

Водоснабжение и водоотведение.

Учет водопотребления.

Водосбережение.

Баранов Андрей Самуилович

Москва, апрель 2010г

Система водоснабжения Москвы

- Московское государственное унитарное предприятие "Мосводоканал" - крупнейшая в России водная компания, оказывающая услуги водоснабжения и водоотведения более чем 13 миллионам жителей Московского региона.
- ГУП «Мосводоканал» – это мощный индустриальный комплекс по производству питьевой воды и приему и очистке сточных вод, имеющий развитую инфраструктуру, которая включает десятки насосных станций, очистные сооружения и инженерные системы подачи и распределения воды.
- В соответствии принятой Правительством Москвы Программой развития систем водоснабжения и канализации Москвы до 2020 года производится постоянная модернизация предприятия. Каждые 2-3 года вводятся в эксплуатацию новые водоподготовительные, распределительные и очистные сооружения, внедряются самые передовые методы и оборудование.

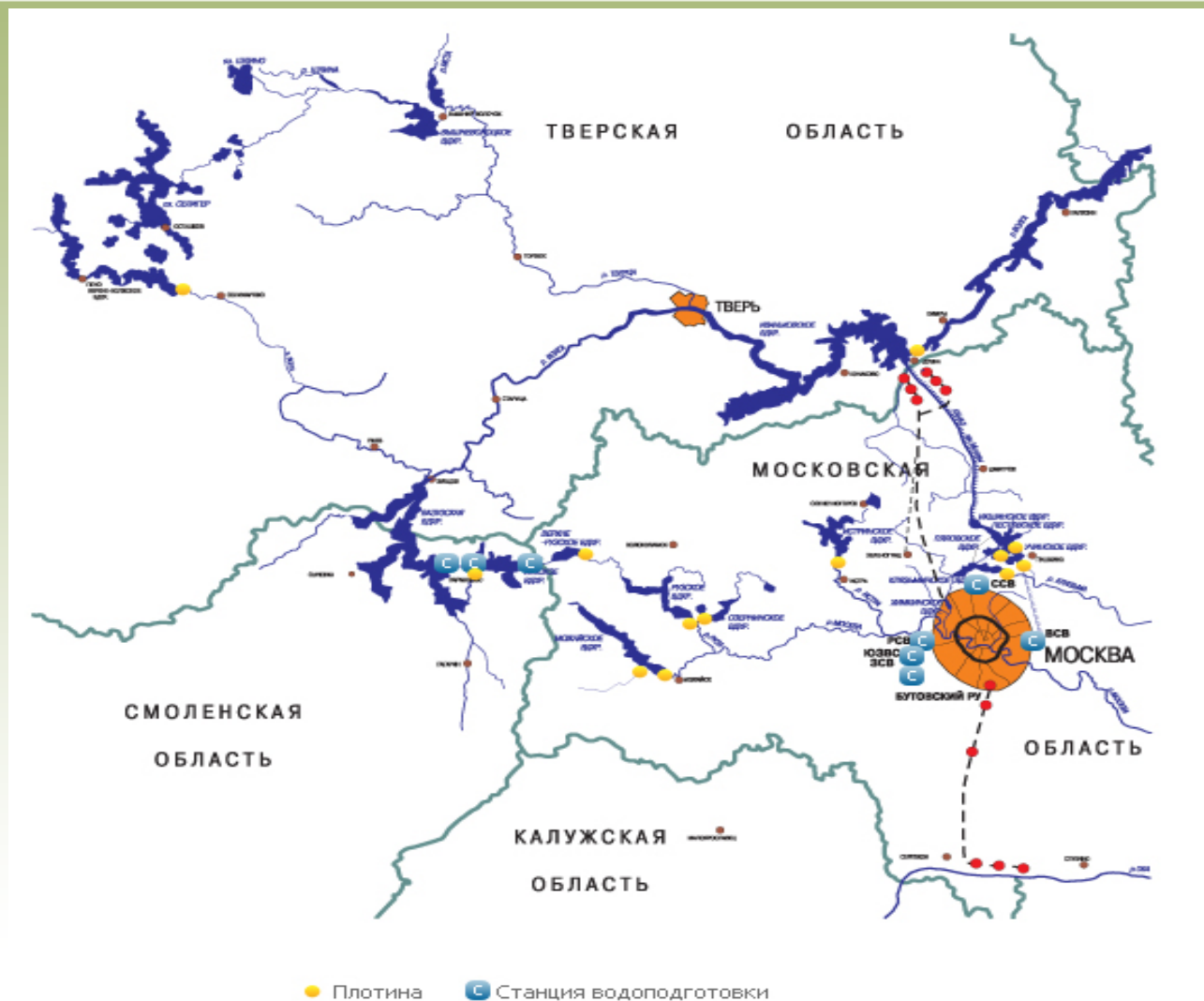
Система водоснабжения Москвы

- Централизованное водоснабжение московского региона осуществляется в основном из поверхностных водоисточников. Ими являются Москворецко-Вазузская и Волжская водные системы, в которые входят 13 водохранилищ и тракты подачи воды – р. Москва с притоками и Канал им. Москвы.
- Площадь водосбора источников водоснабжения находится на территории Московской, Смоленской, Тверской областей и составляет 55 тыс. кв. км

Основные сооружения московского водопровода:

