как ручная перегрузка ТБО из ящиков в мусоровозы и последующее удаление отходов на свалку. Это способствует лучшему использованию специальных машин и снижению их номенклатуры (замена двух типов машин одной вакуум-машиной). Специальная вакуум-машина с увеличенным диаметром шланга УК-20 для совместного удаления твердых и жидких бытовых отходов разработана Академией коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова (выпускается Белгородским экспериментальным литейно-механическим заводом Минжилкомхоза РСФСР) (рис. 23).

Основные технические показатели машины следующие: базовое шасси — ГАЗ-53, вместимость цистерны — 3000 л, разрежение, создаваемое насосом, — 75 %, тип вакуум-насоса — РКВН-4. Всасывающий шланг имеет диаметр 200 и 175 мм, длину 6,5 м. Наибольшее давление, создаваемое насосом при опорожнении, составляет 0,05 МПа (0,5 кг/см²), глубина забора массы — 3 м. Обслуживает машину один человек. Габаритные размеры машины — 6600×2200×2600, масса порожней машины 4100, спецоборудования 1200, грузовой машины 7100 кг. Продолжительность заполнения цистерны 2,5—8 мин, опорожнения — 1,5—2,5.

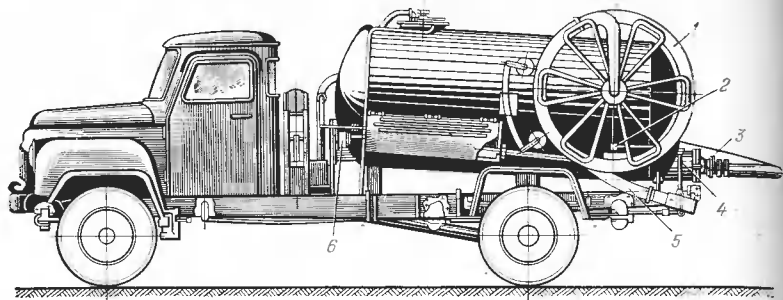


Рис. 23. Конструктивная схема вакуум-машины УК-20

1 — барабан; 2 — конический редуктор; 3 — сливной лючок; 4 — рукоятка управления барабаном; 5 — всасывающий шланг; 6 — цилиндрический редуктор

ПНЕВМОТРАНСПОРТ ТБО

Наряду с традиционным вывозным методом при большой плотности населения и повышенных санитарных и эстетических требованиях применяют пневмотранспорт ТБО. Из-за сложности и высокой стоимости оборудования он находит ограниченное применение. Для транспортировки ТБО используют как всасывающий, так и напорный пневмотранспорт. При этом могут быть применены принципиально разные способы транспортировки отходов по трубам: путем непосредственного воздействия транспортирующего воздуха на материал или транспортировка в контейнерах. В нашей стране ведутся работы в двух направлениях.

Для удаления отходов непосредственно из-под мусоропроводов жилых и общественных зданий разрабатывают установки всасывающего принципа действия (пневмовакуумные), ТБО перемещаются в виде воздушной взвеси. Для удаления отходов с центрального сборного пункта (ЦСП) за пределы района или города разрабатывают напорный пневмотранспорт, отходы в этом случае перемещаются по трубам в капсулах (контейнерах). Оба направления находятся в стадии опытного внедрения.

АКХ и ЦНИИЭП инженерного оборудования ведут экспериментальное проектирование централизованного вакуумного пневмотранспорта ТБО непосредственно из

жилых домов на ЦСП для одного из новых жилых массивов Ленинграда. Для Москвы работниками МосжилНИИпроекта разработана и спроектирована экспериментальная система вакуумного удаления мусора из существующего жилого массива на Ленинском проспекте. По разработкам изготовлено оборудование. Пуск в строй позволяет исследовать процесс пневмотранспорта мусора в условиях Москвы, что дает возможность получить исходные данные для проектирования подобных систем с использованием отечественного оборудования, определить эффективность применения и пути внедрения их в других микрорайонах.

Прототипом отечественных систем централизованного вакуумного мусороудаления является система, разработанная шведской фирмой «Централсуг». Установка этой фирмы действует в экспериментальном жилом районе Москвы Северное Чертаново. Площадь территории жилой застройки 79 га, в том числе селитебная — 48 га. Застройка отличается повышенной плотностью. Микрорайон застроен группами домов большой протяженности высотой 12—16 этажей, а также высотными комплексами в 21—25 и 30 этажей. В районе создаются максимально комфортные условия проживания. Число проживающих — 20 тыс. человек. Характерной чертой района является прокладка единого коллектора, в котором разместится большое число трубопроводов и кабелей, в том числе и трубопроводов вакуумной системы мусороудаления. Эта система собирает бытовые отходы из 160 стволов мусоропроводов жилых и общественных зданий (школ, торгового центра, зданий бытового обслуживания). Принцип действия централизованной пневмовакуумной системы мусороудаления следующий (рис. 24). Нижний конец каждого мусоропровода 1 жилого здания расположен в вентиляционной камере и через шиберный клапан 2 сообщается с воздуховодом 3. Все воздуховоды соединены через транспортный трубопровод 4 с циклоном-осадителем 5, который через фильтр 6 сообщается с побудителем тяги вакуум-турбиной 8. Из вакуум-турбины воздух через глушитель 7 выбрасывается в атмосферу. Транспортный трубопровод 4 обычно внутренним диаметром 500—600 мм и длиной до 2—2,5 км сообщается с атмосферой в каждом ответвлении через воздушный клапан 12, расположенный в отдельной вентиляционной камере.

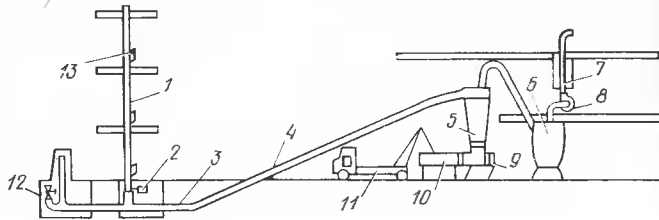


Рис. 24. Пневмовакуумная система мусороудаления

Отходы, сбрасываемые в мусоропровод через загрузочные клапаны 13, скапливаются в нижней части ствола мусоропровода на шиберной заслонке. Максимальный размер сбрасываемых в мусоропровод бытовых отходов ограничивается габаритами отверстия загрузочного клапана и составляет не более 280—300 мм. В установленное графиком время включается вакуум-турбина и в системе создается разрежение около 0,025 МПа. По достижении такого разрежения по команде из машинного отделения открывается воздушный клапан ближайшего к центральному сборному пункту ответвления от транспортного трубопровода, в этом ответвлении и транспортном трубопроводе создается воздушный поток, средняя скорость которого составляет 25—30 м/с. Затем дистанционно открывается шиберная заслонка и отходы из ствола мусоропровода вовлекаются в транспортный трубопровод. Благодаря тому, что диаметр верхнего конца клапана в плоскости перемещения шиберной заслонки больше наружного диаметра ствола мусоропровода, в образовавшейся после открытия шибера кольцевой зазор увлекается воздух из вентиляционной камеры, что способствует активному разрыхлению отходов, поступающих в транспортный трубопровод. Опорожнение одного мусоропровода продолжается 15—30 с, после чего его шиберная заслонка автоматически закрывается и открывается шиберная заслонка следующего мусоропровода. Этот процесс продолжается до опорожнения всех мусоропроводов одного здания. Затем включается автоматика для очистки следующего здания.

Вследствие различия аэродинамических свойств компоненты, входящие в состав бытовых отходов, транспортируются с различной скоростью, что иногда приводит к

временной закупорке транспортного трубопровода. Однако быстроувеличивающийся при этом вакуум препятствует образованию пробок. Кроме того, при достаточной скорости воздуха транспортированию подвергаются даже такие тяжелые предметы, как кирпичи и т. п. Происходит это, очевидно, вследствие наматывания на них волокнистых компонентов (бумаги, тряпья) и значительного увеличения аэродинамического сопротивления образующихся скоплений мусора потоку транспортирующего воздуха.

Из транспортного трубопровода отходы попадают в циклон-осадитель и оседают в нижней его части, а транспортирующий воздух отсасывается через фильтры вакуум-турбинами и через глушители выбрасывается в атмосферу. Управление работой пневмосистемы осуществляется автоматически по заданной программе с центрального диспетчерского пункта. Радиус действия вакуумной системы мусороудаления не превышает 1,5—2,5 км. Центральная станция системы поэтому является перегрузочным пунктом, откуда отходы далее транспортируются большегрузным мусоровозным транспортом (10, 11).

Экономическую эффективность пневмотранспорта определяют по методике, позволяющей учитывать разный срок службы мусоровозного транспорта (до 6 лет) и пневмотранспортных систем (в среднем 30 лет). Годовой экономический эффект $\mathcal{E}_{\text{год}}$ определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = \left[P_1 \frac{B_2}{B_1} \frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H} + \frac{(I_1 - I_2) - E_H (K_2^1 - K_1^1)}{P_2 + E_H} - P_2 \right] A,$$

где P_1, P_2 — сумма приведенных затрат по первому и второму вариантам, р/м³; B_1, B_2 — производительность оборудования по первому и второму вариантам, м³; I_1, I_2 — годовые текущие затраты по эксплуатации, р/м³; $\frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H}$ — выражение, учитывающее разный

срок службы оборудования; K_1^1, K_2^1 — сопутствующие капиталовложения, р/м³; E_H — нормативный коэффициент использования оборудования (принимается 0,15); A — объем удаляемых отходов, м³.

Значения этих показателей приведены в табл. 19.

Определение значения показателей по табл. 19:

$$P_1 = C_1 + EK_1 = 1,04 + 0,15 \cdot 1,21 = 1,04 + 0,18 = 1,22;$$

$$P_2 = C_2 + EK_2 = 2,43 + 0,15 \cdot 47,73 = 2,43 + 7,16 = 9,59;$$

Таблица 19. Исходные данные для определения эффективности пневмотранспорта ТБО

Показатели	Прямая транспортировка мусоровозом МАЗ-500	Пневмовакuumный транспорт ЦСП-мусоровозом КраЗ-219
Объем удаляемых отходов в год (A), тыс. м ³	20	20
Расстояние транспортировки, км:		
до ЦСП	—	2,5
до свалки	20	20
Приведенные эксплуатационные затраты (C ₁ , C ₂), р/м ³ :		
пневмотранспорт до ЦСП	—	2,3
сбор и вынос из дома	0,23	—
вывоз с ЦСП	—	0,13
вывоз собирающими мусоровозами	0,81	—
Итого	1,04	2,43
Приведенные капиталовложения (K ₁ , K ₂), р/м ³ :		
собирающие мусоровозы	1,21	—
пневмотранспорт	—	47,4*
большегрузные мусоровозы	—	0,33
Итого	1,21	47,73
Срок службы (t), год	6	30
Годовые текущие затраты по эксплуатации (И ₁ , И ₂), р/м ³	0,8	1,4
Сопутствующие капиталовложения (K ₁ ¹ , K ₂ ¹), р/м ³	0,27	—

* По данным шведской фирмы «Централсут» (перевод по курсу), сопоставленным с проектными данными пневмосистемы для Москвы и Ленинграда.

$B_2/B_1=1$, поскольку сравниваемые системы обслуживают одинаковый контингент населения;

$$\frac{P_1 + E_H}{P_2 + E_H} = \frac{0,06 + 0,15}{0,006 + 0,15} = \frac{0,21}{0,156} = 1,3;$$

$$Э_{\text{год}} = (1,586 - 3,6 - 9,59) 20\,000 = -232 \text{ тыс. руб.}$$

Таким образом, при внедрении пневмовакuumной системы на 20 тыс. м³ потребуются дополнительные затраты 232 тыс. руб. в год.

НИКТИ городского хозяйства Минжилкомхоза УССР* работает над созданием передвижной пневмовакuumной установки, которая должна сочетать в себе принципы централизованной вакуумной системы и передвижной мобильной установки. Эта идея находит воплощение в разработке конструкции пневмовакuumного мусоровоза. Пневмовакuumный мусоровоз предназначен для удаления ТБО из жилых зданий с мусоропроводами при установке под ними бункеров-накопителей с выводными трубами. Кроме этого, мусоровоз может быть применен для извлечения отходов из стандартных контейнеров, подбора дворового и уличного смёта (в том числе опавшей листвы) из куч, очистки урн. Институтом совместно с Киевспецкоммунтрансом создан экспериментальный образец пневмовакuumного мусоровоза на базе шасси автомобиля МАЗ-500. Мусоровоз состоит из следующих основных узлов: кузова для сбора и уплотнения мусора; осадительной камеры с размещенным в ней уплотняющим механизмом и фильтрами первой ступени очистки; выталкивающей плиты; вентилятора высокого давления; фильтров второй ступени очистки; гибкого рукава диаметром 400 мм и поддерживающего его устройства.

Привод вентилятора высокого давления осуществляется от индивидуального двигателя. Гидравлическая система мусоровоза предназначена для привода уплотняющего механизма, создания возвратно-поступательного движения выталкивающей плиты, подъема и опускания осадительной камеры. Система обеспыливания — сухая, двухступенчатая. Пневмотранспортный мусоровоз работает следующим образом. К выводной трубе бункера-накопителя, установленного под мусоропроводом, при помощи гибкого рукава подсоединяется мусоровоз.

При открывании шиберной заслонки, перекрывающей выводную трубу, скопившиеся на ней отходы воздушным потоком, создаваемым при включении вентилятора, переносятся в осадительную камеру мусоровоза. Здесь происходит отделение отходов от транспортирующей

* Петухов И. С. Наука и техника в городском хозяйстве. — Киев, 1981, № 46.

щего воздуха. Воздух проходит фильтры первой ступени очистки, вентилятор, фильтры второй ступени и выбрасывается в атмосферу. Отходы оседают в нижней части осадительной камеры, откуда уплотнителем подаются в кузов мусоровоза. После удаления отходов из бункера-накопителя шиберная заслонка закрывается, отсоединяется гибкий рукав и мусоровоз переезжает к следующей мусороприемной камере. Выгрузка отходов из кузова осуществляется выталкивающей плитой, при этом осадительная камера поднимается в верхнее положение. При заборе отходов из контейнеров, куч, подборе листов и очистке урн на гибкий рукав навешивается специальный насадок.

Основные технические показатели пневмовакuumного мусоровоза

Тип базового шасси	МАЗ-5334	
Геометрическая емкость, м ³	8	
Геометрическая емкость осадительной камеры, м ³	1,5	
Масса мусоровоза, кг	9950	
Масса спецоборудования, кг	4000	
Полезная грузоподъемность, кг	5150	
Привод вентилятора	дизель Д-240	
Число оборотов вентилятора, об/мин	1400	
Производительность вентилятора, м ³ /ч	12 600	
Уплотняющее устройство	шнековый	механизм
Диаметр шнека, мм	700	
Число оборотов шнека, об/мин	20	
Коэффициент уплотнения	3	
Габаритные размеры, мм:		
длина	8000	
ширина	2600	
высота	3500	

Напорные пневмотранспортные системы для транспортировки сыпучих материалов, в том числе и ТБО, по трубам в контейнерах разрабатывает Транспрогресс. Для нескольких районов Ленинграда спроектирована и построена пневмотранспортная система доставки ТБО с мусороперегрузочной станции (куда они подвозятся собирающими мусоровозами) на мусороперерабатывающий завод. Система контейнерного пневмотранспорта включает: транспортные трубопроводы для транспортирования контейнеров (металлические); контейнеры с ходовыми тележками по торцам (рис. 25); пневмовозы с манжетными уплотнениями специальной конструкции;

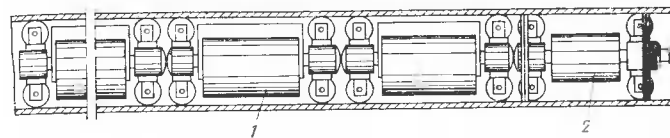
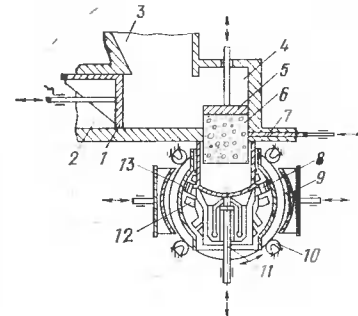


Рис. 25. Контейнерный пневмопоезд

1 — контейнер; 2 — пневмовоз

Рис. 26. Загрузочная станция контейнерного пневмотранспорта

1 — прессующая плита; 2 — рабочая камера; 3 — приемный бункер перегрузочной станции; 4 — вертикальная камера; 5 — выталкиватель; 6 — брикет; 7 — шибер; 8 — колеса контейнера; 9 — крышки камеры погрузки; 10 — опорные ролики камеры погрузки; 11 — подъемное устройство; 12 — рама контейнера; 13 — камера погрузки



погрузочную станцию с желобом для установки контейнерного состава и с прессующей установкой для уплотнения отходов в контейнерах (рис. 26); разгрузочную станцию для опорожнения контейнеров в бункер мусороперерабатывающего завода; воздуходувные станции со специальными агрегатами создания потока воздуха в трубопроводе с избыточным давлением; шлюзовые затворы; тормозные устройства для остановки контейнерных составов; центральную диспетчерскую для автоматизированного управления движением составов.

Отходы запрессовываются в специальные цилиндрические контейнеры на колесах. По трубе диаметром больше 1,2 м под действием сжатого воздуха перемещается состав из восьми вагонов-контейнеров. Первый и последний контейнеры пустые, они выполняют роль тягачей-пневмовозов. Оба пневмовоза опоясаны гибкими резиновыми манжетами-уплотнителями, препятствующими перетоку воздуха вдоль состава. Манжеты — это своеобразные «паруса», вместе с торцом заднего пневмовоза они принимают на себя давление воздуха. На пневмовозах есть и дополнительные уплотнители — кольцевые капроновые щетки. Их второе назначение — при движении поезда очищать внутреннюю поверхность трубопровода от пыли и ржавчины. Контейнеры катятся на коле-

сах по трубе, каждый из них опирается на две ходовые тележки с радиально расположенными колесами. Обрезиненные колеса контейнеров уменьшают износ трубопровода и снижают уровень шума. Наиболее сложным является процесс загрузки и разгрузки контейнеров. Специалисты нашли следующее решение. Отходы автоматически порциями подаются в камеру пресса, где в горизонтальном направлении перемещается шток с уплотняющей плитой. Затем уплотненные отходы выталкиваются выталкивателем, действующим в вертикальном направлении, загружаются в контейнер. Плита выталкивателя снабжена датчиками-щупами, контролирующими степень уплотнения отходов. Состав из шести контейнеров загружается в три приема. Так же в три приема осуществляется разгрузка контейнеров в конечном пункте выталкивателем через автоматически открывающиеся нижние окна контейнеров. Напорная пневмовакуумная система имеет практически неограниченный радиус действия.

МУСОРОПЕРЕГРУЗОЧНЫЕ СТАНЦИИ

Мусороперегрузочные станции (МПС) получают все большее распространение в связи с интенсивным ростом крупных городов. Действующие свалки (полигоны) для складирования бытового мусора в непосредственной близости от черты города быстро заполняются, организация обезвреживания в более отдаленных местах ведет к снижению производительности собирающих мусоровозов и резкому возрастанию капиталовложений и эксплуатационных расходов на удаление мусора. Более целесообразным является сбор мусора в городе малыми маневренными мусоровозами с последующей перегрузкой его в мусоровозы большой вместимости для дальнейшей транспортировки к местам обезвреживания. Перегрузочные станции и мусоровозы большой вместимости применяют в мировой практике (в широких масштабах США, ФРГ, Англии, Франции и др.), обычно при расстоянии вывоза свыше 10—15 км. Первые мусороперегрузочные станции построены (Свердловск, Рига) и строятся (Пенза), а также спроектированы для некоторых крупных городов нашей страны.

Мусороперегрузочные станции различаются способами перегрузки, оборудованием, конструктивными и

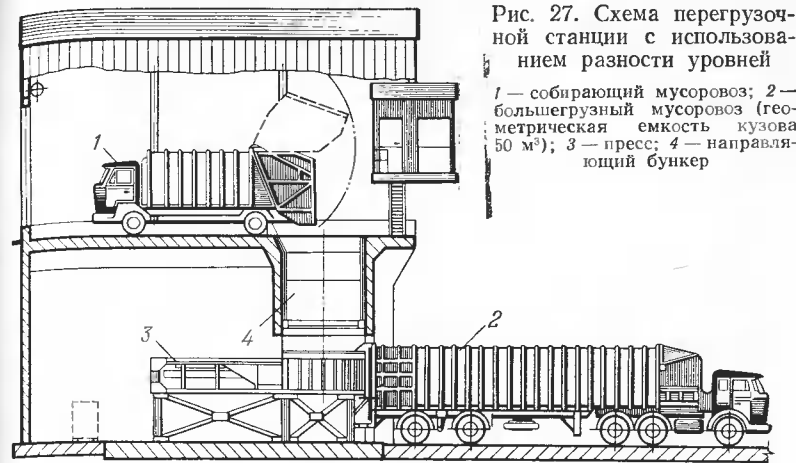


Рис. 27. Схема перегрузочной станции с использованием разности уровней

1 — собирающий мусоровоз; 2 — большегрузный мусоровоз (геометрическая емкость кузова 50 м³); 3 — пресс; 4 — направляющий бункер

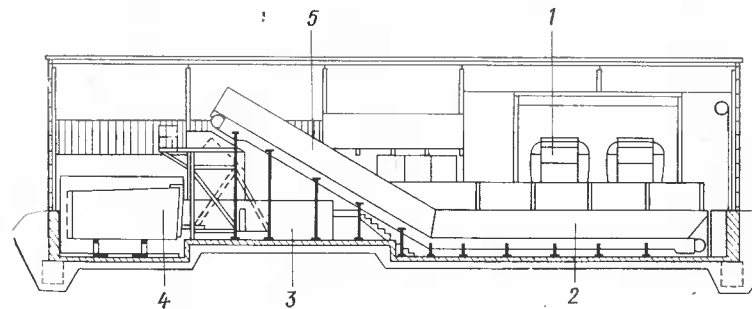


Рис. 28. Схема перегрузочной станции с размещением разгрузочных и погрузочных постов в одном уровне

1 — собирающий мусоровоз; 2 — горизонтальный транспортер; 3 — пресс; 4 — съемный кузов-контейнер большой вместимости; 5 — наклонный транспортер

планировочными элементами, а также способами подготовки мусора к дальнейшей транспортировке. По способу перегрузки мусороперегрузочные станции можно подразделить на два основных типа: с использованием разности уровней, малые мусоровозы разгружаются на верхнем уровне, а большегрузные загружаются на нижнем уровне (рис. 27); с размещением разгрузочных и погрузочных постов на одном уровне, подача мусора из приемного бункера в большегрузные мусоровозы осуществляется транспортерами, кранами и т. п. (рис. 28).

В зависимости от местных условий и объемов перегрузки, а также типов малых и большегрузных транспортных средств это могут быть простейшие эстакады, куда заезжают малые мусоровозы и разгружаются непосредственно в стоящий внизу большегрузный мусоровоз. При больших объемах работ сооружают капитальные мусороперегрузочные станции с пандусами для въезда и выезда машин, автоматически закрывающимися дверями, местной и общей вентиляцией и очисткой воздуха, мойкой машин, весовой и другими устройствами. Производительность мусороперегрузочной станции колеблется от 40 до 450 тыс. т в год.

Если большинство мусороперегрузочных станций принимает только собственно бытовой мусор из квартир, то на некоторых станциях оборудуются и специальные разгрузочные посты для приема крупногабаритного мусора. Для улучшения использования грузоподъемности большегрузных транспортных средств на крупных мусороперегрузочных станциях устанавливают оборудование по снижению объема мусора. Эту задачу стремятся решать комплексно с учетом существующих и предполагаемых на ближайшую перспективу методов обезвреживания. Наиболее распространенным методом снижения объема бытового мусора на МПС является прессование. В ряде случаев мусор подвергается предварительному измельчению путем дробления или прокатки трактором. Применяют также метод уплотнения отхода до образования стабильных токов.

Применение перегрузки мусора в СССР. В СССР первая мусороперегрузочная станция построена и успешно действует в Свердловске. Производительность станции около 350 тыс. м³ в год, общая площадь 0,1 га. Разгрузочное и загрузочное помещения расположены на одном уровне. Перегрузка мусора осуществляется группой транспортеров. Собирающие мусоровозы въезжают в разгрузочное отделение с двумя постами и разгружаются в приемный бункер. Дно бункера выполнено в виде горизонтального ленточного транспортера (питателя), который подает мусор на наклонный транспортер. Горизонтальный транспортер имеет реверсивное устройство для устранения заторов, возникающих при переходе материала на наклонный транспортер. Наклонный транспортер подает мусор на высоту 4,8 м в загрузочный бункер (бункер-питатель) и далее в загрузочный люк на крыше

большегрузного мусоровоза. Бункер-питатель выполнен в виде вертикальной шахты прямоугольного сечения. Поступающий в кузов большегрузного мусоровоза мусор уплотняется стационарными уплотнителями.

В Риге построена МПС с использованием естественного рельефа местности, обеспечивающего разность уровней. Малые мусоровозы разгружаются на верхнем уровне в два направляющих бункера-накопителя. Из бункеров при открывании шиберных заслонок мусор самотеком через верхнее загрузочное окно поступает в кузов большегрузного мусоровоза, установленного на нижнем уровне в сквозном проезде. Мусор уплотняется в кузове мусоровоза встроенным уплотнителем. Малые мусоровозы въезжают по спиральному пандусу с уклоном 9 % до отметки 7,5 м и разворачиваются на площадке около 500 м². На станции имеется один пост для разгрузки контейнерных мусоровозов — М-30 и два — для кузовных.

Бытовые помещения представляют собой трехэтажное кирпичное здание, примыкающее к бункерной эстакаде. На рис. 29 приводится схема (горизонтальная планировка) МПС Риги. Производительность станции 72 тыс. м³ в год. Станция обслуживает район с населением 80 тыс. человек. Среднее расстояние МПС от обслуживаемых микрорайонов составляет 5 км, а от МПС до полигона 22 км. Малые мусоровозы делают 6—10 рейсов в смену, а большегрузные по 2—3 рейса.

Большегрузный мусоровоз представляет собой специальный кузов, установленный на полуприцепе. Масса груженого полуприцепа до 30 т. Загружают мусор через люк, расположенный в передней части крыши кузова. Уплотнение мусора в кузове и разгрузка машины на полигоне осуществляются встроенной уплотняющей (толкающей) плитой, движущейся от передней стенки кузова к задней. Толкающая плита представляет собой сварную металлоконструкцию из листового стали и швеллеров. Толкатель плиты состоит из двух гидроцилиндров с ходом штока 1100 мм и зубьями для зацепления толкающей плиты.

Загрузка кузова осуществляется следующим образом. Толкающая плита устанавливается в крайнее переднее положение, через верхний люк из бункера в кузов загружается до 18—20 м³ мусора. Управляя соответствующим рычагом, водитель приводит в движение тол-

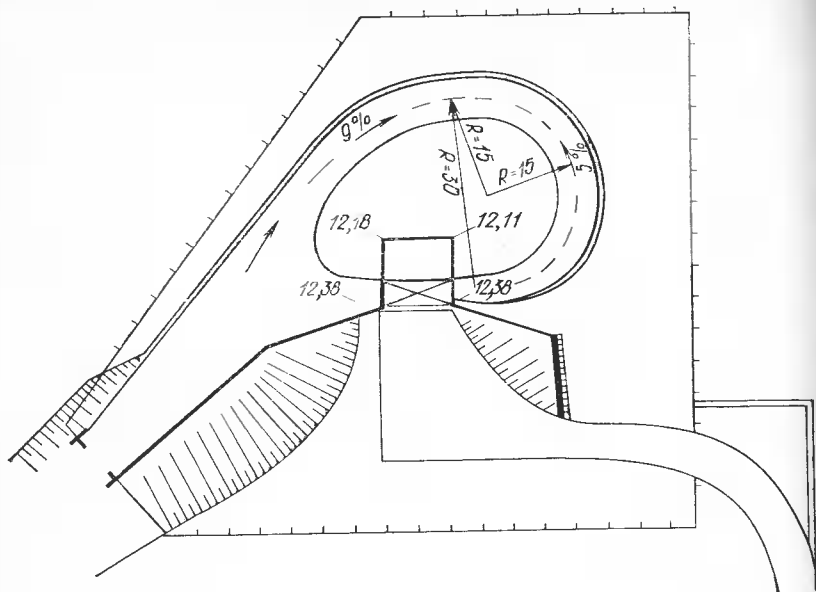


Рис. 29. Горизонтальная планировка мусороперегрузочной станции Риги

кающую плиту, перемещающую мусор в заднюю часть кузова. Затем приводится в действие механизм управления лебедкой, с помощью которой толкающая плита возвращается в исходное положение. Далее цикл работы повторяется. Для полной загрузки машины мусор засыпается 4 раза ($18 \text{ м}^3 \times 4 = 72 \text{ м}^3$).

Сзади имеется люк для выгрузки мусора. В транспортном положении люк заперт; перед разгрузкой он отпускается. Водитель разгружает машину, дистанционно управляя выталкивающей плитой. Под действием выталкиваемой массы задний люк поднимается и мусор высыпается из машины.

На основе разработок, проведенных Академией коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова, институт Гипрокоммунстрой спроектировал МПС для г. Пензы. Годовая производительность станции 200 тыс. м^3 в год, занимаемая площадь 2 га. Основным оборудованием является большегрузный транспортный мусоровоз (БТМ) конструкции ПКБ АКХ (индекс УК21) в комп-

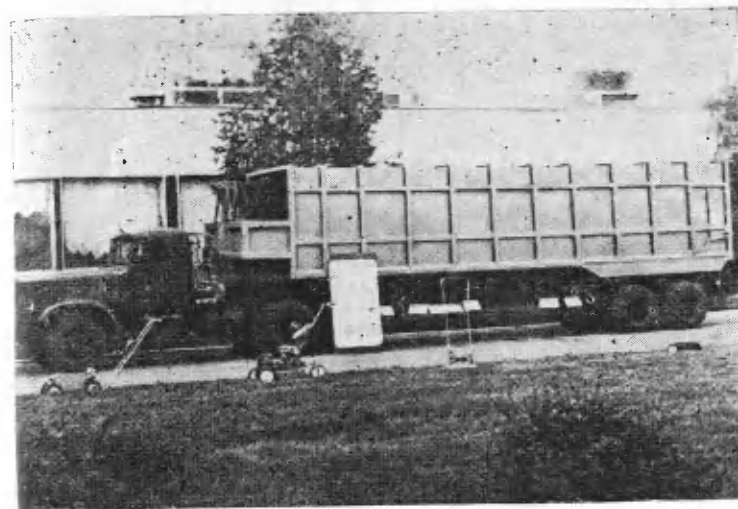


Рис. 30. Большегрузный мусоровоз АКХ-УК-21

лекте со стационарным уплотняющим устройством (масса 3 т) (рис. 30). Вся станция блокирована в одном корпусе. Основными отделениями станции являются: разворотная площадка для маневрирования малых собирающих мусоровозов; приемно-уплотнительное отделение с бункером-накопителем, грейферным краном, промежуточным бункером (течкой) с уплотнителем, насосной и операторской; помещение для большегрузных мусоровозов.

Станция имеет три поста универсального типа, пригодных для разгрузки всех типов применяемых в городе мусоровозов, как контейнерных, так и кузовных. Максимальное число мусоровозов может составить 13 в час.

Приемный бункер представляет собой железобетонную емкость, полезный его объем составит 210 м^3 , что обеспечит 5-часовой запас отходов.

Из бункера-накопителя мусор забирается мостовым электрическим грейферным краном грузоподъемностью 5 т с ковшем вместимостью $2,5 \text{ м}^3$ и подается в течку уплотняющего устройства. Один кран вполне обеспечивает бесперебойную работу станции. Кабина крана для поддержания нормальных условий работы машиниста снаб-

жена кондиционером. Паспортная производительность уплотнителя составляет 240 м³/ч, так что в приемной тещке мусор накапливаться не будет. Уплотнитель имеет сцепное устройство с полуприцепом, что обеспечивает их надежную стыковку в процессе прессования. Загрузка одного полуприцепа, в который может быть загружено до 100 м³ мусора (по неуплотненному состоянию) будет продолжаться 1—1,5 ч. Станция имеет два уплотнителя, соответственно в помещении для большегрузных мусоровозов устанавливается два БТМ. Стационарный пресс к большегрузному мусоровозу на шасси КрАЗ-258 имеет следующие показатели: вместимость приемного бункера — 4 м³, производительность — 240 м³/ч, усилие уплотнения — 30 т. Седелный тягач КрАЗ-258 попеременно транспортирует полуприцепы на место обезвреживания отходов.

Техническая характеристика большегрузного мусоровоза на шасси КрАЗ-258: геометрическая вместимость кузова — 50 м³, вместимость кузова по исходному (неуплотненному) мусору — 100 м³, наибольшая допустимая масса полуприцепа с грузом — 30 т, усилие выталкивания мусора при разгрузке — 15 т. Под закрытой разворотной площадкой для малых мусоровозов располагаются административно-бытовые помещения МПС и механические мастерские для ремонта оборудования.

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СБОРА И УДАЛЕНИЯ ОТХОДОВ

Обобщение результатов работ по санитарной характеристике очистки городов от ТБО показывает, что отсутствует единая система показателей, характеризующая качество сбора и удаления отходов. Отдельные специалисты применяют для этой цели разные показатели, характеризующие общее санитарное состояние населенного пункта, которые иногда не являются прямым результатом качества сбора и удаления отходов. Разнообразие применяемых показателей затрудняет сопоставительный анализ качества сбора и удаления в разных городах и при разных системах. Однако в некоторых источниках, например «Санитарная охрана почвы населен-

ных мест» (1963 г.), «Основные вопросы санитарной охраны почвы» (1965 г.) и др. имеются указания о целесообразности применения тех или иных показателей для санитарной характеристики качества сбора и удаления отходов в зависимости от конкретных задач исследования.

На основании изучения и обобщения исследований, проведенных различными санитарными органами в области санитарной характеристики очистки населенных мест, а также на основании проведенных совместно с санитарными организациями исследовательских работ по определению санитарной эффективности процесса сбора и удаления ТБО, определилась следующая система основных показателей: гигиенические; энтомологические; гельминтологические. В случае недостаточности перечисленных показателей и при более глубоком исследовании могут быть применены бактериологические и химические методы. Наряду с этими показателями для оценки санитарного состояния населенных мест широко применяются статистические методы.

Основным гигиеническим показателем считают чистоту и внешний вид дворовой территории, приемников отходов и площадок под ними. Этот показатель обычно применяется при одновременном осмотре всего обследуемого района с оценкой отдельных домовладений по шкале «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Хорошие результаты дает также и систематический контроль за соблюдением графика работы спецавтомашин, поскольку периодичность вывоза отходов устанавливается санитарными органами в зависимости от местных климатических и других условий. С помощью санитарного контроля устанавливают также состояние других элементов мусороудаления в жилых и общественных зданиях.

В ряде городов для оценки благоустройства и содержания жилых массивов применяют комплекс показателей, в число которых входят и гигиенические показатели санитарного состояния домовладений. Так, в Ленинграде за определенные показатели назначаются баллы, учитываемые при подведении итогов соцсоревнования (табл. 20).

Для оценки качества сбора и удаления ТБО широко применяются энтомологические исследования.

Наличие мух на территории домовладений и в поме-

Таблица 20. Балльная система оценки санитарного состояния домовладений в Ленинграде

Показатели	Число баллов при случаях неблагоприятия, %				
	5	4	3	2	1
Загрязнение территории бытовым мусором	0	До 0,2	До 0,5	До 1	1 и выше
Загромождение территории строительным мусором, тарой магазинов, старой мебелью, металлоломом и другим хламом	0	До 2	До 4	До 5	5 и выше
Наличие грязных лестниц	0	До 1	До 2	До 3	3 и выше
Наличие лестниц с грязными ведрами для пищевых отходов	0	До 0,5	До 1	До 1,5	1,5 и выше
Наличие грязных баков, контейнеров для пищевых отходов во дворах	0	До 0,5	До 1	До 1,5	1,5 и выше
Наличие неисправных баков, контейнеров для пищевых отходов во дворах	0	До 1	До 2	До 4	4 и выше
Наличие переполненных выгребных помойных ям и уборных	0	До 2	До 4	До 5	5 и выше
Наличие открытых контейнеров, баков для хранения бытовых отходов во дворах	0	До 0,2	До 0,5	До 1	1 и выше

щениях, а также личинок мух в почве указывает на несоблюдение основных санитарных требований, нарушение сроков хранения отходов, неудовлетворительное санитарное состояние мусоросборников, неполное их опорожнение, плохое качество или отсутствие мойки. При регулярной очистке домовладений от ТБО для оценки качества их сбора и удаления вполне достаточно определения только количества взрослых (окрыленных) мух в открытых и закрытых стациях (на открытом воздухе и в помещении). Учет численности окрыленных мух производится по известной методике («Методические указания по борьбе с мухами», утвержденной Минздравом СССР 22/VII 1970 г. № 852-70).

Кроме энтомологических показателей для общей характеристики уровня очистки домовладений имеет большое значение такой показатель, как наличие яиц гельминтов в почве дворовой территории. Хотя источником загрязнения почвы яйцами гельминтов являются обычно

фекалии, в домовладениях не исключено их попадание в твердые отходы, поэтому заражение почвы яйцами гельминтов может явиться результатом неудовлетворительного состояния сбора и удаления ТБО.

При определении степени загрязнения почвы яйцами гельминтов рекомендуется пользоваться широко известной в практике гельминтологов методикой З. Г. Васильковой — Б. А. Гофтер. Санитарно-бактериологические методы рекомендуется применять только при углубленных исследованиях состояния почв при выявлении источника вспыхнувшей эпидемии, при разработке и проверке новых мероприятий и при научных исследованиях. Они проводятся, когда санитарно-энтомологические и санитарно-гельминтологические исследования недостаточны, а также для характеристики самоочищения почв. Для оценки санитарной эффективности сбора и удаления твердых отходов чаще всего применяются те же показатели, что и при оценке отходов, поступающих на обезвреживание (титр-коли, титр протея и общее количество бактерий).

Даже при планомерно-регулярной системе очистки исследованиями, проведенными санитарно-эпидемиологической службой Киева, показана санитарно-гигиеническая опасность ТБО. Проведенные исследования показали высокую степень обсеменения микроорганизмами поверхности площадок временного хранения ТБО. Так, показатель общего числа микробов (на МПА) составил 227—230 млн.

Установлены низкие титры кишечной палочки (10^{-2} — 10^{-7}), энтерококков и *perfringens* (10^{-1} — 10^{-6}). Жизнеспособные яйца гельминтов выявлены в 10% проб, что свидетельствует о фекальном загрязнении поверхности площадок, а также о прямой эпидемиологической опасности инвазирования населения. По количеству и видовому составу мух, выявленных в 1405 объектах города, можно предположить, что для половины окрыленных мух местами выплода послужили отходы. В 16,9% выявлена комнатная муха, создающая угрозу загрязнения продуктов питания.

Результаты изучения загрязнения площадок, расположенных во дворах новостроек и в сложившейся «старой» застройке города, указывают на определяющую роль способов и технологических приемов санитарной очистки в загрязнении приусадебных участков (в меньшей мере

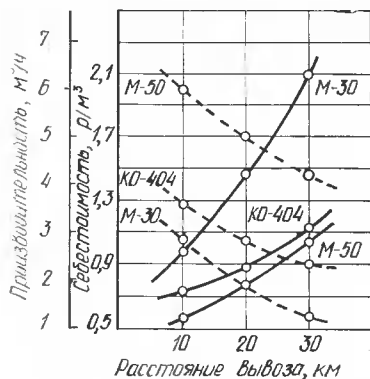


Рис. 31. Сравнительная производительность (— · — · —) и себестоимость (—) сбора и вывоза твердых бытовых отходов при использовании разных мусоровозов

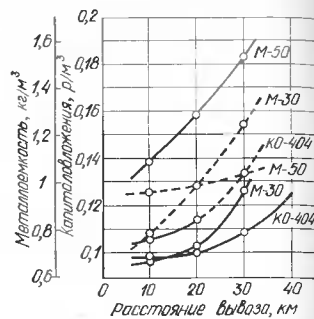


Рис. 32. Сравнительные капиталовложения (—) и металлоемкость (— · — · —) сбора и вывоза твердых бытовых отходов при использовании разных мусоровозов

такое загрязнение зависит от давности освоения территории).

В связи с отсутствием обоснованных санитарных показателей размеров твердого покрытия площадок для временного хранения емкостей с мусором проведено изучение загрязнения их поверхности и почвы вокруг них. Отмечалось загрязнение почвы в радиусе до 1,5 м. Так, по показателям общего микробного числа количество условно «чистых» проб уравнивалось только на 2-метровой отметке. Если судить по средним показателям коли-титра 10^{-3} — 10^{-2} , титров *perfringens* 10^{-3} и энтерококков 10^{-3} — 10^{-2} , то относительно чистые пробы соскобов определялись в интервале между 1,5 и 2 м. В этом же интервале наблюдалось уменьшение числа проб с обнаруженными кишечными фагами с 65% на расстоянии 20 см, до 18,7% в точке с отметкой 2 м. На этом же расстоянии наступало изменение видового (по отношению к лизируемым микробам) состава фагов.

Систему сбора и удаления ТБО выбирают исходя из перспективы развития жилой застройки с учетом основных направлений развития технических средств. Если указанные условия позволяют в отдельных жилых массивах города применить не одну, а две или более систем (или технических средств), то производится их технико-

экономическое сравнение. Для сравнения систем сбора и удаления ТБО может быть использован графоаналитический метод, при котором за критерий оценки эффективности приняты производительность и себестоимость в зависимости от изменения одного из основных эксплуатационных условий — расстояния вывоза мусора (рис. 31).

В качестве основных критериев используют также показатели удельных капиталовложений или удельной металлоемкости систем (рис. 32). Выбор критерия оценки системы зависит от конкретных условий города и первоочередных задач экономии тех или иных ресурсов.

МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ТБО

В связи с вредными свойствами ТБО, обусловленными наличием в них быстроразлагающихся органических веществ, болезнетворных микроорганизмов, личинок мух и яиц гельминтов, возникает важнейшая задача санитарной очистки городов — исключить отрицательное его влияние на людей и окружающую среду, поэтому обязательным и первоочередным мероприятием должно быть обезвреживание удаляемых из городов ТБО. Обезвреживание отходов должно осуществляться наиболее эффективными в санитарном и технико-экономическом отношении методами. При этом во многих случаях целесообразно использовать полезные свойства отходов.

Основными методами обезвреживания являются компостирование, сжигание и свалки (полигон) для складирования. Механизированные методы обезвреживания начинают заменять свалки, что обусловлено повышением требований к защите окружающей среды и отрицательным воздействием свалок, возрастающим по мере увеличения городов и количества бытовых отходов.

Кроме того, в экспериментальном порядке осуществляются пиролиз, сортировка, совместное компостирование и совместное сжигание ТБО и осадка сточных вод.

БИОТЕРМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ТБО

Одним из методов ускоренного обезвреживания ТБО является их биологическая переработка с получением компоста и биотоплива. Процесс обезвреживания и переработки осуществляется за счет саморазогревания

мусора и поэтому называется биотермическим. Биотермический процесс происходит в результате роста и развития разнообразных, в основном теплолюбивых (термофальных) микроорганизмов в аэробных условиях (т. е. при достаточном доступе воздуха. Результаты исследований по изучению биологических свойств бытового мусора в СССР и за рубежом показывают, что в нем очень высоко содержание сапрофитных микроорганизмов — от 300 млн. до 15 млрд. на 1 г сухого вещества (А. М. Кузьменкова, Н. Ф. Гуляев, З. А. Арзамасова). Количество микроорганизмов меняется в зависимости от сезона года. Так, в отходах Москвы самое высокое содержание микроорганизмов отмечалось летом (табл. 21).

Таблица 21. Содержание микроорганизмов в бытовых отходах Москвы по сезонам года (в млн. на 1 г сухого вещества)

Сезоны года	Бактерии		Актиномицеты	
	мезофилы	термофилы	мезофилы	термофилы
Весна	14 988	0,55	0,051	0,0144
Лето	40 077	2,389	1,75	0,0002
Осень	4 219,5	0,36	0,07	0,005
Зима	1 567	0,006	—	0,006
Среднегодовое значение	15 211	0,826	0,6023	0,0064

Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что количественный и качественный состав микрофлоры отходов способен обеспечить (при соблюдении определенных условий) ускоренное биотермическое их обезвреживание. В ходе биотермического процесса отходы разлагаются до температур, губительно действующих на болезнетворные микроорганизмы, яйца гельминтов, личинки и куколки мух, что способствует обезвреживанию отходов.

Активная жизнедеятельность аэробной сапрофитной микрофлоры зависит от ряда факторов, основными из них являются: источники энергии и питания — углеродсодержащие вещества в формах, необходимых для развития микробов — углеводы, белки; источники минерального питания; температура разлагаемой массы, необходимая для начала роста и развития микроорганизмов;

влажность разлагаемой массы; pH среды; аэрация разлагаемой массы и ряд других факторов. Бытовые отходы являются источником органических веществ животного и растительного происхождения, включающих органические соединения в виде углеводов, белков и лигнинов.

Исследования, проводившиеся в СССР по определению химического состава мусора, позволили установить следующие предельные значения основных химических показателей на сухое вещество (в %): органическое вещество — 60—85; причем не менее 30—40 % легкоразлагаемого; азот — 0,8—1,5; фосфор — 0,4—0,6; калий — 0,3—0,6. Таким образом, ТБО являются полноценным питательным субстратом для роста и развития самой разнообразной сапрофитной микрофлоры.

Под воздействием микробов при определенных условиях масса отходов начинает подвергаться процессам разложения, сопровождающимся образованием новых веществ, в том числе и гумусоподобных, входящих в состав нового продукта — компоста, по своим свойствам близкого к навозным компостам.

Схематически основные фазы микробиологического процесса разложения органического вещества отбросов можно представить следующим образом. Сначала компостируемая масса имеет температуру окружающего воздуха. Затем с ростом микроорганизмов растет и температура материала. До 40 °С в нем усиленно размножаются мезофильные микроорганизмы (оптимальная температура их развития 25—30 °С). Повышение температуры в компостируемой массе свыше 40 °С приводит к гибели мезофилов и размножению более теплолюбивых микробов — термофилов. Благоприятные условия для размножения термофильной микрофлоры наступают примерно при температуре 50—65 °С, в это время происходит отмирание опасной для человека микрофлоры. Это наиболее важная стадия в процессе компостирования, так как микроорганизмы проявляют здесь наибольшую активность, и окислительные процессы интенсифицируются. Затем температура постепенно снижается, доходит до мезофильной стадии и процесс затухает. Технология процесса компостирования отбросов должна обеспечивать создание оптимальных условий, способствующих обезвреживанию отбросов в короткие сроки и получение из них высококачественного компоста. Таким образом ход про-

цесса обезвреживания и компостирования определяется влажностью компостируемой массы, аэрацией, температурой и составом исходного материала.

Влажность. Активность биотермического процесса компостирования во многом зависит от влажности отходов, так как микроорганизмы, участвующие в этом процессе, питаются необходимыми веществами только в виде водных растворов. Недостаточная влажность лишает их воды, необходимой для обмена веществ, и приводит к прекращению биотермического процесса. Излишняя же влага заполняет пустоты между частицами отходов, вытесняя воздух, в результате чего создаются анаэробные условия из-за недостатка кислорода, и процесс компостирования резко затормаживается.

Аэрация. Наличие достаточного количества кислорода является одним из главных условий жизнедеятельности аэробных микроорганизмов. Для начала биотермического процесса достаточно воздуха, содержащегося в массе отходов перед компостированием. В центре компостируемой массы, куда приток воздуха извне затруднен, кислород быстро используется бактериями и повышение температуры в компостируемой массе приостанавливается. Если такую массу оставить без вмешательства, то температура в ней постепенно понизится и процессы разложения вещества замедлятся, поэтому при биотермическом компостировании очень важно равное проникание кислорода на всю толщину отходов.

Аэрация компостируемой массы может происходить как за счет естественного воздухообмена, так и за счет искусственной подачи воздуха. Ускоренное компостирование в специальных установках на мусороперерабатывающих заводах возможно только при использовании принудительной аэрации. Однако избыточная аэрация может усилить теплоотдачу массы отходов и привести к пересыханию и снижению температуры, поэтому аэрация компостируемой массы осуществляется с регулированием подачи воздуха в зависимости от температуры и влажности.

Температура. Уровень температур компостируемой массы — это показатель хода биотермического процесса. Как отмечалось выше, поддержание температуры на достаточно высоком уровне является важнейшим условием обезвреживания ТБО. Необходимая для обезвреживания температура достигается только при условии достаточно-

го обеспечения компостируемой массы кислородом и может поддерживаться путем подачи подогретого воздуха и регулирования поступления отходов (при минусовых температурах наружного воздуха).

Отношение углерода к азоту. Большое влияние на процесс компостирования оказывают углерод и азотистые вещества, содержание которых в отходах определяется отношением С : N. Для роста и развития микроорганизмов требуется в несколько раз больше углерода, чем азота, так как углерод используется и как источник энергии, и как питание, а азот необходим только для построения клеток. Микроорганизмы в процессе жизнедеятельности потребляют в среднем около 30 частей углерода на каждую часть азота. Следовательно, для интенсивного хода компостирования желательно, чтобы отношение углерода к азоту в отходах было 30 : 1 (при этом указанные вещества должны быть в доступных формах). Если углерода в отходах оказывается больше указанной величины, то разложение органического вещества значительно замедляется и для интенсификации процесса необходимы минеральные формы азота. Если углерода меньше, чем азота, микроорганизмы полностью используют углерод, а излишек азота выделяется в виде аммиака, что часто приводит к обеднению компоста.

Реакция среды (концентрация водородных ионов). Микроорганизмы, находящиеся в ТБО, довольно чувствительны к реакции среды (рН). Нейтральная реакция среды соответствует рН=7,07. Все значения ниже этой величины указывают на кислую реакцию, а выше — на щелочную. Разные группы микроорганизмов по-разному реагируют на реакцию среды. Для одних микроорганизмов оптимальная величина рН находится в пределах 6—7,5 (бактерии), для развития других достаточно значения рН=3,5—5,5 (плесневые грибы). В начале процесса компостирования бытовых отходов основное участие принимают бактерии, поэтому важно, чтобы исходный материал имел реакцию среды, благоприятную для развития бактерий. Несмотря на то, что бытовые отходы (за некоторым исключением) имеют слабокислую или кислую реакцию среды, процесс компостирования развивается довольно интенсивно. Это связано со значительным образованием аммиака в начале процесса компостирования и усреднения кислой реакции отходов.

Заводы для механизированного биотермического обезвреживания ТБО. В связи с возрастающими требованиями к охране внешней среды и увеличением количества накапливающихся отходов в отечественной и зарубежной практике получают распространение механизированные методы их переработки на специальных заводах. Оборудование заводов предназначено для создания оптимальных условий обезвреживания и компостирования отходов, создания и поддержания необходимого воздушного, влажностного и температурного режимов и оптимального для соответствующих условий слоя отходов. Основным оборудованием мусороперерабатывающего завода является биотермическая емкость, в которой осуществляются обезвреживание и переработка отходов (горизонтальный вращающийся барабан, многоярусные башни, камеры со сплошными или сетчатыми стенками и т. п.).

Для создания лучших условий компостирования применяются различные способы подготовки отходов или их сочетания: магнитная сепарация, просеивание для разделения по крупности и измельчение. В ходе процесса осуществляют подачу воздуха, подсушку или увлажнение отходов. В некоторых установках извлечение металла и операции по обогащению компоста производят после процесса компостирования в конце технологической линии.

В СССР для биотермического обезвреживания используется схема с вращающимися горизонтальными барабанами. Результаты научных исследований отдела санитарной очистки городов Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова были положены Гипрокоммунастроём Минжилкомхоза РСФСР в основу проектирования ряда мусороперерабатывающих заводов в СССР. Первым из них является завод механизированной переработки бытовых отходов в компост управления «Спецтранс» в Ленинграде (МПБО), который вступил в эксплуатацию в 1970 г. Годовая производительность завода (по данным на 1979 г.) составляет 111 тыс. т, или 480 тыс. м³; выход компоста 81 тыс. т. Завод (первая очередь) оснащен тремя горизонтальными вращающимися биобарабанами диаметром 4 м, длиной 60 м и вместимостью 750 м³ каждый (рис. 33).

На начало 1980 г. в стране работало уже три завода. Кроме Ленинградского вступили в строй мусоропе-

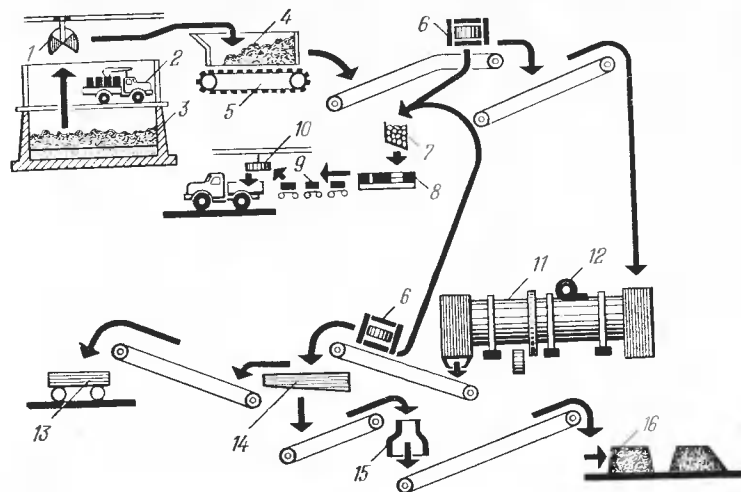


Рис. 33. Схема Ленинградского мусороперерабатывающего завода
1 — грейферный кран; 2 — мусоровоз; 3 — бункер-накопитель; 4 — бункер дозирующий; 5 — пластинчатый питатель; 6 — подвесной магнитный сепаратор; 7 — бункер металлолома; 8 — пресс; 9 — рольганг; 10 — магнит для погрузки пакетов металлолома; 11 — горизонтальный вращающийся барабан; 12 — вентилятор; 13 — отходы с грохота; 14 — контрольный грохот; 15 — дробилка для компоста; 16 — склад компоста

рабатывающие заводы в Ташкенте, Минске и Алма-Ате. Спроектированы и строятся мусороперерабатывающие заводы для таких крупнейших и крупных городов, как Горький, Харьков и др.

В общих чертах схему мусороперерабатывающего завода можно представить в следующем виде. Завод имеет оборудование для трех технологических этапов, обеспечивающих законченный цикл обезвреживания ТБО: прием и предварительная подготовка отходов; собственно биотермический процесс обезвреживания и компостирования; обработка компоста.

Оборудование для приема и предварительной подготовки отходов включает приемный бункер, питатели, транспортеры, магнитные сепараторы. Собственно биотермический процесс обезвреживания и компостирования происходит в горизонтальных вращающихся барабанах.

Оборудование для обработки компоста состоит из контрольного грохота, магнитного сепаратора, дробильного оборудования для измельчения балласта. На заводе предусматривается также склад готовой продукции

(площадка дозревания компоста), оборудование для взвешивания поступающих отходов и отпускаемого компоста и мойка для мусоровозов. Примерная технологическая линия мусороперерабатывающего завода следующая. Прибывающие на завод мусоровозы разгружаются в приемный бункер. Применяются две схемы разгрузки приемного бункера; разгрузка пластинчатым питателем, являющимся непосредственно основанием бункера, и разгрузка грейферным краном, передающим материал в небольшой промежуточный бункер-накопитель. По первой схеме работают Ташкентский и Минский мусороперерабатывающие заводы, по второй Ленинградский завод. Далее отходы подаются транспортером в биобарабан. Над транспортером располагается магнитный сепаратор. Горизонтальный вращающийся биобарабан является основным технологическим оборудованием современных отечественных мусороперерабатывающих заводов.

Из барабана материал перегружается в цилиндрический контрольный грохот. Крупный отсев проходит через магнитный сепаратор и уходит в отход в виде балластных включений. Прошедший через грохот материал также проходит магнитную сепарацию и подается в дробилку для доизмельчения. Дробленый материал направляется на склад готовой продукции. Количество технологических линий зависит от производительности завода.

Основой мусороперерабатывающих заводов с горизонтальным вращающимся биобарабаном является отечественное оборудование, подвергаемое модернизации и доработке с учетом свойств ТБО и в соответствии с требованиями создания оптимальных условий для протекания биотермического процесса их обезвреживания. Рассмотрим более подробно конструкцию биобарабана как основного элемента оборудования мусороперерабатывающих заводов. В эксплуатации находятся биобарабаны волжского завода цементного машиностроения «Волгоцеммаш» диаметром 4 м и длиной 36 м — КМ-101, а также диаметром 4 м и длиной 60 — КМ-102 и КМ-102А*. Более широкое распространение получает барабан КМ-102А. Биобарабан представляет собой металлический цельносварной корпус, опирающийся бандажками на роликковые опоры и приводимый во вращение электроприводом через зубчатый венец. Корпус установлен на опорах с уклоном в сторону выхода материала. Загруз-

ка отходов производится через окно загрузочной головки.

Перемещению материала по длине барабана способствуют вращение корпуса, специальные лопатки по всей длине корпуса и уклон его в сторону выхода материала. Оборудование завода должно обеспечить все необходимые условия для нормального протекания и контроля процесса обезвреживания и переработки отходов, т. е. перемешивание, измельчение и аэрацию перерабатываемой массы.

Измельчение отходов в биобарабане происходит за счет истирания пищевых отходов и бумаги при вращении барабана. Специалисты полагают, что необходимое истирание отходов достигается, когда барабан совершает 1800—2000 оборотов.

Барабан вращается в двух режимах. При загрузке и выгрузке частота вращения 1,14—1,49 об/мин обеспечивается двумя электродвигателями мощностью по 125 кВт, после загрузки для нормального протекания биотермического процесса, сопровождающегося саморазогреванием компостируемой массы, необходимо вращение, способствующее аэрации, что обеспечивается вращением на малой частоте вращения не более 0,3 об/мин. Аэрация должна осуществляться подачей в толщу отходов воздуха с температурой не ниже 15 °С, что обеспечивает необходимое соотношение содержания кислорода и углекислого газа в компостируемой массе.

В зависимости от длительности переработки и содержания пищевых отходов количество подаваемого в барабан воздуха может составить 200—500 м³/сут на 1 т/сут загружаемых отходов. В оптимальных условиях барабан должен быть заполнен на 2/3 объема. В зависимости от размера и числа биобарабанов мусороперерабатываю-

Т а б л и ц а 22. Ориентировочная производительность мусороперерабатывающих заводов с биобарабанами

Число биобарабанов	Типоразмер биобарабанов, м	Производительность		Число биобарабанов	Типоразмер биобарабанов, м	Производительность	
		тыс. т/год	тыс. м³/год			тыс. т/год	тыс. м³/год
2	4×36	40	180	4	4×60	130	600
3	4×36	60	270	6	4×60	200	900
3	4×60	100	450	8	4×60	260	1200

щий завод будет иметь производительность, указанную в табл. 22.

Считается, что при строительстве заводов производительностью менее 100 тыс. т/год (450 тыс. м³) резко ухудшаются технико-экономические показатели, поэтому заводы меньшей производительности могут быть построены только при специальном технико-экономическом обосновании.

Экологическая оценка компоста из ТБО. Компост, получаемый в результате биотермического обезвреживания ТБО на мусороперерабатывающих заводах, может быть использован в народном хозяйстве только при строгом соблюдении действующих санитарных правил и контроля за их выполнением. Критерием гигиенической оценки компоста является нахождение в нем организмов и веществ, могущих причинить вред здоровью человека при контакте его с почвой, а также через растения, идущие в пищу человека и животных, через воду, воздух и насекомых.

В отличие от биотермического обезвреживания отходов в штабелях и специальных камерах, механизированная биоферментация позволяет получить компост в течение нескольких дней. Однако следует иметь в виду, что при этом переработка отходов на наиболее экономичных режимах должна обязательно сочетаться с выдачей продукции, безопасной в эпидемиологическом отношении. Санация отходов в процессе заводского компостирования обеспечивается в первую очередь высокой температурой аэробной ферментации. Например, известно, что при температуре 55—60 °С возбудитель брюшного тифа сохраняет жизнеспособность не более 30 мин, возбудители дизентерии — не более 1 ч, холеры — 30—60 мин, вирус полиомиелита гибнет в течение 10—30 мин.

В ходе биотермического процесса происходит гибель большей части патогенных микроорганизмов кроме спорных форм. В свежем компосте титр-коли и титр-протей снижается до значения 0,01 (допустимого Техническими условиями*).

В табл. 23 приводится динамика изменения санитарно-гигиенических показателей ТБО в зависимости от стадии переработки их в компост.

* Технические условия на компост, вырабатываемый на мусороперерабатывающих заводах, и на его применение. (Согласов. МСХ, СССР, 7 дек. 1975 г., Утв. МЖКХ РСФСР, приказ № 83 от 9 февраля 1976 г.).

Таблица 23. Значения санитарно-гигиенических показателей в исходных отходах и в компосте различной степени зрелости

Материал	Титр-коли	Титр-протей	Яйца гельминтов	Личинки мух	Запах
ТБО	10 ⁻⁷	10 ⁻⁶	20 яиц/кг	20—80 лич/кг	—
Свежий компост	10 ⁻² (соответствует техническим условиям на компост)	10 ⁻²	Нет	Нет	Возможен зловонный при наличии анаэробных очагов
Компост месячный	1	1	Нет	Нет	Слабо разлагающегося навоза
Компост 6-месячный	10	1	Нет	Нет	Земляной

Увеличение титра кишечной палочки (>10) и протей (>1) с увеличением срока хранения компоста связано с антагонистическими свойствами его спонтанной микрофлоры и продолжающимся биологическим самоочищением в результате накопления антибиотических веществ в компосте.

В процессе биотермического обезвреживания отходов яйца аскарид, которые могут содержаться в исходных бытовых отходах (до 20 яиц на 1 кг), погибают уже при температуре 40 °С в течение нескольких дней, при 45 °С — за несколько часов, при 55 °С — за 40 с. Таким образом, происходит полная дегельминтизация отходов, в компосте разных сроков выдержки яйца гельминтов отсутствуют.

Достаточно эффективным является механизированное биотермическое обезвреживание ТБО с точки зрения улучшения их энтомологических показателей. Яйца домашней мухи остаются жизнеспособными при температуре не выше 46 °С, куколки погибают при 50 °С в течение 3 мин. Свежий компост (четырёх-пятидневный) некоторое время не теряет привлекательности для мух. Установлено, что комнатная муха откладывает яйца в компосте, однако отродившиеся личинки погибают из-за непригодности для них компоста в качестве питательного субстрата.

По зарубежным и отечественным данным известно, что компосты из ТБО содержат тяжелые металлы и ред-

кие элементы. Содержание этих веществ в компостах из ТБО вызывает у ряда исследователей — работников коммунальных хозяйств и санитарных органов — сомнения в правомочности систематического внесения таких компостов в почву.

Некоторые содержащиеся в компосте из ТБО микроэлементы физиологически необходимы для растений, к ним относятся такие элементы, как медь, цинк, марганец, хром, бор. При достаточном их содержании в компостах исключается необходимость в минеральной подкормке растений этими веществами.

При определении возможности отравления растений такими веществами, как ртуть, кадмий, свинец, следует учитывать, что это может произойти только при содержании их в почве в больших количествах и в сильно растворимой форме. Однако в компостах из ТБО, изготовленных в аэробных условиях, происходит резкое снижение растворимости микроэлементов вследствие значительного содержания в них кальция, повышающего рН.

Подсчитано, что при ежегодном внесении 10 т/га (обычная доза внесения органических удобрений) содержание редких элементов увеличивается на 1 %. Таким образом, содержание этих элементов в почве при внесении 30 т/га один раз в 3 года удвоится через 100 лет. Исходя из этих соображений специалисты считают, что предположения об опасности использования компостов из ТБО не имеют достаточных оснований.

СЖИГАНИЕ ТБО

Сжигание является одним из основных термических методов обезвреживания ТБО. Цель сжигания — уменьшение объема ТБО, уничтожение под действием высоких температур (800—1000 °С) патогенной микрофлоры, яиц гельминтов и личинок мух, определяющих санитарную опасность отходов, а также разложение и окисление органических веществ, представляющих для них питательную среду. При сжигании ТБО на мусоросжигательных заводах горючие компоненты окисляются с образованием двуокси углерода CO_2 , паров воды H_2O и различных газообразных примесей, в том числе токсичных. Несгоревшие компоненты выносятся из топки отходящими газами в виде твердых примесей золы уноса и сажи, составляю-

щих в среднем 3—6 % сухой массы сжигаемых отходов, и образуют твердый остаток (шлак) до 25—30 % исходного материала (по массе). В остатках, образующихся от ТБО, содержатся органические соединения, поэтому к их складированию на свалках (полигонах) предъявляются такие же требования, как и к складированию обычных ТБО*.

Специфика термической обработки ТБО обусловлена их составом — частицы различны по размеру и имеют разную среднюю теплоту сгорания (табл. 24).

Таблица 24. Теплотехнические свойства отдельных составляющих ТБО

Составляющие	Состав, %							Выход легучих, %	Теплота сгорания, ккал/кг
	влага	углерод	водород	кислород	азот	сера	зола		
Бумага	25	27,7	3,5	28,3	0,16	0,14	15	75,94	2260
Пищевые отходы	72	12,59	1,8	8,03	0,95	0,15	4,48	65,22	890
Текстиль	20	40,4	4,9	23,2	3,4	0,1	8	84,34	3760
Древесина	20	40,46	4,78	33,8	0,12	0,04	0,8	67,89	3410
Отсев	20	13,9	1,9	14,1	—	0,1	50	54	1110
Резина, кожа	5	65	4,98	12,6	0,21	0,61	11,6	49	6170
Прочие компоненты	8	47	5,31	27,7	0,116	0,174	11,7	60,22	4340
Камни, стекло, металл	—	—	—	—	—	—	100	—	—

Большинство ТБО представляют собой материал с низкой теплотой сгорания. Нижний предел теплоты сгорания ТБО составляет 800 ккал/кг (3350 кДж/кг), верхний — 2500 ккал/кг (10 500 кДж/кг), средняя — около 1500—1600 ккал/кг (6300—6700 кДж/кг). Средняя теплота сгорания достигает максимума зимой и минимума летом. Наибольшее влияние на этот показатель оказывает содержание влаги. При максимальной влажности наблюдается минимальная теплота сгорания.

При обезвреживании бытовых отходов в мусоросжигательных установках существует опасность загрязнения атмосферы (выборк уходящих газов в воздух без соответствующей очистки).

На практике часто не удается достичь полного сгорания отходов по целому ряду причин (гетерогенный характер сжигаемого материала, сложность и огромное

* Рекомендации по промышленным методам переработки твердых бытовых отходов для городов УССР, РД 204 УССР 070-80.

разнообразие химико-термодинамических процессов, протекающих в камере сгорания печи с различной продолжительностью, и т. д.), чем объясняется то, что в дымовых газах могут содержаться мельчайшие недогоревшие горючие частицы мусора (недожог), окись углерода, окись серы, сероводород, органические соединения — альдегиды, фенолы, эфиры, кислоты, углеводороды (в том числе полициклические углеводороды ароматического ряда), а иногда и хлористый водород.

Мусоросжигательные установки. Для сжигания мусора за рубежом разработаны различные конструкции мусоросжигательных установок. Работы ведутся и в нашей стране. Независимо от конструкции топки мусоросжигательная установка должна обеспечить: хорошее перемешивание частей мусора для усреднения состава и выравнивания горения; перемещение составляющих мусора и его отдельных порций для обеспечения процесса воспламенения и доступа воздуха в слой; поддержание достаточно высоких температур, гарантирующих воспламенение и устойчивое горение мусора; дожигание газообразных и твердых продуктов неполного сгорания мусора.

Мусоросжигательная установка состоит из топочного устройства, котла-утилизатора, механизмов шлакоудаления, воздухонагревателя, системы очистки дымовых газов. Топочное устройство включает загрузочное устройство, колосниковую решетку, систему шлакоудаления и другие вспомогательные узлы. Загрузочное устройство предназначено для механизированной подачи отходов в топку и включает в себя: загрузочную воронку, течку, неподвижный стол и подвижный механический толкатель (питатель). Колосниковая решетка должна способствовать эффективному сжиганию отходов с гетерогенным составом и изменяющейся теплотой сгорания. Это обеспечивается за счет механического перемещения подсушиваемых и горящих отходов, а также очаговых остатков к шлаковому бункеру, шуровки отходов для лучшей подсушки, аэрации при горении, равномерного распределения отходов по ширине полотна и обеспечения необходимой высоты слоя, распределения дутьевого воздуха по зонам.

Для контроля за процессом сжигания ТБО предусматривают смотровые и шуровочные лючки. Разогрев топочного пространства до 800 °С обеспечивается растопочными горелками. При снижении температуры в топке ниже

800 °С (в процессе сжигания отходов) включаются подсвечивающие горелки.

Для пуска мусоросжигательных установок используют газ или жидкое топливо. Для более полного выгорания летучих составляющих ТБО на боковых стенках топки или на входе в камеру догорания предусматривается подача вторичного дутьевого воздуха. Для снижения температуры отходящих газов перед их поступлением на очистку служит котел-утилизатор. На сухое обеспыливание газы должны поступать с температурой не выше 300—350 °С. Аккумулированная в котле-утилизаторе теплота отходящих газов может быть использована для получения пара или горячей воды.

Для механизированного удаления шлака, провала и золы из-под колосниковой решетки, из золоборников, газоходов котла и электрофильтра предназначена система шлакозолоудаления. Системой также предусмотрено тушение (охлаждение) выходящих из топки очаговых остатков. Охлаждающим устройством служит шлаковая ванна, заполненная до определенного уровня водой. Необходимое количество воды для тушения шлака составляет 3,5—6 м³ на 1 т шлака.

Для очистки дымовых газов от твердых примесей чаще всего используют электростатические фильтры. Повышению эффективности процесса сжигания отходов способствует усреднение их состава. Отходы, сгружаемые в приемный бункер мусоросжигательного завода, должны тщательно перемешиваться грейферным краном.

В СССР работает несколько мусоросжигательных установок на иностранном оборудовании в Москве, а также проходит опытную проверку мусоросжигательный завод на отечественном оборудовании в г. Владимире.

Первая мусоросжигательная установка общей производительностью 9 т/ч отходов (два агрегата) была пущена в Москве на мусороперерабатывающем заводе (Коровино) в 1972 г. Она предназначена для ликвидации некомпостируемых фракций отходов (до 100 т/сут) и отсева от грохота после компостирования (до 50 т/сут). Мусоросжигательное отделение находится в одном здании с основными цехами завода. Две параллельно работающие мусоросжигательные установки состоят из топков, паровых котлов и газоочистительных устройств. Печь фирмы «Альберти» (Италия) с наклонно переталкивающими решетками заблокирована с парогенератором про-

изводительностью 6,5 т/ч; параметры пара — давление 12 ат, температура 250 °С.

Для очистки дымовых газов на каждом агрегате установлен пластинчатый горизонтальный электрофильтр. Печи достаточно хорошо справляются со сходом с первичного грохота, но ненадежно работают на отсеиве со вторичного. Движущиеся колосники часто останавливаются, упираясь в наплывы из цветных металлов. Шлак, получаемый в результате сжигания, составляет 15—20 % массы подаваемых в топку отходов. Установка работает с использованием теплоты, идущей на производство пара. Часть пара реализуется на внутризаводские нужды, другая — поступает к потребителю. Отходящие газы очищаются в электрофильтрах. Стоимость мусоросжигательной установки около 3,3 млн. руб.

В 1975 г. в Москве (Бескудниково) введена в эксплуатацию мусоросжигательная установка производительностью 140 тыс. т отходов в год (400 т/сут). Проектирование велось совместно фирмой КНИМ (Франция), поставляющей оборудование, и мастерской №8 Моспроект-3 (возвратно-поступательная решетка фирмы «Мартин», ФРГ) (рис. 34).

Установка работает с использованием теплоты отходящих газов для подогрева воды в центральном тепловом пункте и передаче ее в теплосеть Мосэнерго. Сметная стоимость установки около 6 млн. руб., в том числе стоимость оборудования 2 млн. руб.

На заводе установлены два котлоагрегата и две полностью идентичные технологические линии. Каждый агрегат может сжигать по 8 т мусора в час. В состав завода входит бункер вместимостью 1500 м³, над которым смонтированы два мостовых грейферных крана, подающих мусор на питатель колосниковой решетки. Для разогрева топочной камеры и на время сжигания мусора пониженной теплотворности установлены газовые горелки. Шлак от сгорания поступает в водяную ванну для гашения и понижения температуры, после чего скребковым устройством подается на ленточный конвейер и в отделение сепарации черного металла, выделяемого электромагнитными сепараторами. Отделение металла от спекшегося с ним шлака происходит в молотковой дробилке, затем материал проходит вторичную магнитную сепарацию. Очистка топочных газов осуществляется электростатическим фильтром.

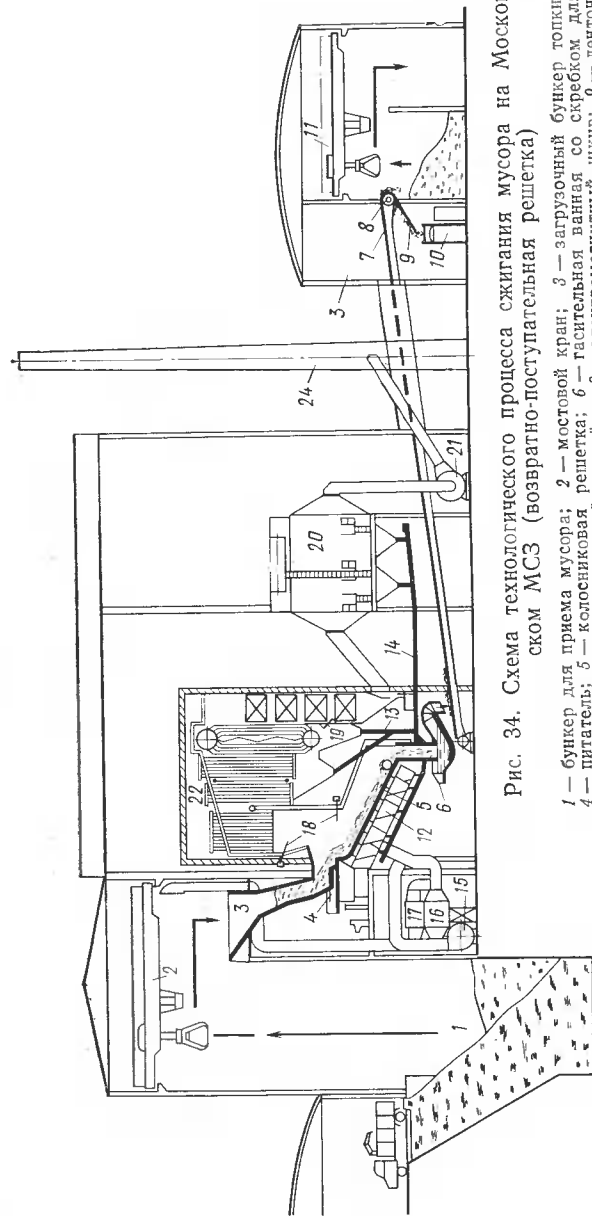


Рис. 34. Схема технологического процесса сжигания мусора на Московском МСЗ (возвратно-поступательная решетка)

1 — бункер для приема мусора; 2 — мостовой кран; 3 — загрузочный бункер топки; 4 — питатель; 5 — колосниковая решетка; 6 — гасительная ванна со скребком для удаления шлака; 7 — шлаковый конвейер; 8 — электромагнитный шпиль; 9 — ленточный конвейер для шлака; 10 — шлаковая дробилка; 11 — мостовой кран; 12 — золы-бункер; 13 — бункер для легкой золы; 14 — скребковый конвейер; 15 — вентиляторы первичного воздуха; 16 — водяной воздухоподогреватель; 17 — паровой воздухоподогреватель; 18 — ванна вторичного дутья; 19 — обводной шибер; 20 — электрофильтр; 21 — дымосос; 22 — котел; 23 — отделение удаления шлака; 24 — дымовая труба

В Москве строится второй мусоросжигательный завод в прмзоне «Бирюлево» на оборудовании, поставленном фирмой «Волунд» (Дания), мощностью 1 млн. м³ в год. В системе «Волунд» основная решетка наклонно переталкивающего типа. До поступления на основную решетку мусор подсушивается в предпочном устройстве, что позволяет принимать его с высокой исходной влажностью. Дожигание твердых продуктов неполного сгорания происходит во вращающемся барабане.

По-видимому, в нашей стране найдут применение мусоросжигательные установки с валковыми колосниковыми решетками, изготовляемыми отечественной промышленностью (рис. 35), а также заводом «ЧКД-Дукла» (ЧССР). Принцип действия установки следующий (в г. Владимире). Отходы выгружаются в приемный бункер и оттуда грейфером подаются в бункер-накопитель. Помещение бункера с отходами полностью изолировано от других, воздух из него вентиляторами подается в печь, благодаря чему происходит 10-кратный обмен воздуха. Из бункера-накопителя отходы грейфером подаются в бункер печи и сбрасываются в приемный валок колосниковой решетки. По мере продвижения по решетке отходы подсушиваются, воспламеняются, горят и выгорают. Колосниковая решетка состоит из ряда вращающихся валков. Каждый валок имеет самостоятельный привод, позволяющий в широких пределах регулировать частоту его вращения. Согласно проекту, первичный воздух для горения подается под валки в специальный коробочку, через которую удаляется проваливающаяся шлак. Короба-течки герметично отделены один от другого, что позволяет регулировать подачу воздуха под каждый валок отдельно. Вторичный воздух подается в рабочее пространство печи над слоем отходов. Дымовые газы из зоны горения движутся по направлению к месту загрузки, подсушивая отходы. Уходящие из топочного пространства газы имеют температуру 800—1000 °С. Остатки после сгорания отходов (шлак) охлаждаются в шлаковой ванне и шлаковыгрузателем, установленным под топкой, направляются в систему транспортеров и далее в шлаковый бункер, откуда их вывозят автомашинами в отвал. Вода из шлаковой ванны сбрасывается в шламоотстойник и после осветления повторно используется.

Для розжига и разогрева топки на торцевых стенках установлены две газовые горелки низкого давления, ра-

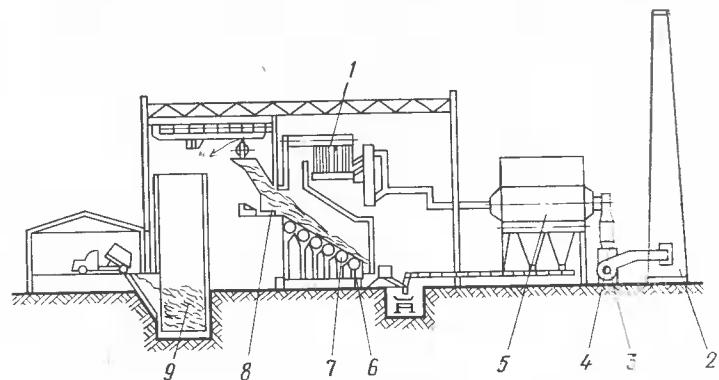


Рис. 35. Мусоросжигательный котлоагрегат с валковой колосниковой решеткой

1 — парогенератор; 2 — дымовая труба; 3 — дымосос; 4 — батарейный циклон; 5 — электрофильтр; 6 — система шлакоудаления; 7 — валковая колосниковая решетка; 8 — питатель; 9 — приемный бункер

ботающие на природном газе. Топка в сечении имеет прямоугольную форму. Колосниковая решетка наклонена под углом 25° к горизонтальной плоскости, стены и своды топки футерованы шамотным и диновым кирпичом. Печь может быть сблокирована с парогенератором типа ДКВР-10.

Характеристика твердых и газообразных примесей в уходящих газах мусоросжигательных установок. Изучение выбросов мусоросжигательных установок имеет большое значение для выбора газоочистного оборудования, контроля и регулирования процесса сжигания. Точный качественный анализ, основанный на определении концентрации вредных примесей в уходящих газах, обычно свидетельствует о том, что уровень выброса из дымовой трубы мусоросжигательных установок при отсутствии газоочистного оборудования может превышать допустимую величину в 3—20 раз в зависимости от состава сжигаемых отходов, конструкции печи и режима ее эксплуатации (Беньямовский Д. Н. Термические методы обезвреживания твердых бытовых отходов. — М.: Стройиздат, 1979).

Уходящие газы мусоросжигательных установок отличаются от дымовых газов энергетических установок, работающих на низкокалорийном топливе, высоким содержанием водяных паров, что обусловлено значительной

влажностью бытовых отходов. Содержание водяных паров в газах колеблется от 10 до 20 % (объема). Другая отличительная особенность — возможность присутствия в уходящих газах мусоросжигательных установок хлопьев сожженной бумаги. В одном кубометре уходящих газов (перед очисткой) содержится в среднем следующее количество взвешенных твердых частиц (мг): СССР—1500—5000 (перед электрофильтром); США—2000—5500; ФРГ—1000—12000; Япония—1600—4500.

Унос частиц из топки возрастает при интенсификации шуровочного процесса и замене естественной тяги принудительной. Перегрузки мусоросжигательной установки также могут привести к значительному возрастанию уноса из топки, величина которого зависит от типа и конструкции колосниковой решетки. Чем совершеннее организован процесс сжигания в печи, тем меньше запыленность уходящих газов и мельче взвешенные в них частицы. Для выбора средств и систем золоулавливания большое значение имеют плотность улавливаемой золы (до 0,6—0,9 т/м³), ее удельное электрическое сопротивление (4·10⁸—3,5·10¹¹ Ом·см) дисперсный и химический состав.

Результаты исследования, проведенного в НИИОГазе, показали, что диапазон распределения взвешенных частиц уловленной золы мусоросжигательных установок по размерам весьма широк: менее 5 мкм—9—22 %; 5—10 мкм—10—16 %; 10—20 мкм—13—25 %; 20—30 мкм—6—14 %; более—31—54 %. Значительные колебания содержания частиц в каждой фракции характерны и для уноса различных американских мусоросжигательных установок. Это обстоятельство объясняется непостоянством состава сжигаемого материала — ТБО.

Средний химический состав минеральной части летучей золы в уходящих газах мусоросжигательных установок следующий (Р.С. Виллевалд, Д. Н. Беньямовский).

Составляющие	Содержание, % по массе
SiO ₂	30—45
Al ₂ O ₃	15—25
Fe ₂ O ₃	10—20
CaO	10—15
MgO	2—4
K ₂ O + Na ₂ O	3—6
SO ₃	2,5—7

Органические вещества (в основном горючие) составляют 5—15 %.

При выборе оборудования для полной очистки уходящих газов необходимо учитывать также все газообразные загрязнители (табл. 25).

Таблица 25. Содержание основных газообразных загрязнителей атмосферного воздуха в уходящих газах крупных мусоросжигательных печей (% объема)

Загрязнитель	США	ФРГ	Япония
Серный и сернистый ангидриды	0,002—0,01	0,01—0,03	0,0021—0,031
Хлористый водород	—	0—0,02	0,0026—0,018
Окислы азота	0,0001—0,002	—	0,005—0,009
Альдегиды	0,0011—0,0082	—	0,0003—0,0015
Органические кислоты	0,0025—0,0133	—	0,0047—0,015

Выброс хлористого водорода зависит от количества пластиков на поливинилхлоридной основе, входящих в состав бытовых отходов. Из других вредных газообразных примесей дымовых газов следует отметить альдегиды и органические кислоты, образующиеся при неполном окислении пищевых отходов, жиров, масел и т. п. Кроме того, следует считаться с возможностью попадания в окружающую среду при сжигании бытовых отходов канцерогенных веществ, таких, например, как ароматические углеводороды (табл. 26).

Таблица 26. Выброс многоядерных ароматических углеводородов из американских энергетических и мусоросжигательных установок

Топливо	Расход топлива, т/ч	Место отбора проб	Канцерогенные вещества на 1 т сжигаемого топлива					
			бенз (а) пир-рен	бенз (е) пир-рен	бенз (а) ант-рацен	коронен	фенантрен	пирен
Мазут	0,35	Дымовая труба	1,95	—	1,1	—	—	11,7
Уголь	2	Дымовая труба	0,44	10,8	—	0,74	—	18
ТБО	10	Дымоход (до осадочной камеры)	0,16	0,75	0,8	0,53	21,5	17,5
То же	2	Дымовая труба	0,2	1,3	0,3	1,4	7,3	4,5

Из табл. 26 следует, что дымовые газы, образующиеся при сжигании ТБО, такой же опасный источник загрязнения атмосферы канцерогенными веществами, как и дымовые газы, образующиеся при сжигании углей и мазутов. В дымовых газах мусоросжигательных установок также могут содержаться другие сложные химические соединения: силикаты, окислы, хлориды, фториды, сульфаты, хлорсульфаты и др. Всем этим определяются повышенные требования к оборудованию мусоросжигательных заводов, особенно к аппаратам по очистке дымовых газов.

Эффективность газоочистительных устройств мусоросжигательных установок. Мусоросжигательные установки, являясь одним из звеньев системы предприятий по охране окружающей среды от ТБО, не должны быть источником повторного загрязнения среды. Особо надежной должна быть система очистки отходящих газов. Еще не разработана постоянно действующая система контроля отходящих газов мусоросжигательных заводов и регулирования процесса сжигания. Санитарно-гигиенические нормы для мусоросжигательных установок в СССР определяют по общесоюзным нормам для промышленных предприятий (СН 245-71) и энергетических установок (СН 369-74).

Основными источниками загрязнения воздушного бассейна городов являются процессы сжигания серосодержащих энергетических топлив и выхлопные газы автотранспорта, поэтому за основные показатели санитарного состояния атмосферы воздуха принимается концентрация в нем твердых частиц (сажи, летучей золы), сернистого SO_2 и серного SO_3 ангидридов, окислов азота NO_x и окиси углерода CO . На мусоросжигательных установках при сжигании отходов пластмасс помимо перечисленных загрязнителей образуются хлористый водород HCl и фтористый водород HF .

