

Лекция 6. Охрана водных ресурсов и очистка сточных вод городов

Структура лекции:

- **Федеральное законодательство и охрана водных объектов**
- **Общая характеристика сточных вод**
- **Нормативы допустимых сбросов веществ и микроорганизмов**
- **Наблюдение за загрязнением поверхностных вод**
- **Основные пути и методы очистки сточных вод**
- **Очистка бытовых сточных вод городов**

Федеральное законодательство и охрана водных объектов

Защита водных ресурсов от истощения и загрязнения вредными веществами предусматривает следующий комплекс мер: 1) разработку соответствующих законодательных актов; 2) организацию мониторинга водных объектов; 3) охрану поверхностных и подземных вод, включая очистку промышленных и бытовых стоков; 4) подготовку воды, используемой для питьевых и хозяйственных целей; 5) государственный контроль за использованием и охраной водных ресурсов.

Водное законодательство включает Водный кодекс Российской Федерации и принимаемые в соответствии с ним федеративные законы и иные нормативные правовые акты, а также законы и иные нормативные правовые акты субъектов РФ (республик, краев, областей).

Целью водного законодательства является регулирование отношений в области использования и охраны водных объектов. При этом использование водных объектов для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения является приоритетным. Для указанного вида водоснабжения необходимо использовать защищенные от засорения и загрязнения поверхностные и подземные водные объекты.

На всех водопользователей в законодательном порядке возлагается обязанность сокращать изъятия и потери воды, не допускать засорения, истощения и загрязнения водных объектов. Запрещен сброс сточных вод (СВ) в водные объекты, если последние отнесены к особо охраняемым, содержат природные лечебные ресурсы, находятся в местах массового отдыха населения или курортных зонах, а также в местах нереста и зимовки ценных видов рыб и т. п.

Главную роль в охране вод играет государственный учет поверхностных и подземных вод, который осуществляется в целях текущего и перспективного планирования рационального использования водных ресурсов, их восстановления и охраны. В его основе лежат данные государственного мониторинга и данные учета, которые предоставляются водопользователями. Своды систематизированных данных о водных объектах, водных ресурсах, режиме, качестве и использовании вод, а также о водопользователях включаются в Водный кадастр.

Нарушение требований по охране и рациональному использованию водных объектов влечет за собой ограничение, приостановление и даже запрещение эксплуатации хозяйственных и других объектов, которые оказывают негативное влияние на состояние водных объектов. Решение об этом принимается Правительством РФ или органами исполнительной власти ее субъектов.

Общая характеристика сточных вод.

По происхождению сточные воды подразделяются на несколько групп: 1) хозяйственно-бытовые; 2) промышленные; 3) поверхностный сток предприятий и населенных пунктов; 4) сельскохозяйственные; 5) рудничные и шахтные воды. Каждая группа имеет свой специфический состав, в котором преобладает определенная ассоциация загрязняющих веществ (А. Ф. Порядин, А. Д. Хованский, 1996 г.).

Хозяйственно-бытовые воды содержат большое количество органических и минеральных веществ в растворенном и взвешенном состоянии. Они образуются в жилых и общественных зданиях, на предприятиях, при приготовлении пищи, после санитарных уборок, стирок и т. п. Подсчитано, что от одного жителя в сутки поступает в систему водоотведения загрязнений: взвешенных веществ — 65 г; органических соединений в неосветленной жидкости — 70, в осветленной — 40; азота аммонийного — 8, фосфатов — 3,3, в т. ч. от моющих веществ — 1,6; хлоридов — 9; ПАВ - 2,5 г.

Среди всех видов загрязнения водоемов наибольшее вредное воздействие вызывают промышленные сточные воды. Схема образования сточных вод представлена на рис. 1.

Промышленные сточные воды отличаются большим разнообразием состава и концентрацией загрязняющих веществ (ЗВ), определяемых характером производства, а также системой водоснабжения и водоотведения.