- Гидротехнические узлы: Можайский, Истринский, Рузский, Озернинский, Акуловский, Верхне-Рузский, Кармановский, Зубцовский, Рублевская водопропускная плотина.
- Станции водоподготовки: Рублевская, Восточная, Северная, Западная, Юго-Западная, суммарной мощностью 6,7 млн. куб. м /сутки.

Система водоснабжения Москвы



Система водоподготовки. Основные требования. Методы и оборудование.

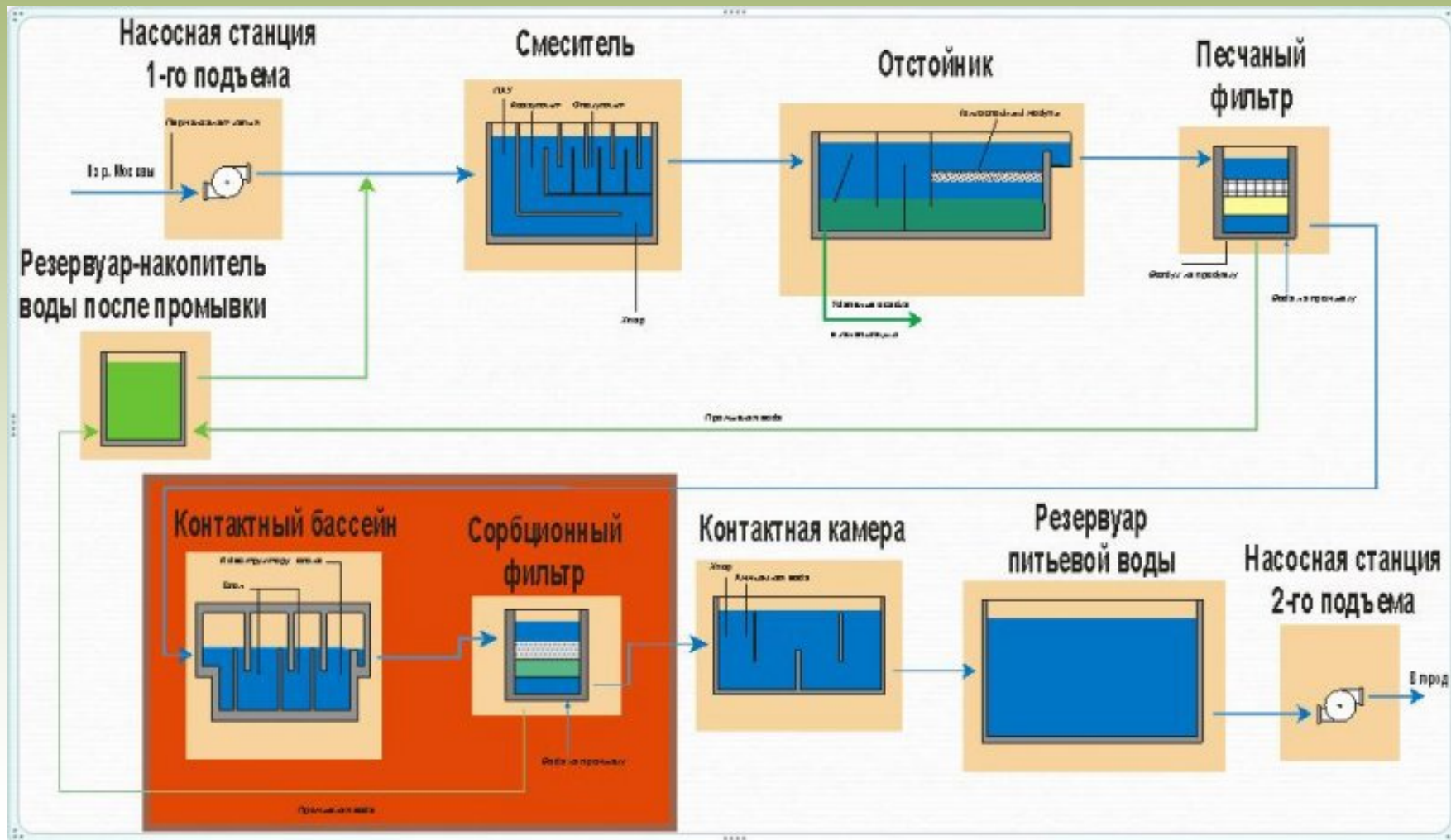
- На станциях производится подготовка воды до питьевого качества на основе классической двухступенчатой схемы очистки с коагулированием, осветлением в отстойниках и на песчаных фильтрах и обеззараживанием хлорсодержащими реагентами. При необходимости вводится обработка воды озоном, перманганатом калия, активированным углем.
- Технологическая схема подготовки воды на 4-м блоке Рублевской станции водоподготовки и Юго-Западной водопроводной станции дополнена процессом озонсорбции, на ЮЗВС на последнем этапе очистки применяется мембранное фильтрование на ультрафильтрационных модулях.
- Городские регулирующие узлы: в силу различного положения и удаленности от станций водоподготовки на территории города функционирует 12 регулирующих узлов, включающих резервуары чистой воды и насосные станции.
- Именно в Москве началась реализация на практике нового для России направления подготовки питьевой воды - включение в схему очистки метода озонсорбции. Это позволило значительно повысить эффективность очистки воды от органических загрязнений и обеспечить ее надежную дезодорацию.