В СССР степень опасности загрязнения выбросами вредных веществ промышленных предприятий и котельных на уровне дыхания человека определяется по концентрации вредности C_m при неблагоприятных метеорологических условиях. Значение C_m не должно превышать максимальной разовой предельно допустимой концентрации (ПДК) вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест, определяемой санитарными нормами (СН 369-74).

Максимальные
разовые ПДК,
мг/м³

Нетоксичная пыль	0,5
Сернистый ангидрид	0,5
Сажа	0,15
Окись углерода	3
Окислы азота	0,085
Хлористый водород	0,2
Фтористый водород	0,062

В нашей стране отсутствуют специальные нормы выбросов для мусоросжигательных установок. Однако за рубежом все увеличивающееся загрязнение атмосферного воздуха городов привело к ужесточению предельно допустимых норм выбросов от мусоросжигательных установок. Например, в Швеции в законодательном порядке введены следующие нормы выбросов на мусоросжигательных заводах: для котлов, сжигающих более 15 т/ч отходов, — не более 180 мг/м³, а для котлов, сжигающих менее 15 т/ч отходов, — 250 мг/м³, но не более 18 кг/ч твердых выбросов. Кроме того, в очищенных газах допускается не более 10 % массы золы с диаметром частиц 40 мкм. В ряде европейских стран независимо от количества сжигаемых отходов концентрация в дымовых газах не должна превышать 150 мг/м³, и наблюдается тенденция к снижению этой нормы. В Японии все крупные мусоросжигательные установки, как правило, оборудуются электрофильтрами, которые должны обеспечить остаточную концентрацию золы в дымовых газах не выше 50 мг/м³.

На строящемся в Москве в Бирюлеве мусоросжигательном заводе электрофильтры фирмы «Ротемюле» (ФРГ) рассчитаны на следующие показатели: концентрация золы в дымовых газах — 7000 мг/м³; концентрация золы после электрофильтра — 150 мг/м³. На Владимирском мусоросжигательном заводе соответственно: концентрация золы на входе в электрофильтр — 2000—10 000 мг/м³; на выходе — 80—400 мг/м³ (по проекту). Предполагается, что концентрация золы в отходящих газах при достижении ими уровня дыхания человека, стоящего на земле, снизится до допустимых пределов (0,15—0,5 мг/м³).

Не меньшее значение имеет также учет фоновых загрязнений воздуха. Наиболее высокая концентрация зо-

лы наблюдается в установках, сжигающих мусор с высоким содержанием бумаги.

Дисперсный состав твердых выбросов в дымовых газах в значительной степени зависит от состава ТБО. По данным института Гипрогазоочистка, на Московском спецзаводе № 1 дисперсный состав золы на входе в газоочистительное отделение был следующий:

Размер частиц, мкм	20	50	100 и более
Содержание, %	20	25	55

Несмотря на относительно крупные размеры частиц золы, получаемой при сжигании бытовых отходов, для ее улавливания обычно применяют электрофильтры, что диктуется следующим: необходимостью высокой степени очистки дымовых газов до остаточной запыленности не выше 50—100 мг/м³; быстроизменяющимся режимом работы мусоросжигательного агрегата в зависимости от состава сжигаемых отходов; необходимостью обеспечения условий коагуляции частиц сажи с целью предотвращения выброса их в атмосферу.

Следует отметить, что нормальная работа электрофильтров возможна лишь при строгом соблюдении режимов эксплуатации соответствующих их технической характеристики: запыленность, температура и влажность газов на входе в электрофильтр, скорость газов в активной зоне аппарата и др. Эффективность электрофильтра в значительной мере зависит от выбора и соблюдения оптимального режима работы систем встряхивания электродов.

Способность золы мусоросжигательных установок схватываться требует, чтобы ее удаление из-под пылеуловителей производилось по возможности непрерывно. Значительное влияние на работу электрофильтров оказывает состояние системы золоудаления. Нельзя допускать переполнения бункеров золой, так как это приводит к короткому замыканию активной части электрофильтра (системы коронирующих электродов) и отключению его от напряжения. При большой влажности зола слеживается, схватывается и электрофильтр фактически выходит из строя. Зола состоит в основном из двух компонентов: из минералов и несгоревших частиц органических веществ. При этом процентное содержание несгоревших веществ в значительной степени определяется конструк-

тивными особенностями топочного устройства. Обычно содержание несгоревших веществ не превышает 2 %, а при неблагоприятных условиях достигает 15 %.

Влагосодержание дымовых газов мусоросжигательных установок подвержено резким колебаниям, что связано в основном с изменением состава сжигаемых отходов. Данные, полученные на Московском спецзаводе № 1, показывают, что влагосодержание дымовых газов колеблется в пределах 98—125 г/м³, что обеспечивает нормальное протекание процесса в электрофильтрах.

На московских спецзаводах № 1 и № 2 средняя скорость газа в активном сечении электрофильтров соответственно составит 0,78 и 0,6 м/с. Относительно низкие скорости газов, против 1,5 м/с для большинства промышленных электрофильтров, объясняются стремлением обеспечить хорошую очистку, несмотря на постоянное изменение режима работы мусоросжигательной установки и параметров пылегазового потока.

Из-за нестабильности режима работы мусоросжигательных установок технологические параметры дымовых газов — температура, концентрация золы и др. — изменяются в достаточно широких пределах, в результате чего изменяется остаточная концентрация золы после очистки. Наблюдения, проведенные на Московском мусороперерабатывающем заводе № 1, подтверждают это положение:

Запыленность газов, мг/м ³ :	
до электрофильтра	7400—8000
после электрофильтра	265—1050
Выброс пыли в атмосферу, кг/ч	5,56—22,6

СВАЛКИ И ПОЛИГОНЫ ДЛЯ СКЛАДИРОВАНИЯ ТБО И ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Вывоз ТБО на свалки является распространенным методом их удаления из города. Сброс на свалки без соблюдения соответствующих требований к их проектированию, сооружению и эксплуатации оказывает вредное воздействие на окружающую природную среду.

Свалки и полигоны раньше относили к так называемым «почвенным» методам обезвреживания отходов.

Считали, что в почве благодаря ее способности к самоочищению, в котором участвует большое число микроорганизмов, а также другие организмы, населяющие почву (черви, грибы, личинки насекомых), произойдет разложение бытовых отходов. Однако в почве разлагаются только органические вещества. За последнее время состав ТБО сильно изменился, в них постоянно увеличивается содержание стекла, металла, пластмасс и других составляющих, длительное время не подвергающихся разложению. Кроме того, отходы в землю стали поступать в слишком больших количествах. Соотношение собственно почвы и уложенных ТБО на современных свалках (полигонах) таково, что на слой отходов 1,5—2 м приходится слой почвы 20—25 см (который иногда заменяется грунтом и другими изолирующими материалами). Так что можно говорить не об обезвреживании отходов в почве, а об их складировании на почве, причем высота (глубина) свалки может достигать 20—25 м. Таким образом, по существу, на современной свалке происходит очень длительный процесс разложения отходов в аэробных (при достаточном количестве кислорода) или анаэробных (при недостатке кислорода) условиях. В верхнем слое на глубине до 3 м он заканчивается через 15—20 лет после закрытия свалки, в более глубоких слоях — еще медленнее — через 50—100 лет. Полного распада всех компонентов бытовых отходов, по подсчетам специалистов, можно ожидать в отдаленном будущем, поэтому большое внимание уделяется изучению характера и степени влияния свалок на окружающую природную среду, что позволяет разрабатывать и осуществлять мероприятия, направленные на обеспечение надлежащего санитарно-гигиенического состояния природных зон. В этом направлении ведутся исследования как у нас в стране, так и за рубежом. Разрабатываются проекты и сооружаются усовершенствованные свалки, учитывающие требования охраны окружающей природной среды. У нас такие сооружения получили название полигонов. Рассмотрим основные факторы влияния свалок на окружающую среду и намечающиеся пути уменьшения отрицательных последствий.

Загрязнение почвы. Собственно «свалочный грунт» на поверхности характеризуется теми же санитарно-гигиеническими показателями, что и ТБО, т. е. низкими титрами кишечной палочки, перфрингенс, протей и со-

держит яйца гельминтов и предимагинальные стадии мух. Степень обезвреживания отходов на свалке находится в прямой зависимости от условий складирования и характера протекающего процесса (анаэробный или аэробный). Косвенно о степени санитарной опасности «свалочного грунта» можно судить по характеристике выделяющегося из него фильтрата, который чрезвычайно опасен в санитарном отношении. Скопление бытовых отходов на свалках и полигонах складирования приводит к загрязнению почвы вокруг свалок, которая относится к категории сильно загрязненных мест, санитарное число меньше 0,7, титр кишечной палочки ниже 10^{-3} , титр перфрингенс ниже 10^{-4} , число яиц гельминтов выше 100, содержание личинок мух свыше 100 (В. М. Перельгин).

Проводилось изучение загрязнения подъездных путей к свалкам колесами мусоровозного транспорта (В. К. Богоримский). Изучалась распространенность бактериального загрязнения на разном расстоянии от свалки. Даже на расстоянии 1000 м от свалки отмечалась высокая степень загрязнения санитарно-показательными микробами. Общее микробное число достигало 78 млн. в 1 г соскоба. Коли-титр — 10^{-4} , титры энтерококка 10^{-4} и перфрингенс — 10^{-3} .

Загрязнение поверхностных и грунтовых вод. Одним из главных путей распространения загрязнений с территории складирования отходов являются поверхностные воды, стекающие с территории во время сильных дождей и особенно фильтрат, жидкая фаза, выделяющаяся из отходов при прохождении через их толщу атмосферных осадков. Состав и концентрация неорганических и органических загрязнений вод, проходящих через слои отходов, зависят от их состава, способа эксплуатации, места складирования и связанной с ним интенсивности и характера процесса разложения (анаэробного или аэробного), проницаемости слоя, а также от совокупности климатических условий, интенсивности атмосферных осадков, температуры и др.

Источником загрязнения фильтрата является в основном разложение пищевых отходов и окисление металлов, так как процесс распада сложных органических веществ, как указывалось выше, протекает крайне медленно.

По данным Академии коммунального хозяйства им.

К. Д. Памфилова*, фильтрат содержит загрязнения, характеризующиеся следующими показателями, мг/л: ХПК—1500—51 000, БПК—1500—4800, сульфаты—650—2900, хлориды—650—2900, железо—200—1700. Не исключен вынос с фильтратом бактерий кишечных инфекционных заболеваний (брюшного тифа, паратифа, дизентерии), а также туберкулеза, столбняка, газовой гангрены, сибирской язвы.

Средние значения загрязнения стока из свалки по общему числу бактерий подобны средним значениям для сточных вод городской канализации, а по коли-индексу даже превышают их в 2—3 раза.

Большинство загрязнений, преимущественно неорганических, не задерживаются в почве во время прохождения через нее фильтрата, попадают в подземные воды и могут оказаться причиной систематического ухудшения качества водозаборов.

Для защиты грунтовых вод от вредного воздействия свалки предлагается осуществлять полную или частичную гидроизоляцию места складирования отходов. Рекомендуются участки под свалки выбирать на естественном водоупорном слое. При отсутствии такого участка предлагается создание искусственных противофильтрационных экранов из тяжелых суглинков или глин слоем не менее 0,5 м, укладка в основание полиэтиленовой пленки, применение чистых или с добавкой цементных растворов, битумов и т. п. Однако теоретические и практические исследования указывают на то, что все предлагаемые материалы для создания противофильтрационных экранов подвергаются в той или иной степени механическим повреждениям и воздействию фильтрата. В таких условиях их прочность становится весьма ограниченной. Необходимо считаться с неконтролируемыми утечками фильтрата из основания свалок. Последствия утечки могут оказаться довольно опасными. Контролируемый отвод поверхностных вод и фильтрата может быть осуществлен с помощью систем дренажа. Собранные воды направляются в сборный отстойник, откуда они могут быть вывезены ассенизационными машинами или направлены в канализацию. Обезвреживание непосредственно на месте этих сильно загрязненных вод сложно и дорогостояще.

* Промышленные и полевые методы обезвреживания и переработки городских отходов. — М.: ОНТИ АКХ, 1980, № 176.

Загрязнение воздуха. В результате процесса разложения в массе складированных отходов выделяются летучие вещества, среди которых преобладают углекислый газ (CO_2), метан (CH_4) и водород. В пробах газов, отобранных с территории свалки, обнаружены аммиак (NH_3), непредельные углеводороды в небольших количествах, сероводород (H_2S), а иногда даже окись углерода (CO).

Содержание отдельных компонентов в процентном отношении зависит от способа эксплуатации свалки, состава отходов, климатических факторов, степени развития биохимических процессов, характера процесса разложения (анаэробный, аэробный). Все это определяет разное процентное содержание отдельных компонентов образующихся газов на разных глубинах и на разных участках свалки.

В местах свалки, где протекает в основном анаэробный процесс разложения, в газах наблюдается значительное количество метана, иногда взрывоопасной концентрации. Значительная часть образовавшихся газов выделяется в атмосферу и небольшая часть (до 40 %) остается в почве. В воде на свалке растворяются двуокись углерода, аммиак, сероводород. Излишек этих компонентов и метан может распространяться в почве. Выделившиеся в воздух газы при правильном выборе места расположения и правильной эксплуатации свалки оказывают отрицательное влияние только на территории самой свалки, степень их опасности для окружающих районов невелика.

Более опасными для окружающей среды являются пыль, уносимая с территории свалки, и некоторые легкие компоненты отходов. При этом следует учитывать, что пыль может разноситься на расстоянии нескольких километров. Пыль с места складирования отходов характеризуется высоким содержанием органических веществ, в ней содержатся микроорганизмы, в том числе болезнетворные.

Ограничению распространения загрязнений воздуха с территории свалки содействует соответствующее расположение свалки, учитывающее розу ветров, размещение с подветренной стороны городов и поселков. Не рекомендуется размещать свалки на местности, отличающейся сильными ветрами, а также нецелесообразно размещать их в совершенно непродуваемых местах, так как некото-

рый обмен воздуха над территорией свалки все же необходим.

Соблюдение основных технологических принципов эксплуатации свалки (полигона) — уплотнение отходов и ежедневное покрытие отходов изолирующим материалом — является важным фактором, ограничивающим распространение пыли и вредных газов. Существенную роль играют защитные лесонасаждения, особенно по направлению преобладающих ветров.

Все рассмотренные выше явления происходят в условиях наиболее распространенной традиционной технологии складирования отходов на свалках — укладка слоями по 1,5—2 м и прикатывание трактором на гусеничном ходу, послойная засыпка изолирующим слоем. Применение новых разрабатываемых методов укладки отходов с прокаткой тяжелыми самоходными катками-уплотнителями и складирование отходов, предварительно спрессованных в стабильные тюки в прессах высокого давления, может затормозить протекание процессов разложения отходов и даже привести к их консервации. Влияние таких свалок на окружающую среду еще мало изучено.

При последующей разработке участка и использовании его под строительство процесс разложения отходов может активизироваться, и таким образом свалки могут оказаться объектами замедленного отрицательного воздействия на окружающую среду. Особенно опасным с этой точки зрения является выделение газов на подобных свалках, а также на традиционно эксплуатируемых свалках, покрытых плотным изолирующим слоем.

Уровень загрязнений на свалках может значительно увеличиться при складировании вместе с бытовыми промышленными отходами. Даже так называемых «слаботоксичных». Для промышленных отходов следует создавать специальные полигоны, имеющие сооружения и устройства, обеспечивающие охрану окружающей среды с учетом вредных свойств каждой группы отходов*.

Вредное воздействие свалок и полигонов на окружающую среду может быть снижено не только строительными мерами (создание водонепроницаемых экранов и про-

* Временные правила по транспортировке и сдаче производственных отходов и осадка из очистных сооружений предприятий и организаций города Ленинграда на опытный полигон «Красный бор» — Утв. Ленгорисполкомом, 8 декабря 1969 г. № 1124; **Титов А. П.** и др. Обезвреживание промышленных отходов. — М.: Стройиздат, 1980.

тивооползневых сооружений, системы отвода и обезвреживания фильтрата и поверхностных вод, ограждением и озеленением границ участка, оборудование мойки машин), но и эксплуатационными и технологическими приемами, к которым относятся соблюдение режима укладки отходов послойно с ежедневной засыпкой изолирующим слоем, поочередно отдельными картами, с поливом в жаркое время года для предотвращения пожара, отводом вредных газов и т. п.

При создании, эксплуатации и закрытии свалки (полигона) редко учитывают тот факт, что процесс разложения и вредного воздействия не прекращается с окончанием приема отходов. До полного разложения отходов до 20, а при многоярусных свалках (полигонах) до 50—100 лет происходит выделение фильтрата и вредных газов, возможны оползания или размыв «свалочного грунта», просадка и нарушение водонепроницаемого основания полигона под действием уложенных сверху слоев отходов, что может привести к просачиванию и утечке фильтрата. Все это может вызвать серьезные нарушения экологического равновесия в районе закрытой свалки или полигона, поэтому при проектировании, сооружении и закрытии свалки необходимо предусматривать меры по предупреждению опасных явлений: проводить тщательный расчет сооружений, обеспечивающих статическую устойчивость уложенных на свалке (полигоне) отходов, обеспечить высокую надежность водонепроницаемого основания, предусмотреть эффективно действующую систему оттока и обезвреживания фильтрата и стока поверхностных вод, контролируемого выхода вредных и опасных в пожарном отношении газов. Желательно по закрытию свалки предусматривать рекультивацию участка, создание растительного слоя толщиной до 1—1,5 м и посев травы или посадку кустарника. Таким образом, после прекращения приема отходов эксплуатация сооружений по обеспечению охраны среды должна продолжаться длительное время, для чего должны быть предусмотрены соответствующие ассигнования. Оборудование свалок и полигонов всеми необходимыми устройствами и соблюдение правил их эксплуатации, рекомендованных «Инструкцией по проектированию и эксплуатации полигонов для твердых бытовых отходов» (ОНТИ АКХ, 1982), будет способствовать предотвращению возможных вредных воздействий на окружающую природную среду.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТБО

При выборе метода обезвреживания ТБО необходимо исходить прежде всего из достижения санитарного эффекта, соблюдения мер по охране окружающей среды и более рационального использования отходов при наименьших затратах. Качественными показателями процесса обезвреживания являются время устранения вредного воздействия бытовых отходов (срок обезвреживания) и характеристика выбросов и отходов процесса обезвреживания.

Сроки обезвреживания ТБО при разных методах

Усовершенствованные свалки (полигоны)	до 50—100 лет
Мусороперерабатывающие заводы (с получением компоста)	1—4 сут
Мусоросжигательные заводы	менее 1 сут

Санитарно-гигиеническая характеристика основных методов обезвреживания представлена в табл. 27.

Как видно из приведенных данных, наиболее надежным из рассматриваемых методов, оказывающих менее других отрицательное влияние на окружающую среду, является механизированное биотермическое обезвреживание, а самыми опасными — полигоны (усовершенствованные свалки), так как до полного разложения мусора возможность загрязнения внешней среды сохраняется 50—100 лет, а методы его предотвращения пока еще не разработаны. После окончания приема отходов требуется продолжительный контроль за образованием и выделением газов, за системой дренажа, сбора и обезвреживания фильтрата, а также за статической устойчивостью сооружения (борьба с провалами, оползнями, нарушением экрана и утечкой фильтрата). Все это требует значительных затрат, которые надо учитывать при проектировании полигонов. Поскольку складирование отходов на полигонах не имеет перспектив, строительными правилами (СНиП II-60-75*, п. 11.10) в крупных и крупнейших городах предусматривается строительство мусороперерабатывающих и мусоросжигательных заводов.

Развитие агломераций выдвигает задачу создания единой надежной системы комплексных мероприятий охраны окружающей среды, в том числе и службы обез-

Таблица 27. Основные санитарно-гигиенические показатели разных методов обезвреживания отходов

Метод обезвреживания	Продукты процесса обезвреживания	Влияние на окружающую среду
Усовершенствование свалки	Продукты неполного распада органического вещества	Выделяются вредные и дурнопахнущие газы, загрязняют воздух и создают опасность пожаров (CH_4 , NH_3 , H_2S , CO_2 , CO , PH_3). Чрезвычайно опасен в санитарном отношении выделяющийся фильтрат, загрязняющий почву и грунтовые воды; количество бактерий кишечной группы составляет до 34 тыс. на 1 см^3 , общее число бактерий 1,5 млн./ см^3 , т. е. в 2—3 раза больше, чем в сточных водах городской канализации. Необходим послеэксплуатационный контроль — 50—100 лет
Мусороперерабатывающие заводы	Компост	Безопасен в санитарно-гигиеническом, гельминтологическом и энтомологическом отношении: титр-коли 0,01—0,1; титр-протея 0,01—0,1; личинки мух не выживают; яйца гельминтов погибают
	Некомпостируемый остаток после просеивания компоста (до 30% исходного мусора)	Обезвреженная масса, которая может засорять почву инертными материалами: камнями, глиняными черепками, пластмассами и стеклом
Мусоросжигательные заводы	Отходящие газы	Содержат вредные включения: SO_2 , HCl , HF , NO_x , CO и др.; а также летучую золу — 1—40 г на 1 м^3 (в основном улавливается фильтрами)
	Вода от промывки газов (при мокрой очистке)	Имеет следующие включения: альдегиды, хлориды, сульфаты, фосфаты, железо и др.; расход воды на промывку газа до 1—15 м^3 на 1 т мусора

Метод обезвреживания	Продукты процесса обезвреживания	Влияние на окружающую среду
Мусоросжигательные заводы	Шлак	Состав шлака после сжигания — мелкозернистые части, несгоревшие (в том числе органические): металл, стеклобой, камни и др.

вреживания бытовых отходов, поэтому система сооружений по обезвреживанию должна учитывать интересы всех городов и поселков, входящих в агломерацию. С этим связаны вопросы мощности и расположения предприятий. Согласно СНиП, предприятия по обезвреживанию следует располагать за пределами городов и других населенных пунктов. Отводить земли под предприятия по обезвреживанию становится все труднее, что необходимо учитывать при выборе метода обезвреживания. В табл. 28 дан расчет потребности в площади при разных методах обезвреживания в городе на 300 тыс. чел. при норме накопления 1 м^3 ($0,2 \text{ т}$) на человека в год (на основе данных табл. 6.1 СНиП II-60-75).

Все большее значение придают у нас учету «цены» земли, т. е. потери государства и сельского хозяйства при изъятии территорий, используемых для сельскохозяйственного производства. Поскольку ценность земли

Таблица 28. Потребность в площади при разных методах обезвреживания на 300 тыс. жителей, га

Метод обезвреживания	На один год		На 50 лет
	основное производство	для складирования отходов*	
Полигоны (усовершенствованные свалки)	1,2—3	—	60—150
Поля компостирования	60—120	0,4—0,9	80—165
Мусороперерабатывающие заводы (со складом для компоста)	5,4	0,4—0,9	25—50
Мусоросжигательные заводы	3	0,4—0,9	23—48

* Отходы в виде балласта от компоста и шлак от сжигания приносят в размере 30 % исходного мусора.

зависит от пригодности для строительства, то в ее оценку включают затраты на благоустройство и инженерную подготовку.

Метод обезвреживания в конкретном случае выбирают на основании технико-экономических расчетов с учетом санитарно-гигиенических требований. При этом немаловажное значение имеет возможность использования продуктов обезвреживания — компоста мусороперерабатывающих заводов или теплоты отходящих газов при сжигании мусора (табл. 29).

Сравнивать между собой по технико-экономическим показателям в условиях конкретного города можно только методы ускоренного механизированного обезвреживания, поскольку отвоз отходов на полигоны при современ-

Таблица 29. Сравнение основных технико-экономических показателей разных методов обезвреживания

Показатели	Обезвреживание на заводе с получением компоста (МПБО, Ленинград—1-я очередь)	Сжигание с использованием теплоты (КНИМ, Москва)	Усовершенствованные свалки-полигоны (проект для Курска)
Поступление отходов:			
тыс. м^3	480	370	350
тыс. т	111	80	70
Капиталовложения, млн. руб.	4,2	5,4	2,9
Удельные капиталовложения*, руб/т	1,8	3,4	2
Эксплуатационные затраты, тыс. руб.	906	686	84**
Себестоимость обезвреживания, руб/т	8,1	8,6	1,2
Доходы, тыс. руб.	716	414	—
В том числе от реализации:			
компоста	572	—	—
теплоты	—	375	—
металла и вторичного сырья	61	39	—
Стоимость обезвреживания с учетом доходов, тыс. руб.	190	272	—
Стоимость обезвреживания 1 т с учетом доходов, руб.	1,7	3,4	1,2

* На срок службы сооружения 20 лет.

** Без амортизации собственного полигона и при условии уплотнения отходов в 3 раза.

ном их составе и количестве является, по существу, складированием, а не обезвреживанием. Замечено, что при несравненно худших санитарно-гигиенических и экологических показателях полигоны тем не менее требуют значительных капитальных и эксплуатационных затрат, вполне сопоставимых с затратами на механизированное ускоренное обезвреживание. Народнохозяйственный эффект от компоста с мусороперерабатывающего завода не ограничивается суммой, полученной заводом от его продажи. Прирост урожая сельскохозяйственных культур при использовании компоста позволяет получить дополнительный доход до 40 руб. на 1 т компоста. Эффект от использования компоста во многом обусловлен содержанием в исходном мусоре активного органического вещества (в основном пищевых отходов). Реализация теплоты от сжигания мусора позволяет сократить эксплуатационные расходы, однако капиталовложения на строительство мусоросжигательного завода с утилизацией теплоты отходящих газов увеличиваются до 40 %.

Таким образом, с точки зрения охраны окружающей среды и эффективного использования природных ресурсов наиболее рациональным является создание специальных мусороперерабатывающих заводов. При отсутствии гарантированных потребителей компоста и биотоплива, а также в условиях повышенной санитарной опасности отходов (больничные, портовых и курортных городов) целесообразно сжигать мусор, при этом обязательно соблюдать нормы по выбросам вредных веществ в атмосферу с учетом фона.

РАЗРАБАТЫВАЕМЫЕ МЕТОДЫ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТБО ПИРОЛИЗ ТБО

За рубежом и в СССР ведется разработка технологии обезвреживания ТБО методом пиролиза. Метод пиролиза состоит в том, что в результате нагрева отходов в бескислородной или бедной кислородом среде происходит химическое разложение содержащегося в них органического вещества с образованием пара, жидкой фракции (масел, смол) и газа с выделением твердого остатка (углерода). Процесс пиролиза бытовых отходов в общем ви-

де можно представить следующим образом. Сначала испаряется вода, далее, с повышением температуры, начинается разложение органических компонентов и выделяется максимальное количество жидких веществ (масло, смола). Если же процесс происходит при более высоких температурах, выделение жидких веществ уменьшается, но увеличивается выход газа и сокращается количество твердого остатка.

В зависимости от состава поступающих отходов, конструкции реактора и условий работы получают различные по типу и количеству продукты пиролиза. Твердые углеродистые продукты пиролиза могут быть использованы как твердое высококалорийное топливо для сжигания или газификации, а выделяющиеся газы и смолы рассматривают как газообразное и жидкое топливо. В некоторых пиролизных системах газ сжигается непосредственно на установке для получения пара, который и передается потребителям. Однако использование получаемого топлива или пара целесообразно только в случае, если их потребители находятся в непосредственной близости от пиролизной установки. Вообще же степень утилизации энергии в различных пиролизных системах изменяется от 37 до 62 % и не превышает показателей, которые могут быть достигнуты на современных установках сжигания отходов. При этом затраты на сооружение и эксплуатацию установок обоих типов примерно равны.

За рубежом разработан ряд технологических схем пиролиза, опробованных на опытных установках. Основной характеристикой пиролизного процесса можно считать температуру, при которой происходит процесс разложения. В разных схемах пиролиза она колеблется от 500—650 до 1650 °С и более. Соответственно схемы пиролиза условно подразделяют на низкотемпературный, среднетемпературный и высокотемпературный. Характер процесса также определяется полным отсутствием или недостаточным количеством воздуха в реакторе. Здесь уместно вспомнить, что термин «пиролиз» означает как коксование, когда процесс происходит в инертной среде (без доступа кислорода), так и газификацию, если при подаче воздуха меньше стехиометрического кокс и вода превращаются в окись углерода и водород.

Пиролизные установки имеют то преимущество перед установками сжигания, что в реакторе отсутствуют движущиеся части, что делает конструкцию основного агре-

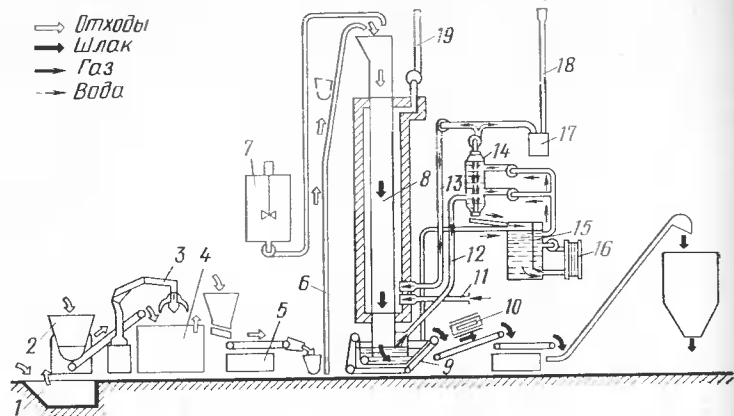


Рис. 36. Технологическая схема установки системы «Полюшн Контрол» (метод «Дистругаз»)

1 — приемный бункер; 2 — молотковая дробилка; 3 — грейферный кран; 4 — бункер для дробленых отходов; 5 — весы; 6 — склиповый подъемник; 7 — бак для жидких отходов; 8 — реактор; 9 — линия удаления шлака; 10 — магнитный сепаратор; 11 — подача дополнительного топлива; 12 — отвод пиролизного газа; 13 — подача пиролизного газа в реактор; 14 — скруббер; 15 — осадитель смолы; 16 — охладитель; 17 — перепускной клапан; 18 — выход пиролизного газа; 19 — отвод дымовых газов

гата установки достаточно простой в эксплуатации. Тем не менее большинство установок имеют сложную линию предварительной подготовки отходов, включающую дробилки, грохоты, сепараторы, передающие механизмы. Цель предварительной подготовки измельчить отходы и отсортировать неорганические части. К таким установкам относится система «Дистругаз» (Дания, фирма «Полюшн контрол»).

Полупроизводственная установка «Дистругаз» была построена в Калунборге (Дания) производительностью 5 т в сутки. ТБО, поступающие из бункера, измельчаются в молотковой дробилке до фракций около 10 см. Отсюда они подаются в промежуточный бункер и затем в загрузочную воронку реторты высотой 12 м. Реторта в плане имеет форму овала с размерами (по осям): максимальный — 210 см, минимальный — 30 см. Большая часть реторты помещается в топочном пространстве, нагреваемом газовыми горелками. Продолжительность цикла — около 20 ч при максимальной температуре 1050 °С. Получаемый в результате процесса шлак охлаждается водой, подаваемой из скруббера, и отводится на

ленточный транспортер. Часть отходящих газов используется для сжигания в горелках реторты, а конденсированная из водяных паров вода — на гашение шлака.

Пиролизу подвергались ТБО со следующим составом (% общей массы в среднем): бумага — 45; пищевые отходы — 15; стекло — 7,5; камень, дерево, резина и кожа — 7,5; металл — 5; пластмасса — 5; зола и прочие составляющие — 15.

Результаты анализа газа, полученного в процессе пиролиза (% общей массы)

	Перед скруббером	После скруббера
H ₂	25	55
CH ₄	5	10
C _n H _m	1	2
CO	5	11
CO ₂	8	18
H ₂ O	55	55
HF	0,0001	—
H ₂ S	0,06	—
HCl	0,01	—
HCN	0,001	—
NH ₃	1	—

Установка может принимать и другие виды отходов: осадок сточных вод, отработанные масла, а также некомпостируемый остаток с мусороперерабатывающих заводов. С изменением состава мусора меняется характеристика продуктов пиролиза, в том числе количество и состав пиролизного газа, его средняя теплота сгорания и другие показатели. Для составления материального и теплового баланса на установке в Калунборге были проведены специальные испытания. Загружали 1 т ТБО влажностью около 35 % со средней теплотой сгорания 1900 ккал/кг.

Баланс по массе, кг:

Чистый газ	320
Потери газа (оценочно)	40
Сухие шлаки	260
Шлаковые воды	250
Потери влаги	70
Черные металлы	20
Смолы	40

Образовалось 360 кг газа, который при плотности 0,785 кг/м³ имеет среднее значение теплоты сгорания 2790—3550 ккал/кг. Состав газа после влажной промывки (% объема) в среднем: водород — 30,5; двуокись углерода — 17,6; вода 18,6; окись углерода — 21,1; метан — 9; прочие углеводороды — 3,2. Содержание углерода в остатке после пиролиза составляет около 25 %, а теплота сгорания — 1760 ккал/кг. Доля зерен крупностью от 1 до 5 мм — 70 %. Плотность шлака около 0,5 т/м³. Содержание тяжелых металлов в шлаке следующее, г/т: хром — 56, марганец — 1228, никель — 29, кобальт — 60, цинк — 3506, кадмий — 19, медь — 397, свинец — 874.

Вода из скруббера поступает на гашение шлака и вместе с ним удаляется из установки. Вода сильно загрязнена органическими веществами, биохимическая потребность в кислороде (БПК₅) превышает 12 000 мг/л, помимо этого в ней в значительном количестве содержится аммиак (2248 мг/л), фенол (843 мг/л) и смолы (691 мг/л); сера имеется в небольшом количестве. Соляная кислота связана с аммиаком, в результате получился хлористый аммоний. Значение рН лежит в щелочном диапазоне.

При средней теплоте сгорания исходных ТБО 1900 ккал/кг из общего количества энергии, имеющейся в мусоре, 67 % приходится на пиролизный газ и 24 % — на сухой шлак. Потребность в энергии самой установки составляет меньше половины содержания ее в пиролизном газе. Остальная энергия может быть аккумулирована и реализована. В случае переработки отходов с большей влажностью или более высоким содержанием инертных веществ получаемого газа может оказаться недостаточно для поддержания процесса, тогда для обогрева реактора применяется пропан.

К недостаткам метода «Дистругас» относят использование в качестве реактора реторты, которая исключает непосредственный контакт между отходами и греющим агентом, что при плохой теплопроводности, присущей бытовым отходам, замедляет процесс пиролиза и сопровождается весьма низкими тепловыми и весовыми нагрузками реактора. Кроме того, процесс требует сравнительно высоких затрат топлива на его осуществление.

В США разработан метод высокотемпературного пиролиза ТБО — «Торрекс», характеризующий процессами распада и частичного окисления горючих компонентов,

а также плавлением инертных материалов при температурах до 1650 °С. С помощью пиролиза можно обрабатывать кроме обычных бытовых отходов старые автопокрышки, обезвоженный осадок сточных вод, отходы из медицинских учреждений и т. п. Бытовые отходы могут быть загружены в установку непосредственно в том виде, в каком они были доставлены с мест сбора, без предварительной обработки, за исключением дробления громоздких предметов до кусков размером около 1 м.

Важнейшей частью системы является реактор (рис. 37). Он работает как вертикальная шахтная печь и обеспечивает процесс пиролиза отходов и шлакообразование несгораемых компонентов. По форме корпус реактора напоминает вагранку, но внутри корпуса отсутствуют колосниковые решетки и движущиеся части. Высота его приблизительно 15 м, внутренний диаметр шахты — около 3 м. Городские отходы загружаются в верхнюю часть реактора. Под действием собственного веса они проходят сверху вниз через три зоны: сушки, пиролиза, первичного сгорания и плавления.

Горючие газы из зоны сгорания проходят вверх сквозь столб отходов и отдают теплоту в зонах сушки и пиролиза. В зоне сушки влага, содержащаяся в отходах, испаряется. Поступающие сверху отходы создают пробку, что предотвращает

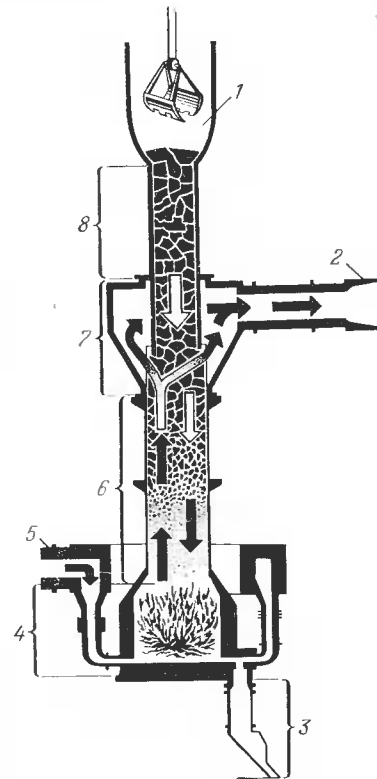


Рис. 37. Реактор высокотемпературного пиролиза «Торрекс»

1 — загрузка отходов; 2 — выход горячего газа; 3 — удаление и охлаждение шлака; 4 — зона сжигания и плавления; 5 — подача горячего воздуха в зону горения; 6 — зона пиролиза; 7 — зона сушки; 8 — загруженные отходы

подсос воздуха через открытое загрузочное отверстие. Под зоной сушки расположена зона пиролиза, где высушенные отходы эндотермически (практически без доступа воздуха) разлагаются на горючий газ, углерод и инертные материалы. Горючие газы поднимаются вверх по шахте и попадают в кольцеобразный канал, откуда они в смеси с паром отсасываются вентилятором.

Важнейшими компонентами горючего газа являются водород, окись углерода и метан. Теплота сгорания этой смеси, по разным данным, составляет 1600—2500 ккал/м³; состав и теплотворная способность горючего газа зависят от состава отходов и характера процесса. Твердые продукты пиролиза (углерод и инертные материалы) оседают, а затем поступают в зону первичного сгорания и плавления в нижней части реактора, где высокие температуры поддерживаются за счет подачи подогретого до 300—500 °С воздуха и тепла, выделяемого при горении углерода. Для подвода нагретого воздуха служит кольцеобразная труба, играющая роль коллектора при его распределении и подаче через фурмы в топку. Коксовый остаток, образовавшийся при пиролизе, окисляется в окись углерода, а инертные материалы оплавляются. В нижней части газогенератора находится зона плавления с максимальными температурами до 1650 °С. Расплавленный жидкий шлак, имеющий в основном силикатные компоненты, гранулируется.

Часть энергии получаемого газа (до 10—15 %) используется в самой системе для нагрева воздуха, подаваемого в зону сжигания реактора. Остальная энергия может быть передана потребителю непосредственно в виде газообразного топлива или пара.

Американская фирма «Юнион Карбид» разработала высокотемпературный пиролизный реактор «Пюрокс». Основным продуктом происходящего в нем процесса является горючий газ. Опытный образец реактора, высота которого около 3 м, мощность 5 т/сут, был испытан в г. Терри-Таун (штат Нью-Йорк). Основным элементом системы является вертикальная шахтная печь. ТБО подаются в верхнюю часть печи через питатели. В основание реактора подается кислород (0,2 т на 1 т отходов), где он реагирует с выпадающим твердым продуктом процесса пиролиза. Вследствие этого создается зона достаточно высокой температуры, в которой происходит плавление и шлакование несгораемых материалов. Расплав-

ленные негорючие включения (в основном металл и стекло) непрерывно стекают в водяную ванну, образуя тяжелый гранулированный материал.

Горючие газы, образующиеся в результате реакции кислорода с углеродом, поднимаются вверх, проходя через опускающиеся твердые отходы и обеспечивая теплоту, необходимую для пиролиза (дополнительного топлива для поддержания процесса пиролиза не требуется). В верхней части печи этот газ охлаждается в ходе сушки поступающих твердых отходов. Выходящий газ (температура его при выходе из реактора около 120 °С) содержит значительное количество водяных паров, некоторое количество «масляного тумана» и следы вредных примесей. Эти примеси удаляют очисткой газа в электрофильтре. Сложной является проблема аккумуляции и хранения газа, полученного в процессе пиролиза, поэтому фирма считает, что потребитель должен находиться на расстоянии не более 1,5—3 км от установки.

Одной из особенностей процесса является необходимость потребления чистого кислорода, получение которого весьма дорого, что особенно неэкономично при маломасштабных установках.

В СССР первая опытно-промышленная установка разработана ВНИИНефтехим и Гипрокоммунстроем в содружестве с работниками управления Спецтранс Ленгорисполкома. Установка предназначена для пиролиза некомпостируемых остатков мусороперерабатывающего завода, которые обычно вывозят на свалку. Некомпостируемый остаток образуется в результате просеивания на контрольном грохоте ТБО, прошедших обезвреживание в биотермических барабанах. Некомпостируемый остаток может составить до 30 % массы поступающих на завод отходов. Средняя влажность некомпостируемого остатка составляет около 22 %. В зависимости от исходного материала состав некомпостируемого остатка изменяется.

Примерное содержание отдельных составляющих остатка, %
общей массы

Древесина	10
Текстиль	43
Пластмасса	5
Резина	5,5
Кожа	3
Камень, кость, металл и пр.	33,5

Для пиролиза некомпостируемого остатка ТБО были использованы камерные печи непрерывного действия,

эксплуатируемые на сланцеперерабатывающих предприятиях Ленинградской области. Камерные печи представляют собой вертикальные шахты из диасового огнеупора, разделенные простенками, в которых сжигается отопительный газ. Высота камер около 10 м, а длина и ширина соответственно 4 и 0,4 м.

В пиролизной печи происходит термическое разложение органической части отходов, т. е. среднетемпературная сухая перегонка без доступа свободного кислорода в потоке парогазового теплоносителя, представляющего собой продукты полного или неполного сгорания газа. Перед поступлением на пиролиз некомпостируемый остаток подвергается предварительной обработке, из него извлекается металл, а затем он проходит сушку. Предусмотрено также измельчение некомпостируемого остатка.

Переработка некомпостируемого остатка производилась при производительности камеры 7—12 т/сут и температуре в обогривательных простенках 1220—1290 °С. В этих условиях материал в течение нескольких часов находился в зоне печи с температурой 600—650 °С. Продуктами пиролиза некомпостируемых остатков являются смола, газ и твердый продукт. Наибольшее внимание уделяется твердому продукту, составляющему около 1/3 массы загружаемых в печь отходов. После дополнительной обработки этот продукт представляет собой углеродсодержащий органоминеральный материал, так называемый пирокарбон. Пирокарбон на барабанном грохоте освобождали от грубых неорганических включений и измельчали. В лабораторных условиях пирокарбон был с успехом испытан в качестве заменителя природных и синтетических углеродистых материалов. Получение пирокарбона на опытно-промышленной установке позволит произвести всесторонние промышленные испытания, опробовать различные способы и устройства для подготовки некомпостируемого остатка, а также отработать оптимальные режимы процесса.