Сточные воды (СВ) предприятий по составу подразделяются на три вида:

— производственные — использованные или сопутствующие технологическому процессу, которые в свою очередь можно разделить на загрязненные и нормативно чистые;

—бытовые — от санитарных узлов и пищеблоков, душевых установок;

—атмосферные — дождевые, талые, к ним можно отнести и поверхностные после полива территорий.

Характер загрязнения производственных СВ в основном определяется профилем предприятия, составом перерабатываемых материалов, сырья и видом выпускаемой продукции.

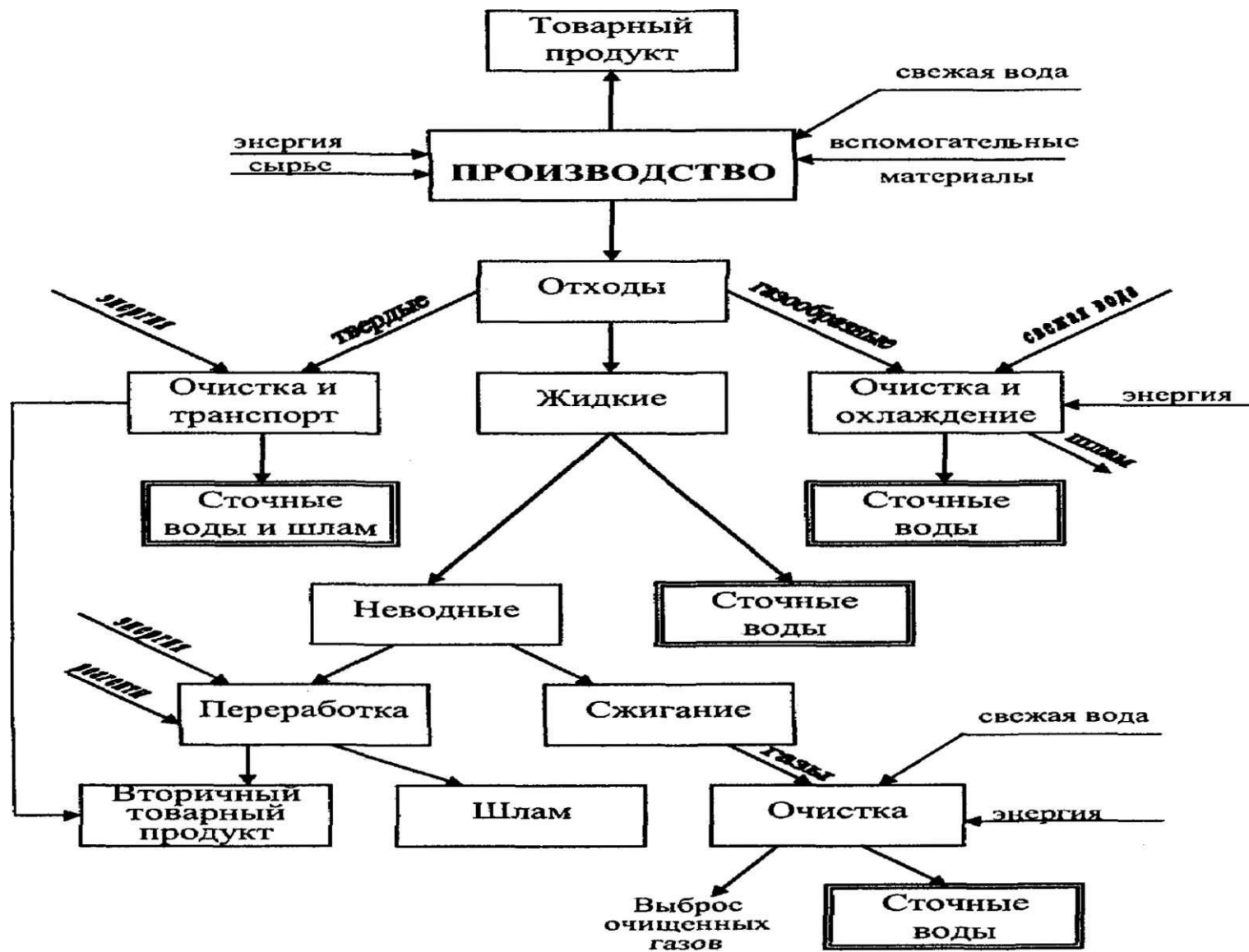


Рисунок 1. Схема образования сточных вод в процессе материального производства

Все многообразие производственных СВ по характеру основных загрязнений можно отнести к трем группам:

—содержащие минеральные примеси (металлургия, машиностроение, производство строительных материалов, минеральных кислот, удобрений и т. д.);

- содержащие органические примеси (мясная, рыбная, консервная, пищевая промышленность и т. д.);

— содержащие органоминеральные примеси (нефтедобывающие, нефтеперерабатывающие, текстильные и др. предприятия).

Поверхностный сток промышленных предприятий и населенных пунктов формируется за счет дождевых, талых и поливочно-сточных вод. К основным факторам, определяющим его объем, относятся: 1) интенсивность выпадения атмосферных осадков и их продолжительность; 2) общая площадь городской территории, характер ее застройки; 3) рельеф местности.

Загрязненность СВ органическими веществами характеризуется тремя показателями: ВПК, ХПК, ООУ.

ВПК — биохимическая потребность в кислороде — опосредованный показатель содержания органических веществ — характеризует необходимое количество кислорода для микробного окисления биологически окисленных органических веществ.

Различают БПК_{полн}, БПК₂₀, БПК₁₀, БПК₅, соответственно обозначающие, сколько кислорода израсходовано на полное окисление органических веществ в течение 20, 10 и 5 суток.

ХПК — химическая потребность в кислороде — также опосредованный показатель — характеризует необходимое количество кислорода для химического окисления всех органических веществ, а заодно и восстановленных неорганических (аммонийный азот, сульфиды, сульфиты т. д.).