Освоение высоких технологий подготовки питьевой воды продолжилось с введением в строй Юго-Западной водопроводной станции, где наряду с использованием классической технологии (отстаивание, фильтрование, обеззараживание) применяются методы озонсорбции и мембранного фильтрования. На сегодняшний день это единственные в России и самые крупные в Европе сооружения с применением мембранных технологий.

Методы водоподготовки питьевой воды

- Все водопроводные станции работают по классической двухступенчатой схеме очистки воды, которая базируется на коагулировании и осветлении воды в отстойниках и фильтровании через кварцевый песок.
- Обеззараживание производится хлором с добавлением аммиаксодержащего реагента для обеспечения надлежащего санитарного состояния протяженной распределительной сети, независимо от наличия в технологической схеме озонирования воды.
- Такая практика типична для многих крупных городов мира, имеющих протяженную водопроводную сеть. Это связано с сильными бактерицидными свойствами связанного хлора, длительное действие которого позволяет поддерживать городскую водопроводную сеть в надлежащем санитарном состоянии.
- Озон является нестойким соединением, быстро разлагающимся в воде, чем объясняется его весьма ограниченное применение для заключительной дезинфекции только в небольших городах. Тем не менее до 2020 года планируется реконструкция всех столичных станций водоподготовки с переходом на современные технологии озонсорбции и мембранного фильтрования.

Схема очистки воды



Контроль качества питьевой воды

- Контроль качества воды в системе централизованного водоснабжения Москвы осуществляется по всему пути движения воды от верховий источников водоснабжения до кранов потребителей.
- В контроле качества задействованы 10 лабораторий Мосводоканала, которые ежедневно выполняют около 5 тысяч анализов. Определение основных показателей качества воды производится в постоянном режиме автоматическими анализаторами. Для выполнения сложных анализов на договорной основе привлекаются специализированные лаборатории, такие, как Аналитический центр контроля качества воды «РОСА».
- Всего выполняется определение около 150 физико-химических и 20 биологических показателей качества воды. Результаты анализов автоматически передаются в систему социально-гигиенического мониторинга города.