СОВМЕСТНОЕ КОМПСТИРОВАНИЕ ТБО И ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД

В связи с дефицитом пригородных территорий труднее становится находить места для почвенного обезвреживания отходов — свалок для ТБО и карт для осадка сточных вод. Это привело к разработке методов совмест-

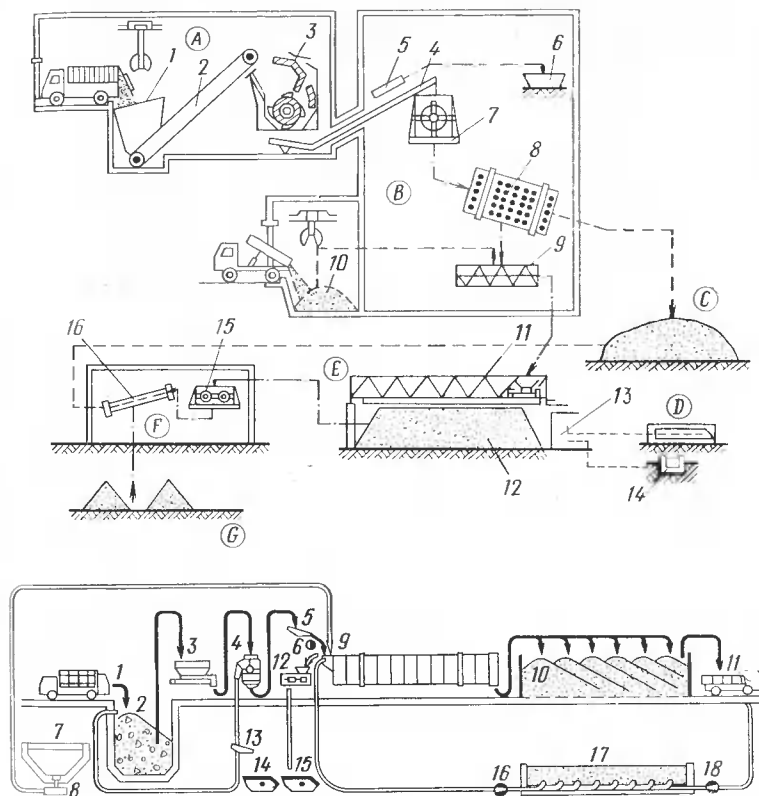


Рис. 38. Совместное компстирование мусора и осадка сточных вод сверху — по методу Хаземаг; снизу — по методу Рутнер

ного обезвреживания ТБО и осадка сточных вод путем их механизированной биологической переработки в компост. В этом направлении ведутся работы в Академии коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова.

За рубежом, особенно в ФРГ и Австрии, большое внимание уделяют разработке установок по совместному компстированию отходов и осадка сточных вод, которые различаются способами подготовки материала, смешивания отходов и осадка сточных вод, аэрации, поддержания температурных режимов. В ФРГ отходы компстируются совместно с осадком сточных вод по методу Хаземаг (рис. 38).

Предприятие состоит из следующих отделений: приемного (включающего весовую), предварительной обработки (А), машинного (В), компостирования (Е), окончательной обработки компоста (F), компостного фильтра (D), складирования остатков отходов (С), складирования компоста (G), а также общественных и административных помещений. Установка рассчитана на обработку отходов и осадку сточных вод от района с населением 210 тыс. жителей, при этом предполагается принимать в год (тыс. т): бытовых и крупногабаритных отходов — 46; отходов, подобных домовым — 5; промышленных — 15; осадка сточных вод — 20. Расчетная влажность осадка 70 %.

После визуального контроля, в результате которого отсортировываются отходы, непригодные к компостированию, остальные поступают в помещение бункера с десятью разгрузочными постами, а оттуда в приемный бункер 1 линии первичной обработки. Из бункера отходы на конвейерах 2 перемещаются в дробилку первичного дробления 3. Предварительно размельченные отходы через отводящий желоб поступают на транспортер 4 шириной 1,6 м, который подает их в машинный зал. В машинном зале отходы подаются на магнитный сепаратор 5, где отделяется черный металл, поступающий в бункер 6. Затем отходы поступают в однороторную молотковую дробилку 7 производительностью 30 т/ч для тонкого дробления и далее в барабанный грохот 8 (длина 8 м, диаметр 2,5 м). Частицы крупнее 50 мм (в основном пластмасса, текстиль, кожа и др.), не прошедшие через грохот, не компостируются, а вывозятся на свалку. Прошедшие через грохот отходы подаются в смесительную установку 9 — двухвальный смеситель мощностью 33,5 т/ч. Краном с ковшем вместимостью 4 м³ из бункера 10 вместимостью 100 м³ добавляется осадок влажностью около 70 %. Смесь падает на крытый транспортер и по эстакаде 11 поступает на площадку компостирования к плите для укладки штабеля 12. Смесь укладывается в штабеля длиной 50 м и высотой 4 м. Материал в них принудительно аэрируется через имеющиеся в плите компостирования щели, расположенные на расстоянии 2,5 м. Станция аэрации 13 состоит из 16 вакуум-насосов, с помощью которых из компостируемой массы отсасывается воздух, а затем после переключения осуществляется принудительная ее аэрация. Отсос и нагнетание воздуха

производится по системе пластмассовых труб, расположенных в щелях плиты отдельными группами. Накапливающаяся на станции аэрации конденсационная вода сильно загрязнена. Она собирается в резервуар 14 и автоцистернами доставляется на осветительную установку. Отходящий воздух аэрационной станции проходит через компостный фильтр для уменьшения неприятного запаха. Компост по проекту должен дозреть на площадке в течение 4 мес. По окончании компостирования его погрузчиком подают на расположенный вдоль площадки конвейер. Затем компост поступает на окончательную обработку в двухроторную дробилку 15, просеивается через виброгрохот 16 (габаритные размеры 4×1,5 м, диаметры отверстий 10 и 18 мм). Далее компост подается на площадку складирования.

Одним из основных видов технологического оборудования по совместному обезвреживанию отходов и осадка сточных вод ряда установок является вращающийся барабан, в котором обезвреживаемая масса интенсивно перемешивается и предварительно компостируется.

Установка фирмы «Фойст-Альпине», работающая в одном из городов Австрии, состоит из многоцелевой дробилки, отделения переработки и площадки компостирования с аэрацией. Многоцелевая мельница дробит поступающие домовые отходы, крупногабаритные отходы размером 2×2×2 м и отходы мелких предприятий до размера зерна 70 мм (максимальный размер). Твердые предметы, в том числе металлические, отбрасываются в шахту. Черный металл извлекается магнитным сепаратором. Раздробленный мусор смешивается с осадком сточных вод из расположенной рядом осветительной установки. Затем смесь проходит три стадии компостирования: предварительное во вращающемся барабане, основное на аэрируемой плите и последующее (дозревание) на открытой площадке для штабелей. Во вращающемся барабане длиной 32 м и диаметром 3,75 м масса гомогенизируется и частично обезвреживается за 24 ч. Из барабана смесь подается на принудительную аэрируемую плиту, где находится в течение трех недель. За это время материал окончательно обезвреживается и разлагающиеся органические вещества в значительной мере окисляются. Для нейтрализации запахов отходящий воздух пропускаяется через компостный фильтр. Окончательное дозревание свежего компоста происходит в течение

90—120 дней на открытой площадке для штабелей с небольшой принудительной аэрацией по специально разработанной системе. Установка принимает в день 120—150 т отходов и осадков сточных вод.

В Земле Зальцбург (Австрия) вступило в строй предприятие по совместной обработке отходов и осадка сточных вод производительностью до 800 т отходов в день (600 т отходов и 200 т осадка). Система совместного компостирования фирмы «Рутнер» (рис. 38, б). Основным оборудованием является вращающийся барабан. Предварительно раздробленные и прошедшие магнитную сепарацию отходы совместно с осадком сточных вод полностью обезвреживаются и частично разлагаются в барабане, затем масса поступает на дозревание в закрытое помещение с интенсивной аэрацией. Процесс окончательного разложения компоста протекает в течение 4 недель, что позволяет считать разработанный фирмой «Рутнер» процесс компостирования ускоренным. По мнению специалистов фирмы, конечный продукт представляет собой высококачественное удобрение.

МЕХАНИЗИРОВАННАЯ СОРТИРОВКА ТБО

Для сокращения количества бытовых отходов, подлежащих обезвреживанию, в ряде зарубежных стран (Италия, США, ФРГ, Швеция и др.) создаются оборудование и технологические линии для отбора из мусора тех составляющих, которые могут быть повторно использованы в различных отраслях промышленности. Фирма «Флект» (Швеция) разработала установку для сортировки отходов, принцип действия которой основан на сухом способе разделения отходов на фракции грохочением и воздушной сепарацией. Основное преимущество этого способа заключается в ограничении применения воды для сепарации, что позволяет избежать новой проблемы — очистки грязной воды. Опытная установка находится на мусоросжигательной станции в пригороде Стокгольма — Хегдаллене. Первая установка такого типа действует в Нидерландах.

В Швеции бытовые отходы обычно собираются в пластмассовые или бумажные мешки. Для эффективной сортировки отходов необходимо прежде всего освободить их от мешков, не увеличивая при этом взаимного загряз-

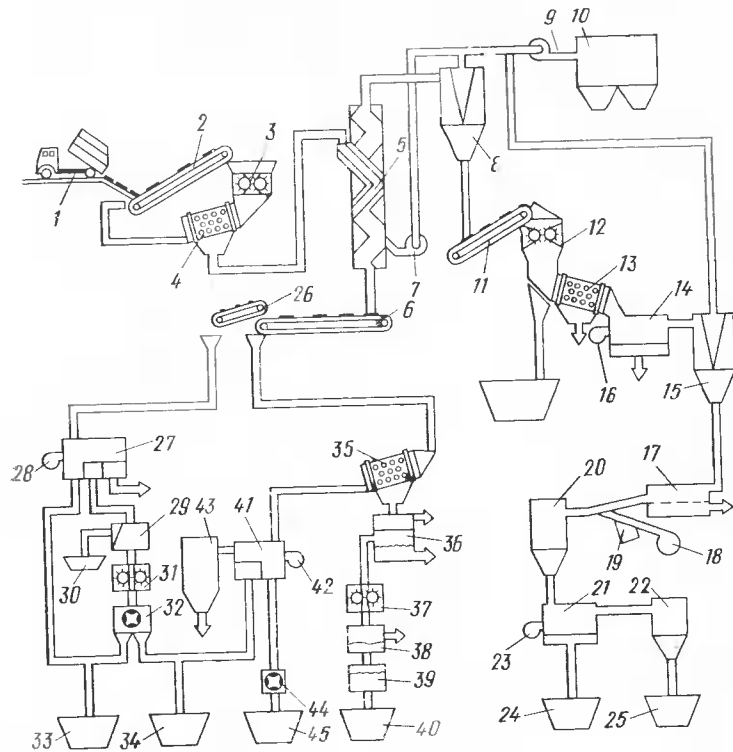


Рис. 39. Схема установки по механизированной сортировке мусора фирма «Флект» (Швеция)

1 — мусоровоз в положении разгрузки; 2, 6, 11 — транспортеры; 3, 12, 31, 37 — дробилки; 4, 13, 35 — грохоты; 5, 14, 21, 27, 41 — воздушные сепараторы; 7, 9, 16, 18, 23, 28, 42 — вентиляторы; 8, 15, 22, 43 — циклоны; 10 — воздушный фильтр; 17, 36, 38 — сита; 19 — газовая печь для подогрева воздуха; 20 — «азрофонтанная» сушилка; 24 — выход пластмассы; 25 — выход бумаги; 26, 32, 44 — магнитные сепараторы; 29 — отделитель олова; 30 — выход олова; 33 — магнитные металлы; 34 — алюминий; 39 — флотатор для выделения стекла; 40 — стекло; 45 — цветные металлы

нения материала. Схема установки фирмы «Флект» приведена на рис. 39. Отходы поступают на разгрузочную площадку, откуда подаются конвейером в дробилку грубого дробления. В дробилке отходы освобождаются от мешков и дробятся на достаточно однородные по размерам фракции. При этом не допускается излишнего измельчения материала, так как если консервные банки раздробить на мелкие куски, а стекло — в порошок, то они будут попадать как загрязнители в более легкие

фракции, например в бумагу. Однородность частиц обеспечивается прохождением раздробленного материала через барабанный грохот с определенными размерами ячеек. Более крупные части, не прошедшие в ячейки, подаются из грохота в ту же дробилку для повторного дробления. Грохот обладает некоторой накопительной способностью и обеспечивает выравнивание объема поступающего на установку материала, что необходимо для достижения хорошего качества сортировки. Прошедшие грохот более или менее однородные по размеру части отходов подаются сверху в вертикальный зигзагообразный воздушный сепаратор, в котором происходит в основном разделение легкой и тяжелой фракций.

В сепараторе восходящий поток воздуха (подаваемого вентилятором), двигаясь с определенной скоростью навстречу поступающим сверху отходам, поднимает и выносит вверх более легкий материал, в то время как тяжелый падает на дно сепаратора. Таким образом, здесь образуются две самостоятельные линии сортировки: легкая фракция переносится в циклон и далее поступает на линию выделения двух основных компонентов — бумаги и пластмассы и очистки их от посторонних примесей. Тяжелая фракция из сепаратора поступает на линию разделения на составляющие компоненты: черный металл, алюминий, немагнитные металлы, стекло.

Легкая фракция из циклона попадает в дробилку для более тонкого дробления.

Дробилка выполняет две функции: в ней отделяется значительная часть загрязнений (в основном органические отходы) и достигается более однородная крупность материала, необходимая для дальнейшей переработки. Легкая фракция состоит из влажной бумаги, пластмассовой пленки и ткани. Такая смесь образует при механической переработке очень вязкую массу, блокирующую поток материала, поэтому была использована дробилка молоткового типа с легкими шарнирно прикрепленными молотками на двух роторах. При вращении ротора молотки проходят между неподвижно укрепленными кулачками и самоочищаются.

После вторичного измельчения материал поступает в барабанный грохот, служащий для отделения мелких загрязнений. Далее материал через систему сепараторов и циклон подается в «аэрофонтанную» сушилку. Здесь его подвергают тепловой обработке горячим воздухом,

который нагревается, перемещаясь под напором через газовую печь. Тепловая обработка применяется для уничтожения большей части патогенной микрофлоры в обрабатываемом материале. Это достигается кратковременным воздействием тепла (5 с), температура воздуха составляет 130—150 °С. Более высокая температура эффективнее уничтожает патогенную микрофлору, но при этом значительно повышается хрупкость бумаги и распад бумажных волокон. Под действием теплоты пластмассовые составляющие сжимаются и отделяются от бумаги в воздушном сепараторе. Здесь же отделяются загрязнения, осыпающиеся с высушенной бумаги.

Тяжелые составляющие отходов из воздушного классификатора поступают на конвейер и проходят магнитную сепарацию, при этом отделяется фракция черного металла, которая состоит в основном из легких консервных банок и небольшого количества отдельных, более тяжелых предметов. Консервные банки выделяются из этой фракции в воздушном сепараторе для последующего снятия с них олова.

Тяжелые немагнитные составляющие отходов проходят через вторичный барабанный грохот, где выделяются стекло, песок и пищевые отходы, затем материал пропускается через сепаратор, в котором пищевые отходы и другие органические материалы отделяются от стекла. Стекло размельчается в дробилке и сепарируется. Стеклянная пыль удаляется с помощью флотационной установки. По данным фирмы, из поступающих отходов можно отсортировать 75 % всей бумаги, более 60 % пластмассы и 90 % черного металла. Около 25 % органической части может быть переработано в компост, оставшийся мусор (примерно 20 %) поступает на сжигание. Стоимость установки производительностью 50 тыс. т в год около 12 млн. немецких марок ФРГ. Разработкой оборудования для выделения утильных фракций из ТБО в СССР занимается Всесоюзный проектно-конструкторский и технологический институт вторичных ресурсов.

СОВМЕСТНОЕ СЖИГАНИЕ ТБО И ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД

В определенных условиях целесообразно применение совместного сжигания ТБО и осадка сточных вод. Этот метод обезвреживания городских отходов при достаточ-

ной мощности установки, соответствующем количественном соотношении и составе поступающих отходов позволяет использовать теплоту от сжигания твердых отходов для сушки осадка сточных вод, а высушенный осадок затем сжигать вместе с мусором.

На одной площадке сооружаются установки по очистке сточных вод и по сжиганию ТБО и осадка. Такой комплексный способ обезвреживания позволяет сэкономить значительные земельные участки, отводимые под свалки и иловые площадки.

ТБО и осадок сточных вод имеют сходные топливные характеристики, поэтому совместное их сжигание возможно при условии предварительной сушки осадка. Как правило, испарение влаги осадка сточных вод возможно за счет использования теплоты от сжигания ТБО. Совместное сжигание ТБО и осадка сточных вод находит применение за рубежом. В СССР в этом направлении ведет работу Академия коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова.

Совместное сжигание ТБО и осадка сточных вод осуществляется в топочных устройствах различных конструкций: многоподовых печах с вращающимися вертикальными валами (фирма «Лурги», ФРГ), отдельных колосниковых решетках для ТБО и осадка сточных вод (фирма «Фон Ролл», Швейцария), валковой решетке (фирма «Дюсельдорф», ФРГ) и др. Конструкции установок различаются также методами обезвреживания и подачи осадка сточных вод. В большинстве топочных устройств, предназначенных для слоевого сжигания осадка сточных вод и бытовых отходов, необходимо предварительное механическое обезвреживание осадка до 50—80 %.

Технологию совместного сжигания ТБО и осадка сточных вод рассмотрим на следующих примерах. При сжигании по системе «Фон Ролл» (Швейцария) применяются комбинированную печь, где ТБО и осадок сжигаются на отдельных колосниковых решетках. При этом верхняя колосниковая решетка предназначена для сжигания предварительно обезвоженного на прессе осадка, а нижняя — для сжигания ТБО. Колосниковые решетки имеют встречный наклон и расположены со смещением по горизонтали и высоте. ТБО через загрузочное устройство подаются в нижнюю часть печи, где последовательно осуществляется их предварительная сушка, воспла-

менение и сжигание. Дозированный подвод дутьевого воздуха производится с помощью вентилятора нижнего дутья. Остаточные продукты сгорания (шлак) попадают на разгрузочное цепное устройство с водяной ванной и транспортируются наружу. Выделяющиеся при сжигании ТБО топочные газы полностью сгорают при температуре около 900—1000 °С и проходят в топке над колосниковой решеткой для осадка. Брикеты из осадка, предварительно обезвоженного механическим способом до 70 % влагосодержания, с помощью наклонного подъемника и ленточного транспортера попадают в загрузочную шахту и затем на колосниковую решетку, имеющую три зоны.

В первой зоне осадок высушивается приблизительно до 40 % влагосодержания. После этого он попадает в нижние зоны решетки, снабжаемые вентилятором нижнего дутья горячим воздухом с температурой около 150—250 °С. Осадок в двух нижних зонах решетки подвергается также обработке сверху нагретыми до 900—1000 °С топочными газами, выделяющимися при сжигании ТБО. Благодаря комбинированному подводу теплоты сверху и снизу обеспечивается воспламенение и сжигание осадка. Остаточные продукты сгорания падают на решетку для дожига мусора и отводятся из печи вместе со шлаком от сжигания ТБО. Колосниковая решетка для осадка расположена таким образом, что ее концевая часть для выгрузки приходится на середину находящейся снизу решетки для дожига ТБО. Благодаря этому не полностью выгоревший осадок попадает в зону высоких температур на колосниковой решетке для дожига ТБО и сгорает полностью. Одновременно падение с решетки для осадка на решетку для дожига ТБО обеспечивает разрыхление брикета. Выпар от предварительной сушки осадка, а также газообразные продукты сгорания смешиваются и поступают в трубчатый охладитель, где они охлаждаются приблизительно до 350 °С потоком холодного воздуха. Затем они очищаются золоулавливающим устройством и с помощью дымососа выбрасываются в атмосферу через трубу. Для разогрева и в качестве вспомогательной горелки предусмотрена форсунка для жидкого топлива.

По предложенному фирмой «Келлер-Пойкерт» способу для совместного сжигания ТБО и осадка производится интенсивная предварительная сушка с предшествующим механическим обезвреживанием. Источником тепло-

ты являются газы, отходящие из установки для сжигания. Чтобы сделать предварительно обезвоженный осадок более пригодным для термической сушки, перед термической сушкой его смешивают с высушенным осадком в двухшнековом смесителе. Процесс начинается с обработки флокулянтами и обезвоживания на ленточном фильтр-прессе. Затем в шнековом смесителе предварительно обезвоженный осадок смешивается с высушенным, поступающим из циклона. Полученная таким образом смесь дополнительно высушивается в размольно-сушильном устройстве. Сушильным агентом служит горячий воздух с температурой около 300 °С, поступающий из воздухонагревателя. Воздух нагревается в нем за счет теплоты дымовых газов, отходящих из установки для сжигания. Двухвальная аэробильная (ударно-роторная) система в размольно-сушильном устройстве способствует интенсивному завихрению и перемешиванию материала, в результате чего разбиваются все куски и комки, содержащиеся в несброженном осадке. Размельченный и высушенный материал главным вентилятором всасывается вверх и равномерно распределяется в циклоны. Воздух, отходящий из обоих циклонов, всасывается вентилятором и распределяется в качестве нижнего дутья по различным зонам колосниковой решетки. Вдувание сушильного воздуха в печь обеспечивает его дезодорацию во время процесса сжигания, происходящего при температуре свыше 800 °С. Смесеобразование осадка и ТБО осуществляется через две раздельные разгрузочные воронки посредством дозирующих устройств и участка смешивания. При этой системе главным образом используются топки с подвижными колосниковыми решетками.

В г. Крефельде (ФРГ) построена установка для совместного сжигания мусора и осадка сточных вод, состоящая из двух агрегатов, один из которых резервный. Производительность установки 105 тыс. т ТБО и 25 тыс. т осадка сточных вод в год. Засыпанные краном в загрузочную воронку ТБО попадают через направляющий желоб и гидравлический питатель на валковую решетку системы «Дюссельдорф».

Осадок сточных вод из расположенной поблизости очистной станции перекачивается в бункер линии обработки осадка. Оттуда осадок поступает на флокуляцию и затем на центрифуги. Обезвоженный до влажности

75 % осадок направляется в промежуточную емкость, откуда обезвоженный осадок подается на сушильно-размольное устройство.

Осадок сточных вод вместе с забираемыми из топки горячими дымовыми газами поступает на ступень размола, оснащенную билами и ударными элементами. Здесь осадок размельчается и одновременно подсушивается до влажности 10 %. Наличие сушильно-размольного устройства позволяет принимать осадок сточных вод с высокой исходной влажностью. При влажности 74 % осадок имеет минимальную теплотворную способность (около 300 ккал/кг). Предварительная сушка осадка до влажности 10 % обеспечивает повышение минимального значения теплотворной способности до 2500 ккал/кг. В ходе сушки осадка резко падает температура дымовых газов — с 800 до 200 °С. Смесь пара и размолотого сухого осадка подается в топку. Благодаря помолу в сушильно-размольном устройстве обеспечивается большая поверхность горения. Размолотый и высушенный осадок, подаваемый в виде пыли под давлением через сопла, равномерно распределяется в топочном пространстве над решеткой для сжигания ТБО. Здесь осадок попадает в зону отходящих от сжигания мусора газов, температура которых около 1000 °С и в этих условиях происходит быстрое сжигание осадка.

ЛИКВИДАЦИЯ БОЛЬНИЧНЫХ ОТХОДОВ

В системе санитарной очистки большого города особое место занимает проблема ликвидации больничных отходов, особенно инфекционно опасных.

Санитарная характеристика больничных отходов

Микроорганизмы	Больничные отходы	Бытовой мусор
Общее количество микроорганизмов в 1 г отходов, млрд. шт.	200—300	0,1—1
Титр группы кишечной палочки	$4 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-4}$
Титр палочки протей	$4 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-6}$
		$4 \cdot 10^{-3}$

Из всех способов их обезвреживания в наибольшей степени отвечает гигиеническим и санитарно-эпидемиологическим требованиям сжигание отходов в специальных печах. Больничные отходы не должны уничтожаться

обычными способами — вывозиться на свалки, обезвреживаться на коммунальных мусоросжигательных установках или заводах компостирования. Согласно «Правилам содержания территорий населенных мест» (1978 г.), их надо уничтожать на месте по согласованию с санэпидслужбой. Желательно при проектировании, строительстве и реконструкции больниц предусматривать сооружение мусоросжигательных установок. Так как на практике чрезвычайно трудно отсортировать наиболее инфекционно опасную часть отходов исходя из санитарно-гигиенических и экономических требований, целесообразно проектировать на территории больниц установки для сжигания всего количества отходов. По своему составу отходы больниц и других лечебных учреждений весьма разнородны, основными компонентами являются перевязочные материалы, операционные отходы, бумага, пищевые отходы.

Состав больничных отходов, % общей массы

Бумага (упаковка, пакеты, газеты, салфетки)	30
Пищевые отходы (фрукты, хлеб, остатки пищи)	20,4
Перевязочные материалы (бинты, вата, салфетки), иссеченные органы, кожные лоскуты, эмбрионы, ампутированные конечности	12
Смёт (сучья, листья, засохшая трава и т. д.)	21,5
Стекло (ампулы, банки, флаконы, бутылки)	5
Металл (сломаные медицинские инструменты, проволочные шины, иглы для шприцев, металлические предметы)	1,6
Резина, кожа (операционные перчатки, трубки, грелки, домашняя обувь)	0,6
Древесина	1,3
Камни, керамика	3,2
Гипсовые повязки	2,4
Цветы	1,7
Кости	0,3

В связи с этим установки для сжигания таких отходов должны иметь специальную конструкцию, отличающуюся даже от конструкции установок для сжигания обычного бытового мусора с учетом их химического состава и теплотворной способности.

Химический состав больничных отходов, % массы

Углерод	7
Водород	1,1
Кислород и азот	8,4
Сера	0,5
Зола	23
Влага	60

Низшая теплота сгорания больничных отходов 700—800 ккал/кг, поэтому для их сжигания обычно требуется дополнительное топливо.

В нашей стране специальных сжигательных установок для больничных отходов еще не разработано. За рубежом созданы различные установки для сжигания больничных отходов.

Установки системы «Авومات» фирмы «Корнелиус Шмит» предназначены для сжигания 30—150 кг/ч отходов. Сжигаемые отходы периодически подаются в топку сверху через шлюзовое загрузочное устройство и попадают на наклонный под, где осуществляется их интенсивная сушка. Сжигание отходов происходит на наклонной колосниковой решетке. Необходимый для горения воздух подается вентиляторами под решетку. Изготовленные из легированной стали поворотные колосники позволяют легко чистить решетки. По мере сгорания слой мусора сползает с решетки на огнеупорный под, где осуществляется окончательное выжигание отходов. Выжженный шлак собирается в баке.

На некоторых установках, предназначенных для сжигания отходов с невысокой влажностью, предусматривается подача материала непосредственно на колосниковую решетку через загрузочное устройство по фронту топки. Конструкция установки предусматривает ввод дополнительного топлива, что позволяет сжигать отходы с повышенной влажностью, в том числе послеоперационные.

В отходящих газах содержание летучих и горючих в уносе сведено до минимума за счет применения вторичного дутья в топочной камере и установки камеры дожигания. С помощью газовой горелки или мазутной форсунки в камере дожигания поддерживается температура около 800 °С и осуществляется подача воздуха. Выходящие из камеры дожигания дымовые газы смешиваются с холодным воздухом и охлаждаются до температуры 350 °С. Охлажденные дымовые газы очищаются в мультициклоне и выбрасываются в атмосферу. Унос собирается в специальном герметичном бачке.

Установка, разработанная научно-исследовательским центром «Юлих» (ФРГ), пригодна для сжигания отходов любого состава, в том числе и со значительным содержанием операционных отходов. Отходы поступают в топку сверху, из загрузочного устройства, непосредственно на качающиеся колосники. Сверху же подается и

предварительно нагретый воздух. Летучие, смешиваясь с воздухом, поступают в расположенную ниже топочной камеры коксовую зону и воспламеняются в межкусковых каналах, что значительно интенсифицирует их горение.

Благодаря движению колосников нижняя часть горящего слоя сбрасывается вниз, причем процесс горения вышележащих отходов не нарушается. На поверхности шлакового затвора образуется слой, к которому постоянно поступает смесь раскисленных дымовых газов и вторичного подогретого воздуха. Очаговые остатки в течение 1—2 дней находятся под действием высоких температур (около 1000 °С), благодаря чему обеспечивается их полное выжигание. Затем материал через шлаковый затвор поступает в золоборник. Образовавшиеся при сжигании отходов дымовые газы пропускаются через тугоплавкий фильтровальный материал и попадают в камеру дожигания, куда направляется также вторичный воздух. Таким образом обеспечиваются эффективная очистка продуктов сгорания от взвешенных частиц, а также окончательное сгорание летучих и выгорание горючих в уносе.

Толщина золowego слоя увеличивается по мере эксплуатации установки до тех пор, пока не произойдет его разрушение под действием собственной массы, благодаря чему поверхность фильтровальных материалов периодически самоочищается. Продолжительность работы фильтровального материала около 1000 ч.

Установка мощностью около 50 кг/ч эксплуатируется в одной из больниц ФРГ.

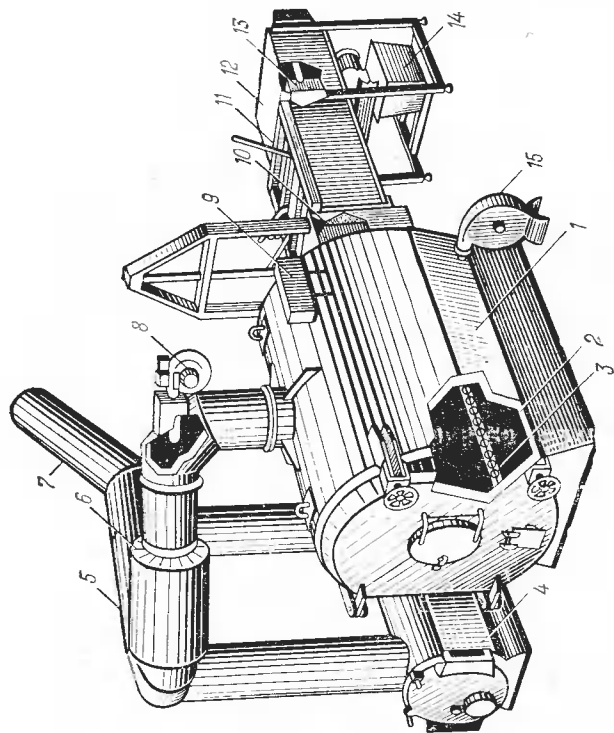
Основные показатели работы установки

Выжигание горючих, %	99
Запыленность дымовых газов, г/м ³	50
Содержание СО в дымовых газах, %	0,01
Продолжительность работы фильтровального материала, ч	1000

Фирмы «Келеу» (США) и «Ховал» (Лихтенштейн) разработали новую технологию термической обработки больничных отходов и освоили серийный выпуск установок для сжигания четырех типов мощностью 100—600 кг/ч. Установки состоят из трех основных элементов — загрузочного устройства, топочной камеры, камеры регенерации теплоты (рис. 40). Первичный воздух ($\frac{1}{5}$ объема, необходимого для горения) вдувается непо-

Рис. 40. Установка системы «Келлау—Ховал» для сжигания больничных отходов

1 — основная рабочая камера; 2 — шамотная футеровка; 3 — отверстия для подачи первичного воздуха; 4 — экономайзер; 5 — байпас; 6 — терморектор; 7 — подачей третичного воздуха; 8 — вспомогательная труба; 9 — вспомогательная горелка с подачей вторичного воздуха; 10 — регулятор загрузки; 11 — крышка загрузочного устройства; 12 — загрузочное устройство; 13 — зунжер; 14 — гидриввод; 15 — вентилятор первичного воздуха



средственно в толстый слой отходов через множество отверстий малого диаметра, расположенных в поде, поэтому сгорает лишь небольшая часть отходов; основная их часть под действием теплоты, выделяющейся при сгорании, подвергается термическому разложению при температуре около 300 °С. Из слоя выделяются летучие, в топке остается твердый остаток, богатый углеродом. Из топки летучие поступают в терморектор, где газ сгорает полностью при подводе воздуха при температуре свыше 800 °С. При этом разлагаются все дурнопахнущие вещества, так что через дымовую трубу выбрасывается в основном углекислый газ и водяной пар. Газы в терморекторе воспламеняются при включении вспомогательной горелки небольшой мощности, которая при прерывистой работе поддерживает в терморекторе температуру 800 °С, а при нормальном режиме работы отключена.

Благодаря небольшому количеству воздуха основного горения, подаваемого в слой отходов, содержание твердых частиц в отходящих газах очень незначительно. Удачным является также расположение полностью автоматизированного загрузочного устройства. Обычно установка для сжигания отходов загружаются через шлюзовую затвор, находящийся сверху основной топочной камеры. Горючие дымовые газы при этом попадают в шлюз и при последующей загрузке выбрасываются из установки. В данной установке загрузочное устройство находится рядом с основной топочной камерой, а отходы подаются сбоку. Кроме того, горение происходит при недостатке воздуха и в камере постоянно поддерживается разрежение, полностью предотвращающее выход газа при загрузке отходов. Установку обслуживает один рабочий. Сейчас в Западной Европе и США работают около 350 таких установок.

СХЕМА САНИТАРНОЙ ОЧИСТКИ И УБОРКИ ГОРОДОВ

Цель и задачи схемы. Санитарная очистка и уборка городских территорий, являясь сложной в организационном техническом отношении отраслью коммунального хозяйства, должна развиваться на основе прогнозированных проектных решений, объединенных по целям и задачам в перспективную схему санитарной очистки горо-

да. Цель схемы — разработка комплекса мероприятий по охране здоровья населения и охране окружающей среды (воздуха, почвы и воды) от вредного влияния бытовых отходов и от загрязнений, накапливающихся на дорогах. Генеральная схема — предпроектный документ, направляющий собой технико-экономическое обоснование направлений развития санитарной очистки и уборки. Для строительства конкретных сооружений санитарной очистки и уборки на основе утверждения генеральной схемы разрабатывают техническую документацию в соответствии с действующим порядком по разработке проектов.

В задачу разработки схемы входит выбор наиболее эффективных в экологическом, санитарном и техническом отношении мероприятий при минимальных капитальных затратах и эксплуатационных расходах, применении наиболее прогрессивных и экономичных в условиях данного города систем и способов сбора, удаления, обезвреживания твердых отходов, сбора и транспортировки жидких отходов в неканализованной жилой застройке, с учетом комплексной механизации трудоемких процессов, использовании наиболее современных методов уборки городских территорий, рациональное размещение объектов уборки и санитарной очистки в плане города.

Схему разрабатывают на проектный срок (20 лет) и на первую очередь развития (5 лет). Она состоит из исходных данных для проектирования, технологической части, технико-экономической части, материалов по согласованию и утверждению генеральной схемы). Исходные данные для разработки схемы следующие: исходные материалы (документы); характеристика города; оценка состояния санитарной очистки и уборки на исходный период разработки схемы.

К исходным материалам относятся: задание на разработку, утвержденное исполкомом городского Совета народных депутатов, которое разрабатывается предприятием, осуществляющим очистку и уборку города совместно с проектной организацией и согласовывается с главным архитектором и главным санитарным врачом города; генеральный план города в масштабе 1 : 25 000 и 1 : 10 000; схематические планы города, размещения неканализованных домовладений, существующих сооружений по санитарной очистке, районов, охваченных плано-регулярной очисткой и уборкой; текстовой и цифровой материалы из проекта планировки и застройки

города, содержащие общие данные о городе и природно-климатических условиях, современном состоянии городского хозяйства и благоустройства и перспективах их развития; материалы обследования современного состояния санитарной очистки города, в которых отражаются месторасположение сооружений по очистке, площади участков, районы обслуживания, величина санитарно-защитных разрывов, инженерное оборудование, наличие подъездных путей и характер их благоустройства, даются описание технического и санитарного состояния каждого сооружения и выводы о возможности дальнейшей их эксплуатации и расширения, приводится также характеристика существующих систем удаления отходов и уборки городских территорий. В работе по обследованию и формированию исходных материалов участвуют представители городского управления (отдела) коммунального хозяйства, городской санитарно-эпидемиологической станции, городского управления архитектуры, спецавтохозяйства, управления дорожного хозяйства, городского жилищного управления, управления водоснабжения и канализации и проектной организации; материалы обследований, выполненных проектной организацией в связи с выбором и размещением проектируемых сооружений по санитарной очистке города.

В *краткой характеристике города* как объекта санитарной очистки и уборки содержатся данные о конкретной ситуации, предопределяющей выбор методов сбора, удаления и обезвреживания отходов, размещения сооружений и организацию уборки городских территорий. Они группируются в следующие разделы: природно-климатические условия; современное состояние и перспективы развития города. В первом разделе указываются природно-климатические условия, влияющие на организацию работ по очистке и уборке города: климат, среднегодовая температура, продолжительность отопительного периода, число морозных дней, продолжительность непрерывных морозов, общее годовое количество осадков, толщина снежного покрова, средняя высота выпадающего слоя снега в течение одного снегопада, направление господствующих ветров, рельеф, геологическое строение почвы. Во втором разделе по состоянию на время обследования первую очередь и расчетный срок приводятся данные, необходимые для разработки перспективных решений и технико-экономических расчетов: значение го-

рода, его общая площадь, функциональное зонирование и размещение отдельных зон в плане города; численность населения — общая, по административным и планировочным районам; жилищный фонд, его этажность, принадлежность (в домах местных Советов, ведомственных и индивидуальных), степень благоустройства (оборудование водопроводом, канализацией, газопроводом, центральным отоплением); канализация (охват населения, сеть существующая и проектируемая, очистные сооружения, водосточная сеть); учреждения и предприятия обслуживания (лечебные, детские, учебные, административные, культурно-бытовые, торговые и т. д.) и количество расчетных единиц; уличная сеть (площадь дорог и тротуаров общая, в том числе с усовершенствованным покрытием).

Оценка состояния очистки и уборки на исходный период разработки схемы. Раздел составляется на основе данных обследования, материалов проектных организаций, санитарно-эпидемиологической станции и др. В нем освещаются следующие вопросы: сбор и удаление бытовых отходов, степень охвата населения города планомерно регулярной очисткой, численность населения, обслуживаемого различными методами сбора и удаления бытовых отходов, нормы накопления бытовых отходов, объем отходов, удаляемых спецавтохозяйством за год, количество мусоровозного транспорта и его износ, себестоимость удаления бытовых отходов при применяемых методах; сбор и вывоз пищевых отходов (метод сбора, типы сборников, количество собираемых отходов от населения и на предприятиях общественного питания, число и тип используемого транспорта); сбор и удаление жидких отходов (численность населения, проживающего в неканализованных домах, число учреждений и предприятий культурно-бытового назначения в неканализованных районах города, объем отходов, удаляемых спецавтохозяйством по отчетным данным за год, организация и себестоимость работ по удалению отходов); методы обезвреживания ТБО (техническое состояние установок и сооружений по обезвреживанию отходов, их соответствие экологическим и санитарным требованиям, мощность, площадь участков, размещение в плане города, стоимость обезвреживания отходов); уборка городских территорий (организация работ, методы, парк уборочных машин, уровень механизированной уборки, режимы

зимних и летних уборочных работ, площадь уборки, сооружения); базы специальных транспортных средств (мощность, размещение, площадь участка, инженерное оборудование и благоустройство, характеристики зданий и сооружений, их соответствие экологическим, санитарным и техническим требованиям).

Технологическая часть схемы. Эта часть состоит из следующих разделов: очистка города от твердых отходов, сбор, удаление жидких бытовых отходов; уборка городских территорий; базы специальных механизмов и машин для очистки и уборки города.

Раздел «Очистка города от твердых отходов» содержит рекомендации по сбору, удалению и обезвреживанию ТБО и включает следующие подразделы.

Система и организация работ по санитарной очистке. Здесь решаются вопросы введения и совершенствования плано-регулярной системы санитарной очистки, устанавливается очередность охвата территорий этой системой, режимы работы и периодичность вывоза отходов, объемы работ по проектным периодам, разделяется город по районам очистки.

Состав, свойства и нормы накопления твердых отходов. Здесь дается санитарно-гигиеническая характеристика отходов, рассматриваются свойства отходов (состав, средняя плотность, влажность, удобствительные качества и тепловорная способность) в настоящее время и прогноз их изменения на расчетный срок. Обосновываются принятые на проектные сроки индивидуальные и общие нормы накопления различных видов отходов. При определении количества расчетных единиц используются данные генеральных планов городов или соответствующие нормы СНиП II-60-75*.

Расчеты накопления бытового мусора и отходов учреждений и предприятий обслуживания. Для создания единой системы санитарной очистки при определении объемов накапливающихся отходов следует учитывать число жителей и сеть культурно-бытовых учреждений не только города, но и пригородной зоны и населенных пунктов, входящих в городскую агломерацию.

Система сбора и удаления бытовых отходов. Приводятся характеристика и технико-экономическая оценка методов сбора и удаления бытового мусора и отходов учреждений и предприятий обслу-

живания, рассматривается возможность их применения в данном городе с учетом степени благоустройства и этажности зданий и требований комплексной механизации работ по санитарной очистке.

На основании произведенных расчетов, а также сравнения вариантов устанавливаются оптимальные методы очистки и районы их применения на проектные периоды. Для вывозной системы очистки даются расчеты среднесуточного накопления бытовых отходов, потребного числа мусоросборников. Указываются основные принципы размещения сборников на жилой территории и способы их мойки. С учетом расселения жителей по районам очистки распределяется годовое накопление отходов по принятым способам сбора и удаления.

Транспортировка бытовых отходов. В соответствии с рекомендуемыми методами сбора на основании технико-экономического сравнения выбирается транспортная схема удаления бытовых отходов. При прямой транспортировке и применении мусороперегрузочных станций обуславливается выбор транспортных средств, определяется потребность в мусоровозах каждого типа, их производительность и объем вывозимых отходов. Приводятся расчеты по определению типа и числа транспортных средств для удаления крупногабаритных отходов. Указываются усредненные расстояния от центра каждого жилого района, входящего в район очистки, до конечного пункта вывоза и годовое накопление отходов для этого жилого района.

При рассмотрении варианта с устройством мусороперегрузочных станций обосновываются выбор типа станций и число постов разгрузки в зависимости от требуемой производительности станций и объемов отходов, перегружаемых на них в большегрузные мусоровозы, определяется среднее расстояние до станции и от нее до места обезвреживания бытовых отходов, приводятся рекомендации по размещению станций в плане города. На расчетный срок анализируется возможность осуществления в условиях данного города пневматического транспортирования отходов.

Обезвреживание бытовых отходов. Приводятся данные о существующих методах обезвреживания, обосновывается выбор метода обезвреживания с учетом санитарных и экологических требований, состава, влажности, теплотехнических и удобствительных

качеств бытовых отходов в настоящее время и на перспективу. Указывается размещение сооружений в плане города и их районы обслуживания, ориентировочные площади участков и размеры санитарно-защитной зоны, расчетная производительность, технологическая схема сооружений, методы обезвреживания отходов и возможные потребители продуктов их переработки.