ООУ — общее содержание органического углерода, характеризует суммарную концентрацию органических веществ.

Если в одной и той же пробе определить эти характеристики, то они выстроятся в убывающий ряд: ХПК > ООУ > ВПК.

Способность СВ к биохимической очистке характеризуется биохимическим показателем Б, т. е. отношением БПКП/ХПК.

По биохимическому показателю и токсичности промстоки подразделяются на 4 группы:

1) $B > 0,2$: к ним относятся СВ пищевой, нефтехимической и других отраслей промышленности, органические загрязнения которых не токсичны для микробных ценозов;

2) $0,02 < B < 0,1$: промстоки коксохимических, азотнотуковых содовых и некоторых других производств. Эти воды после предварительной механической очистки могут быть направлены на биохимическое окисление; 3) $0,001 < B < 0,01$: к этой группе принадлежат промстоки процессов сульфирования, хлорирования, масел и ПАВ, сернокислотного производства, черной металлургии, тяжелого машиностроения и др. После предварительной очистки на локальных очистных сооружениях (ЛОС) данные стоки могут быть направлены на биохимическое окисление.

3) $B < 0,001$: промстоки этой группы в основном загрязнены минеральными (дисперсными) веществами и подлежат преимущественно механической очистке.

Нормативы допустимых сбросов веществ и микроорганизмов

Для определения условий сброса СВ в водные объекты ведущее значение имеют *предельно допустимые сбросы* (ПДС), которые устанавливаются для каждого выпуска СВ для обеспечения

безопасности водопользования населения. Эти величины, строго говоря, не являются законодательно устанавливаемыми нормативами, поскольку они расчетные, производные от ПДК и могут меняться в широком диапазоне в зависимости от объема производства на предприятиях, количества СВ, фоновый уровень загрязнения водного объекта и изменения его водности. Следует отметить, что расчет ПДС может проводиться как на основе гигиенических, так и рыбохозяйственных ПДК с ориентацией на наименьшую из их величин.