Показатели качества питьевой воды

№ п/п	Показатели качества	Ед. измер.	Норматив СанПиН 2.1.4.1074-01	Среднее содержание в питьевой воде
<i>Органолептические показатели</i>				
1	Цветность	град.	20	10
2	Мутность	мг/л	1,5	0,4
3	Запах	балл	2	1
<i>Обобщенные показатели</i>				
4	Водородный показатель	ед. pH	6,0 - 9,0	7,1
5	Жесткость общая	°Ж	7,0	3,4
6	Окисляемость	мгО/л	5,0	3,7
7	Нефтепродукты, суммарно	мг/л	0,1	<0,05
8	СПАВ анионн.	мг/л	0,5	<0,015

Показатели качества питьевой воды

№ п/п	Показатели качества	Ед. измер.	Норматив СанПиН 2.1.4.1074-01	Среднее содержание в питьевой воде
<i>Неорганические вещества</i>				
9	Алюминий	мг/л	0,50	0,08
10	Барий	мг/л	0,1	0,033
11	Бор	мг/л	0,5	<0,04
12	Железо	мг/л	0,30	0,07
13	Кадмий	мг/л	0,001	<0,00001
14	Медь	мг/л	1	0,0012
15	Мышьяк	мг/л	0,05	<0,0005
16	Никель	мг/л	0,1	0,0007
17	Нитраты (по NO ₃ -)	мг/л	45	3
18	Ртуть	мг/л	0,0005	<0,0002
19	Свинец	мг/л	0,03	<0,0002
20	Селен	мг/л	0,01	<0,0002
21	Стронций	мг/л	7	0,15
22	Сульфаты	мг/л	500	21
23	Фториды	мг/л	1,5	<0,16
24	Хлориды	мг/л	350	17
25	Хром (6+)	мг/л	0,05	<0,01
26	Цианиды	мг/л	0,035	<0,01

Показатели качества питьевой воды

№ п/п	Показатели качества	Ед. измер.	Норматив СанПиН 2.1.4.1074-01	Среднее содержание в питьевой воде
<i>Органические вещества</i>				
27	Линдан	мг/л	0,002	<0,00001
28	ДДТ	мг/л	0,002	<0,00001
29	2,4 Д	мг/л	0,03	<0,0005
<i>Вещества, присутствующие в воде в результате хлорирования</i>				
30	Остаточный хлор, связанный	мг/л		0,80
31	Хлороформ	мг/л	0,2	0,014
<i>Микробиологические и паразитологические показатели</i>				
32	Общие колиформные бактерии	в 100 мл	Отсутствие	Не обнаружены
33	Термотолерантные колиформные бактерии	в 100 мл	Отсутствие	Не обнаружены
34	Общее микробное число	кол. в 1 мл	не более 50	0
35	Колифаги	БОЕ в 100 мл	Отсутствие	Не обнаружены
36	Споры клостридий	число спор в 20 мл	Отсутствие	Не обнаружены
37	Цисты лямблий	число цист в 50 л	Отсутствие	Не обнаружены

Мониторинг качества воды

- Территориальные управления Роспотребнадзора, как государственные надзорные организации, также осуществляют регулярный контроль качества питьевой воды как на выходе водопроводных станций, так и в городской распределительной сети.
- В 2008 году усилена сложившаяся система наблюдений за качеством воды Москворецкого и Волжского водоисточников. Смонтировано и введено в эксплуатацию семь станций автоматического мониторинга качества природной воды (4 - в бассейне р. Москвы, 3 - на водохранилищах водораздельного бьефа), которые в режиме реального времени передают информацию по 10 показателям качества на диспетчерские пункты станций водоподготовки для оперативного выбора технологических режимов очистки воды.

Автоматический мониторинг качества



Водоотведение. Очистка сточных вод

- Канализационная сеть города Москвы - это система трубопроводов, коллекторов, каналов и сооружений на них, предназначенная для приема и сбора сточных вод и передачи их на очистные сооружения. Сетевое хозяйство включает трубопроводы диаметром от 125 до 600 мм, каналы и коллекторы – диаметром от 700 до 4500 мм. Максимальная глубина заложения канализационных сетей 40 м. Протяженность сетей превышает 6,8 тыс. км. Общее направление основных каналов и коллекторов в южную и юго-восточную части города, где расположены крупнейшие очистные сооружения: станции аэрации - Курьяновская и Люберецкая.