В пояснительной записке приводится характеристика участков, где предполагается размещение сооружений по обезвреживанию отходов, указывается численность обслуживающего персонала, необходимого основного оборудования, машин и механизмов.

Сбор, транспортирование и использование пищевых отходов. Приводятся рекомендации по организации раздельного сбора пищевых отходов, данные о нормах накопления их в жилых домах, о средней плотности пищевых отходов. Устанавливаются потребители пищевых отходов, необходимость в сооружениях специальных установок по переработке пищевых отходов и места их размещения в плане города. Обосновывается выбор типов и числа сборников и специальных транспортных средств для вывоза пищевых отходов. Определяются среднее расстояние вывоза пищевых отходов на сооружения по переработке или на откормочные хозяйства, производительность транспортных средств и районы обслуживания.

Могут быть предусмотрены регулярный сбор и транспортировка крупногабаритных отходов по системе съемных кузовов-накопителей.

В разделе «Сбор, удаление жидких бытовых отходов» устанавливаются нормы и объем накопления жидких отходов из неканализованных жилых и общественных зданий; обосновывается выбор способа их удаления; определяются тип и необходимое число ассенизационных машин, среднее расстояние вывоза, режим работы и среднесуточная производительность спецтранспорта; рассчитывается число сливных станций, их производительность, тип; намечаются участки их размещения в плане города и санитарно-защитные зоны.

В разделе «Уборка городских территорий» предусматриваются мероприятия по осуществлению механизированной уборки улиц, дорог, тротуаров. Указываются исходные данные для расчетов по уборке городских территорий: площадь механизированной уборки, нормы

и объекты накопления уличного смёта, общее количество смёта; определяются задачи летней уборки городских территорий, включая подметание, поливку, мойку; обосновывается выбор типов машин и механизмов для летней уборки, определяется их количество на первую очередь, расчетный срок; определяются места размещения пунктов для заправки поливомоечных машин. В разделе устанавливаются перечень и очередность работы по зимней уборке, сроки выполнения отдельных видов работ, определяются объемы работ по выполнению первой и второй и т. д. очередей уборки, а также типы и число снегоуборочных машин, механизмов и организация их работы. С учетом средней высоты выпадающего слоя снега и повторяемости снегопадов решается комплексная схема снегоудаления, рекомендуются типы, размещение и пропускная способность установок для приема и удаления снега, а также пескобаз. На перспективу может рассматриваться возможность использования снеготаялок, сплава снега в канализацию, подогрева отдельных участков дорог и других методов снегоудаления. Данные предложения согласуются с перспективными разработками по вопросам развития канализации и инженерного благоустройства дорог в городе.

В разделе «База специальных машин и механизмов для очистки и уборки города» приводятся данные об общем числе мусоровозов, ассенизационных машин, машин для уборки территорий по очередям развития; определяется мощность баз для хранения и технического обслуживания спецавтотранспорта; намечаются участки для их строительства в плане города.

В технико-экономической части схемы содержатся данные, положенные в основу расчета определения технико-экономических показателей, расчет капитальных вложений на организацию санитарной очистки и уборки по очередям развития и основных затрат на строительство сооружений для сбора, транспортирования и обезвреживания твердых и жидких отходов, приобретения мусоровозов, ассенизационных машин, машин для уборки. Основой расчетов технико-экономических показателей являются данные предыдущих разделов схемы по мощности парка спецавтомашин, количеству и мощности предприятий по обезвреживанию, сливных станций, баз для ремонта и хранения спецавтомашин, пескобаз и других объектов. Устанавливаются ос-

новные качественные и количественные показатели схемы.

Заключительная часть. Излагаются основные выводы и рекомендации по совершенствованию санитарной очистки и уборки города, даются объемы работ, кратная характеристика предполагаемых сооружений по обезвреживанию отходов и баз спецавтомашин, их размещения в плане города. Приводятся данные о числе машин, механизмов и ориентировочном объеме капитальных вложений.

В графическую часть схемы входят: генеральная схема санитарной очистки и уборки города в масштабе 1 : 25 000 (раздельно первая очередь и расчетный срок), на которой указываются районы очистки, жилые районы, где применяются различные методы удаления отходов, сооружений по обезвреживанию отходов, размещению потребителей продуктов переработки отходов, базы спецавтотранспорта, сливные станции и другие сооружения по санитарной очистке и уборке городов, приводятся основные технико-экономические показатели схемы (годовое накопление бытовых отходов, усредненные расстояния от центров районов обслуживания до мест обезвреживания, объем перевозок, число мусоровозов в целом по городу и по районам очистки). Схемы районирования и размещения сооружения по очистке на первую очередь развития с указанием условными обозначениями границ города, планировочных и административных районов и районов очистки, мест обезвреживания ТБО и жидких отходов (существующих, ликвидируемых и проектируемых), потребителей продуктов переработки отходов, баз спецавтотранспорта, средних расстояний от центров планировочных районов до сооружений по обезвреживанию, объемов удаляемых за год из них отходов, технико-экономических показателей.

Схемы районирования и размещения сооружений по очистке на расчетный срок (схемы аналогичны схемам для первой очереди развития, дополнительно указываются районы перспективного строительства). Схема организации летней уборки городских территорий на первую очередь и расчетный срок с указанием площадей, подлежащих систематической механизированной уборке, размещения пунктов заправки машин водой; схема организации зимней уборки городских территорий на первую очередь и расчетный срок с указанием размещения пескобаз, снегосвалок и других рекомендуемых сооружений

для транспортирования и ликвидации снега; ситуационные планы размещения сооружений очистки (полигонов, мусороперерабатывающих, мусоросжигательных заводов, сливных станций, баз специальных машин и механизмов) с указанием ориентировочного размещения сооружений, размеров участка; схема планировки участков сооружений для обезвреживания твердых отходов (первая очередь развития) с размещением отдельных элементов застройки и их основных размеров.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМА РАБОТ ПО САНИТАРНОЙ ОЧИСТКЕ ДОМОВЛАДЕНИЙ

Объем работ по санитарной очистке города определяется количеством бытовых отходов, накапливающихся в жилой застройке. Правильное определение этого количества необходимо для расчета потребности в увеличении мощности предприятий саночистки, размера капиталовложений как на приобретение машин, так и на строительство и расширение сооружений по обезвреживанию и утилизации отходов. При определении общего объема накопления отходов следует учитывать, что его изменение во времени зависит не только от численности населения, но и от изменения степени благоустройства жилых и общественных зданий, развития общественного питания, расширения общественных форм быта, повышения культуры производства товаров и торговли и др.— все это влияет как на место образования отходов, снижая накопление отходов в жилых зданиях за счет увеличения удельного веса общественных объектов, так и на общее количество отходов, образующихся в городе.

Исходными данными являются прогноз развития отраслей городского хозяйства, определяющих социальное развитие города и уровень отрасли санитарной очистки. В каждом из видов объектов накопления, в жилых домах разной степени благоустройства и в каждом из видов объектов общественного назначения количество отходов определяется отдельно. Основу для такого расчета составляют дифференцированные нормы накопления отходов. Эти нормы разрабатываются на основе обработки результатов экспериментального замера фактического количества накапливающихся отходов, обычно

утверждаемого решением Горисполкома. Изменение значений норм на перспективу прогнозируется на основе изучения закономерности изменения физических свойств отходов, объема, морфологического, фракционного состава и влажности.

Количество отходов, образующихся в жилых домах, определяется по каждому типу жилых зданий. В зависимости от факторов, влияющих на образование отходов, жилищный фонд классифицируется по степени благоустройства домов: полностью благоустроенные дома с водопроводом, канализацией, центральным отоплением, не имеющие отходов отопления; неблагоустроенные дома: без водопровода и канализации, печное отопление. Для определения количества отходов в жилищном фонде необходимо иметь данные о планируемом развитии жилищного фонда, т. е. сведения о жилой площади по степени благоустройства зданий, а также планируемый уровень обеспеченности населения жильем.

Уровень обеспеченности жильем α_0 измеряется количеством площади, приходящейся на единицу населения:

$$\alpha_0 = \sum_l S_l / N,$$

где S_l — жилая площадь с l -м типом благоустройства зданий; $\sum_l S_l$ — общая жилая площадь в городе.

Считая, что уровень обеспеченности жильем не зависит от степени благоустройства зданий, определим число жителей N_l в l -м типе жилищного фонда:

$$N_l = S_l / \alpha_0$$

и соответствующее количество бытовых отходов:

$$Q_{ol} = v_{ol} N_l,$$

где v_{ol} — дифференцированная норма годового накопления бытовых отходов на одного жителя в l -м типе жилищного фонда.

Общий объем накопления отходов в жилых домах города равен:

$$Q_0 = \sum_l Q_{ol}.$$

Для определения объемов накопления в объектах общественного назначения используются данные о развитии соответствующих отраслей из комплексного плана развития города. Пусть B_p — значение показателя, характеризующего развитие p -го вида объектов. Тогда ко-

личество отходов Q_p , образующихся за год на этом объекте, можно определить по формуле

$$Q_p = v_p B_p (p = 1, 2, \dots, m),$$

где v_p — дифференцированная норма годового накопления на единицу мощности p -го вида объектов.

Для расчета объема накопления бытовых отходов необходимо провести следующие расчеты. Определить численность населения на перспективу.

Численность населения в городе в k -м году планирования будет

$$N^k = N^0 + k\Delta N,$$

где N^0 — численность населения в начале периода, тыс. чел.; ΔN — прогнозируемый ежегодный прирост.

Общая площадь жилищного фонда S^k , тыс. м², в k -м году планирования составит

$$S^k = \sum_l S_l^k,$$

где S_l^k — общая площадь по типу благоустройства зданий l , тыс. м²; $k = 1, 2, \dots, n$ — периоды планирования.

Число жителей, проживающих в l -м типе жилых зданий в k -м году, будет

$$N_l^k = S_l^k / S^k N^k,$$

где S_l^k — общая площадь по типу благоустройства зданий l , тыс. м²; S^k — общая площадь жилого фонда в k -м году, тыс. м²; N^k — численность населения в городе в k -м году, тыс. чел.

Количество отходов, образующихся в l -м типе жилищного фонда в k -м году, можно выразить формулой

$$Q_{ol}^k = v_{ol} N_l^k,$$

где v_{ol} — дифференцированная норма накопления бытовых отходов для l -го типа жилого фонда, м³/год на 1 чел.; N_l^k — число жителей, проживающих в l -м типе жилых зданий в k -м году, тыс. чел.

Общее количество отходов Q_0^k , тыс. м³, накапливающихся в жилищном фонде в k -м году, будет:

$$Q_0^k = \sum_l Q_{ol}^k,$$

где Q_{ol}^k — количество отходов, образующихся в l -м типе жилищного фонда в k -м году, тыс. м³.

Количество отходов Q_p^k , тыс. м³, образующихся в p -м виде общественного объекта в k -м году, можно представить в виде зависимости

$$Q_p^k = v_p B_p^k,$$

где v_p — дифференцированная норма годового накопления бытовых отходов для p -го вида общественного объекта, м³ на единицу мощности; $p=1, 2, \dots, m$ (m — число общественных объектов).

Общий объем отходов в городе в k -м году будет

$$Q^k = \sum_{p=1}^m Q_p^k,$$

где Q_p^k — количество отходов, образующихся в p -м виде общественного объекта в k -м году, тыс. м³.

Общий объем годового накопления отходов в городе складывается из объема отходов в жилищном фонде Q_0 и в каждом виде общественных объектов Q_p :

$$Q = Q_0 + \sum_{p=1}^m Q_p.$$

ВЫБОР СИСТЕМЫ СБОРА И УДАЛЕНИЯ ОТХОДОВ

Для перспективного планирования и прогнозирования производят комплексную технико-экономическую оценку отобранных технологических схем на основе принципов системного анализа с помощью составления матриц ранжированных показателей. Каждая принятая для анализа технологическая схема называется альтернативой решения задачи сбора и удаления мусора. Выбранные схемы оценивают с помощью разработанных для сравнения показателей, которым в зависимости от их значимости для характеристики технологических схем назначается номер ранга, т. е. отводится соответствующее место в матрице ранжированных показателей.

При рассмотрении проблемы выбора систем сбора и удаления мусора с позиции системного анализа можно выделить следующие показатели, характеризующие системы.

Полные удельные затраты — Z , связанные с реализацией системы и учетом затрат на ее оснащение, которые определяют по формуле

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Z_{ij},$$

где $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Z_{ij}$ — сумма приведенных удельных затрат, необходимых для выполнения операции и процессов, связанных с работой системы; i — номер процесса или подсистемы; j — номер операции.

В свою очередь приведенные затраты на выполнение j -й операции i -го процесса подсистемы Z_{ij} можно представить в виде:

$$Z_{ij} = C_{ij} + E_n K_{ij}.$$

Показатель Z — полные удельные затраты — является наиболее существенным при оценке качества альтернативы, поэтому ему присваивается первый номер в ранжированной последовательности. Показателем второго ранга может быть выбрана величина T — удельные трудозатраты, характеризующая трудозатраты в человеко-часах, связанные с рассматриваемой альтернативой. Эту величину определяют по формуле

$$T = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m T_{ij},$$

где T_{ij} — удельные затраты, необходимые для выполнения j -й операции i -го процесса (в чел.-ч), т. е. соответствующее необходимое число чел.-часов для удаления 1 м³ мусора по элементам процессов.

Показателем третьего ранга выбираем уровень механизации — Y , соответствующий выполнению работ по рассматриваемой альтернативе, который определяют по формуле

$$Y = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \frac{Q_{1ij}}{Q_{2ij}} \eta_{ij},$$

где Q_{1ij} — трудоемкость (в чел.-ч) при выполнении работ вручную, соответствующая механизированным j -м операциям i -х процессов; Q_{2ij} — эквивалентная трудоемкость (в чел.-ч) при выполнении операций всех процессов немеханизированным способом.

Показателем четвертого ранга выбираем показатель, характеризующий металлоемкость системы M , который определяют по формуле

$$M = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_{ij},$$

где M_{ij} — удельная металлоемкость, соответствующая выполнению j -й операции i -го процесса, т. е. отношение количества металла (в т), затраченного на изготовление технических средств, необходимых для данной операции, к количеству мусора (в м³), удаляемому за один год.

Показатель пятого ранга (O) оценивает оперативность системы, т. е. быстроту ее действия. Показатель O может быть оценен отношением длительности рабочего цикла, соответствующего выполнению свойственных рассматриваемой системе j -х операций для осуществления i -х процессов, к количеству мусора Q_m , m^3 , удаляемому за рабочий цикл:

$$O = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \tau_{ij} / Q_m,$$

где τ_{ij} — длительность выполнения j -й операции i -го процесса, ч.

Для сравнительной оценки систем необходимо дать характеристику выбранным показателям в зависимости от их влияния на эффективность системы. Если увеличение показателя оказывает положительное влияние на эффективность системы, то он характеризуется как прогрессивный. Если же увеличение показателя отрицательно сказывается на эффективности системы, то он оценивается как непрогрессивный. Из рассматриваемых нами показателей прогрессивным является только показатель уровня механизации $У$.

Оценивают новую систему, т. е. рассматриваемую альтернативу, с помощью критерия технического уровня K_T , определяемого по формуле

$$K_T = \sum_{i=1}^N K_{ni} \varphi(i) / \sum_{i=1}^N \varphi(i),$$

где K_{ni} — отношение числовых значений соответствующих показателей сравниваемых систем; $\varphi(i)$ — нормирующая функция, определяющая удельный вес показателя при оценке эффективности системы.

В свою очередь нормирующую функцию $\varphi(i)$ определяют по формуле

$$\varphi(i) = i/2^{i-1},$$

где i — номер показателя в ранжированной последовательности ($i=1, 2, \dots, N$).

Результаты сравнения системы сменных мусоросборников с использованием мусоровоза М-30 и системы несменяемых мусоросборников с механизированным их опорожнением в кузовные мусоровозы КО-404 и М-50 по рассмотренной методике приводится на рис. 31, 32. Приведенные в данном разделе данные носят иллюстративный характер, так как они основаны на средних показателях систем и не учитывают местных условий.

Кроме того, на результаты расчетов в каждый определенный период времени будут влиять изменения цен на те или иные материалы, изменение зарплаты работающих, а также модернизация конструкции сборников и мусоровозов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ И МЕСТ РАСПОЛОЖЕНИЯ МУСОРОПЕРЕГРУЗОЧНЫХ СТАНЦИЙ (МПС)

Организация сбора и вывоза ТБО в условиях постоянно увеличивающегося расстояния до мест обезвреживания с использованием мусороперегрузочных станций дает экономии на себестоимости вывоза с весьма незначительного расстояния от района обслуживания около 5—10 км, в то время как места обезвреживания удалены во многих случаях на значительно большие расстояния. Однако преимущества использования МПС более эффективно могут быть использованы, если из возможных намечаемых по градостроительным, экологическим, санитарным и другим местным условиям мест расположения выбрать оптимальное. Располагать МПС необходимо также с учетом объемов накопления в обслуживаемых участках (зависящих от плотности застройки, численности населения и других факторов), а также намечаемого месторасположения и мощности предприятий по обезвреживанию. Одним из определяющих факторов является расстояние от источника образования отходов до МПС. При этом для упрощения расчетов обслуживаемые участки целесообразно подразделить на условные районы, ограниченные дорогами или естественными преградами. Такие районы выделяют на плане города.

Для получения достаточной точности при расчетах рекомендуется условные районы выделять не слишком большими, для города с населением до 1 млн. чел. — около 10—20 тыс. жителей, для более крупных городов — 30—60 тыс. Расстояние до МПС измеряется курвиметром от условного центра района. Тогда число источников образования отходов (поставщиков) не будет превышать 100, в крайнем случае 200 условных единиц.

Задачи определения мощности и месторасположения МПС формулируются следующим образом. Введем обозначения:

n — число источников образования отходов;
 a_i — мощность i -го источника ($i=1, 2, \dots, n$);
 r — число возможных пунктов размещения МПС;
 z_k — мощность k -й МПС ($k=1, 2, \dots, r$);
 m — число пунктов переработки или обезвреживания (ПП);
 b_j — мощность j -го ПП ($j=1, 2, \dots, m$);
 c_{ik} — удельные затраты на транспортировку от i -го источника до k -й МПС;
 C_{kj} — удельные затраты на транспортировку от k -й МПС до j -го ПП;
 S_k — приведенные удельные затраты на перегрузку в k -й МПС;
 X_{ik} — грузопоток из i -го источника к k -й МПС;
 X_{kj} — грузопоток от k -й МПС к j -му ПП.

Требуется достичь минимума суммарных приведенных затрат на доставку груза от источников к пунктам переработки или обезвреживания отходов F :

$$F = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^r C_{ik} X_{ik} + \sum_{k=1}^r S_k Z_k \sum_{k=1}^r \sum_{j=1}^m X_{kj}$$

Это равенство верно при условиях:
 полного обслуживания источников

$$\sum_{k=1}^r X_{ik} = a_i \quad (i = 1, 2, \dots, n);$$

ограниченности мощности МПС

$$\sum_{i=1}^n X_{ik} \leq Z_k \quad (k = 1, 2, \dots, r);$$

баланса выходящих и входящих грузопотоков в k -й МПС

$$\sum_{i=1}^n X_{ik} = \sum_{j=1}^m X_{kj} \quad (k = 1, 2, \dots, r);$$

ограниченности мощности потоков ПП

$$\sum_{k=1}^r X_{kj} \leq b_j \quad (j = 1, 2, \dots, m);$$

неотрицательности переменных

$$X_{ik} \geq 0 \quad (X_{kj} \geq 0).$$

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ЧИСЛА, ЕДИНИЧНОЙ МОЩНОСТИ И МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ СПЕЦАВТОХОЗЯЙСТВА ПО УБОРКЕ И САНИТАРНОЙ ОЧИСТКЕ

Значительное расширение территории городов и увеличение потребности в спецавтомобилях по уборке и санитарной очистке обуславливают необходимость перспективного размещения новых спецавтохозяйств и уточнения размера существующих. При организации новых, а также расширении и реконструкции действующих спецавтохозяйств требуется всесторонне сопоставить экономическую целесообразность комплексных и кооперированных спецавтотранспортных предприятий.

Комплексным является такое спецавтохозяйство, в функции которого входит полный объем работ по хранению, эксплуатации спецавтомашин, их техническому обслуживанию и текущему ремонту. Большинство спецавтохозяйств, осуществляющих в настоящее время уборку и санитарную очистку городов, являются комплексными. Создание кооперативных спецавтохозяйств предполагает укрупнение и территориальное сосредоточение автохозяйств единого подчинения с целью введения более прогрессивной формы организации гаражного хозяйства, предусматривающей в первую очередь централизацию технического обслуживания и ремонта подвижного состава. Достичь этого можно созданием укрупненных базовых спецавтохозяйств с филиалами на других территориях.

В укрупненных базовых спецавтохозяйствах проводятся сложные текущие ремонты (ТР) и техническое обслуживание № 2 (ТО-2) с полной их централизацией. Филиалы этих спецавтохозяйств называются гаражами-стоянками, в них организовано главным образом хранение, ежедневное обслуживание (ЕО) и техническое обслуживание № 1 (ТО-1), а также некоторый объем текущего ремонта (до 25 %).

Задача по определению оптимального числа, типа, единичной мощности и наиболее рациональному размещению спецавтохозяйств может быть поставлена и решена, если известны следующие исходные данные: потребность в спецавтомобилях разных типов для отдельных районов (планировочных зон) города; места расположе-

ния существующих спецавтохозяйств и стоянок-филиалов и места возможного расположения новых, отвечающие градостроительным, экологическим, санитарным и другим требованиям; размерный ряд спецавтохозяйств по мощности и для каждой мощности расходы на техническое обслуживание ТО и текущий ремонт ТР, накладные расходы и удельные капвложения; возможное изменение мощности существующих спецавтохозяйств их реконструкции; величина годовых затрат на нулевые пробеги спецавтотранспорта от всех пунктов размещения спецавтохозяйств до участков обслуживания.

Необходимо найти вариант размещения и единичной мощности спецавтохозяйств, при котором общая сумма приведенных эксплуатационных затрат, зависящая от размещения, при полном удовлетворении потребности города в спецавтомобилях была бы минимальной.

Примем следующие обозначения:

- n — число участков уборки, пользующихся спецавтомобилями;
- b_j — потребность в спецавтомобилях j -го участка ($j=1, 2, \dots, n$);
- m — число возможных пунктов размещения спецавтохозяйств;
- a_i — мощность i -го спецавтохозяйства ($i=1, 2, \dots, m$);
- μ — варианты спецавтохозяйств по мощности ($\mu=1, 2, \dots, l$);
- A_i^{\max} — максимальная мощность i -го спецавтохозяйства;
- A_i^{\min} — минимальная мощность i -го спецавтохозяйства;
- C_i^μ — приведенные эксплуатационные затраты на единицу парка спецавтомашин в год i -го спецавтохозяйства μ -й мощности;
- P_{ij} — расход на нулевой пробег одной спецавтомашин в год, связанный с подачей их на j -й участок и возвратом соответственно в i -е спецавтохозяйство;
- X_{ij} — число спецавтомобилей, подаваемых на j -й участок из i -го спецавтохозяйства.

Требуется достичь минимума функции затрат

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (C_i^\mu + P_{ij}) X_{ij},$$

при условиях:
удовлетворенности j -го участка в спецавтомобилях:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = b_j (j = 1, 2, \dots, n),$$

ограниченности мощности i -го спецавтохозяйства:

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = a_i \leq A_i^{\max} (i = 1, 2, \dots, m);$$

неотрицательности автомобилепотоков:

$$X_{ij} \geq 0,$$

В случае решения задачи размещения и рациональной мощности кооперированных спецавтохозяйств — базовых хозяйств и гаражей-стоянок задача формулируется следующим образом.

Введем обозначения:

- m — число участков уборки, пользующихся спецавтомобилями;
- b_i — потребность в спецавтомобилях i -го участка ($i=1, 2, \dots, m$);
- n — число возможных пунктов размещения гаражей-стоянок;
- y_j — мощность j -го гаража-стоянки;
- r — число возможных пунктов размещения базовых спецавтохозяйств;
- Z_k — мощность k -го базового спецавтохозяйства ($k=1, 2, \dots, u$);
- μ — варианты гаражей-стоянок по мощности ($\mu=1, 2, \dots, l$);
- N_j^{\max} — максимальная мощность j -го гаража-стоянки;
- N_j^{\min} — минимальная мощность j -го гаража-стоянки;
- C_j^μ — приведенные эксплуатационные затраты на одну спецавтомашину в год j -го гаража-стоянки μ -й мощности;
- h_{zj} — затраты на нулевой пробег одной спецавтомашин в год, связанные с подачей их в i -й микрорайон и возвратом соответственно в j -ю гараж-стоянку;
- γ — варианты базовых спецавтохозяйств по мощности ($\gamma=1, 2, \dots, \rho$);
- M_k^{\max} — максимальная мощность k -го базового спецавтохозяйства;
- M_k^{\min} — минимальная мощность k -го базового спецавтохозяйства;
- S_k^γ — приведенные эксплуатационные затраты на одну спецавтомашину в год k -го базового спецавтохозяйства γ -й мощности;
- h_{jh} — затраты на пробег одной спецавтомашин в год от j -го гаража-стоянки до k -го базового спецавтохозяйства и обратно;
- X_{ij} — число спецавтомашин, подаваемых в i -й микрорайон потребления из j -го гаража-стоянки;
- X_{jh} — число спецавтомашин, подаваемых в j -й гараж-стоянку из k -го базового спецавтохозяйства.

Требуется достичь минимума функции затрат:

$$F = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n (C_j^\mu + h_{ij}) X_{ij} + \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r (S_k^\gamma + h_{jk}) X_{jk},$$

при условиях:
удовлетворенности i -го микрорайона в потребности в спецавтомобилях

$$\sum_{j=1}^n X_{ij} = b_i (i = 1, 2, \dots, m),$$

ограниченности мощности j -го гаража-стоянки:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} = y_j \leq N_j^{\max} \quad (j = 1, 2, \dots, n),$$

удовлетворенности спецавтомашин j -го гаража-стоянки в проведении ТО-2 и 75 % объема ТР:

$$\sum_{k=1}^r X_{jk} = y_j \quad (j = 1, 2, \dots, n),$$

ограниченности мощности k -го базового спецавтохозяйства:

$$\sum_{j=1}^n X_{jk} = Z_k \leq M_k^{\max} \quad (k = 1, 2, \dots, r),$$

неотрицательности автомобилепотоков:

$$X_{ij} \geq 0, \quad X_{jk} \geq 0.$$

Решение задач основано с некоторыми изменениями на «Методе последовательного перерасчета издержек», позволяющем учесть нелинейность изменения приведенных эксплуатационных затрат на единицу подвижного состава в зависимости от мощности спецавтохозяйств, и сведено к транспортной задаче линейного программирования.

4. ОЗЕЛЕНЕНИЕ ГОРОДА

ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДОВ

Формирование систем озелененных территорий городов и других населенных мест — один из важных путей решения поставленной Программой партии задачи создания наиболее благоприятных условий труда, быта и отдыха для населения нашей страны. Постоянное внимание к этим вопросам партии и правительства нашло отражение в соответствующих постановлениях*. Так, в постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об усилении охраны природы и улучшении использования природных ресурсов» говорится о необходимости обеспечить проведение работ по расширению в городах и пригородных зонах площади зеленых насаждений, со-

* О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов. Постановление Верховного Совета СССР, 20 сентября 1972 г. Справочник партийного работника. Вып. 13. — М.: Политиздат, 1973, с. 88—93.

здать новые парки, сады, скверы, бульвары, защитные зеленые зоны и лесопарки, особенно на рекультивируемых землях. Озеленение городов осуществляется по единому государственному плану и является важной составной частью общего комплекса градостроительства и городского хозяйства.

Задача формирования системы озелененных пространств города и пригородной зоны отличается высокой степенью сложности, что объясняется: сложностью процессов, происходящих в городах в условиях активного взаимодействия антропогенной и природной среды; тесной зависимостью от процессов развития городов, сокращения озелененных пространств при расширении застроенных территорий; множеством элементов, составляющих систему озеленения, разнообразием их типов, подвижностью границ озеленения; разнообразием и малоизученностью факторов, оказывающих формирующее воздействие на систему (таких, например, как экологические, социальные, технические и т. д.); разнообразием функций, которые несут на себе озелененные пространства и которые могут находиться в конфликтных отношениях между собой (например, массовый отдых и охрана природы), динамичностью озелененных пространств, каждое из которых находится в состоянии биологического развития, подвержено сезонным циклам, эксплуатируется в соответствии с недельными и суточными циклами и т. д.

Задачи формирования озелененных пространств связаны с проектированием как отдельных озелененных территорий города (сад, бульвар, парк), так и крупных объектов (загородные зоны отдыха, садово-парковые комплексы) и систем озелененных пространств различного ранга. При формировании систем озелененных территорий следует учитывать их дифференциацию в соответствии с теми градостроительными уровнями, в пределах которых они формируются: 1-й уровень — зеленые пространства регионального значения (лесные массивы, национальные парки); 2-й — озелененные пространства групповых систем населенных мест (единые для группы озелененные рекреационные территории, парки, лесопарки); 3-й — озелененные пространства общегородского значения (озелененные территории для кратковременного отдыха, лесопарки зеленого пояса города, городские парковые системы); 4-й — озелененные пространства,

сфера влияния которых распространяется на планировочный или административный район города, группу смежных жилых районов, центр города (районный парк культуры и отдыха, лесопарк, озелененные набережные, улицы); 5-й уровень — озелененные пространства, сфера влияния которых ограничена жилым районом (сад жилого района, бульвар на жилой улице, сквер и пр.).

В настоящей работе рассматриваются в основном три последних уровня формирования зеленых пространств. Рост объема зеленого строительства и затрат на их реализацию, сложные экологические, санитарно-защитные, культурные, эстетические и другие функции озелененных территорий, сокращение сроков проектирования — все это требует совершенствования методики проектирования озелененных пространств, четкой постановки задач на каждом этапе их формирования, поиска оптимальных решений и путей реализации этих решений.

Современные тенденции в формировании озелененных территорий городов характеризуются переходом от проектирования и создания отдельных объектов озеленения, таких, как сады, парки, бульвары, к проектированию и созданию крупных взаимосвязанных систем озелененных территорий. Все больше значения придается крупным зеленым массивам. В СНиП II-60-75* предусматривается создание единой системы озелененных территорий с учетом величины и народнохозяйственного профиля города, его планировочной структуры, архитектурно-пространственной композиции застройки и местных природно-климатических условий. Этот документ нормирует площадь зеленых насаждений общего пользования в городах, поселках и жилых районах, а также площадь территорий, занятых лесом в лесопарках, и др.

Система озеленения города и взаимосвязанной группы городов должна строиться с учетом единства и территориальной непрерывности всех ее элементов, она должна быть гибкой, способной реагировать на происходящие и будущие изменения среды и развивающиеся градостроительные процессы. Наряду с озеленением центров городов, жилых районов, промышленных территорий предусматривается озеленение территорий, из которых формируются санитарно-защитные и рекреационные зоны, ПКиО, сады и парки научно-исследовательского назначения (такие, как ботанический сад и зоологический парк, парки-выставки и т. п.). Характер озеленения

зависит от величины города, его индивидуальных особенностей, обуславливаемых местоположением и историческим формированием города, наличием ценных историко-архитектурных памятников, а также от территориальных ресурсов города, его народнохозяйственного профиля и др.

Научно-техническая революция оказывает все большее влияние на природное окружение, в котором существуют наши города и агломерации. Это такие процессы, как изменение теплового баланса и химического состава атмосферы, изменение режима грунтовых вод, засорение почвенного слоя хозяйственными и бытовыми отходами и т. п. Вместе с тем становится очевидным, что обеспечить благоприятные условия для жизни городского населения, труда, быта и отдыха трудящихся без таких естественных компонентов среды, как растения, невозможно. Развитие городов и технический прогресс способствуют обеспечению связей с природным окружением на более высоком уровне. Многие советские города являются убедительными примерами радикального улучшения исходной природной ситуации.

В связи с тем, что развитие, реконструкция и обновление городов являются постоянным процессом, работа над формированием систем озелененных территорий в городах также будет непрерывно продолжаться. Имеющиеся исследования позволяют предполагать, что формирование систем озелененных территорий пойдет по двум главным направлениям. Первое из них связано с использованием экологических закономерностей при создании крупных зон отдыха и лесопарков на базе пригородных лесных массивов, в которых в основном сохраняется комплекс исходных природных условий. Второе направление — формирование «искусственных» ландшафтов там, где городское окружение, высокие рекреационные и технические нагрузки, специфические формы использования земли не позволяют базироваться только на природной основе. Этот второй путь находит все большее применение при рекультивации нарушенных земель, строительстве городов в степной местности, среди пустынь, при посадке насаждений на искусственных грунтах, в садах и скверах, «зажатых» застройкой.

При современных быстрых темпах развития городов и систем расселения, большом размахе зеленого строительства, коротких сроках проектирования и строитель-

ства надо анализировать сложный комплекс исходных данных самого различного характера, обеспечивая градостроительный подход решения проблемы. При таком подходе можно добиться положительных результатов формирования систем озелененных территорий в городах и во взаимосвязанных группах населенных мест.

Формирование системы озелененных пространств в соответствии с требованиями комплексной архитектурно-планировочной и пространственной организации территории города осуществляется во всех его структурно-планировочных частях. В процессе градостроительного проектирования задачи формирования системы озелененных территорий на уровне города и его пригородной зоны решаются на стадии генерального плана и предшествующих ему ТЭО, на стадии ПДП центров, жилых районов, микрорайонов. На уровне групповых систем населенных мест эти задачи в более широком социально-экономическом, народнохозяйственном плане решаются на стадии районной планировки. Современные условия развития городов в групповых системах взаимосвязанных населенных мест позволяют разрабатывать проблему формирования озелененных территорий в пределах всей системы, начиная с города-центра.

Несмотря на значительный объем работ по озеленению, уровень озелененности городов еще недостаточен, не достигает во многих городах нормы, установленной СНиП (насаждения общего пользования в РСФСР составляют $10,3 \text{ м}^2$ на одного жителя при норме 12 м^2). Задача заключается в том, чтобы схемы озеленения на уровне генерального плана городов подкреплялись проектами детальной планировки всех предусматриваемых под озеленение территорий, а также в устранении недостатков в перспективном планировании озеленения городов, нельзя допускать застройку озелененных ранее участков. Существующая система ежегодного планирования работ по озеленению в виде контрольных цифр по количеству высаженных растений не отвечает современным требованиям проектирования, не отражает общего состояния и тенденций развития системы озеленения города, особенностей реконструкции существующих объектов озеленения, целевого назначения вновь создаваемых насаждений. Финансирование работ по озеленению городов, развитие производственных баз должно соответствовать уровню современных требований.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Система озеленения — совокупность озелененных территорий различного функционального назначения, объединенных во взаимосвязанную систему в планировочной и пространственной структуре города и групповых систем населенных мест. Зеленые насаждения современного города являются сложной системой и подразделяются на ряд категорий, имеющих специфические функции. Как указывалось, зеленые насаждения эффективно выполняют свое назначение в том случае, если образуют единую систему, включающую все категории зеленых насаждений. Для ее разработки необходима четкая классификация зеленых насаждений с определением основных функций, выполняемых каждой категорией зеленых насаждений.

По существующей классификации все насаждения по территориальному признаку делятся на внутригородские и пригородные*. *Внутригородские* зеленые насаждения размещаются в границах городской застройки и создаются для обеспечения наиболее комфортных условий труда, быта и отдыха населения, а также для формирования эстетически выразительной пространственной среды. *Пригородные* зеленые насаждения создаются для благоустройства окружающих город территорий, организации различных форм отдыха для городского населения; одновременно они выполняют водоохранные, ветрозащитные и другие функции.

Внутригородские зеленые насаждения включают в себя все озелененные территории, на которых находятся искусственно созданные зеленые насаждения или естественные зеленые массивы и луга (в черте городской застройки) с осуществленными элементами ландшафтной реконструкции, проложенной дорожно-тропиночной сетью, оборудованными площадками для отдыха и спорта и другими элементами благоустройства.

Внутригородские зеленые насаждения делятся на насаждения: общего пользования, включающие общегородские парки, сады, скверы, бульвары; ограниченного пользования — насаждения жилых и промышленных территорий, детских учреждений, спортивных и культурно-просветительных учреждений; специального назначения —

* СНиП II-60-75*. — М.: Стройиздат, 1976.

насаждения складских территорий, санитарно-защитных зон, улиц, площадей и прочих территорий. К пригородным зеленым насаждениям относятся лесопарки, пригородные леса, фруктовые сады, насаждения пригородных дорог, лесомелиоративные посадки, декоративные питомники, цветочные хозяйства и др.

В СССР правила и нормы планировки и застройки городов, утвержденные в качестве обязательных, предусматривают нормы городских зеленых насаждений общего пользования представленные в табл. 30.

Таблица 30. Нормы зеленых насаждений общего пользования в городах, м²/чел.

Зеленые насаждения	Города							
	крупнейшие, крупные и большие		средние		малые		курорты	
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Общегородские	5	10	4	6	7	7	12	15
Жилых районов	7	11	5	8	—	—	16	20

Примечание: А — на 1 очередь; Б — на расчетный срок.

Имеются разработанные нормативы по другим категориям зеленых насаждений. С учетом этих норм общая площадь насаждений на одного жителя в городе в среднем доходит до 70 м².

Определить потребность города по видам зеленых насаждений можно, используя «Нормативные показатели озеленения городов в различных природных зонах РСФСР (ОНТИ АКХ, 1975 г.).

В среднем удельный вес озелененных пространств в общей площади селитебной зоны города должен составлять 40—50 %, удельный вес крупных зеленых массивов в общей площади озелененных пространств составляет около 80 %, удельный вес застроенных территорий, связанных с крупными зелеными массивами, составляет 40—60 %, удельный вес застроенных территорий, которые примыкают к озелененным пространствам, входящим в непрерывную систему озеленения города, равен 40—50 %. Эти расчеты проведены по материалам генеральных планов 18 крупнейших, крупных и больших городов, которые в целом представляют основные разновидности

систем озеленения и в то же время отражают природно-климатические, планировочные и другие различия (среди них Омск, Волгоград, Темиртау, Чайковский и т. д.). Процентные соотношения отражают положительные тенденции в построении систем озеленения (непрерывность зеленых пространств, наличие равномерно расположенных крупных зеленых массивов и др.)*

Наибольшие площади в озеленении города занимают объекты общегородского и районного значения — скверы, бульвары, городские сады и парки, участки жилой застройки — дворы-сады, придомовые полосы, территории школ и детских садов-яслей. Эти две категории объектов составляют основу системы озеленения городов. Установлено, что от их правильного размещения в плане города или жилых районов, от качества разработки проектов, их воплощения в жизнь и дальнейшего содержания зависят общий характер озеленения города или района, его архитектурно-художественный облик, санитарно-гигиеническое состояние, условия отдыха в благоприятной по микроклимату среде.

В зависимости от размещения и месторасположения объектов озеленения в плане города, их назначения и величины к ним предъявляются требования садово-паркового строительства и ведения хозяйства. Рассмотрим некоторые объекты озеленения и дадим им краткую характеристику с точки зрения предъявляемых строительных требований. *Парки и сады* — наиболее крупные и важные объекты городского озеленения, представляющие собой зеленые массивы площадью не менее 3 га (сады), 10 га (парки планировочных районов) и 15 га (общегородские парки). По назначению они подразделяются на многофункциональные (культуры и отдыха) и специализированные (детские, спортивные, прогулочные и др.). Общегородские парки имеют развитую сеть культурно-просветительных и обслуживающих учреждений и предназначаются для всех видов активного отдыха населения. Сады и парки создаются как на свободных от растительности незастраиваемых городских территориях, так и выделяются из существующих массивов естественных или искусственных насаждений. В основу планиров-

* Методические рекомендации по формированию озелененных пространств города. ЦНИИП градостроительства. — М.: Стройиздат, 1980.

ки садов и парков обычно положена ландшафтная композиция с элементами регулярной планировки, при этом необходим максимальный учет особенностей местности — рельефа, растительности и т. п.

В зависимости от местных условий могут создаваться луго-парки и гидропарки. Строительные, инженерные и агротехнические работы ведутся по очередям освоения территории. Для посадок используется материал различных стандартов: для создания массивов и куртин — саженцы, для групп — среднемерные деревья с каким-либо акцентом, в виде одиночных посадок — крупномерные деревья.

Скверы — относительно небольшие участки насаждений (не менее 0,5 га) на улицах и площадях. Они играют главным образом декоративно-планировочную роль и служат местом кратковременного отдыха. Планировка сквера зависит от места, которое он занимает в городе, а также от назначения сквера и включает партерные участки — газоны, цветники, группы деревьев и кустарников, площадки для отдыха, транзитные и прогулочные дорожки. Скверы в местах интенсивного пешеходного движения имеют более развитую сеть дорожек и площадок, чем сквер, расположенный у фасадов домов. В скверах используются устойчивые к городским условиям посадочный и семенной материалы, прочные, высокодекоративные покрытия дорожек и площадок. При строительстве скверов предъявляются самые высокие требования к работам по посадкам деревьев и кустарников, устройству газонов и цветников и уходу за насаждениями на хорошем агротехническом уровне (систематические поливы, внесение органических и минеральных удобрений, применение стимуляторов роста и т. д.).

Бульвары — зеленые насаждения (шириной обычно не менее 16—18 м), размещенные на улицах и набережных в виде озелененных полос с развитой дорожной сетью. Бульвар служит для пешеходного движения и кратковременного отдыха. Зеленые насаждения бульвара выполняют санитарно-гигиеническую и декоративно-планировочную роль. На бульварах насаждения представлены, во-первых, изолирующими посадками вдоль улицы или набережной и, во-вторых — декоративными группами из устойчивых деревьев и кустарников, размещаемых на участках газона; важным элементом является цветочное оформление.

К посадочному материалу предъявляются высокие требования: он должен быть крупномерным, незамедлительно создающим эффект; все виды агротехнических работ должны проводиться на высоком уровне, а насаждения содержаться в образцовом порядке. Зеленые насаждения на улицах высаживаются на специальных полосах между проезжей частью и тротуаром. Они выполняют одновременно несколько функций — шумозащитную, пылезащитную, эстетическую, улучшения микроклимата, снижения влияния выхлопных газов автомобилей и др. Зеленые насаждения на улицах в системе озеленения городов занимают особое место благодаря массовости применения этого вида зеленых насаждений и той большой роли, которую они выполняют.

Объекты озеленения жилой застройки представляют собой придомовые полосы, дворы-сады, территории детских садов-яслей и школ, участки перед культурно-бытовыми учреждениями, которые предназначены для хозяйственно-бытовой деятельности и кратковременного отдыха взрослых и детей. При строительстве этих объектов используется крупномерный и среднемерный посадочный материал для быстрого создания необходимого санитарно-гигиенического и декоративного эффекта. Высокие требования предъявляются к агротехнике ухода и последующему формированию насаждений для создания комфортной среды отдыха. Строительство этих объектов должно проводиться в сжатые сроки одновременно с заселением жилых зданий.