Следующий элемент системы охраны водных объектов от загрязнения — это обеспечение контроля за сбросом СВ. Здесь важно определять не все вещества, входящие в состав последних, а сосредоточивать внимание на так называемых *приоритетных загрязнениях*. К ним относятся наиболее токсичные и опасные для человека вещества 1-го и 2-го классов опасности, включая канцерогены, вещества, влияющие на репродуктивную функцию, высококумулятивные соединения. Далее выбираются вещества, характерные для отдельных отраслей промышленности, наиболее распространенные загрязнения, часто обнаруживаемые в воде на уровнях > ПДК.

Таким образом, для оптимального функционирования и реализации профилактической направленности системы охраны водных объектов от загрязнения необходим комплексный подход с ориентацией по крайней мере на три элемента: 1) нормативы качества воды, 2) нормативы ПДС, 3) контроль за соблюдением ПДК в воде.

Нормативы допустимых сбросов веществ и микроорганизмов на различных объектах устанавливаются для следующих видов сбросов ЗВ:

— в городскую канализационную сеть;

- на собственные очистные сооружения;
- поверхностных вод в водные объекты и на рельеф местности.

ПДК того или иного вещества в водоеме устанавливается по тому признаку вредного воздействия (влияние на здоровье населения, на органолептическое или общесанитарное состояние водоема), который характеризуется меньшей пороговой концентрацией. Поскольку этот признак вредности определяет характер наиболее вероятного неблагоприятного действия наименьших концентраций вещества, он получил название *лимитирующего показателя вредоносности*. Лимитирующий показатель вредоносности вещества должен всегда сопровождать ПДК, характеризуя ее с основной качественной стороны.

Сроки действия нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов устанавливаются органами исполнительной власти субъекта Российской Федерации, осуществляющими управление в области охраны ОС.

Наблюдение за загрязнением поверхностных вод.

Мониторинг водных объектов. 14 марта 1997 г. Правительство РФ утвердило «Положение о ведении государственного мониторинга водных объектов».

Государственный мониторинг включает:

- регулярные наблюдения за состоянием водных объектов, количественными и качественными показателями поверхностных и подземных вод;
- сбор, хранение, пополнение и обработку данных наблюдений;
- создание и ведение банков данных;

— оценку и прогнозирование изменений состояния водных объектов, количественных показателей поверхностных и подземных вод.

Государственный мониторинг водных объектов является составной частью системы государственного мониторинга окружающей природной среды и состоит из:

- мониторинга поверхностных водных объектов суши и морей;
- мониторинга подземных водных объектов;
- мониторинга водохозяйственных систем и сооружений.

Государственный мониторинг водных объектов ведется Министерством природных ресурсов (МПР), Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (по поверхностным водным объектам) и другими специально уполномоченными государственными органами в области охраны ОС.

МПР РФ обеспечивает совместно с Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидрометом) создание и развитие государственной сети станций и постов на водных объектах, разработку автоматизированных информационных систем (ЛИС) по ведению государственного мониторинга в водных объектах; создает наблюдательную сеть постов на водохозяйственных системах и сооружениях и координирует их работу.

МПР РФ и Росгидромет взаимодействуют в пределах их компетенции с Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации.

Контроль загрязнения поверхностных вод производится: регулярно специально созданной сетью пунктов наблюдения. Разработанная система контроля предусматривает согласованную программу работ по гидрохимии, гидрологии, гидробиологии и получение данных, характеризующих качество воды по физическим, химическим, гидробиологическим показателям. Пункты наблюдения в зависимости от народнохозяйственного значения водных объектов, их размеров и экологического состояния подразделяются на 4 категории (табл. 2).