Эксплуатация систем канализации

- Эксплуатация канализационной сети возлагается на обособленное подразделение МГУП «Мосводоканал» - Производственное эксплуатационное управление канализационной сети (ПЭУКС), основной задачей которого является прием сточных вод абонентов с последующей передачей их на очистные сооружения. Вся территория Москвы разделена на 11 участков, каждый из которых обслуживается районом канализационной сети. Основные задачи ПЭУКСа:
 - профилактический осмотр сети. В последнее время все большее применение находит внутренний осмотр с помощью телевизионных установок.
 - диагностирование трубопроводов с помощью телевизионных установок планируется довести к 2010 году до 420 км.
- На основе данных наружного и технического осмотров составляются дефектные ведомости и производится текущий или капитальный ремонт.
- К текущему ремонту относят прочистку сетей, устранение засоров, замена люков колодцев. Капитальный ремонт сети производится в зависимости от условий эксплуатации и степени износа несколькими методами.
- Традиционным способом с раскопкой поврежденного участка и заменой труб и с применением нетрадиционных способов, которые позволяют вести восстановление аварийных участков сетей без раскопки с сохранением дорожных покрытий.
- Восстановление сети нетрадиционными способами осуществляется методом санации, пробойника и с помощью микротоннельной проходки.

Канализационные насосные станции

Насосные станции

- 139 канализационных насосных станций производительностью от 0,2 тыс. м³ до 1 млн. м³ сточных вод круглосуточно перекачивают по напорным трубопроводам общей протяженностью свыше 600 км более 5 млн. м³ сточных вод на станции аэрации. Широко применяются погружные насосы с высоким КПД и широким диапазоном производительности.
- Создание при канализационных насосных станциях аварийно-регулирующих резервуаров обеспечивает:
 - Разгрузку основных сооружений канализации в часы максимального поступления сточных вод
 - Повышение производительности канализационной системы
 - Снижение удельного показателя эксплуатационных затрат на 15-20%
 - Уменьшение возможного экологического ущерба, возникающего при авариях на объектах канализации
 - Повышение функциональной устойчивости системы канализации.Оригинальная и эффективная конструкция резервуаров разработана сотрудниками Мосводоканала.
Создана автоматизированная система контроля и управления насосными станциями. В настоящее время 115 станций автоматизированы, вся информация об их работе поступает на пульт управления диспетчерской службы.

Очистные сооружения Москвы

Очистные сооружения

- Все 100 % городских сточных вод проходят полный цикл очистки, что исключает сброс неочищенных сточных вод в водоемы. Высокая степень очистки городских стоков обеспечивает постоянное снижение массы загрязняющих веществ, сбрасываемых в водные объекты. На очистных сооружениях применяются современные методы обработки осадка: сгущение осадка на ленточных сгустителях, сбраживание в метантенках, уплотнение и обезвоживание на фильтр-прессах.
- **1.Очистные сооружения г. Зеленограда**
Производительностью 140 тыс.м³ в сутки. Технологическая схема очистки воды аналогична схеме в Южном Бутове. Обработка осадка не предусмотрена, осуществляется сброс осадка в городскую канализацию.
- **2.Люберецкие очистные сооружения (ЛОС)**
Производительность 3 млн.м³ в сутки. Технологическая схема очистки воды и обработки осадка аналогична схеме Курьяновских очистных сооружений. Особенностью ЛОС является внедрение технологии глубокого удаления биогенных элементов: азота и фосфора. Линии биологической очистки общей производительностью 800 тыс. м³ в сутки полностью автоматизированы.

Очистные сооружения Москвы

- **Блок ультрафиолетового обеззараживания очищенных вод ЛОС**
25 августа 2007 г. на ЛОС введен в эксплуатацию блок ультрафиолетового обеззараживания производительностью 1 млн.куб.м/сутки. Является крупнейшим подобным сооружением в мире (производительность 56250 куб.м/час). Оборудование изготовлено и установлено московским предприятием НПО "ЛИТ". За весь период эксплуатации УФ система стабильно обеспечивает проектные показатели качества обеззараженных сточных вод.