Объекты озеленения промышленной застройки — это сложные объекты, предназначенные для улучшения условий пребывания трудящихся на заводских и фабричных территориях, а также для кратковременного отдыха. Такие объекты представляют собой различные площадки для отдыха, бассейны, фонтаны, а насаждения — аллеиные посадки вдоль проходов и проездов, группы и одиночные посадки вблизи площадок отдыха, цветники, полосы газонов у административных корпусов, цехов и т. п. Создание этих объектов должно проводиться после окончания строительства зданий, прокладки коммуникаций.

Санитарно-защитные зоны промышленных предприятий выполняют функцию защиты жилых районов от вредного воздействия промышленных выбросов предприятий. Ширина санитарно-защитных зон для промышленных

предприятий определяется по действующему законодательству в соответствии с классом вредности предприятия (СН 245-71 «Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий»). Размеры санитарно-защитных зон для предприятий I класса вредности — 1000 м, II — 500 м, III — 300 м, IV — 100 м, V — 50 м. Для озеленения рекомендуется отводить 60—75 % общей площади санитарно-защитной зоны для достижения максимально возможного санирующего эффекта. На территории предприятий и в санитарно-защитной зоне высаживают растения, обладающие пыле- и газозащитными свойствами, устойчивые против воздействия загрязненной атмосферы. Ввиду произрастания растений в экстремальных условиях за ними необходимо организовать улучшенный агротехнический уход (более частое внесение удобрений и рыхление почвы, регулярный полив и обмыв кроны деревьев).

Значения отдельных категорий зеленых насаждений для улучшения состояния окружающей среды не одинаково. Приведенные данные дают наглядное представление о функциональной неоднородности рассмотренных элементов и показателей системы озелененных пространств, об огромной значимости крупных ее элементов (на уровне города и пригородной зоны). Озелененное пространство любого размера и назначения одновременно несет не одну, а несколько функций — микроклиматических, санитарно-гигиенических и природоохранительных. Правильное их соотношение в пределах того или иного озелененного пространства может быть установлено с учетом распределения функций по всей системе озелененных пространств и не только на данном градостроительном уровне, но и на всех других выше- и нижележащих уровнях. Общая эффективность системы озеленения тем выше, чем больший комплекс функций несет на себе отдельные элементы этой системы.

ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ГОРОДА

Целью перспективного планирования является обеспечение наиболее благоприятных условий жизни городского населения на основе своевременного учета возможных изменений народнохозяйственного профиля населен-

ного пункта, перспектив его роста и развития, различных изменений в градостроительной практике. Перспективный план озеленения определяет генеральное направление политики в зеленом строительстве города. Перспективное планирование озеленения осуществляется на базе генеральных планов города и является их развитием и детализацией с учетом действующих нормативов обеспечения населения зелеными насаждениями различных категорий.

Перспективное планирование обеспечивает плановое развитие и ведение зеленого строительства и хозяйства; выполнение плановых заданий. Кроме того, оно способно учесть возникшую по ряду причин (старение, изменение функционального назначения и т. п.) необходимость реконструкции существующих насаждений, масштабы и характер развития производственной базы (питомников, механизмов). Перспективное планирование озеленения городов позволяет также максимально использовать ресурсы местных Советов народных депутатов, ведомств, предприятий республиканского и союзного подчинения и повысить эффективность капиталовложений в зеленое строительство и хозяйство за счет наиболее рациональной системы размещения насаждений, установления очередности осуществления планируемых мероприятий за счет выбора наиболее целесообразных приемов организации и проведения работ по озеленению.

Перспективное планирование способно обеспечить условия для централизации всех средств, выделяемых для нужд зеленого строительства и использования их по решению местных Советов.

Перед перспективным планированием озеленения городов стоят следующие задачи: определить перспективный уровень озелененности городской территории на конец расчетного периода с выделением первого планируемого этапа и среднегодовых темпов роста городских насаждений по всем основным категориям; определить объемы нового зеленого строительства, а также необходимые объемы реконструкций и капитального ремонта существующих насаждений по основным категориям насаждений с расчетом необходимых капитальных затрат (на весь период и в первый этап отдельно); определить источники финансирования и исполнителей работ по проектированию и производству работ по зеленому строительству; определить объемы работ по уходу и со-

держанию городских зеленых насаждений; разработать единую систему озеленения города с выделением территорий, подлежащих озеленению, и определить их функциональное назначение; определить характер и уровень развития производственных баз для выполнения намеченного перспективным планом объема озеленительных работ и обеспечения потребности в посадочном материале и в механизмах.

Перспективный план озеленения города является составной частью генплана и составляется на его расчетный период, но не менее чем на 5 лет. По мнению специалистов, в связи со спецификой объекта планирования зеленых насаждений — сроки составления перспективных планов должны быть увеличены ввиду длительности роста зеленых насаждений до 15—20 и даже до 25—50 лет*.

Если расчетный период превышает 5 лет, предусматривается выделение первого этапа планирования сроком 5—10 лет с более детальной проработкой материалов плана. Составление перспективных планов производится согласно «Методике составления перспективного плана озеленения городов РСФСР» (ОНТИ АКХ, 1975 г.) в соответствии с действующим законодательством по охране окружающей среды, СНиП II-60-75*, постановлениями Министерства жилищного и коммунального хозяйства союзных и автономных республик и исполкомов городских Советов. Предусматриваются основные направления и положения по разработке перспективного плана города: величина планируемого уровня обеспеченности населения зелеными насаждениями, перспективные прогнозы народнохозяйственного развития района, специфика направления развития озеленения. Перспективные планы областей, краев и автономных республик составляются как сводные на основе планов городов и поселков городского типа.

Перспективные планы озеленения должны включать все зеленые насаждения как находящиеся в ведении местных Советов, так и ведомственные городские и пригородные территории и содержать следующие показатели: характеристику состояния озеленения города (поселка городского типа) к началу периода перспективного планирования раздельно по каждой из следующих терри-

* Методические рекомендации по формированию озелененных пространств города. ЦНИИП градостроительства — М.: Стройиздат, 1980.

торий: территории жилой застройки; городской лесопарковой и парковой зонам; районам размещения промышленности. Характеристика выражается следующими цифровыми показателями: по площади озелененной территории (га); числу объектов; процентному соотношению озелененной территории и общей площади зоны; площади насаждений общего пользования на одного жителя (для территории жилой застройки); размерам территорий, подлежащих озеленению и реконструкции в течение перспективного срока (с выделением годовых объемов работ на первый планируемый период), раздельно по принятой номенклатуре территорий; расчет необходимых капитальных вложений, определение источников финансирования планируемых объемов работ; распределение объемов и видов планируемых работ по озеленению между основными исполнителями — ведомствами, организациями и их местными органами; план благоустройства озеленяемой территории, строительство водоемов, водных станций и пляжей, организацию мест массового отдыха (совместно с планом участия ведомств, предприятий, профсоюзных и общественных организаций в осуществлении этих мероприятий); план работ по составлению проектов озеленения городов и поселков городского типа с указанием сроков разработки, источников финансирования, планируемых организаций-исполнителей; план развития питомников и обеспечения зеленого строительства посадочным материалом и семенами газонных трав в необходимом ассортименте и в объемах, предусматриваемых перспективным планом; план мероприятий по механизации зеленого строительства и работ по уходу за зелеными насаждениями (в том числе план обеспечения защиты от вредителей и болезней); план мероприятий по охране зеленых насаждений и водоемов; план мероприятий по развитию городского цветочного хозяйства; пояснительную записку (содержание пояснительной записки рассмотрено ниже); схематическую карту с нанесением основных объектов намечаемого зеленого строительства и их связей с уже существующими насаждениями; перспективы развития структуры предприятий зеленого строительства и хозяйства и обеспечения кадрами*.

* Сборник нормативных материалов по труду для предприятий и организаций жилищно-коммунального хозяйства РСФСР, Ч. VI. Зеленое хозяйство. — М.: Стройиздат, 1980.

Перспективный план составляется на основе следующих материалов: карты-схемы городского и пригородного землепользования, данных государственного учета городских и пригородных земель, а также единого учета фактического наличия и состояния зеленых насаждений (инвентаризация), материалов по лесоустройству и учету лесного фонда; данных проектно-планировочной документации (схемы районных планировок, пригородных зон, генеральных планов городов и поселков, проекты зеленых зон городов).

Необходимо согласовать перспективные планы озеленения с планами промышленного, жилищного и социально-культурного строительства, ростом территории и численности населения, предусмотренных генпланом города (перспектива развития городского озеленения определяется решением специально созданной комиссии горисполкома).

Пояснительная записка к плану помимо изложения результатов анализа исходных данных должна содержать расчет контрольных цифр площади зеленых насаждений различных категорий на перспективный период и определение среднегодовых темпов роста насаждений (на одного жителя, м²). Следует стремиться к тому, чтобы удельный показатель площади зеленых насаждений на одного жителя (норма озеленения) как по различным категориям, так и в сумме соответствовал утвержденным нормам*.

В пояснительной записке приводится стоимость осуществления системы озеленения с учетом природно-климатического района, расположения города, его величины, вида насаждения, интенсивности эксплуатации, специфических особенностей расположения объектов, характера почв и др.

Озеленение один из сложных и дорогостоящих видов благоустройства. Стоимость создания объекта озеленения зависит от целого ряда таких факторов, как особенность планировочного решения, почвенно-климатические условия местности, плотность осуществляемых посадок, возраст посадочного материала, уровень механизации работ. Стоимость различных объектов озеленения значительно варьируется.

Примерная стоимость строительства и годовой экс-

Таблица 31. Ориентировочная стоимость озеленения

Вид озеленения	Стоимость, тыс. р/га	
	строительства	эксплуатации
Городские (поселковые) парки	10—18 (в отдельных случаях до 40)	0,7—1,5
Сады жилых районов, микрорайонов и межквартальные	8—19	0,5—1,2
Скверы и бульвары	10—40	1,0—2
Улицы и площади	6—10	0,6—1,2
Загородные лесопарки	2—4	0,1—0,2
Загородные лугопарки	1—2	0,01—0,1

плуатации одного гектара зеленых насаждений (с учетом инженерной подготовки, оборудования и благоустройства территории) приводится в табл. 31.

При перспективном планировании следует учитывать, что площадь приведенных в табл. 31 таких внутригородских объектов, как городские парки, сады жилых районов, микрорайонов и межквартальные, скверы и бульвары, составляют не более одной трети площади, занимаемой всеми видами городских насаждений, поэтому при определении общих затрат на озеленение города следует учитывать затраты и на создание других видов объектов городского озеленения (озеленение дошкольных учреждений, школ, лечебных учреждений, территории промышленных предприятий и санитарно-защитных зон)*.

Пояснительная записка должна содержать также и перечень объектов, строительство которых намечается по перспективному плану с указанием функционального назначения, принадлежности к тому или иному виду насаждений, планируемых сроков начала и окончания работ и характера их размещения на основе анализа существующей системы озеленения. Кроме этого, необходим перечень объектов зеленых насаждений, нуждающихся в коренной или частичной реконструкции с обоснованием причин реконструкции, и ее масштабов и назначения, средств осуществления; основной ассортимент растений для создания планируемых и реконструируемых объектов и его обоснование на основе анализа существующей

* Показатели оценки стоимости озеленения городов и различных природных зон РСФСР утверждены Минжилкомхозом РСФСР 6 июня 1975 г.

* СНиП II-60-75*.

ющих насаждений и другие расчетные данные и материалы, освещающие основные положения перспективного плана.

Используя программно-целевой подход и современные математические методы, можно определить оптимальные соотношения между различными городскими системами и системой озеленения, ее элементами, предвидеть территориальные, функциональные и архитектурно-пространственные изменения в развитии городов и их формирующее воздействие на озелененные пространства, объективно отобрать наилучший проектный вариант по достаточно полному числу критериев оценок и т. д. Такой подход к изучению проблемы позволит обеспечить высокое качество проектных решений, их комплексность и целенаправленность, внедрение новых достижений научно-технического прогресса, рациональное использование территориальных ресурсов и в итоге — улучшение окружающей среды*.

Рассмотренная выше методика позволяет сделать вывод, что программа формирования системы озелененных пространств города, аналогичная другим сложным градостроительным программам, включает в себя ряд этапов: 1-й — ретроспективный анализ исходной ситуации, выявление тенденций развития, экстраполяционный прогноз и формирование проблемы, которая определяется путем сопоставления существующих тенденций с потребностями городского населения, с действующими нормативами СНиП;

2-й — определение целей и задач формирования системы озелененных пространств, ранжирование целей, разработка целевых нормативов (т. е. желаемых уровней достижения социальных целей) и показателей (возможных уровней достижения этих целей в заданные сроки);

3-й — разработка альтернативных вариантов построения системы озелененных пространств;

4-й — сравнительная (пофакторная и комплексная) оценка альтернатив, выбор оптимальной альтернативы построения системы озелененных пространств;

5-й — детальная разработка выбранного варианта, уточнение состава и структуры озелененных пространств,

* Использование системного подхода в проектировании и управлении развитием городов. — М.: Стройиздат, 1977.

расположение отдельных элементов системы относительно друг друга и пр.;

6-й — разработка программы реализации запроектованной системы озелененных пространств (ресурсы, сроки, исполнители и пр.).

ЗНАЧЕНИЕ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДЛЯ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Велико и многообразно эколого-градостроительное значение зеленых насаждений в благоустройстве городов и формировании окружающей человека среды. Зеленые насаждения — одно из главных оздоровительных средств городской среды. Растительность ионизирует и фильтрует воздух от загрязнений, выполняя функцию своеобразного биологического фильтра, очищает воздух от вредных для здоровья газов и примесей промышленных и автомобильных выбросов; участвует в круговороте газов и благодаря фотохимическим процессам обогащает воздух кислородом, восполняя его убыль в результате жизнедеятельности организмов, сгорания и разложения органических веществ.

Озеленение способствует улучшению микроклимата городов, в значительной степени смягчая неблагоприятное воздействие сильных ветров, являясь эффективным средством борьбы с городским шумом, служит эффективным средством борьбы с ветровой и водной эрозией почвы. Зеленые насаждения играют значительную роль в архитектуре города, способствуя архитектурно-планировочной и пространственной организации городских территорий, а также повышению художественных качеств городских застроек. Они придают населенным местам своеобразие и выразительность, являются местами рекреации, приближают горожанина к природе, оказывают большое эстетическое и воспитательное воздействие.

Влияние зеленых насаждений на состав воздуха. В городах в связи с увеличением территории застройки и площади искусственных покрытий, промышленных отвалов и дорог систематически уменьшается растительный покров. Возрастают темпы сжигания кислорода атмосферы и насыщения ее углекислым газом. Все это нарушает естественный газообмен. Отрицательные последствия этого процесса могут быть снижены и естествен-

ный обмен улучшен при помощи зеленых насаждений, созданием системы лесов, парков, садов и других массивов, обеспечив их равномерное распределение в городе и пригородной зоне. Гектар зеленых насаждений за 1 ч поглощает 8 кг углекислого газа — столько, сколько за это же время выделяют 200 человек. Различные породы деревьев поглощают углекислоты и выделяют кислорода неодинаковое количество. Так, проведенные исследования показали, что если эффективность в процессе газообмена ели принять за 100 %, то эффективность лиственницы составит 118, сосны обыкновенной — 164, липы крупнолистой — 254, дуба черешчатого — 450, а тополя берлинского — 691 %.

Зеленые насаждения как средство борьбы с загрязнением воздушной среды. В городах, промышленных районах воздух сильно загрязнен. Наряду с промышленными предприятиями большое количество загрязнения вносятся в атмосферу тепловые электростанции и выхлопные газы автотранспорта. В Советском Союзе осуществляется комплексная система государственных мероприятий по охране чистоты воздушного бассейна. Эти мероприятия направлены в первую очередь на совершенствование технологических процессов промышленного производства и внедрение замкнутых технологических циклов, исключающих выбрасывание отходов в атмосферу, улучшение соответствующей аппаратуры по улавливанию отходов там, где они еще образуются. Ведутся работы по совершенствованию двигателей внутреннего сгорания, используемых в автотранспорте, а также изыскиваются пути по их замене более совершенными, не дающими отработанных газов. Осуществляются также специальные градостроительные мероприятия по борьбе с пылью и другими источниками загрязнения воздушного бассейна.

Эффективным средством снижения загрязненности воздуха являются растения. Листья деревьев и кустарников, поверхность их ветвей и стволов, а также стебли травянистых растений — все это своеобразный мощный фильтр, улавливающий пыль и другие вредные включения из воздуха. Существенным фактором является и то, что растительный покров, в том числе и травянистые газоны, предотвращают образование пылящих поверхностей открытого грунта. Так, по данным Московского областного управления коммунального хозяйства, де-

ревья и кустарники на площади 1 га улавливают за сезон около 60 т пыли. Было установлено (по данным В. Ф. Докучаевой), что запыленность воздуха под деревьями меньше, чем на открытой площадке за вегетационный период на 20—38,7 %. Даже зимой, когда деревья лишены листвы, они имеют большое пылезащитное значение. Запыленность воздуха под деревьями снижается на 13,6—37,4 %.

Выявлено, что разные породы деревьев задерживают листвою неодинаковое количество пыли, что зависит прежде всего от фактуры поверхности листьев; древесные породы с шероховатыми, морщинистыми и опушенными листьями лучше задерживают взвешенные частицы, находящиеся в воздухе. Считают, что чем больше количество пылевидных частиц накапливается на листьях, тем лучше растение выполняет санитарно-гигиеническую роль по очистке воздуха. Исследования показали, что если количество пыли, оседающей на единицу поверхности листа тополя принять за 1, то количество пыли на единице поверхности листа клена составит 2, сирени 3, вяза 6. Хвойные породы деревьев и кустарников еще более эффективны — на единицу массы хвои оседает пыли в 1,5 раза больше, чем на единицу массы листа.

Приведенные данные подтверждаются исследованиями, проведенными специалистами из Алма-Аты (В. М. Острикова и М. К. Байжанова). Объектами исследований служили следующие породы деревьев и кустарников: липа мелколистная, тополь канадский, ива белая, береза бородавчатая, каштан конский, клен ясенелистый, вяз гладкий и перистолистый, дуб черешчатый, сирень обыкновенная, акация белая, бирючина. Возраст использованных в опыте деревьев составляет 10—12 лет. Наблюдения проводились в семи пунктах города с разным уровнем загрязненности воздуха. Сумма осадков и концентрация пыли летом учитывалась по данным Управления гидрометеослужбы. Пробы на содержание пыли брали в два срока (в июле и сентябре) в течение двух лет. Пылезадерживающая способность листьев определялась по методике М. И. Гусева. В табл. 32 приведены данные за июль 1977 г. в районе максимальной запыленности (ТЭЦ) и в контрольном (ботанический сад).

Эффективность пылезащитных посадок зависит от их размещения по отношению к направлению ветра и ис-

Таблица 32. Пылезадерживающая способность листьев некоторых деревьев и кустарников

Порода	Количество пыли на 1 м ² поверхности листа, г	
	контроль (ботанический сад)	опыт (ТЭЦ)
Липа мелколистная	0,74	1,21
Акация белая	1	1,2
Сирень обыкновенная	2	3,6
Тополь канадский	0,55	1,82
Ива белая	0,8	0,6
Бирючина	2,1	2,7
Береза бородавчатая	0,83	1,87
Каштан конский	1,29	2
Клен ясенелистый	1,6	5,41
Вяз перистоветвистый	3	12,5
Вяз гладкий	1,2	7,12
Дуб черешчатый	2,94	3

точнику пыли. Пылезащитные насаждения оказывают наиболее действенное влияние на очистку воздуха, если источник пыли находится невысоко от уровня земли, и на расстоянии не более 40—50 м от защитных посадок. Пылезащитные свойства посадок зависят также от структуры насаждений. Крупная пыль задерживается большей частью перед посадками или позади них и фильтруется преимущественно нижним ярусом насаждений, поэтому для предотвращения переноса пыли особое значение приобретает наличие густого нижнего и среднего ярусов посадок. Пылезащитные посадки, аналогично ветрозащитным, могут быть одно-, трех- и пятирядными в зависимости от вида и интенсивности пылевого источника и скорости ветра, разносящего пыль.

Обычно при однорядной посадке используют медленно растущие породы, чередующиеся с кустарником. При трехрядной и пятирядной посадке в крайних рядах сажают кустарники, а в средних — быстро- или медленно растущие деревья, требующие специального ухода. При пятирядной посадке по бокам среднего ряда могут быть кустарники и растения, требующие особого ухода. Рядом с посадками сеют газон, помогающий задерживать смывную сверху пыль.

В ассортимент пылезащитных насаждений включают растения с шероховатой, морщинистой листвой, густым

ветвлением и максимальным количеством листьев. Зеленые насаждения, расположенные в санитарно-защитных зонах, вблизи промышленных предприятий и автомобильных дорог, играют большую роль в снижении содержания в воздушной среде и других загрязнений. Исследователи отмечают, что пыль, осевшая на поверхности листьев, содержит большое количество частиц тяжелых металлов, которые частично аккумулируются их органами (листьями, корой, корневой системой). По данным В. М. Остриковой и М. К. Байжиновой, общая зольность листьев вяза гладкого, произраставшего вблизи промышленного предприятия, увеличилась до 18,5 %, а у тополя канадского до 11,7 %, что в 2—3 раза выше, чем в листьях тех же пород, произрастающих в ботаническом саду.

В зависимости от степени очистки отходящих газов предприятий вблизи них вредные выбросы могут настолько сильно загрязнять воздух, что создание зеленых насаждений в санитарно-защитной зоне может оказаться нецелесообразным. Высаженные деревья и кустарники, оказавшись в экстремальных условиях, быстро погибают; не только надземная часть растений (листья, почки, цветы, ветви) страдают от вредных газообразных промышленных выбросов, но и корневая система находится в неблагоприятных условиях, поскольку в почве накапливаются вредные вещества, в результате чего изменяется ее химический и механический состав. Таким образом, защитные зеленые насаждения могут играть лишь вспомогательную роль в борьбе за чистоту воздуха в промышленной зоне и на автомагистрали. Важен подбор пород по газозащитным свойствам, а также усиленный уход на достаточно высоком агротехническом уровне, способствующий улучшению жизнедеятельности растений и повышению их устойчивости.

Ниже приведена степень газоустойчивости разных пород деревьев и кустарников*:

Растения	Газоустойчивость, балл
<i>Очень чувствительные</i>	
Сосна обыкновенная	4,3
Лиственница европейская	4,8
Ель обыкновенная	5,1

Растения	Газоустойчивость, балл
<i>Чувствительные</i>	
Ива ломкая	5,2
Барбарис обыкновенный	5,3
Ирга обильноцветущая	6,2
Липа мелколистная	6,5
Ива прутковидная	6,7
Лапчатка кустарниковая	6,8
<i>Сравнительно газоустойчивые</i>	
Тополь (разные виды)	7,4
Смородина альпийская	7,7
Карагана древовидная	8
Калина-гардовина	9
Боярышник обыкновенный	9,7
Береза бородавчатая	9,7
Сирень обыкновенная	10
Ель колючая	10
Ясень обыкновенный	10,7
Роза морщинистая	12,3
<i>Довольно газоустойчивые</i>	
Бузина красная	14,2
Калина обыкновенная	14,5
Жимолость татарская	16,7
Клен ясенелистый	17,3
<i>Очень газоустойчивые</i>	
Дуб черешчатый	18
Спирея-бумальда	18,3
Бирючина обыкновенная	18,9
Черемуха виргинская	19,3

* ЦНИИП Градостроительства. Руководство по проектированию городских улиц и дорог. — М.: Стройиздат, 1980.

Способность зеленых насаждений осуществлять защитную роль зависит и от конструкции полос зеленых насаждений.

Интересные исследования в этом направлении ведет Волгоградский инженерно-строительный институт (В. Ф. Сидоренко и др.). Исследования выполнялись как в натуральных условиях на автомагистралях Москвы, Кичинева и Волгограда, так и на экспериментальном полигоне с применением моделирования. Изучение газозащитных функций зеленых насаждений проведено на моделях в масштабе 1 : 20 посадок плотной, ажурной и про-

дуваемой конструкции, характеристика которых дана в работе К. Г. Берюшева. Моделировали транспортный поток интенсивностью 1000 автомобилей в час. Изучали горизонтальное распределение окиси углерода на уровне 1,5 м от поверхности земли за 8 типами экранов в точках, расположенных на расстоянии от 0 до 180 м от экрана. Одновременно фиксировали снижение концентрации СО на открытой территории в тех же точках. Экраны помещали на расстоянии 15 м от транспортного потока, где элементарные струи выхлопных газов, выбрасываемых автомобилями, полностью раскрыты и их скорость равна горизонтальной скорости ветра. Натурные исследования выполнялись по методике, изложенной в работах В. Ф. Сидоренко и др.

Установлено, что распределение концентрации СО за прозрачными и непрозрачными экранами характеризуется наличием двух экстремумов: локальным минимумом непосредственно за экраном и максимумом на расстоянии четырех высот зеленых насаждений (за счет переброса загрязненных воздушных потоков). Чем меньше коэффициент ажурности зеленых насаждений, тем ближе экстремальные точки к кривой рассеивания СО в воздухе на открытой территории. Таким образом, снижение концентрации окиси углерода зелеными насаждениями на магистрали в значительной мере зависит от двух показателей: плотности полосы зелени и ее высоты. Это иллюстрируется также графической зависимостью защитной эффективности зеленых насаждений от ажурности и высоты (рис. 41). Обращает на себя внимание тот факт, что с увеличением густоты посадок газозащитные действия их сначала резко повышаются, но до определенного предела, затем влияние густоты посадок на их защитное действие несколько ослабевает.

Например, при высоте посадок 9 м и коэффициенте ажурности 0,5 газозащитная эффективность их составляет 30 %, а при тех же высоте и коэффициенте ажурности 1 составляет 45 %. Это следует учитывать при выборе конструкции защитной полосы зеленых насаждений в тех случаях, когда поперечный профиль улиц при их реконструкции не позволяет создавать древесно-кустарниковых насаждений с коэффициентом ажурности близким 1. В таких условиях необходимо стремиться к размещению между проезжей частью и жилой застройкой зеленых насаждений такой плотности и высоты, которые

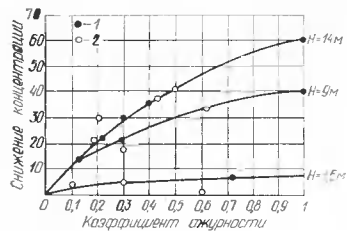


Рис. 41. Зависимость газозащитной эффективности полос зеленых насаждений от их ажурности и высоты

1 — условия моделирования; 2 — натурные условия

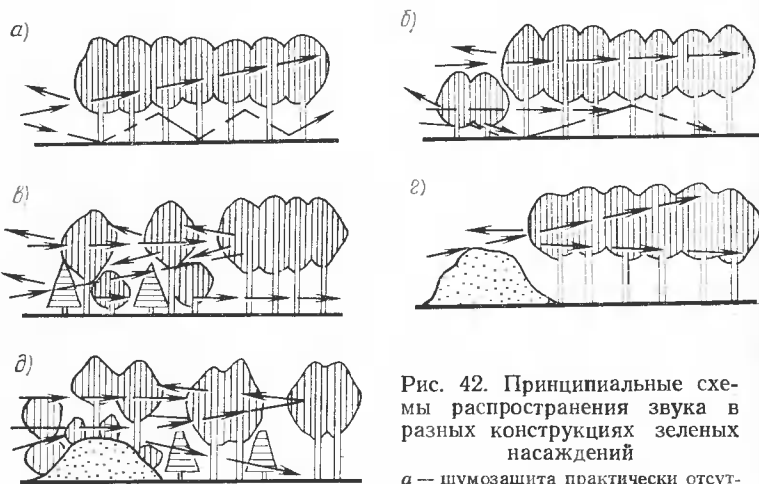


Рис. 42. Принципиальные схемы распространения звука в разных конструкциях зеленых насаждений

а — шумозащита практически отсутствует; б — шумозащитные свойства появляются благодаря кустарнику, закрывающему подкروновое пространство; в — эффект шумозащиты усиливается благодаря нескольким рядам живой изгороди; г — экранящий барьер повышает эффект снижения шума за посадками; д — наибольший эффект шумозащиты — сочетание вариантов «в» и «г»

соответствуют отрезку наиболее крутого подъема кривой газозащитной эффективности.

На основании выполненной работы исследователи сделали заключение, что для эффективной защиты жилой застройки от проникания с проезжей части магистрали выхлопных газов автотранспорта она должна быть экранирована от транспортного потока плотными древесно-кустарниковыми насаждениями, состоящими из быстрорастущих пород деревьев с низким штамбом и густосомкнутыми кронами. При многорядных посадках деревьев ближайший ряд от проезжей части должен быть представлен деревьями меньшей высоты, нижний ярус которых следует заполнять кустарником.

Таблица 33. Шумозащитная эффективность полос зеленых насаждений

Ширина полосы, м	Характер шумозащитной полосы	Снижение уровня шума полосой зеленых насаждений, дБА, при интенсивности движения транспорта, авт/ч						
		60	200	600	1200	1600	2000	2500
10	Трехрядная посадка лиственных деревьев: клена остролистного, вяза обыкновенного, липы мелколистной, тополя бальзамического в рядовой конструкции посадок с кустарником в живой изгороди или подлеском из клена татарского, спиреи калинолистной, жимолости татарской	6	7	8	8	8	8	8
15	Четырехрядная посадка лиственных деревьев: липы, мелколистной, клена остролистного, тополя бальзамического в рядовой конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из акации желтой, сирени калинолистной, ордовина, жимолости татарской	7	8	9	9	9	9	9
15	Четырехрядная посадка хвойных деревьев: ели, лиственницы сибирской в шахматной конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди из дерена белого, клена татарского, акации желтой, жимолости татарской	13	15	17	17	18	18	18
20	Пятирядная посадка лиственных деревьев: липы мелколистной, тополя бальзамического, клена остролистного в шахматной конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из спиреи калинолистной, жимолости татарской, боярышника сибирского	8	9	10	10	10	10	10
20	Пятирядная посадка хвойных деревьев: лиственницы сибирской, ели обыкновенной в шахматной конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из спиреи калинолистной, боярышника сибирского	14	16	18	18	19	19	19

Ширина полосы, м	Характер шумозащитной полосы	Снижение уровня шума полосой зеленых насаждений, дБА, при интенсивности движения транспорта, авт/ч						
		60	200	600	1200	1600	2000	2500
25	Шестирядная посадка лиственных деревьев: клена остролистного, вяза обыкновенного, липы мелколистной, тополя бальзамического в шахматной конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из дерена белого, боярышника сибирского, клена татарского	9	9	10	11	11	11	11
30	Семи-восьмирядная посадка лиственных деревьев: липы мелколистной, клена остролистного, тополя бальзамического, вяза обыкновенного в шахматной конструкции посадок с кустарником в двухъярусной живой изгороди и подлеском из клена татарского, жимолости татарской, боярышника сибирского, дерена белого	9	9	10	11	11	11	11

Шумозащитная характеристика зеленых насаждений дана в табл. 33. Зависимость распространения звука от конструкции полос зеленых насаждений показана на рис. 42.

ФОРМИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ ОЗЕЛЕНЕНИЯ

Создание благоприятных условий произрастания растений при строительстве объектов озеленения. Задачи городского озеленения можно разделить на три основные группы: выращивание посадочного материала и цветов, создание новых объектов озеленения, уход за городскими зелеными насаждениями. Озеленение — это созидательный процесс, связанный с решением целого ряда сложных производственных задач. Весь производственный процесс создания объекта озеленения состоит из работ инженерно-строительного и агротехнического характера. К работам инженерно-строительного характера

относится строительство различных сооружений, инженерное оснащение и оборудование территории объекта — устройство дорожек, площадок, откосов, лестниц, прокладка различного типа коммуникаций и т. п. К работам агротехнического характера относятся посадки деревьев, кустарников, лиан, устройство газонов, цветников, работы по уходу за растениями и формированию насаждений.

Озеленение является длительным по времени и сложным по технологии процессом. Посадки деревьев и кустарников обычно осуществляются, когда растения находятся в молодом возрасте. Чтобы их вырастить и получить полноценный санитарно-гигиенический и декоративный эффект, необходимы долгие годы. Только тщательный уход за насаждениями, формирование групп, куртин и массивов деревьев и кустарников с учетом их биологических свойств могут привести к желаемому результату. Сложность технологии озеленения заключается в том, что основным строительным материалом является растение — живой организм, постоянно изменяющийся во времени, остро реагирующий на неблагоприятные условия окружающей среды.

Проведению всех агротехнических работ должна предшествовать специальная подготовка территории. Прежде чем начинать посадки, необходимо правильно спланировать и очистить территорию. Правильно и своевременно проведенная подготовка территории объекта озеленения является залогом быстрого и доброкачественного выполнения агротехнических работ, а также созданий условий, обеспечивающих устойчивость насаждений в будущем. Осуществление объекта озеленения в натуре является как бы завершающим этапом его создания, этапом, следующим за проектированием. Это не просто механическое перенесение проекта в природу, а, по существу, продолжение проекта.

Инженерная подготовка включает комплекс работ по освоению объекта — вертикальной планировке и организации поверхностного стока, частичному или полному осушению территории, прокладке подземных коммуникаций и защите территорий от подтопления, укреплению склонов и берегов водоемов.

Первоочередной задачей инженерной подготовки территории объекта озеленения является создание благоприятных условий для роста и развития насаждений.

Решение этой задачи достигается прежде всего обеспечением поверхностного стока дождевых и талых вод, предотвращением заболачиваемости отдельных участков, сооружением водоотводящих устройств, защитой почвопокровного слоя от размыва и выветривания, обеспечением нормальных условий приживаемости и произрастания молодых посадок путем устройства специальных поливочных сооружений.

Все вопросы инженерной подготовки разрабатываются в тесной увязке с общим планировочным решением объекта озеленения. Объемы и характер работ по инженерной подготовке объекта во многом определяются его месторасположением в плане города, величиной и природными особенностями местности.

Прежде всего осуществляют санитарно-гигиенические мероприятия по очистке территорий и грубую (или первичную) планировку. Объем работ во многом определяется месторасположением объекта и размером занимаемой им площади, рельефом местности, а также наличием различного рода мусора и отходов строительного производства. Большое значение при этом имеет сохранение существующей растительности, дернового покрова, верхнего гумусного горизонта, необходимого в дальнейшем для посадок и устройства газонов.

До осуществления озеленительных работ и строительства садово-парковых сооружений строят подземные сооружения: дренаж, канализацию, водопровод и прокладывают электрические, а в некоторых случаях и телефонные кабели. Наиболее важное значение для создания благоприятных условий произрастания растений имеют дренаж и водопровод. Дренаж устраивают для понижения уровня грунтовых вод. Высокое стояние грунтовых вод ухудшает физическое качество почвы и создает крайне неблагоприятные условия для произрастания насаждений. Деревья и кустарники могут нормально расти и развиваться при уровне грунтовых вод не выше 1,5 м от поверхности почвы. В то же время газон из злаковых растений нормально развивается при глубине залегания грунтовых вод до 0,5 м. Участки спортивных и детских площадок, а также основных дорожек должны быть сухими и иметь низкий уровень стояния грунтовых вод. Водопровод — одно из важнейших объектов озеленения. Он предназначен для полива деревьев и кустарников, газонов и цветников, а также для снабжения объ-

екта водой, наполнения водоемов и различных хозяйственных нужд. Применяют водопровод двух типов: хозяйственный (круглогодичного действия) и поливочный — (сезонного действия).

Для отвода с территорий объекта озеленения дождевых, талых и поливочных вод сооружают канализацию, по которой вода транспортируется самотеком к месту выпуска. В ряде случаев для удаления нечистой крупы объекты озеленения подключают к фекальной канализации, особенно при наличии большого количества культурно-бытовых зданий, технических сооружений и хозяйственных построек.

Агротехническая подготовка территории объекта озеленения заключается в разработке и осуществлении мероприятий по сохранению существующих ценных насаждений (деревьев, кустарников, травянистой растительности), по уходу за ними, и подготовке почвы для озеленительных работ. Эти работы проводятся в увязке с инженерной подготовкой территории. На территориях, отводимых под городские объекты озеленения, часто имеется различная растительность. На стадии изысканий при проектировании объекта озеленения с помощью инвентаризации насаждений решается вопрос декоративной ценности отдельных растений, их будущем участии в композициях.

Мероприятия по охране и защите существующей растительности заключаются в осмотре каждого дерева и групп кустарников, при этом намечают растения, предназначенные для вырубки (больные, усыхающие экземпляры с поломанными ветками полностью или частично потерявшие декоративность). Затем приступают к мероприятиям по защите оставляемых деревьев и кустарников. Все ценные экземпляры деревьев обычно нуждаются в защите. Около них устанавливают специальные ограждения. Одним из средств защиты будущих насаждений является удаление деревьев и кустарников, зараженных вредителями. Такие деревья и кустарники немедленно убирают с территории, причем целиком, с подрубкой корней.

При том или ином проектном решении вертикальной планировки отдельные экземпляры или группы деревьев могут оказаться ниже или выше уровня проектной поверхности территории. В этих случаях деревья попадают в неблагоприятные условия и могут погибнуть. Если

деревья окажутся ниже проектной отметки поверхности, устраивают специальные сооружения, называемые «сухим колодцем», чтобы не засыпать ствол дерева выше допустимого уровня. Если же дерево окажется выше отметки поверхности, возможно обнажение и повреждение корней. В этих случаях вокруг ствола дерева оставляют слой несрезанного грунта и укрепляют его.

Основной жизненной средой для произрастания растений является почва. От плодородия почвы зависит рост и развитие деревьев и кустарников, газонных трав и травянистых цветочных растений, что в целом определяет художественный облик объекта, его санитарно-гигиеническое значение как фактора оздоровления среды. Почва должна отвечать следующим агротехническим требованиям: иметь достаточное количество пор для проникания влаги и воздуха; структура ее должна быть рыхлой, мелкокомковатой; содержать вещества, необходимые для питания растений, не содержать сорняков и мусора.

Подготовка почвы в соответствии с этими требованиями включает целую систему мероприятий, направленных на создание благоприятных условий для роста корневой системы растений, развития бактериологических процессов, способствующих усвоению питательных веществ корнями. Мероприятия по подготовке почвы намечаются на стадии проектирования объекта озеленения. Сначала устанавливают наличие плодородного слоя почвы на всей территории и на отдельных участках, проводят агротехнические обследования, определяют запас в почве питательных веществ. Затем намечают мероприятия по улучшению существующей почвы. В проекте решается задача снятия и складирования верхнего слоя почвы с мест, где будут производиться работы по вертикальной планировке, устройству дорожек, сооружений. При этом определяют общую потребность в почве, принимая в расчет состав насаждений и пригодность существующих почв. Во многих случаях достаточно плодородной почвы на объекте не хватает, тогда решается вопрос о дополнительном ее привозе. Различают четыре группы грунтов на внутригородских объектах по необходимости добавления растительной земли (от почв, где не требуется добавки земли, до почв, где требуется их полная замена).

В зависимости от типа и механического состава почвы, степени ее плодородия применяют разные методы ее подготовки и окультуривания, при вспашке вносят минеральные, органические удобрения, торф и другие добавки, используют заготовленную на других объектах строительства растительную землю и компост.

ПОСАДКА ДЕРЕВЬЕВ И КУСТАРНИКОВ

Работы по озеленению должны выполняться только после устройства проездов, тротуаров, дорожек, площадок и оград, уборки строительного мусора после их строительства и расстилки растительного грунта. По окончании работ, связанных с улучшением почвы, приступают непосредственно к посадке деревьев и кустарников. Посадка деревьев и кустарников на объекте озеленения — основной производственный процесс, от правильности выполнения которого во многом зависит успех создания объекта озеленения в целом. В современном зеленом строительстве применение машин и механизмов позволяет в короткие сроки посадить деревья и кустарники и достичь нужного декоративного и санитарно-гигиенического эффекта, что особенно важно в условиях современного города.

Основной источник получения посадочного материала в городском озеленении — декоративные питомники. Качество посадочного материала гарантируется, если он приобретает в специализированных питомниках или при их содействии. Посадочный материал должен иметь сортовое и гарантийное свидетельство и быть этикетированным.

Для городского озеленения питомника выпускают следующие виды посадочного материала. Стандартные саженцы кустарника в возрасте 3—5 лет II школы питомника — наиболее массовый посадочный материал — отпускается весной и осенью для массовых посадок в парках, садах, на территориях новостроек в группы, куртины, живые изгороди. Кустарники из школы длительного выращивания в возрасте 6—10 лет отпускаются с комом земли в любое время года, применяются для одиночных посадок в небольшие группы на ответственных местах. Деревья-саженцы в возрасте 6—8 лет (6—8 лет быстрорастущие, 9—11 медленнорастущие породы), лис-

Таблица 34. Рекомендуемые сроки озеленения территорий

Краткая характеристика климатических подрайонов	Деревья и кустарники		Газоны и цветники	
	весенние посадки	осенние посадки	начало посевов	окончание посевов
Климатические подрайоны со среднемесячными температурами января от -28°C и ниже и июля $\pm 0^{\circ}\text{C}$ и выше, с суровой длинной зимой и высотой снежного покрова до 1,2 м. Вечномерзлые грунты. Климатические подрайоны со среднемесячными температурами января от -15°C и ниже и июля от 25°C и выше, с жарким солнечным летом и с короткой зимой. Просадочные грунты. Остальные районы	Май	Сентябрь	15 мая	31 августа
	Март	Октябрь—ноябрь	1 марта	31 октября
	20 апреля—20 мая	Сентябрь—октябрь	20 мая	20 сентября

топадные породы саженцев отпускаются из питомника и высаживаются на объекты озеленения с оголенной корневой системой весной и осенью. Плодовые, различные виды дуба, берез, а также хвойные всегда пересаживаются с прикорневым комом земли, их применяют в основном для массовых посадок в лесопарках, садах, парках и ограниченно — в скверах, на микрорайонных территориях, в группах, куртинах, массивах. Деревья в возрасте 12—16 лет (12—14 лет — быстрорастущие, 15—16 — медленнорастущие породы) выпускаются питомником с комом, пересаживают в течение всего года. Посадочный материал в этом возрасте наиболее широко применяется для озеленения микрорайонных территорий, для создания скверов, парков, садов. Применяют для посадки в аллеи, группы и куртины; крупные деревья школы длительного выращивания — до возраста 17—20, 21—25, 26—30 лет. Пересаживаются с прикорневым комом земли. Пересадку можно осуществлять в течение всего года. Применяются как акценты композиций на всех объектах городского озеленения, особенно при озеленении улиц, создании бульваров и скверов для получения быстрого декоративного эффекта.

Уникальные деревья и кустарники разных видов и форм, экзоты, особо ценные по декоративным качествам, пересаживают исключительно с прикорневым комом земли с соблюдением повышенных агротехнических требований.

Посадочный материал для озеленительных работ должен отвечать ГОСТ 24909—81.

Пересадка древесных растений из питомников озеленения — процесс сложный и очень болезненный для растений. На сроки проведения посадок влияют климатические и погодные условия местности, возраст и величина посадочного материала.