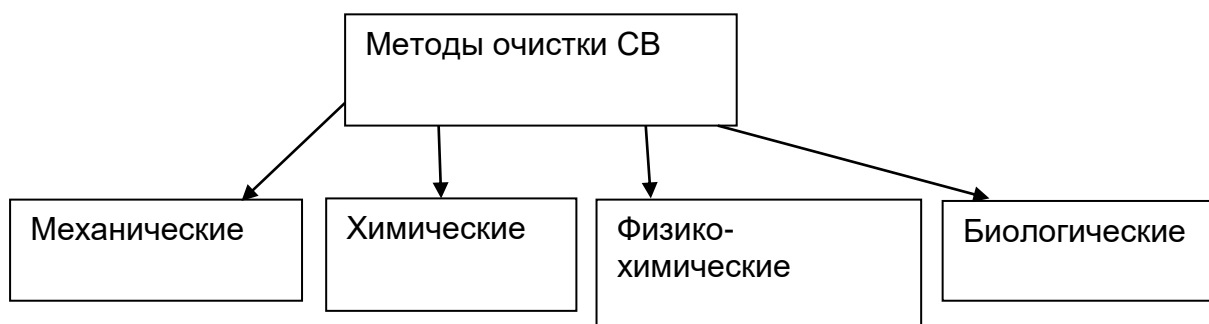
Расположение и категория пунктов наблюдения
на водных объектах

Категория пункта	Расположение пункта с учетом комплекса факторов	
	народнохозяйственного значения и размеров водоема или водотока	состояния воды водоема или водотока
I	Районы городов с населением свыше 1 млн человек; место нереста и зимовья особо ценных видов промысловых организмов	Районы повторяющихся аварийных сбросов и заморных явлений водных организмов; районы организованного сброса сточных и высокой загрязненности природных вод (превышение 100 ПДК по одному или нескольким показателям качества воды)
II	Районы городов с населением 0,5—1 млн человек; районы важного рыбохозяйственного значения (места нереста и зимовья ценных видов промысловых организмов, предплотинные участки рек); при пересечении реками государственной границы	Районы организованного сброса СВ, в результате чего наблюдается систематическая средняя загрязненность воды (превышение ПДК от 10 до 100 по одному или нескольким показателям качества воды)
III	Районы городов с населением менее 0,5 млн человек; замыкающие створы больших и средних рек и водоемов	Районы организованного сброса СВ, в результате чего наблюдается систематическая загрязненность воды до Ю ПДК по одному или нескольким показателям качества воды
IV	Районы территории государственных заповедников и национальных парков; водоемы и водотоки, являющиеся уникальными природными образованиями	Незагрязненные участки водоемов и водотоков

Основные пути и методы очистки сточных вод

Очисткой сточных вод называется их обработка с целью разрушения или удаления из них вредных веществ.

Методы очистки производственных и бытовых вод можно подразделить на следующие группы: механические, физико-химические, химические и биологические (рис.2).



По своей сути эти методы могут быть рекуперационными и деструктивными. Рекуперационные методы предусматривают извлечение из сточных вод всех ценных веществ и последующую их переработку, а деструктивные — разрушение загрязняющих веществ путем их окисления или восстановления, в результате чего образуются газы или осадки.

Сущность механического метода очистки состоит в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются имеющиеся примеси. Механическая очистка позволяет выделить из бытовых сточных вод до 60 – 75% нерастворимых примесей, а из промышленных до 95%, многие из которых (как ценные материалы) используются в производстве. Химический метод очистки заключается в том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%. При физико – химическом методе очистки из сточных вод удаляются растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества. Сточные воды очищают также с использованием ультразвука, озона, ионообменных смол

и высокого давления. Хорошо зарекомендовала себя очистка путем хлорирования. Среди методов очистки сточных вод большую роль должен сыграть биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического окисления ферментными биологическими системами. Используются различные типы биологических устройств: биофильтры, биологические пруды и др.