3.Курьяновские очистные сооружения (КОС)

Производительность 3,125 млн.м³ в сутки являются крупнейшими в Европе. Сооружения обеспечивают полную биологическую очистку по классической технологической схеме: механические решетки, песколовки, первичные отстойники, аэротенки, вторичные отстойники. Отличительной особенностью является наличие сооружений доочистки производительностью 1,1 млн.м³ в сутки, в составе которых плоские сита и скорые фильтры. Доочищенная вода в объеме до 50 тыс.м³ в сутки после обеззараживания подается в систему промышленного водоснабжения. Технологическая схема обработки осадка включает: илоуплотнители и ленточные сгустители для избыточного активного ила, метантенки, уплотнители и ленточные сгустители сброженного осадка, камерные мембранные фильтр-прессы для обезвоживания осадка с применением флокулянтов, иловые площадки и полигоны депонирования.

Очистные сооружения Москвы

- Разработан проект строительства блока УФ-обеззараживания на Курьяновских очистных сооружениях производительностью 3,125 млн. м³/сут с выпуском обеззараженных сточных вод в реку Москва. Начато строительство сооружений на Курьяновских очистных сооружениях. Ведется проектирование блока УФ-обеззараживания на Люберецких очистных сооружениях производительностью 2 млн. куб.м/сутки.
- Согласно Генеральной схеме развития канализации г. Москвы, к 2014 г. весь объем очищенных сточных вод будет подвергаться УФ-обеззараживанию.

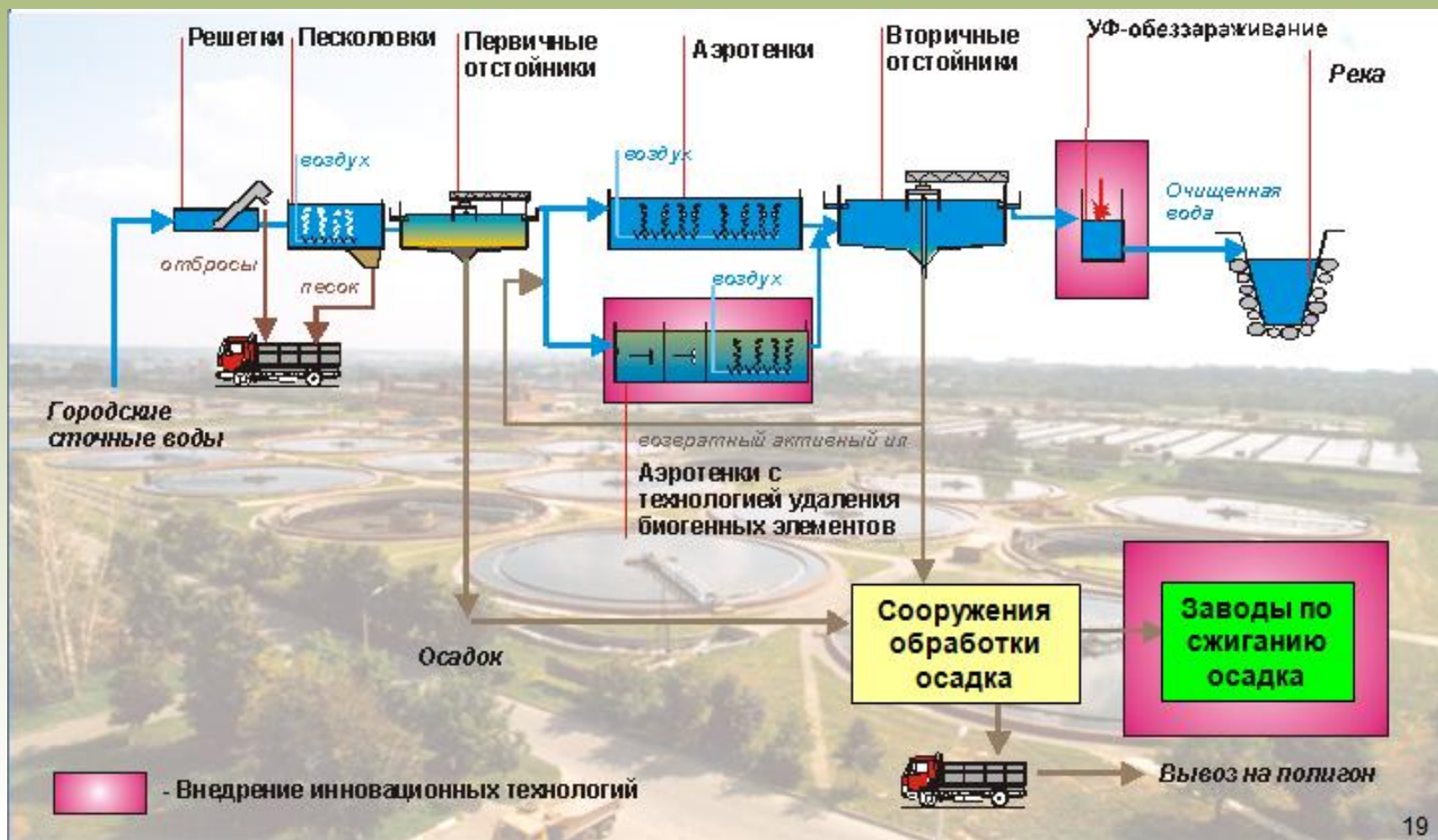
4. Очистные сооружения "Южное Бутово"