Согласно СНиП III-10-75, в табл. 34 указаны рекомендуемые сроки проведения озеленительных работ.

В отдельных случаях указанные сроки посадки могут уточняться с учетом местных климатических и агротехнических условий, а также с учетом начала и окончания вегетации корневой системы растений.

Цветы должны сажаться в следующие сроки: летники, цветущие и ковровые, не зимующие в грунте, — после окончания весенних заморозков; двухлетники и мно-

голетники, зимующие в грунте, — осенью и весной; луковичные, зимующие в грунте, — осенью.

В зеленом строительстве намечается тенденция к ликвидации сезонности посадочных работ. Этому должны способствовать расширенный выпуск крупномерного посадочного материала в питомниках, применение новой технологии пересадки, основанной на защите растений от иссушения при пересадках, а также выращивание растений в специальных контейнерах. Пересадка в контейнерах будет способствовать сохранению корневой системы. Получают распространение зимний способ пересадки крупномерных деревьев и кустарников с замороженным комом земли.

Высокая приживаемость древесных и кустарниковых растений на объектах озеленения достигается соблюдением всех требований и правил агротехники, а также сокращением промежутка времени между выкопкой и посадкой на постоянное место. Выкопка саженцев в питомниках может быть механизирована с помощью специального навесного оборудования к трактору МТЗ.

Для посадки древесных саженцев выкапывают ямы с помощью специальных машин — ямокопателей на базе малогабаритных тракторов.

Характеристика навесного оборудования ВПН-2 со скобой

Агрегируемый трактор	МТЗ
Ширина захвата, м	0,55
Глубина выкопки, см	до 40
Общая масса, кг	350
Производительность, га/ч	0,3

Техническая характеристика моделей ямокопателей

	КНУ-100	КПЯ-100
Агрегируемый трактор	Т-40, Т-40А, МТЗ-52	МТЗ-50, Т-38М
Управление рабочим органом	гидравлическое	
Диаметр буров, м	1; 0,8; 0,6 и 0,3	1; 0,8; 0,6 и 0,3
Наибольшая глубина ям, см	60	100
Продолжительность бурения ямы, мин	0,2—0,6	0,2—0,6
Дорожный просвет, мм	250	250
Масса, кг	449	450
Производительность, ям в час	до 100	до 70—100

После выкопки дно ямы разрыхляют на глубину 10—12 см. Рекомендуется выкапывать ямы за 5—7 дней до посадки растений, так как за это время происходит обогащение почвы кислородом. При посадке саженцев в нижнюю часть ямы засыпается растительный грунт, почву при послойной засыпке уплотняют, а затем обильно поливают до полного насыщения ямы (до 20—30 л на дерево).

Кустарники в группы сажают в вырытые с помощью экскаватора и заполненные растительной землей котлованы, затем обильно поливают (20 л на одно растение). Кустарники в живую изгородь высаживают в предварительно подготовленные засыпанные растительной землей траншеи.

Для выкопки ям под крупномерные деревья и кустарники используют экскаватор (например, Э-153). Непогодородный подпочвенный грунт вынимают, дно ямы

разрыхляют на глубину 15—20 см, а затем засыпают на 20—25 см растительной землей, на которую ставят прикорневой ком.

УСТРОЙСТВО ГАЗОНОВ И ЦВЕТНИКОВ

Под газоном понимается искусственно созданная территория, покрытая многолетними травянистыми растениями, образующими плотный почвозащитный покров. Газон является основным фоном насаждений — деревьев и кустарников и цветочных растений. Доброкачественный газон с плотным травостоем — не только неотъемлемый художественный элемент, он играет важную санитарно-гигиеническую роль, задерживая большое количество пыли, регулируя температуру и влажность воздуха.

Газоны широко применяются в практике озеленения. В зависимости от использования газоны подразделяют на декоративные, спортивные и специального назначения (на аэродромах, откосах шоссе и железных дорог, гидротехнических сооружений).

Декоративные газоны в зависимости от месторасположения на объекте озеленения подразделяются на следующие виды.

Партерные газоны — создаются в главных, наиболее важных узлах архитектурно-планировочных композиций парков, садов, скверов, перед входами в общественные здания, около памятников, скульптурных групп, в форме прямоугольника, квадрата, круга. Партерный газон обычно создается, когда есть уверенность в том, что он будет обеспечен тщательным регулярным уходом. Декоративная ценность партерного газона во многом зависит от регулярной стрижки, а также от правильного подбора высеваемых трав. Долголетние травы, применяемые для партерных газонов, в течение всего периода вегетации должны образовывать низкий густой травостой с однотонной окраской. Таким требованиям отвечают многолетние низкорослые злаковые травы с тонкими стеблями, относительно узкими листьями, обладающие высокой интенсивностью кущения. Для партерных газонов применимы такие виды злаковых трав, как овсяница, мятлик луговой.

Обыкновенные садово-парковые газоны — составляют наибольшую часть травяного дернового покрова

объектов озеленения. Эти газоны должны быть декоративны и устойчивы к механическим повреждениям. Хорошего качества обыкновенные газоны создают из злаковых трав; мятлика лугового, овсяницы красной, полевицы белой, райграса пастбищного. На юге СССР в районах с жарким климатом для создания обыкновенных газонов применяют полевицу волосовидную, овсяницу овечью, житник, костер безостый, паспалум двухрядный, гребенник.

Луговые газоны занимают пространства лесопарков. Они могут быть созданы улучшением существующих травостоев поверхностной обработки дернины и подсевом соответствующих травосмесей. По видовому составу луговые газоны могут быть представлены разнотравьем, включающим злаковые и бобовые, такие, как клевер красный, белый и гибридный, люцерны синюю и желтую, эспарцер полевой, люцерна рогатый.

В больших парках и лесопарках на полянах и лужайках устраивают *цветущие (мавританские) газоны*, засевают их смесью семян газонных трав и цветов — макком, васильками, ноготками, алиссумом, иберисом, льнянкой и маргаритками. При подборе трав необходимо учитывать, что устойчивость и декоративность газонов любого типа определяется условиями среды и биологическими особенностями растений. Лучший дерновый покров образуется из злаковых видов трав, которые имеют корневищный тип кущения и сильно развитые корни. Среди трав встречается также смешанный — корневищно-рыхлокустовой тип кущения. К злакам корневищного типа относятся мятлик луговой, овсяница красная, полевица, пырей ползучий, костер безостый; к злакам рыхлокустового типа — райграсс, а смешанного — разновидности мятлика лугового, овсяницы красной, полевицы обыкновенной. Наилучшими являются злаки корневищно-рыхлокустового типа кущения, которые образуют прочную, упругую и связную дернину.

Наиболее устойчивым и декоративным является газон из мятлика лугового, однако его очень трудно создать: семена мятлика мелкие, замедленно всходят, а быстрорастущие сорняки ухудшают условия прорастания семян мятлика, поэтому его смешивают с травами, семена которых всходят довольно быстро и дружно — с райграссом и овсяницей. Под покровом всходов райграсса всходы мятлика неплохо развиваются, постепенно захва-

тывая весь участок. Райграсс менее долговечен, чем мятлик, и постепенно выпадает из травостоя, мятлик — долговечный злак, и при хорошем уходе из него создается плотный травянистый покров, так называемый «мятликовый луг».

Газоны создают следующими способами: посевом семян, дернованием, вегетативным размножением. Разновидностью способа посева является гидропосев. Все виды газонов, кроме партерного, создают путем высева смеси семян трав, куда входят обычно три-четыре вида трав, которые хорошо произрастают совместно друг с другом и развивают прочный дерновый покров. Научкой разработаны и практикой установлены различные рецепты травосмесей в зависимости от условий местообитания.

Таблица 35. Характеристика основных видов трав для создания газонов

Виды трав	Число семян в 1 кг. тыс. шт.	Норма высева при всхожести 100%. кг/га	Всхожесть, %		Чистота, %	
			класс семян			
			I	III	I	III
Овсяница красная	1 000	100	85	60	96	80
Мятлик луговой	5 000	27	75	50	95	75
Полевица обыкновенная	10 000	13	85	60	95	75
Полевица белая	9 000	15	85	65	95	75
Овсяница луговая	550	121	90	75	97	85
Райграсс пастбищный	550	133	90	75	97	85
Клевер белый	1 500	10	80	65	97	90

Продолжение

Виды трав	Хозяйственная годность, %	Норма высева, кг/га	Число дней образования всходов	Продолжительность сохранения всхожести семян, лет
Овсяница красная	82—48	122—208	12—12	3—5
Мятлик луговой	71—37	38—73	15—17	5—6
Полевица обыкновенная	81—45	16—29	10—12	3—5
Полевица белая	81—49	18—31	10—12	3—5
Овсяница луговая	87—64	139—189	11—13	3—5
Райграсс пастбищный	87—64	153—208	9—10	4—5
Клевер белый	78—58	13—17	11—13	6—8

В табл. 35 приводятся характеристики наиболее распространенных видов трав, применяемых для газонов. При составлении смесей учитывают хозяйственную годность семян (произведение величины чистоты семян на величину их всхожести) и определяют процентное участие данного вида в смеси (в зависимости от полной весовой нормы семян данного вида на единицу площади).

Газоны устраивают на полностью подготовленном и спланированном грунте, верхний слой которого перед посевом газонных смесей должен быть проборонован на глубину 8—10 см. Засев газонов следует производить сеялками для посева газонных трав. Семена мельче 1 мм должны высеваться в смеси с сухим песком, в отношении 1:1 по объему. Семена крупнее 1 мм высеваются в чистом виде. При посеве газона семена заделывают на глубину до 1 см. Для заделки семян используют легкие бороны или катки с шипами и щетками. После заделки семян газон укатывают катком массой до 100 кг.

Цветники в садах и парках создаются по принципу ландшафтной или регулярной композиции. К цветникам ландшафтной композиции относятся массивы, группы, опушка, бордюры, одиночные посадки, каменистые альпийские участки. Они применяются обычно при формировании прогулочных частей садов и парков, вблизи площадок отдыха и водоемов, на лужайках, по маршрутам движения. Цветники регулярной композиции предусматривают обычно в виде клумб, рабаток геометрической формы на переднем плане у общественных зданий, памятников, входов в сады и парки. Задача цветочного оформления городских территорий состоит прежде всего в решении вопроса архитектурно-художественной композиции. Садоводы ставят перед собой цель придать каждому парку, саду, бульвару или скверу неповторимый вид. При создании красивого цветочного убранства возникает много проблем, при решении которых необходимо учитывать множество факторов (таких, как время цветения растений, их окраска, высота и форма кустов, биологические особенности и т. д.).

На смену регулярным геометрическим формам все больше приходят групповые посадки цветов, главным образом из многолетних культур, обладающих преимуществами по сравнению с однолетними. При умелом подборе многолетних растений цветение их в цветниках продолжается с ранней весны до поздней осени. Более

двадцати видов многолетников цветут в апреле и мае (в средней полосе страны), а однолетники начинают цвести только во второй половине июня. Многие виды многолетников цветут в октябре, когда однолетники уже давно отцвели. К тому же формирование цветников из многолетников более экономично. Однако это не означает, что в цветочном оформлении не следует применять однолетние цветы. Многие многолетники цветут непродолжительное время, причем некоторые из них по окончании периода цветения имеют неприглядный вид, поэтому там, где нужно создать яркое пятно, существующее 2—2,5 месяца, высаживают летники.

Использование многолетних или однолетних растений определяется типом цветочного оформления и его художественным решением. Каждый тип цветника имеет свои особенности как с точки зрения назначения и расположения, так по требованиям к планировке, размещению и подбору растений.

Массивы — это крупномасштабные композиции из травянистых цветочных растений, они создаются в больших парках на лужайках и полянах, по опушкам рощ, куртин, групп деревьев. Площадь цветочных массивов может колебаться от 80—100 до 800—1000 м² и более. Создаются массивы из многолетников; в ряде случаев используются летники и двухлетники. Из корневищных растений могут применяться пионы, астры, флоксы, хризантемы, гелениумы; из луковичных — тюльпаны, нарциссы, после отцветания луковичных растений на их места высаживают летники.

Группы — наиболее распространенный вид цветочного оформления на различных объектах озеленения. Размер групп колеблется от 3—5 до 40—50 м² и более; очертания их обычно свободные, живописные. В группу высаживают от нескольких десятков до нескольких сотен растений в зависимости от их величины. Группы создают преимущественно из многолетников, но иногда применяются и летники (например, после отцветания весенних луковичных). Чаще всего группы создают из многолетников одного вида или сорта, например из флоксов, пионов, дельфиниумов, астр, рудбекий, лилейников, хризантем. Группы обычно высаживают по опушкам древесно-кустарниковых групп, куртин, массивов с тем, чтобы подчеркнуть декоративность растений.

Бордюры применяют обычно для окаймления доро-

жек и площадок и устраивают из невысоких растений компактной формы с обильным цветением (флоксы, ирисы и др.). Бордюры бывают простые и сложные. Простые бордюры, или рабатки — полосы прямоугольной формы шириной 1—2 м. В декоративном отношении наилучшими видами цветов являются флоксы, астры, хризантемы, примулы, нарциссы, виолы. Для посадок выбирают 1—2 вида растений. Размещают рабатки в солнечных, защищенных от ветра местах. Сложные рабатки устраивают шириной 2,5—5 м из многолетних растений. Участок разделяют на зоны и высаживают растения по высоте: низкие — на переднем плане, средние и высокие — на заднем. Цветение в сложных бордюрах может продолжаться от мая до сентября.

Одиночные посадки кустов многолетников предназначены для украшения отдельных участков сада, сквера, парка. Их размещают возле здания, на перекрестках дороги, на лужайках. Для одиночных посадок наиболее пригодны виды растений с крупными листьями и обильными цветками, такие, как пионы, акониты, дельфиниумы, астильба, диклитры. Эти растения высаживаются с учетом расстояния, с которого они хорошо просматриваются.

Клумбы обычно размещаются в партерных регулярных композициях и предназначены для украшения входов в сады и парки, оформления зданий, сооружений, памятников, скульптурных композиций, фонтанов. В клумбах высаживают виды растений, цветущих в разное время года.

Растения для посадки поступают из цветоводческих хозяйств. Так, например, в Москве в сроки, обусловленные договором, рассада поступает озеленителям из специализированных совхозов декоративного садоводства управления лесопаркового хозяйства, а также из Черноморского и Северо-Кавказского цветоводческих совхозов, и из двух новых подмосковных оранжерейных комплексов. До настоящего времени не установлены нормативы потребности в цветочной рассаде для озеленения городов, что не позволяет определить необходимую мощность цветочных хозяйств. Из практики озеленения городов специалисты ориентировочно установили, что средняя норма площади цветников (% общей площади объекта озеленения) может составить: в парках площадью более 100 га — 1 %, до 10 га — 2, в городских и микрорайонных

садах — 2, в скверах и на бульварах — 3, в насаждениях ограниченного пользования — 0,5 %*.

РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ БАЗЫ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗЕЛЕННОГО ХОЗЯЙСТВА ПОСАДОЧНЫМ МАТЕРИАЛОМ

Темпы развития производственной базы обычно не успевают за потребностями в посадочном материале. Все труды проектировщиков останутся на бумаге, если не будет создана соответствующая производственная база, способная удовлетворить потребности города. Жилищно-коммунальное хозяйство городов РСФСР располагает площадью питомников около 20 тыс. га (без Москвы и Ленинграда), при этом потребность в саженцах деревьев и кустарников удовлетворяется не полностью. Частично посадочный материал для нужд города выпускают и питомники других ведомств. Часто посадочный материал берут в пригородных лесах, но он трудно приживается в городе. Также плохо приживаются растения, завозимые из отдаленных питомников, расположенных в других областях и даже природно-климатических зонах.

Большинство питомников, находящихся в ведении коммунальных органов, имеют небольшие размеры. Чтобы рентабельно использовать механизмы, повысить производительность труда и выход стандартного посадочного материала с единицы площади, снизить себестоимость выращивания саженцев, предусматривают питомники большой площади. Важным показателем деятельности питомников является соотношение общей и продуцирующей площади хозяйства. При этом под посадки деревьев и кустарников должно быть занято не менее 70 % общей площади. Для обеспечения этого показателя необходимо располагать питомники на участках с ровным рельефом и плодородными почвами, оснащать их водопроводом, парниками, теплицами, хорошо оборудованными помещениями для стратификации и обработки семян, хранения выкопанных растений и упаковки посадочного материала.

В соответствии со СНиП II-60-75*, в крупнейших, крупных и больших городах следует предусматривать

* Луниц Л. Б. Техника зеленого строительства/В кн. Инженерное благоустройство городских территорий. — М.: Стройиздат, 1979.

питомники древесных и кустарниковых растений и цветочно-оранжерейные хозяйства для обеспечения посадочным материалом. Питомники и цветочные хозяйства, как правило, располагают в зеленой зоне. Площадь питомников и цветочно-оранжерейных хозяйств на расчетный срок следует соответственно принимать 5 и 0,4 м² на одного жителя. Для обеспечения посадочным материалом городов и других населенных пунктов системы группового расселения следует предусматривать районные питомники, площадь которых принимают не менее 80 га.

В перспективе предусматривается создание крупных областных и межрайонных питомников, полностью обеспечивающих АССР, края, области в посадочном материале деревьев и кустарников с преобладанием в ассортименте местных и акклиматизированных, интродуцированных пород. Для организации хозяйства питомников в соответствии с современными требованиями необходимо прежде всего определить потребность в посадочном материале в соответствии с перспективными планами озеленения городов области (края, АССР) и составить перспективный план выращивания саженцев. Необходимо при этом координировать деятельность питомников разных ведомств в пределах одного региона.

На основе перспективного плана выращивания саженцев разрабатывают организационно-хозяйственный план питомников в укрупненных показателях. Необходимым условием успешного развития питомника является закрепление за ним площади, предусмотренной перспективным планом озеленения на длительный срок (до 50 лет и более). В перспективном плане должна быть предусмотрена комплексная механизация трудоемких процессов, наиболее совершенные принципы организации труда, прогрессивная технология выращивания саженцев с учетом природно-климатической зоны, источники снабжения питомника семенами, черенками, отводками. Даются рекомендации по рациональной организации территории питомника (отделов, школ). Производится расчет потребности хозяйства в рабочих и специалистах по декоративному садоводству*.

* Сборник нормативных материалов по труду для предприятий и организаций жилищно-коммунального хозяйства РСФСР, ч. VI. Зеленое хозяйство. — М.: Стройиздат, 1980.

Подбор древесных и кустарниковых пород для осуществления перспективного плана озеленения. В зеленом строительстве может быть использовано множество видов и форм дикорастущих и культурных растений, отличающихся разнообразием своих биологических свойств и внешними признаками. От подбора растений в большой степени зависит соответствие санитарно-гигиеническому назначению, градостроительным и архитектурно-художественным требованиям как системы озеленения в целом, так и отдельных ее элементов. Эта задача может быть решена только на основе тщательного изучения природно-климатических и планировочных условий основных категорий зеленых насаждений и отдельных наиболее крупных элементов (лесопарков, парков и садов общегородского значения и т. п.).

Устанавливая перечень основных, подлежащих выращиванию в питомниках видов древесных и кустарниковых пород, необходимо учитывать, чтобы они по своим биологическим свойствам и внешним признакам соответствовали климатическим условиям данного района, создаваемым или создаваемым почвам, гидрологии и условиям инсоляции, целевому назначению озеленения. Важно подчеркнуть, что перечисленные требования должны быть удовлетворены комплексно, т. е. во взаимной органической связи. Специалисты в зависимости от местных климатических условий подбирают породы для озеленения конкретных городов, основываясь как на общих рекомендациях, так и на опубликованных исследованиях и справочных материалах.

Ряд научных учреждений ведут широкие исследования по подбору местных и интродуцированных пород. Так, например, в книге В. Л. Миндовского «Озеленение северных городов» (Пермь, 1972), в «Рекомендациях по озеленению городов и рабочих поселков Средней Сибири» (Красноярск, 1972), в «Рекомендуемом порайонном ассортименте деревьев и кустарников для Сибири» приводятся подробные характеристики деревьев и кустарников для озеленения городов и поселков соответствующих зон. В этом направлении ведут большую работу Московский Главный ботанический сад АН СССР, Ленинградская лесотехническая академия, Центральный Сибирский ботанический сад СО АН СССР (Новосибирск) и др. Как установлено, в Москве могут произрастать более 250 древесно-кустарниковых пород. На

улицах Москвы, благодаря стараниям ученых, можно встретить такие необычные для этой климатической зоны породы, как ель Североамериканскую, акацию белую, дуб красный, тую западную, орех манчжурский. Тем не менее основной видовой состав пород в озеленении Москвы остается традиционным, наиболее соответствующим местным условиям: липа, береза, тополь, клен составляют более 75 %, прочие древесные породы — 25 %. Кустарники: акация, спирея, кизильник, боярышник, корнус, сирень — 65 %, прочие — 35 %.

При подборе пород также учитывают возможность получить нужные саженцы из питомников. Со времени составления перспективного плана до реализации его первой очереди (а тем более до реализации в натуре отдельных объектов) проходит недостаточно времени, чтобы развить и укрепить питомническое хозяйство, и обеспечить достаточно широкий ассортимент саженцев для озеленения.

При разработке номенклатуры основных пород деревьев и кустарников, подлежащих выращиванию в питомниках, необходимо учитывать такие важные их характеристики, как требования к почвам, влажности воздуха и инсоляции, газостойкость, а также показатели скорости роста, достигаемых размеров и прозрачности кроны растений.

Необходимо прежде всего подбирать растения, соответствующие основным почвенным характеристикам города. Вместе с тем, как известно, в пределах города один и тот же вид почв может отличаться большим или меньшим плодородием, влажностью, засоленностью и т. п. Необходимо определить, какие характеристики присущи наибольшему количеству основных территорий, отводимых под озеленение. С другой стороны, в городах очень редко можно встретить естественные почвы, пригодные для озеленения, и в большинстве случаев даже посев газонов осуществляется на искусственно созданную почву.

При подборе растений для конкретных почвенных условий, а также при улучшении почв необходимо учитывать следующую группировку древесных и кустарниковых растений по отношению к почвенным условиям: не требующие плодородных почв; требующие плодородных почв; произрастающие на песчаных почвах; произрастающие на засоленных почвах; произрастающие на влаж-

ных почвах. Растения по-разному реагируют на степень влажности воздуха. При подборе растений в районах, подверженных засухам, необходимо проводить опытные посадки для подбора наиболее засухоустойчивых.

Одно из важных условий нормального развития растения — это освещение солнцем. В зависимости от потребности в освещении растения делятся на светолюбивые и теневыносливые. В городах приходится создавать посадки на участках и на улицах, в той или иной степени затененных зданиями. Особенно сильно затененной оказывается часть улицы, застроенная высокими домами. Теневыносливость растений учитывается и при размещении различных пород на конкретных объектах озеленения, чтобы светолюбивые растения не оказывались в тени от других растений.

Деревья и кустарники подразделяются на быстрорастущие и медленнорастущие. В практике зеленого строительства часто возникает необходимость добиться полноценного результата в кратчайшие сроки, например при озеленении городских улиц и создании защитных насаждений. Существенное значение для озеленения имеет высота деревьев и кустарников, ширина их кроны.

В зависимости от целевого назначения насаждений используют растения, различные по размерам. Так, если надо озеленить улицу, застроенную высокими зданиями, фасады которых необходимо защитить от солнечных лучей, лучше всего сажать высокие деревья. Если же требуется только создать тень на тротуарах, например при озеленении улиц широтного направления, можно использовать невысокие деревья. При посадке деревьев около зданий и вдоль улиц, по которым проходит линия трамвая или троллейбуса, приходится учитывать ширину кроны деревьев. Подбирать растения различной высоты приходится и при формировании декоративных групп деревьев и кустарников в парках, садах, при устройстве защитных полос.

Большое санитарно-гигиеническое и архитектурное значение имеет степень прозрачности кроны. Деревья и кустарники с плотной, непрозрачной кроной наиболее эффективно защищают от солнечных лучей, пыли, снега и ветра. Плотность кроны поэтому учитывается при формировании защитных насаждений, тенистых аллей и затененных площадок. Насаждения с прозрачной кроной используются в декоративных целях. Одним из основ-

ных требований при этом является подбор растений в соответствии с типами естественной растительности, присущей данной климатической зоне (см. табл. 5).

Ниже приводятся группы допустимой взаимозаменяемости растений древесных пород (СНиП III-10-75).

Первая: вяз (гладкий, шершавый), дуб (черешчатый, красный), ясень (обыкновенный, пушистый, пенсильванский, зеленый), липа (мелколистная, крупнолистная, кавказская), каштан конский, айлант, орех (грецкий, серый, черный), платан (восточный, западный), граб, бук, ликвидамбр, гинкго.

Вторая: тополь белый, тополь дрожащий (осина).

Третья: тополь канадский, душистый, бальзамический, лавролистый. Максимовича, берлинский, московский, Симоны.

Четвертая: береза (бородавчатая, пушистая, каменная), тополь Симоны, черемуха, клен серебристый, катальпа.

Пятая: ива (белая, вавилонская).

Шестая: слива Писсарди, клен остролистый формы Шведлера. *Седьмая:* клен (остролистный, полевой, явор), вяз (гладкий, шершавый), липа мелколистая.

Восьмая: ель (обыкновенная, колючая), лиственница (сибирская, европейская), дугласия, тсуга, лжетсуга.

Девятая: сосна (обыкновенная, черная, крымская, Веймутова), сосна кедровая сибирская (кедр).

Десятая: тополь (пирамидальный, туркестанский или Болле), акация белая пирамидальная, дуб пирамидальный, кипарис.

Одиннадцатая: акация белая, глечня, глечня трехлопучковая, сфора японская.

Двенадцатая: вяз перистоветвистый, берест, карагач.

Тринадцатая: клен остролистый, форма шаровидная, вяз перистоветвистый, форма шаровидная.

Четырнадцатая: рябина (обыкновенная, шведская, мучнистая, дубравколистая, дуболстная), черемуха, клен татарский, пробковое дерево, нудино дерево, мыльное дерево, укрусное дерево, тюльпанное дерево.

Пятнадцатая: туя (западная, восточная), можжевельник (обыкновенный, казачий), кипарис, кипарисовник.

Шестнадцатая: вишня, яблоня, груша, черешня, абрикос, шелковица.

При создании зеленых насаждений плотность посадок деревьев и кустарников имеет большое значение, так как санитарно-гигиеническая роль зеленых насаждений проявляется только в том случае, если на участке имеется достаточное число деревьев и кустарников. Для создания наиболее благоприятного температурно-радиационного режима в различных природно-климатических условиях необходимо использованием разных композиционных приемов создавать озелененные пространства с определенным соотношением открытых (газоны, луга) и покрытых древесно-кустарниковой растительностью территорий. Если в северных районах лесные и парковые

Таблица 36. Ориентировочные нормы зеленых насаждений (число деревьев и кустарников на 1 га озелеяемой площади) в различных природных зонах и объектах озеленения, ед.

Элементы озеленения	Природные зоны				Черноморское побережье	
	нечерноморская		лесостепная	степная		полупустынная и пустынная
	северный район	центральный и восточные районы				
Парки общегородские и районные	195 975	240—290 1200—1300	285—345 1400—1500	290—370 1600—2300	365 1500—1600	
Сады жилых районов и микрорайонов	210 1470	230—300 1400—1600	265—335 1500—1800	280—380 1600—2500	380 1800	
Сквары	150 1500	170—250 1700—2000	190—290 1900—2300	210—310 2400—2500	300—320 2500	
Бульвары	330 4950	350—365 5000	380—390 5800—6000	400—415 6100—6600	400 6500	
Улицы	310 1800—1900	310—350 1850—2000	365—380 2200—3000	400 4000—4300	450 5000	
Жилые территории	150 1800	170 1200—1700	200 1500—2000	220—230 1700—2700	210 1600	
Участки детских учреждений	180 1700	200—210 3000—3900	220—230 3300—4000	220—240 3300—4000	240 4000	
Участки промышленных предприятий	200 2000	220 2200	240—260 2400—2600	260—280 2600—2800	300 270	
Санитарно-защитные зоны	730 8200	730 8200	730 8200	730 8200	730 8200	

Примечание. В числителе — число деревьев, в знаменателе — кустарников.

насаждения (рощи) могут составлять меньше половины площади озелененного пространства, то на юге — до 70—80 %. При композиционном построении озелененных территорий необходимо иметь в виду, что наилучшие температурно-радиационные условия складываются при значительной сомкнутости верхнего яруса насаждений (полнота 0,7—0,8); при незначительной полноте насаждений тепловой режим мало отличается от условий открытого пространства. Для создания нормальных условий аэрации наилучшая полнота насаждений также должна составлять 0,7—0,8. При создании объектов озеленения учитывают также санитарные нормы инсоляции.

С учетом всех этих требований разрабатывают нормы зеленых насаждений для различных природно-климатических зон (табл. 36). Используя расчетные цифры по площади разных видов объектов озеленения и нормы зеленых насаждений (деревьев и кустарников) на 1 га, можно определить перспективную потребность в саженцах и необходимую мощность питомников.

УХОД ЗА ГОРОДСКИМИ ЗЕЛЕНЫМИ НАСАЖДЕНИЯМИ

В условиях города зеленые насаждения существуют и развиваются в неблагоприятной, а по существу, и агрессивной среде. Без постоянного ухода им почти невозможно выжить. Под уходом за зелеными насаждениями понимают комплекс мероприятий, помогающих насаждениям выполнять их санитарно-гигиенические и декоративно-эстетические функции. Уход за посадками является сложным процессом, включающим много разнообразных технологических операций.

Уход за газонами. Основной объем работ по уходу за насаждениями в городе приходится на газоны, так как под них занято обычно около 70 % площади, отводимой под зеленые насаждения. Дерновой покров и верхний слой почвы газона нуждается в постоянном уходе. Мероприятия по уходу за газонами должны соответствовать их назначению и использованию, видовому составу трав, содержанию питательных веществ в почве и ее физическим свойствам.

Содержание объектов озеленения включает в себя кроме текущего ухода текущий и капитальный ремонты. *Текущий ремонт* заключается в восстановлении участков



Рис. 43. Универсальная машина для ухода за зелеными насаждениями УСБ-25 со снегоочистным оборудованием

насаждений, подвергшихся вымерзанию, вымыванию, вытаптыванию и повреждению растительности из-за плохого ухода. Участки с сильно изреженным травостоем обычно подсевают ранней весной, предварительно проведя рыхление, выравнивание почвы и внесение удобрений с заделкой. Текущий ремонт проводят ежегодно. *Капитальный ремонт* производят по всей площади сильно поврежденных газонов один раз в 5—8 лет после посева. Работы по капитальному ремонту включают вспашку участка, програвливание, внесение удобрений, посев и заделку семян.

Работы по ремонту объектов озеленения выполняются по той же технологии и теми же машинами и механизмами, что и при создании объектов, требующих больших затрат, которые необходимо учитывать при перспективном планировании. К основным работам по уходу за газонами относятся: механическая обработка дернины и почвы газона (рыхление и аэрация почвы), внесение удобрений (минеральных и органических в сухом и жидком виде), кошение газонов, уничтожение сорняков, полив, прочесывание газонов, сбор мусора и опавших

Таблица 37. Технологический порядок и периодичность ухода за городскими газонами в весенний, летний и осенний периоды с помощью комплекта машин для ухода за газонами

Технологические операции	Ориентировочная периодичность операций за сезон			Тип спецмашин, механизмирующей данную технологическую операцию	Особенность обрабатываемого объекта
	Крайний Север	средняя полоса	Юг		
Прочесывание газонов Сбор скошенной травы Сбор мусора и опавших листьев	1	2	4	Газоочиститель » »	Газоны, расположенные в стесненных условиях с включением большого числа деревьев и кустарников
	3	8	16		
	8	13	18		
Внесение сухих органических удобрений	1	2	2	Сеялка семян газонных трав и распределитель удобрений	Обработке подвергаются выборочные участки газонов
Посев семян газонных трав	1	2	2	То же	—
Рыхление почвы газона с обрачиванием слоя при небольших ремонтах	1	1	1	Почвенная фреза	Глубина обработки почвы 150 мм

Продолжение табл. 37

Технологические операции	Ориентировочная периодичность операций за сезон			Тип спецмашин, механизмирующей данную технологическую операцию	Особенность обрабатываемого объекта
	Крайний Север	средняя полоса	Юг		
Кошение газонов площадью выше 1000 м ² Кошение газонов площадью до 1000 м ² Аэрация почвы Уничтожение сорняков	6	11	15	Газонокосилка большой производительности Газонокосилка средней производительности Машина для аэрации почвы газонов Ранцевый опрыскиватель-опылитель	Газоны не имеют большого числа включений в виде куртин, групповых и одиночных посадок Газоны расположены в стесненных условиях Глубина прокладывания дерна 9 см. Обработке подвергаются выборочные участки Обработке подвергаются борочные участки газонов
	6	11	15		
	1	1	2		
	1	2	3		
Обрезка бровок газона	2	6	8	Машина для обрезки бровок газонов	Газон не имеет бордюрного ограждения
Полив газонов	8	13	20	Стационарная короткоструйная дождевальная установка	Газон имеет небольшое число включений в виде деревьев и кустарников
Внесение жидких удобрений	1	3	5	Поливочная машина	Обработке подвергаются газоны, не имеющие большого числа включений. В стесненных условиях подкормка производится через шланг

Таблица 38. Комплект машин для ухода за газонами

Технологические операции	Название и марка спецмашин	Основные параметры спецмашин			Название и марка машины, которую можно использовать вместо спецмашин
		тип рабочего органа	ширина захвата	эксплуатационная производительность, м ² /ч	
Кошение газонов площадью более 1000 м ² без большого числа включений	Самоходная газонокосилка СГ	Плосковращательный режущий аппарат То же	1	2000	Косилка навесная фронтальная КФН-1,6 к трактору Т-25. Ширина захвата 1,6 м
	Навесная газонокосилка УСБ-25		1,4	2500	
Кошение газонов площадью до 1000 м ²	Газонокосилки ГКР-0,4, «Дружба» СК-15	» » »	0,4	350	Косилка моторизованная ручная КМР-1. Ширина захвата 1 м. Двигатель «Дружба»
			0,5	650	
			0,5	650	
Прочесывание газона. Сбор скошенной травы. Сбор мусора и опавших листьев	—	Цилиндрическая щетка	1	1500	Грабли поперечные ГП-6 к Т-25. Грабли поперечные помуравесные к Т-25 (для газонов площадью свыше 1000 м ²)
	—		—	—	
Распределение на газонах сухих органических удобрений. Посев семян газонных трав	Малогобаритная сеялка семян газонных трав к трактору Т-25	Высевающий аппарат газонного типа	1	1000	Разбрасыватель мисеральных удобрений НРУ-0,5. Сеялка для посева семян и трав и их смесей на лугах и пастбищах СЛТ-3,6 (площадь газона свыше 1000 м ²)
	—		—	—	
Рыхление почвы газона с обрачиванием слоя при небольших ремонтах газона	Почвенная фреза к универсальной машине УСБ-25	Фрезерный барабан с горизонтальной осью вращения	1	1200	Фреза почвенная ФПШ-1,3, фреза лесная унифицированная ФЛУ-0,8, фреза садовая ФП-2
	—		—	—	
Аэрация почвы газона (площадь свыше 500 м ²)	Навесное оборудование для аэрации на тракторе Т-25	Секционный барабан с цельными прокалывающими иглами	1	2500	—

Технологические операции	Название и марка спецмашин	Основные параметры спецмашин			Название и марка машины, которую можно использовать вместо спецмашины
		тип рабочего органа	ширина захвата, м	эксплуатационная производительность, м ² /ч	
Борьба с сорняками на газоне	Опрыскиватель большой производительности ОГ-53	Сошло-распылитель	5	15 000	Опрыскиватель вентиляторный ОВТ-1АВ, опрыскиватель моторный переносной ОМП (опрыскиватель «Олень» и ОМБ-400
Обрезка бровок газонов	Машина СК-19 для обрезки бровок газонов	Двуножевая фреза с горизонтальной осью вращения	0,05	2500 м	—
Полив газонов	Стационарная установка СК-16	Направляющее сопло, вращающееся под действием истекающей струи	Радиус действия до 10 м	650 (с перестановкой)	Среднеструйный дождевальная аппарат «Роса-1»

листьев. Одна из основных машин для содержания зеленых насаждений — УСБ-25 со сменным оборудованием (рис. 43).

Технологический порядок и периодичность проведения работ по уходу за газонами в разных климатических зонах приводятся в табл. 37*, а комплекс машин для выполнения этих работ — в табл. 38*. Механическая обработка дерна и почвы газона включает следующие основные работы: фрезерование почвы на отдельных участках газона и посев семян газонных трав; аэрацию дернины газона для ее регенерации; обработку кромки газона, не имеющего бордюрного ограждения.

Срок эксплуатации газонов во многих случаях не превышает 5—6 лет и является неоправданно малым по сравнению со стоимостью их устройства. Вместе с тем при оптимальных условиях существования газонные травы могут нормально расти и развиваться в течение 30 лет и более. Одной из причин преждевременного сокращения срока службы газонов является несовершенство агротехники ухода, особенно ухода за почвой и дерниной газонов.

В процессе эксплуатации происходит уплотнение почвы пешеходами и механизмами. Со временем газонные травы образуют на поверхности слой из остатков отмерших корней и побегов растений, так называемый «войлок», который уплотняясь создает затруднения для нормального водного и воздушного обмена в почве, препятствует прониканию удобрений к корням трав. Постепенно такой травостой начинает желтеть, а дернина отмирать, травостой газона изреживается, его поверхность зарастает сорняками и теряет свои санитарно-гигиенические и декоративные качества.

На уплотненных участках почву рыхлят почвенной фрезой, при этом выбирается малогабаритный тип машины, легко вписывающийся в границы обрабатываемых площадей газона, обладающий высокой маневренностью, с рабочим органом, способным обрабатывать сильно засоренные в условиях города почвы, а также отдельные участки (дорожки, тропинки), плотность почвы на которых в 5—7 раз выше обычной плотности почвы газона.

* Инструктивные указания по организации и технологии механизированного ухода за городскими зелеными насаждениями. Утверждены Минжилкомхозом РСФСР 18 ноября 1974 г.

Наилучшие результаты по восстановлению аэрации достигаются механической обработкой дернины и почвы газона боронованием — прогребанием и прочесыванием, прорезыванием и прокалыванием. Последний метод получает распространение, что объясняется его универсальностью, возможностью выполнения без снижения декоративной характеристики газона.

Рабочим органом является барабан с прокалывающими шипами, навешиваемый на трактор. Барабан прокалывают по поверхности газона, при этом шины под действием массы барабана последовательно внедряются в дерн, оставляя за собой проколы. Отечественное оборудование для аэрации почвы газона навешивается на трактор Т-25.

Краткая характеристика оборудования

Ширна захвата барабана, мм	1000
Диаметр барабана (по концам шпиров), мм	680
Глубина прокалывания, мм	70—90
Масса оборудования, кг	450
Скорость перемещения, км/ч	2,2—5,6

Для выравнивания кромок газонов обрезкой с одновременным сдвижением срезанного дерна в сторону применяют машину СК-19, рабочими органами которой является режущий нож пропеллерного типа и отвал для сдвигания отрезанной земли и дерна. Машину перемещает вручную оператор, идущий вслед за ней. Рабочий орган приводится в действие от двигателя внутреннего сгорания «Дружба-4».

Характеристика машины

Ширина обрабатываемой кромки газона, мм	до 50
Диаметр режущего ножа, мм	280
Толщина ножа, мм	4
Угол заточки режущего лезвия, град	30
Рабочая частота вращения ножа, об/мин	600
Габариты (без ручек), мм:	
длина	750
ширина	480
Масса, кг	45
Производительность, м/ч	850

Одна из основных операций ухода за травяным покровом — систематическая стрижка газонов. Она усиливает развитие молодых побегов и листьев, придает травяному ковра цвет свежей и яркой зелени, ускоряет и усиливает кушение злаков, позволяет эффективно вести

борьбу с сорняками. В соответствии с требованиями агротехники на обыкновенных газонах первое скашивание после посева производят, когда травостой достигает высоты 15—20 см (фаза выхода злаков в трубку, начало колосения), последующее скашивание — когда травостой достигает 10—15 см (на обычных газонах). В партерах, как правило, газоны стригут чаще — при достижении травостоем высоты 6—10 см. Обыкновенные и партерные газоны скашивают на высоте 3—4 см, а лугового типа и парковой лужайки — на высоте 4—5 см. В зависимости от погодных условий и состояния газона обычный газон скашивается до 10 раз за период вегетации. Частое скашивание травостой стимулирует ветвление его надземной части, образование новых побегов, а также рост и развитие корней, что способствует укреплению дернины.

Срез стеблей травы должен быть ровным, плоскость среза недеформированной. Высота срезанного травостоя должна быть одинаковой во всех точках газона, что обеспечивает газону равный фон без резких световых и цветных переходов. Такой газон обладает наилучшей декоративной характеристикой. Срезанную траву собирают сразу после скашивания, так как под небраным сплошным слоем газон быстро желтеет. Иногда, если это не нарушает декоративного эффекта, скошенную траву на сутки оставляют на газоне, и только после истечения этого срока убирают часть травяной массы, оказавшуюся поверх стерни скошенного газона. Высохшие частички срезанной массы, проваливаясь между стеблями трав, играют роль отпада, и мульчируют поверхность почвы, предохраняя ее от излишнего иссушения и возвращая ей в виде органических остатков вынесенные травами питательные вещества.

Стрижку газонов прекращают осенью с установлением среднесуточной температуры воздуха 10 °С. На зиму травостой оставляют высотой 8—12 см, что, с одной стороны, утепляет дернину, а с другой — предохраняет растения от вымерзания.

Изложенные требования к содержанию газонов определяют основные технологические требования к газонокосилкам. Как показала практика эксплуатации, из-за различных площадей, конфигурации и места положения газонов невозможно использовать для обработки только один типоразмер машины. На газонах могут находиться деревья, кустарники, цветники. Число и размещение этих

посадок определяются назначением газона и окружающим ландшафтом. Посадки могут существенно изменить окружающую обстановку и затруднить работу машин на газонах. Для механизации кошения необходимо использовать машины нескольких типоразмеров.

Отечественной промышленностью выпускается несколько типов газонокосилок. Для кошения газонов площадью более 1000 м² рекомендуется применять газонокосилки с шириной захвата 1—1,6 м, а для площади до 1000 м²— с шириной захвата 0,4—0,5 м. Газонокосилки выпускаются малогабаритные, ведомые оператором, самотходные и как навесное оборудование к трактору Т-25.

Самоходная газонокосилка СГ оборудована системой ротационных плосковращательных режущих аппаратов с общей шириной захвата 1 м. Она предназначена для высокопроизводительной стрижки обыкновенных и луговых газонов площадью свыше 1000 м² с небольшим числом включений в виде деревьев, кустарников и дорожек. Газонокосилка состоит из специального самоходного шасси режущего аппарата, смонтированного в передней части шасси; благодаря расположению режущего аппарата в передней части, а не между опорными передними колесами (как в других косилках), вращающиеся ножи перерезают стебли газонной травы, еще не смятые передними колесами косилки. Повышается удобство обслуживания режущего аппарата и замены затупившихся при работе ножей. Оператор, сидящий на специальном сиденье, которое установлено на базовом шасси, визуально контролирует работу.