На рис. 3 показана общая схема очистки СВ. Кроме обязательной механической очистки, в комплекс очистных сооружений входят сооружения других групп очистки, вплоть до глубокой. Перед сбросом в водоем очищенные СВ подвергаются обеззараживанию (хлором, озоном, пероксидом водорода и др.). Если в процессе очистки образуется осадок (или биомасса), его направляют в сооружения по обработке осадка. После этого обработанный осадок может утилизироваться, уничтожаться или складироваться. Очищенные СВ могут сбрасываться в водоемы (что нежелательно), направляться в оборотные системы водоснабжения промышленных предприятий и на орошение технических сельскохозяйственных культур.

Поскольку в течение суток состав СВ и их объем (в результате залповых выбросов) могут существенно изменяться, перед подачей СВ на механическую очистку их могут направлять в специальные устройства — усреднители. Последние либо интенсивно перемешивают отдельные потоки, либо дифференцируют поток СВ.

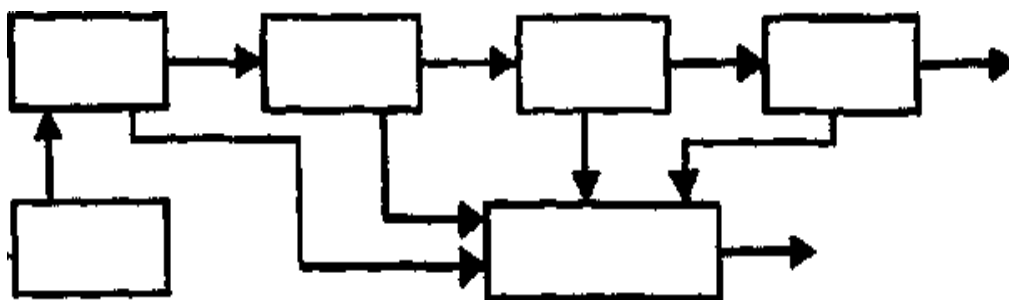


Рисунок 3. Общая схема очистки СВ: 1 - необработанные сточные воды; 2 - устройство для регулирования состава и расхода сточных вод; 3 - сооружения механической очистки; 4 - сооружения других групп очистки;

5 — сооружения глубокой очистки; 6 — сооружения по обеззараживанию сточных вод; 7 - осадок или избыточная биомасса; 8 - очищенные сточные воды; 9 — сооружения по обработке осадка; 10 - обработанный осадок.

Очистка бытовых сточных вод городов

Первичные стоки. Все сточные трубы от расположенных в зданиях раковин, ванн и туалетов объединяет санитарная канализационная система. Учитывая огромные расходы воды, в этих стоках содержится всего около 0,1 % собственно отходов. С добавлением ливневых вод разбавление еще более увеличивается.

Отходы или загрязнители первичных стоков подразделяют на три категории.

Мусор и песок. Это тряпки, бумага, пластиковые пакеты, которые попадают в систему из туалетов или через ливнестоки. К песку условно относят и мелкий гравий.

Органическое вещество, или коллоиды. К нему относятся как живые организмы (бактерии), так и органика экскрементов, пищевых отходов и волокон тканей и бумаг.

Растворенные вещества — это в основном биогены: соединения азота, фосфора и калия из продуктов жизнедеятельности, которые обогащены фосфатами из детергентов (моющих средств).

Этапы очистки. Мусор и песок удаляются на этапе *предочистки*. От коллоидного материала избавляются посредством сочетания *первичной* и *вторичной* очистки; от растворенных веществ избавляются при помощи *доочистки*.

Таким образом, четыре этапа — предочистка, первичная, вторичная очистка и доочистка — составляют стандартную очистку СВ городов. Но это бывает не всегда. В некоторых городах осуществляют только первичную очистку СВ, в других — проводят и вторичную. И лишь в некоторых городах — осуществляют доочистку.