Основная техническая характеристика газонокосилки СГ

Ширина базового шасси, мм:	
базы	700
колеи	750
Радиус поворота, м	0,85
Форма ножей	прямоугольные с односторонней заточкой
Число ножей	2
Общая ширина скашивания, м	1
Высота стерни, оставляемой после прохода машины, мм	40—100
Привод хода и ножей от двигателя «Турист» мощностью, кВт	7,36
Производительность техническая, м ² /ч:	
на I передаче	1550

Продолжение

на II передаче	2840
» III »	3760
Скорость передвижения (в зависимости от передачи), км/ч:	
рабочая вперед	2,22—5,36
» назад	3,32—8,06
транспортная	6,08—16,1
Габариты (в рабочем положении), мм	2130×1960× ×1450
Масса, кг:	
шасси (без оператора)	210
рабочего органа	65

Для работы в лесопарках на больших площадях применяют навесную фронтальную газонокосилку к трактору Т-25 с шириной захвата 1,6.

Самоходная газонокосилка СК-15 предназначена для работы на обыкновенных и партерных газонах с большим числом включений в виде древесно-кустарниковых посадок, цветников, дорожно-тропиночной сети. Косилка специально разработана для использования в озеленительных эксплуатационных хозяйствах. Рабочим органом косилки служит плосковращательный режущий аппарат, срезающий стебли высотой до 20 см. Инерционные нагрузки при работе аппарата отсутствуют. Качество среза возрастает с увеличением скорости вращения ножей. Высоту подрезки стеблей можно регулировать. Режущий аппарат хорошо вписывается в микрорельеф обрабатываемой поверхности, благодаря чему создается требуемый декоративный фон газона. Оператор идет за машиной, направляя ее движение. Газонокосилка выполнена в виде самоходной машины с приводным передним колесом и состоит из несущей рамы, двигателя внутреннего сгорания («Дружба-4»), режущего ножа, кожуха ножа, колес, корпуса привода, трансмиссии колес и ручки управления. Нож вращается от двигателя через фрикционную муфту и вертикальный вал.

Техническая характеристика косилки СК-15

Ширина колеи, мм	460
Скорость передвижения, км/ч	4,5
Производительность эксплуатационная, м ² /ч	750
Высота среза, мм	30—78
Ширина захвата ножа, мм	500
Габариты, мм	1456×540×950
Масса, кг	45

Для работы в стесненных условиях на газонах со сложным микрорельефом и на небольших партерных газонах используют малогабаритную косилку — *газонную бытовую*. Ее можно также использовать на небольших озелененных участках школ, детских садов, яслей и т. п., а также для периодического выкашивания травяного покрова на небольших газонах индивидуальных садовых участков. Газонокосилка состоит из режущего аппарата ротационно-барабанного типа с пятью спиральными ножами, расположенными с равным шагом по окружности сечения режущего барабана, противорежущего ножа, двух боковин (правой и левой), двух опорных колес (из которых одно ведущее), шестеренчатого редуктора, обгонной муфты и ручки управления. Косилку перемещает оператор. Стебли травы перерезаются при фиксации между спиральным ножом подвижного режущего барабана и противорежущим ножом. При этом барабан работает как мотовило, подводя срезаемые стебли к противорежущему ножу.

Стебли перерезаются смещением одной части стебля относительно другой, причем зона смещения на стебле не превышает 0,1 мм. Подобный процесс разделения материала на объемно-недеформированные части называется резанием пуансоном. Для его выполнения не требуется затачивать режущие кромки ножей. Вполне достаточно незначительного зазора между поверхностями подвижного и противорежущего ножа, зазор можно регулировать. Вращение барабана происходит от опорного обрезающего колеса через зубчатую передачу с внутренним зацеплением и обгонную муфту сцепления.

Техническая характеристика косилки газонной бытовой

Ширина захвата режущего аппарата, мм	350
Колея, мм	450
Высота стерни, остающейся после прохода машины, мм	до 40
Максимальная высота подрезаемого травостоя, мм	100
Производительность эксплуатационная, м ² /ч	150—200
Масса, кг	11,5

Так как газонокосилка не имеет специального приводного двигателя, шум при ее работе практически отсутствует и ее можно использовать там, где по санитарным требованиям нельзя применять газонокосилки с двигателями внутреннего сгорания.

Конструкторы продолжают совершенствовать газонокосилки и вместе с тем создают машины, принципиально отличающиеся от традиционных. Одним из направлений является разработка газонокосилки на воздушной подушке, которая может обрабатывать кроме ровных поверхностей озелененные участки, расположенные на склонах и откосах. Налаживается серийное производство таких газонокосилок, обладающих высокой маневренностью.

Одним из важнейших мероприятий по уходу за газонами является полив, особенно при отсутствии осадков. Основным требованием правильного полива является увлажнение корнеобитаемого слоя почвы на глубину не менее 15—20 см. Для полива газонов и цветников в городских скверах и парках предназначена *дождевальная установка СК-16*, состоящая из направляющего ствола с жиклером на конце, распыливающей лопатки опорной треноги, корпуса, в котором на подшипнике скольжения закреплен ствол, и питающего шланга. На стволе в специальном фиксаторе закреплен направляющий стержень с распылительной лопаткой на конце. Стержень относительно фиксатора может поворачиваться вокруг продольной оси, сдвигаться вдоль этой оси и поворачиваться в плане на некоторый угол.

Изменением положения распыляющей лопатки относительно струи, истекающей из жиклера ствола, регулируют дальность выброса струи и степень ее распыления. Коэффициент неравномерности распределения влаги по обрабатываемой поверхности 0,1—0,15 соответствует требованиям агротехники полива. Средняя дальность действия дождевателя с лопаткой до 9 м, частота вращения ствола 60 об/мин. Струя развивается лопаткой-распылителем на капли размером 80—100 мк, которые импульсно смачивают поверхность. Изменением угла установки лопатки относительно струи и ее расстояния до сопла меняют дальность действия установки в пределах 6—10 м, частоту вращения сопла (40—75 об/мин) и степень распыления струи (50—150 мк). Расход воды дождевальной установкой 0,6—1,5 л/с в зависимости от диаметра насадки, напоров в трубопроводе, кромки распыляющей пластины имеют волнистый профиль, что способствует лучшему распылению водяной струи. Часть струи отражается от пластины и в виде капель оседает непосредственно под стволом, поэтому вода распределяется по обрабаты-

ваемой поверхности более равномерно, чем из среднеструйных и дальнеструйных дождевальных установок (у которых струя выбрасывается из сопла на расстояние до 10 м и только после этого распадается на капли). Ствол вращается под действием реактивной силы, возникающей при контакте струи.

Питающим шлангом установка подключается к водопроводной сети. С одного места на другое ее переставляют вручную. Стационарные дождевальные установки располагаются на поверхности газона таким образом, чтобы можно было оросить все участки газона без привлечения оператора для полива вручную необработанных участков.

Техническая характеристика установки СК-16

Дальность полива, м	9—10
Расход воды, л/мин	0,4—1,3
Рабочее давление (у входа в установку), МПа (кгс/см ²)	0,3—0,4 (3—4)
Диаметр сменных насадков, мм	5, 7, 9
Частота вращения ствола, об/мин	8—10
Интенсивность полива, мм/мин	0,75
Длина питающего шланга, м	10
Габариты, мм:	
диаметр опорного круга треноги	1000
высота	1280

Время нахождения дождевальной установки на одной позиции определяется нормой полива и интенсивностью дождя (интенсивность полива). Продолжительность полива с одной позиции находят делением нормы полива (в мм) на интенсивность дождя. Нормы полива приводятся в табл. 39.

Таблица 39. Нормы полива на единицу обрабатываемой площади

Тип почвы	Нормы полива, м ³ /га, при глубине увлажненного слоя, мм		
	100	200	300
Песчаная	60	110	170
Супесчаная	100	150	230
Легкосуглинистая	130	270	360
Среднесуглинистая	170	290	430
Тяжелосуглинистая	190	310	470

Уход за деревьями и кустарниками это система мероприятий, направленных на обеспечение приживаемости

растений после посадки и создание биологически устойчивых и эстетически полноценных насаждений на объекте озеленения. Уход за древесными и кустарниковыми растениями осуществляется как непосредственно после посадки растений, так и в процессе эксплуатации объекта озеленения практически на протяжении всего периода его жизни.

При уходе за древесными и кустарниковыми растениями учитывают их биологическую породу, происхождение и физиологическое состояние. Крайне неблагоприятные условия произрастания растений в городе приводят к угнетению роста корней, подавляют ростовые процессы, ухудшают декоративный облик растений, сокращают продолжительность жизни, поэтому важное значение имеет комплексный подход к уходу за древесными и кустарниковыми насаждениями, максимально учитывающий как биологические свойства растений, так и факторы неблагоприятной внешней среды.

Посадка деревьев и кустарников на постоянное место не является окончанием озеленительных работ. Для хорошей приживаемости растений и их нормального дальнейшего развития и произрастания большое значение имеет послепосадочный уход (в течение первого вегетативного периода осуществляется организацией, производившей посадки). Первые годы после посадки являются наиболее опасными для растений, поскольку условия среды произрастания резко отличаются от естественной обстановки, в которой оно сформировалось, кроме того, при выкопке, перевозке и пересадке повреждаются корни и другие части растения.

Во время приживания растений залечиваются поражения, постепенно восстанавливается корневая система и вместе с тем улучшается рост надземной части. Срок приживаемости кустарников составляет 2—3 года, а деревьев в зависимости от возраста саженцев — 3—6 лет. Послепосадочный уход проводится с учетом сроков посадки растений и природно-климатических факторов. Во всех случаях послепосадочный уход проводят регулярно в течение всего сезона. Основными мероприятиями при этом являются: тщательный регулярный полив, рыхление и мульчирование приствольного пространства, внесение удобрений. Для более активного корнеобразования в период вегетации одновременно с поливом вносят растворы стимуляторов роста.

В первый период особенно большую роль играет систематический полив посаженных растений. Нормы полива зависят от погодных условий, биологических свойств растений, их величины и возраста, а также от механического состава и водоудерживающей способности почвы. Полив посаженных растений обычно прекращают в августе, чтобы растения нормально подготовились к зиме.

Большое значение имеет рыхление почвы в приствольных лунках. Это мероприятие проводят регулярно для уничтожения сорняков, обеспечения дыхания корневой системы и аэрации поверхностного слоя почвы на глубину 4—5 см, чтобы не повредить корневую систему.

Очень полезно в течение лета проводить дождевание крон молодых саженцев деревьев и надземной части кустарников водой (особенно в засушливую погоду). На второй год после посадки дождевание полезно совмещать с внекорневыми подкормками в виде растворов минеральных удобрений. Осенью приствольные лунки деревьев и кустарников рыхлят на глубину 5—7 см, и для утепления растений подсыпают на поверхность торф или перегной слоем 3—4 см.

Все рассмотренные приемы ухода за насаждениями применяют и в процессе дальнейшей эксплуатации объектов озеленения.

По мере роста, развития и старения деревьев производят их кронирование (обрезку) и стрижку кустарников, а также осуществляют уход за надземной частью деревьев (заделка дупел и устранение поросли) и защиту растений от вредителей.

Технологический порядок и периодичность механизированного ухода за деревьями и кустарниками проводят в соответствии с показателями табл. 40.

Технологические операции, перечисленные в табл. 40*, механизированы комплектом специальных машин для ухода за древесно-кустарниковыми породами (приводятся в табл. 41*). При отсутствии в хозяйстве полного комплекта спецмашин недостающие машины могут быть заменены машинами, выпускаемыми для нужд сельского и лесного хозяйства.

* Инструктивные указания по организации и технологии механизированного ухода за городскими зелеными насаждениями. Утверждены Минжилкомхозом 18 ноября 1974 г.

Таблица 40. Технологический порядок и периодичность ухода за деревьями и кустарниками в весенний, летний и осенний периоды с помощью комплекта машин для ухода за древесно-кустарниковыми породами

Технологические операции	Оrientировочная периодичность операций за сезон			Тип спецмашин, механизующей данную технологическую операцию	Особенности обрабатываемого объекта
	Крайний Север	средняя полоса	Юг		
Опрыскивание ядохимикатами деревьев и кустарников	1	2	2	Рапцевый опрыскиватель	Обработка растений в стесненных условиях
Обмывание крон водой	1	2	2	Опрыскиватель большой производительности	Обработка растений при наличии свободного подъезда к ним
Формовочная обрезка крон деревьев	1	1	1	Вышка для кронирования деревьев с набором моторизованного оборудования	Санитарная и формовочная обрезки деревьев производятся одновременно
Санитарная обрезка крон деревьев	1	1	1		
Удаление поросли со стволов деревьев, вырезка сушин	1	1	1		
Заделка дупел и механических повреждений	1	1	1		
Рыхление приствольных лунок деревьев и кустарников	2	4	4	Малогабаритная самодвижная почвенная фреза	Обрабатываемые деревья произрастают вдоль благоустроенных дорожек

Технологические операции	Ориентировочная периодичность операций за сезон			Тип спецмашины, механизир. данной технологической операции	Особенности обрабатываемого объекта
	Крайний Север	ср.-ная полоса	Юг		
Полив деревьев и кустарников	2	4	7	Система гидробуров на базе поливочной машины	Предварительной подготовки лунок к поливу не требуется
Внесение в зону корней растворов стимулятора роста и минеральных удобрений	1	2	2	Система гидробуров на базе поливочной машины	Предварительной подготовки лунок к поливу не требуется
Стрижка кустарниковых изгородей, растущих вдоль благоустроенных дорожек	2	3	5	Навесное оборудование к трактору для подрезки кустарников	Поверхность перемищения машины должна иметь усовершенствованное покрытие
Стрижка кустарников, растущих на газонах, и бордюров, расположенных вдоль благоустроенных дорожек	2	3	5	Ручной моторизованный инструмент для подрезки кустарников	Кустарники расположены в местах, недоступных для работы машин большой производительности
Прореживание и прочистка крон кустарниковых изгородей. Омоложение изгородей	1	1	1	Ручной моторизованный инструмент с пильным диском	Выборочное удаление сухих, сломанных и больших ветвей

Кронирование (обрезка) является одним из основных мероприятий по уходу за надземной частью деревьев и кустарников. Правильно проведенная обрезка позволяет не только придать кроне растения декоративный облик, но и улучшить общий рост и развитие растения, удаляя сухие, больные и излишние, загущающие крону ветки. В результате обрезки изменяется соотношение общей массы кроны и корней, увеличивается число всасывающих корней, снабжающих растение органическими веществами и водой. Уход за кроной надо вести в течение всей жизни растения. В молодом возрасте, в период сильного роста, такой уход должен быть интенсивным, в пору зрелости он сводится к вырезке сухих и отмирающих ветвей. При уходе за кронами древесных растений различают следующие виды обрезки: формовочную, санитарную и омолаживающую.

Назначение формовочной обрезки в достижении более равномерного расположения скелетных ветвей и придании кроне привлекательного внешнего облика, в выравнивании общей высоты дерева и сохранении естественной или искусственной его формы. При этом необходимо учитывать естественную форму данного вида деревьев: цилиндрическую, пирамидальную, овальную, плакучую, широкоокруглую или раскидистую. Формовочная обрезка включает прищипку и укорачивание побегов, формирование и прореживание кроны.

Санитарная обрезка состоит в вырезке старых, поврежденных, переплетающихся побегов. Задача санитарной обрезки также заключается в равномерном прореживании кроны с целью создания лучшей проветриваемости и освещенности. Прежде всего удаляют ветви больные, усыхающие, надломленные и растущие внутри кроны, а также сближающиеся друг с другом или трущиеся друг о друга (вырезают более слабые). Санитарную обрезку проводят в течение всего вегетационного периода.

Омолаживающая обрезка основана на том положении, что если провести сильную обрезку преждевременно стареющего в городских условиях дерева, то можно стимулировать его жизнеспособность. При омолаживании после удаления усохшей части вершины дерева появляется масса побегов, исходящих из одного места, поэтому при обрезке сохраняют часть основной ветви, а остальные побеги подрезают значительно. После такой

Т а б л и ц а 41. Комплект машин для ухода за древесно-кустарниковыми насаждениями

Технологические операции	Наименование и марка спец. машин	Основные параметры спецмашин			Наименование и марка машины, которую можно использовать вместо спецмашины
		тип рабочего органа	ширина захвата рабочего органа, м	эксплуатационная производительность, м ² /ч	
Опрыскиватель ядохимикатами ОГ-53 Обмывание крон водой	Опрыскиватель для ядохимикатами ОГ-53	Соплораспылитель	Дальность вылета струи 20 м	До 40 дер/ч	Опрыскиватель вен-тиляторный ОВТ-1АВ, опрыскиватель моторный переносный ОМП («Олень»), поливомоечная машина ПМ-130
Формовочная и санитарная обрезка крон деревьев	Вышка для кронирования деревьев ВГС-3,5 с набором оборудования для ухода за кроной	Комплект пневмосекаторов для обрезки крон деревьев	Максимальная высота обрабатываемых деревьев — 8 м	10—20 дер/ч	—
Рыхление приствольных площадей деревьев и кустарников с прополкой сорняков и удалением мусора	Малобагажная почвенная фреза	Фрезерный барабан	30	0,4—0,5 дер/ч	Электромотыга ЭМ-12А, фреза электрическая самоходная ФС-0,7 (питание фрез от передвижного генератора)
Полив деревьев и кустарников. Внесение в зону корней растворов — стимуляторов роста и минеральных удобрений	Система гидробуров к универсальной машине УСБ-25	Гидробур со сменным наконечником	Максимальная глубина обработки деревьев — 1 м	15 дер/ч	Поливомоечная машина ПМ-130 с поливочным шлангом или гидробуром
Стрижка живых изгородей, растущих вдоль благоустроенных дорожек	Навесное оборудование для подрезки кустарников к универсальной машине УСБ-25	Режущий аппарат типа «Косилка»	1,4	800	Аппарат для подрезки чайных кустов навесной БШП-1А
Стрижка кустарников, растущих на газонах, и бордюров, расположенных вдоль неблагоустроенных дорожек	Комплект электрофицированного инструмента к универсальной машине УСБ-25	Режущий аппарат типа «Косилка»	0,4—0,7	130	Ручной моторизованный инструмент, аппарат ЧПР-700
Прореживание и прорodka крон кустарниковых изгородей и омоложение изгородей	Рапцевый мотоагрегат «Секор»	Пильный диск	0,2—0,3	До 90 м/ч	Самоходный моторизованный аппарат СМА-1

операции дерево обретает новую крону более естественной формы.

Омолаживание растений производят ранней весной. Омолаживание, как правило, выдерживают только деревья, хорошо переносящие обрезку (плохо переносят обрезку береза, орех, ясень обыкновенный, рябина обыкновенная, лиственница, черемуха; из хвойных — сосна, пихта). Процессы омолаживания производят постепенно, в течение 2—3 лет.

Из-за отсутствия специальных машин для обрезки деревьев в городских зеленых насаждениях для этих целей используют машины и механизмы из других отраслей народного хозяйства — сельского и лесного. Наибольшее распространение получили вышка для кронирования плодовых деревьев ВГС-3,5 и ручной моторизованный инструмент «Секор» с рабочим органом в виде пильного диска. Гидравлическая садовая вышка ВГС-3,5 предназначена для подъема рабочих к кроне дерева при обрезке ветвей. Она смонтирована на раме самоходного шасси Т-16, ее обслуживают тракторист и четверо рабочих. Вышка состоит из подъемной платформы, опоры, компрессора и комплекта пневматического режущего инструмента со шлангами. На платформе размещены режущий и вспомогательный инструмент, на ней также находятся рабочие. Рама опоры и платформа ограждены специальным листом и перилами. На платформе установлены четыре воздухозаборных крана, к которым присоединяют шланги пневматического режущего инструмента. Платформа опирается на четыре направляющие стойки и шток гидроцилиндра, при помощи которого платформа поднимается и опускается. Компрессор подает сжатый воздух к режущему инструменту, он крепится к раме самоходного шасси и приводится в действие от вала отбора мощности шасси через клиноременную и карданную передачи.

Режущий инструмент — пневматический секатор — состоит из противорежущей части, направляющей, винта, режущей части, трубки, диафрагм привода, рычага. Вышка, перемещаясь вдоль ряда деревьев, останавливается около каждого дерева. Трое рабочих с платформы отрезают пневматическим инструментом верхнюю часть кроны. Ветви диаметром более 30 мм перепиливают ручными или шестовыми пилами.

Ветви, удаленные от борта вышки более чем на 2,5 м,

подтягивают специальным крюком. Поднимает и опускает платформу тракторист. Четвертый рабочий с помощью пневмоинструмента обрезает нижнюю часть кроны дерева с земли.

Техническая характеристика вышки ВГС-3,5

Производительность по обрезке деревьев, шт/ч	10—20
Максимальный диаметр кроны обрабатываемого дерева, м	7
Максимальная высота обрабатываемого дерева, м	8
Габариты платформы, мм:	
длина	4000
ширина	1500
высота пола платформы над поверхностью почвы в опущенном положении	2650
то же, в поднятом положении	3500
Рабочее давление воздуха, подаваемого к секатору, МПа (кгс/см ²)	0,7 (7)
Максимальный диаметр перерезаемой ветви, мм	30
Расход воздуха на один срез, см ³	360
Масса секатора, кг	2,5
Масса вышки, кг	570

Уход за надземной частью кустарников также сводится в основном к своевременно и правильно проводимой обрезке побегов и ветвей. Правильно проведенная обрезка (стрижка) существенно влияет на долговечность и декоративность растений. Обрезка также необходима для формирования габитуса растения, регулирования его размеров, улучшения качества и обилия цветения, плодоношения, а также для омолаживания и общего оздоровления.

Стрижкой удаляют слабые и больные побеги; усиливают рост боковых побегов; увеличивают густоту и поддерживают выровненность крон. По мере отрастания побегов кустарники несколько раз в год стригут. Так, кустарники, дающие цветы весной на побегах прошлого года, подрезают вскоре после окончания цветения. Растения, цветущие летом или в начале осени, требуют обрезки поздней осенью, зимой или весной до распускания почек. В декоративном садоводстве чаще применяют слабую обрезку, когда кусты дают не крупные, но многочисленные цветы.

По мере старения кустов наблюдается притупление и

даже приостановка роста, облиственность растений становится редкой, листья мельче, цветение резко уменьшается. Для восстановления нормальной жизнедеятельности требуется омолаживание, срезается вся надземная часть старой древесины — 15—30 см. Из появившихся новых побегов оставляют наиболее сильные для восстановления куста.

Частичное омолаживание производится в несколько приемов, срезая наиболее слабые ветви каждый год. Кустарники стригут в горизонтальной плоскости, в плоскостях под углом к горизонту и по кривым поверхностям.

Наиболее распространенными формами «живых» изгородей являются прямая и обратная трапеция, прямоугольная и параболическая формы. Из них наиболее часто встречается прямоугольная форма стрижки. Однако при такой стрижке боковая поверхность кроны кустарника получает значительно меньше света, чем при треугольной и в форме прямой трапеции. В результате происходит изреживание крон и оголение стволов кустарника снизу. Зеленая изгородь может создаваться из цветущих кустарников, например из морщинистой розы, лапчатки, японской спиреи и др. Такие изгороди обычно не стригут. Изгородь кустарников с плотной кроной, подвергающейся стрижке, образуют из таких пород, как кизильник, бирючина, альпийская смородина, крушина, желтая акация. У однорядной живой изгороди расстояние между кустарниками в ряду обычно составляет 25—30 см. При двух- и многорядных посадках расстояние между растениями в рядах 30, 40 и 50 см, а между рядами 20—30 см. Многорядную посадку выполняют в шахматном порядке. Живые изгороди достигают высоты 5 м (живая стена). Обычный кустарниковый барьер бывает высотой до 1,5 м, шириной 1—1,6 м.

В зависимости от местоположения кустарников их стригут по мере надобности в течение всего вегетационного периода: основная стрижка — в конце мая или начале июня с наращиванием 3 см в год прироста текущего года, и две летние повторные — до уровня первой стрижки. В среднем глубина основной стрижки около $\frac{1}{3}$ или $\frac{1}{2}$ длины побега предыдущего года.

Для кронирования отдельных кустов, стрижки кустарниковой изгороди разных видов, обрезки мертвых веток и сучьев применяют ручной малогабаритный мото-

ризованный инструмент и специальное навесное оборудование к тракторам. Для ухода за насаждениями в парках, лесопарках и зеленых зонах применяют *моторизованный инструмент «Секор»*, состоящий из велосипедного двигателя, трубчатого кожуха, системы привода рабочих органов и собственно сменных рабочих органов — пильного и косильного дисков. Привод рабочего органа от двигателя через центробежную муфту сцепления, жесткий и гибкий валы, размещенные в трубчатом кожухе, корпус рабочего органа закреплен на нижнем конце трубчатого кожуха. На кожухе смонтированы также рукоятка управления инструментом и рычаг дроссельной заслонки карбюраторного двигателя.

При работе моторизованный инструмент подвешен на плечевом ремне моториста, который правой рукой управляет движением рабочего органа, а левой поддерживает срезанный куст (или небольшое деревце) и опускает его на землю после срезания. Косильным диском можно скашивать траву вокруг стволов деревьев и кустарников. Моторизованный инструмент применяют также для подрезки отдельных кустарников и кустов изгородей «на пень».

Техническая характеристика мотоинструмента «Секор»

Тип двигателя	велосипедный марки Д-5
Диаметр диска, мм:	
пильного	250
косильного	300
Наибольший диаметр спиливаемой ветви (ствола), мм	150
Частота вращения дисков, об/мин	4500
Высота стрижки, м	до 2
Масса инструмента, кг	8

Широкое применение находит *оборудование для подрезки кустарников к машине УСБ-25*. Оно состоит из трех ручных электроинструментов, навесного оборудования для подрезки кустарниковых изгородей и энергетической установки, питающей двигателя оборудования электрическим током. Навесное оборудование для подрезки кустарниковых изгородей состоит из навесной стрелы, смонтированной сбоку в средней части трактора, гидроцилиндра подъема и опускания стрелы, режущего

Техническая характеристика электрокусторезов УСБ-25

	Навесное оборудование	Ручной инструмент
Привод рабочих органов	электрический	
Тип генератора переменного тока	ПСГС-6,25	
Напряжение, В	220—230	
Частота тока, Гц	50	
Тип преобразователя переменного тока	C-572a	C-572a
Напряжение на выходе, В	36	
Частота тока на выходе, Гц	200	200
Рабочий орган	режущий инструмент косильного типа с двумя рядами активных ножей	
Электродвигатель	АП-32	АП-32А
Рабочий режим электродвигателя, об/мин	1600	1600
Число рабочего оборудования в комплекте	1	3
Число двойных ходов ножей в 1 мин	510	510
Ширина изгороди, обрабатываемая в 1 проход, мм	1400	710
Шаг сегментов, мм:		
режущих	35	35
противорежущих	35	35
Высота обработки насаждений, м	0,6—1,7	1,3
Толщина срезаемых ветвей, мм, до	8	6
Рабочая скорость движения, км/ч (м/с)	0,73—1 (0,2—0,28)	—
Масса снаряженной машины (водитель в машине), кг	2375	2375
Масса ручного электроинструмента, кг	—	4,1

аппарата и электродвигателя, приводящего в действие режущий аппарат. Навесное оборудование и ручные электроинструменты оснащены режущим аппаратом с двумя рядами активных ножей, совершающих возвратно-поступательные движения. Для привода ножей используется двойной кривошипно-шатунный механизм. Такая конструкция аппарата позволяет почти полностью погасить виброколебания при работе электроинструмента, что значительно облегчает труд оператора.

Вручную кустарники подрезают одновременно два аппарата. Их свободное перемещение ограничивается кабелем длиной 12 м. Таким образом, с одной установки тягача можно обрабатывать кустарниковые насаждения длиной до 22 м.

Навесной режущий аппарат применяют для декоративной подрезки кустарниковых изгородей, растущих вдоль благоустроенных дорожек и площадок (асфальтированных, ровных уплотненных земляных или гравевых), что позволяет удерживать навесной режущий аппарат на одном уровне без применения специального устройства. Режущий аппарат может подрезать изгородь последовательно в горизонтальной, вертикальной или наклонной плоскостях. Несрезанные стебли удаляются вручную или повторным проходом машины. Число несрезанных стеблей находится в прямой зависимости от физико-механических свойств подрезаемой кроны: чем крона кустарника гуще, тем подрезанных стеблей после прохода машины больше.

Чтобы перерезать как можно больше стеблей, брус аппарата поворачивают относительно продольной оси на так называемый угол атаки в сторону перемещения режущего аппарата. Оптимальным является увеличение угла атаки до 15°, качество подрезки улучшается, пропуск стеблей снижается до 2—3%. Наиболее высокое качество подрезки кустарников достигается при скорости перемещения машины 0,6 км/ч и максимальном числе (510) двойных ходов ножей режущего аппарата. Ручным электроинструментом пользуются при отсутствии оперативной площади, на которой базовый трактор мог бы маневрировать, при работе в стесненных условиях, при подрезке кустарниковых изгородей, растущих вдоль благоустроенных дорожек, устранении огрехов, допущенных при работе навесного оборудования, а также при фигурной подрезке кустарников, когда их крону обраба-

тывают по сложному профилю (например, по кривой поверхности). Электронинструмент обеспечивает удовлетворительный срез побегов длиной до 25 см при толщине 4—6 мм, если зазор между ножами режущего аппарата не превышает 0,5 мм.

Наиболее частыми и трудоемкими операциями ухода за древесно-кустарниковыми насаждениями являются *внесение в почву минеральных удобрений, полив и аэрация*. Все три операции объединить в одну позволяет использование системы гидробуров. При этом вода, водные растворы минеральных удобрений и стимуляторов роста равномерно распределяются на заданной глубине непосредственно в зоне залегания основной массы корней, что, кроме того, значительно улучшает воздухообмен почвы без перештыковки. *Гидробур* представляет собой полую штангу с острым конусообразным наконечником, в котором имеется канал, соединяющий полость штанги с внешней средой. Другой конец штанги через запорный клапан и гибкий резиновый шланг соединен с поливочной машиной (например, ПМ-130). При необходимости через распределительное устройство к машине можно подключить несколько гидробуров.

Гидробур устанавливают наконечником на поверхность приствольного круга дерева или кустарника. Затем включают насос машины и жидкость под давлением 0,5—0,7 МПа (5—7 кгс/см²) поступает через гидробур в почву, промывая в ней скважину заданной глубины. После этого давление уменьшают до 0,1—0,2 МПа (1—2 кгс/см²) и в почву поступает нужное количество растворов минеральных солей или чистой воды. Характеристика гидробура, созданного Академией коммунального хозяйства им. К. Д. Памфилова, следующая. Объем бака поливочной машины 6 м³, число гидробуров 3, обслуж-

живают гидробур 3 человека, заглубление гидробура — 30—60 см, производится 9—12 «уколов» на один приствольный круг, время, необходимое на один «укол», 30 с.

Технологический цикл работы гидробура складывается из двух этапов: заглубление иглы гидробура (наилучшее заглубление бура в почву в городских условиях составляет 45 см) и насыщение корнеобитаемого слоя жидкостью.

После заглубления гидробура в почву начинается вторая стадия — насыщение почвы. Расход жидкости из наконечника гидробура за определенное число «уколов» должен быть равен объему жидкости, поглощаемому корнеобразующим объемом почвы. Этот обмен учитывается коэффициентом насыщения почвы, в городских условиях составляющим 0,5—0,65.

Для защиты наружной части деревьев и кустарников от вредителей, а также для борьбы с сорняками на газонах и для обмывки кроны деревьев и кустарников в засушливый период года применяют распределители жидких и порошкообразных веществ двух типов: машины большой производительности на стандартном шасси; ранцевые распределители жидких и порошкообразных веществ.

Для этих целей специально разработан для применения в озеленительных хозяйствах *опрыскиватель ОГ-53*, предназначенный для обработки зеленых насаждений в садах, парках, скверах, бульварах, а также в городских питомниках методом опрыскивания водными растворами пестицидов, суспензиями и минерально-масляными эмульсиями. Опрыскиватель изготовлен на базе автомобиля ГАЗ-53А и состоит из цистерны, бачка для концентрированных ядохимикатов, мерного бака, служащего для дозирования ядохимикатов, системы трубопроводов, центробежно-вихревого насоса, предназначенного для создания давления в нагнетательной системе трубопроводов (рис. 44).

Водные растворы ядохимикатов различной концентрации из отсеков цистерны подаются центробежно-вихревым насосом к брандспойтам для опрыскивания. Опрыскивание деревьев, кустарников и других насаждений может производиться во время движения автомобиля двумя выносными и одним задним брандспойтами.

Показатели напора и расхода воды для размыва разных видов грунтов

Вид грунта	Напор воды, м	Расход воды
		на 1 м ³ грунта, м ³
Мелкозернистый песок .	30	1,2
Легкая (рыхлая) супесь	30	1,2
Легкий (рыхлый) суглинок	20	1,5



Рис. 44. Опрыскиватель ОГ-53

В ранцевых опрыскивателях устанавливают заданный расход пестицидов по норме их распределения на 1 га. По таблицам, приведенным в заводских инструкциях,

Техническая характеристика опрыскивателя ОГ-53

Вместимость цистерны, л	2500
Вместимость бачков для ядохимикатов, л	165
Подача насоса, л/мин	11
Напор водяного столба, мм	245
Высота опрыскивания, м	16
Габариты машины в транспортном положении, мм	6450×2240×2500
Масса опрыскивателя (полная), кг	7400
Масса навесного оборудования, кг	1650
Производительность опрыскивателя	940 деревьев в смену при расходе 8 л жидкости на 1 дерево

определяют диаметры отверстий распылителей и давление в них жидкости, обеспечивающей расчетный расход ее.

Уход за цветниками. Основными видами работ по уходу за цветниками являются подкормка органомине-

ральными смесями, полив, прополка, рыхление почвы. Перечень и порядок технологических операций, которые могут быть при соответствующих условиях выполнены механизированно, приводятся в табл. 42, а комплект машин по уходу за цветниками — в табл. 43.

Таблица 42. Технологический порядок и периодичность ухода за цветниками с помощью комплекта машин

Технологические операции	Ориентировочная периодичность операций за сезон			Тип машин, механизующих данную технологическую операцию
	Крайний Север	средняя полоса	Юг	
Полив цветников	16	30	40	Стационарная короткоструйная дождевальная установка
Уничтожение сорняков и растительности на цветниках	1	2	4	Ранцевый опрыскиватель
Рыхление междурядий цветников	2	5	8	Малогабаритная почвофреза
Заделка сухих органических удобрений	1	2	3	То же
Стрижка ковровых цветников	1	3	5	Ручной моторизованный инструмент — секор
Жидкая подкормка цветников в сочетании с поливом	1	2	3	Поливомочная машина с полновочными шлангами

Полив начинают сразу же после посадки цветочных растений или посева семян на постоянное место. Рассадку летников поливают ежедневно, пока растения не приживутся, а затем, в зависимости от погоды — 2—3 раза в неделю. Многолетники необходимо поливать регулярно и часто, особенно в первый год после посадки, пока растения еще не разрослись и почва между ними остается открытой. В дальнейшем, когда растения разрастутся, поливают только в засушливую погоду, при этом почву поддерживают в рыхлом состоянии и удаляют сорняки.

Следует учитывать и потребность разных видов растений во влаге. Влаголюбивые растения (флокс метельчатый, астильбе, троллиус и др.) в период буйного роста и цветения следует утром или вечером опрыскивать водой с помощью установок (или шлангов) с распыливающими насадками.

Таблица 43. Комплект машин для ухода за цветниками

Технологические операции	Наименование и марка спецмашин	Основные параметры спецмашин			Наименование и марка машины, которую можно использовать вместо спецмашин
		тип рабочего органа	ширина захвата рабочего органа, м	эксплуатационная производительность, м ² /ч	
Полив цветников	Короткоструйная дождевальная установка СК-16	Дождевальный ствол с распылителем	Радиус действия — до 10 м	650 (с перестановкой)	Поливомоечная машина ПМ-130
Уничтожение сорняков и растительности	Опрыскиватель ранцевый ОРР-1 и опрыскиватель ЭРА-1	Сопло-распылитель	Радиус действия — до 2,5 м	1500	—
Рыхление междурядий цветников	Электромотыга ЭМ-12А с приводом от генератора	Фрезерный барабан с жесткозакрепленными ножами	0,3	300	—
Заделка сухих органических удобрений	То же	То же	0,3	300	—
Стрижка ковровых цветников	Ручной электроинструмент на базе УСБ-25	Режущий аппарат «Косилка»	0,4	100	—
Жидкая подкормка цветников	Поливомоечная машина	Сопло-распылитель	Радиус действия 12 м	До 15 000	—

Наилучшее время опрыскивания или полива — вечер. Нормы полива на 1 м² поверхности цветника для однолетников 10—15, для многолетников 12—20 л. Для сохранения влаги в почве и поддержания ее нормального воздушного режима большое значение имеют рыхление почвы и ее прополка. Рыхлить почву на цветниках из летников необходимо сразу же после полива или обильного дождя на глубину 4—5 см. Первое рыхление почвы на цветниках из многолетников делается ранней весной на глубину 5—6 см, а непосредственно около растений — на глубину 2—3 см. Ко второму рыхлению приступают после прорастания сорняков, их необходимо удалять в течение вегетационного периода, тщательно разрыхляя почву. При хорошем развитии растений подкормку не производят. Она нужна, если почва недостаточно плодородна. Подкармливают цветы как сухими органоминеральными удобрениями, так и жидкими смесями.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
1. Градостроительные аспекты благоустройства	4
Численность городского населения	5
Природно-климатические условия	9
Архитектурно-планировочная структура города	19
Площадь города и ее функциональное зонирование	21
Структура селитебной территории	23
Городские дороги	27
2. Уборка городских дорог	34
Летняя уборка городских дорог	36
Характеристика загрязнений городских дорог летом	36
Мойка и поливка дорожных покрытий	44
Подметание улиц	49
Зимняя уборка городских дорог	56
Характеристика загрязнений снега в городах	58
Технология зимней уборки городских дорог	62
Машины и механизмы для зимней уборки дорог	75
Заготовка противогололедных материалов	91
Снижение отрицательного воздействия противогололедных солей на объекты окружающей среды	95
Разрабатываемые методы удаления снега и борьбы с гололедом	107
3. Санитарная очистка города	121
Санитарно-гигиеническое значение твердых бытовых отходов (ТБО)	125
Состав и количество ТБО	126
Сбор и удаление бытовых отходов	133
Мусоровозный транспорт	148
Удаление отходов и неканализованных домовладений	157
Пневмотранспорт ТБО	160
Мусороперегрузочные станции	168
Санитарно-гигиеническая и экономическая оценка сбора и удаления отходов	174
Методы обезвреживания ТБО	179
Биотермический метод обезвреживания ТБО	179
Сжигание ТБО	190
Свалки и полигоны для складирования ТБО и их экологическая оценка	203
Сравнительная оценка методов обезвреживания и использования ТБО	210

	Стр.
Разрабатываемые методы обезвреживания и использования ТБО	214
Пиролиз ТБО	214
Совместное компостирование ТБО и осадка сточных вод	222
Механизированная сортировка ТБО	226
Совместное сжигание ТБО и осадка сточных вод	229
Ликвидация больничных отходов	233
Схема санитарной очистки и уборки городов	238
Определение объема работ по санитарной очистке домовладений	247
Выбор системы сбора и удаления отходов	250
Определение мощности и мест расположения мусороперегрузочных станций (МПС)	253
Определение оптимального количества, единичной мощности и мест размещения спецавтохозяйств по уборке и санитарной очистке	255
4. Озеленение города	258
Общие принципы озеленения городов	258
Классификация зеленых насаждений	263
Перспективное планирование системы озеленения города	268
Значение зеленых насаждений для охраны окружающей среды	275
Формирование объектов озеленения	284
Посадка деревьев и кустарников	289
Устройство газонов и цветников	293
Развитие производственной базы и обеспечение зеленого хозяйства посадочным материалом	299
Уход за городскими зелеными насаждениями	306

ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ

КОРНОПЕЛЕВ А. С. И ДР. МЕХАНИЗАЦИЯ УБОРКИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ: СПРАВОЧНИК.—3-е ИЗД., ПЕРЕРАБ. И ДОП.—М.: СТРОЙИЗДАТ, 1986.—20 л., ил.

КОЛДЫРМАНОВА О. Л., МИНОСЯН В. А. ОРГАНИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОММУНАЛЬНЫМ ХОЗЯЙСТВОМ КРУПНОГО ГОРОДА.—М.: СТРОЙИЗДАТ, 1986.—10 л., ил.

**ЗИНАИДА ИВАНОВНА АЛЕКСАНДРОВСКАЯ,
ЕВГЕНИЙ МИХАЙЛОВИЧ БУКРЕЕВ,
ЯКОВ ВАСИЛЬЕВИЧ МЕДВЕДЕВ
НИКОЛАЙ НИКОЛАЕВИЧ ЮСКЕВИЧ**

Благоустройство городов

Редакция литературы по
жилищно-коммунальному хозяйству
Зав. редакцией В. И. Киселев
Редактор Г. В. Беляева
Младший редактор Г. А. Морозова
Технический редактор Г. Н. Орлова
Корректор О. В. Стигнеева

ИБ № 3075

Сдано в набор 04.04.84. Подписано в печать 09.07.84. Т-12785. Формат 84×108^{1/32}. Бумага тип. № 2. Гарнитура «Литературная». Печать высокая. Усл. печ. 18,06 л. Усл. кр.-отт. 18,27. Уч.-изд. 19,69 л. Тираж 11 500 экз. Изд. № АVI—9522. Заказ № 794. Цена 1 р. 20 к.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Владимирская типография Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
600000, г. Владимир, Октябрьский проспект, д. 7

ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ

**ЕЛШИН И. М. СТРОИТЕЛЬ — ОБ ОХРАНЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ. — М.:
СТРОЙИЗДАТ, 1985.—10 л., ил. — (ОХРАНА
ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ).**

**ГРИГОРЯН А. Г. ЛАНДШАФТ СОВРЕМЕН-
НОГО ГОРОДА. — М.: СТРОЙИЗДАТ, 1985. —
20 л., ил.**

Цена 1 р. 20 к.

ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

ГОТОВЯТСЯ К ПЕЧАТИ

**КОЛОМЕЕЦ А. В., АРИЕВИЧ Э. М. ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ: СПРАВ. ПОСОБИЕ. — 3-е ИЗД., ПЕРЕ-
РАБ. И ДОП. — М.: СТРОИИЗДАТ, 1985.—25 л., ил.**

**САНИТАРНАЯ ОЧИСТКА И УБОРКА НАСЕЛЕННЫХ
МЕСТ: СПРАВОЧНИК / А. Н. МИРНЫЙ, Д. Н. БЕНЬЯМОВ-
СКИЙ, Е. М. БУКРЕЕВ И ДР.; ПОД РЕД. А. Н. МИРНО-
ГО. — М.: СТРОИИЗДАТ, 1985.—18 л., ил.**