- Производительность 80 тыс.м³ в сутки. Сооружения обеспечивают удаление биогенных элементов, доочистку воды, обеззараживание воды ультрафиолетом. Комплекс обработки осадка обеспечивает обезвоживание стабилизированного избыточного активного ила с применением минеральных реагентов. Технологический процесс полностью автоматизирован.

Качество очищенной воды

Наименование	До обеззараживания		После обеззараживания	Проектное значение	СанПиН 2.1.5.980-00
	Среднее	Максимальное			
Количество общих колиформных бактерий, КОЕ/100 мл	321935	740000	200	<500	<500
Количество термотолерантных колиформных бактерий, КОЕ/100 мл	145000	300000	87	<100	<100
Количество колифагов, БОЕ/100 мл	119	320	<3	<10	<10

Схема очистки сточных вод



Рост тарифов на водоснабжение и канализование в Москве 2001÷2009 г.г.



Тарифы РЭК Москвы на 2010г.

№№ п/п	Группы потребителей	Тарифы (руб./м³)	
		Холодное Водо- снабжение	Водо- отведение
1.	1-ая группа (с НДС) (население; исполнители коммунальных услуг)	19,85	14,40
2.	2-ая группа (бюджетные учреждения)	16,82	12,20
3.	3-я группа (иные организации; физические лица – собственники, владельцы нежилых зданий, строений, сооружений, а также нежилых помещений в многоквартирном доме)	22,10	15,65
4.	4-ая группа (организации водопроводно- канализационного хозяйства Московской области)	13,45	11,10

Холодное водоснабжение потребителей любой группы технической водой осуществляется по тарифу 5,70 руб./м³

Снижение водопотребления

- Ежедневно московские станции водоподготовки подают потребителям около 4,5 млн. куб. метров питьевой воды. Одним из приоритетных направлений обеспечения развития водоснабжения столицы до 2020 года является снижение водопотребления. В Москве за последние 10 лет оно уменьшилось почти вдвое и сегодня составляет 250 литров на человека в сутки. Большую роль в этом сыграла установка общедомовых счетчиков воды. Сегодня ими оснащены уже 99% жилых зданий столицы. Москва должна стать городом рационального водопользования и водопотребление в городе должно сократиться до европейского уровня – 180-200 литров на одного человека.

Менеджмент в управлении предприятиями водоснабжения и водоотведения

**Система менеджмента:
управление по отклонениям**

**Целевое планирование
водопотребления и водосбережения**

Анализ фактического водопотребления

Нормирование водопотребления

**Учет эксплуатационных затрат,
энергии, воды и стоков**

Типовые мероприятия по водосбережению

- Применение оборотной схемы технического водоснабжения
- Снижение безхозяйственного водопотребления в быту, на производстве
- Установка повсеместно приборов учета воды и стоков
- Использование очищенных стоков в качестве вторичного водного ресурса для целей технического водоснабжения предприятий, полива зеленых насаждений.
- Сбор дождевой воды со зданий, имеющих большие площади крыш (гипермаркеты, склады и т.п.) в специальные емкости, использование этой воды для хозяйственно-технических нужд, в целях противопожарных (пополнение баков запаса пожарной воды), а после доочистки в качестве подпиточной воды для систем теплоснабжения
- Установка «умной» водораспределительной арматуры (краны с датчиком присутствия людей), регулирование слива в санузлах, душевых и т.п.
- Применение частотных приводов на насосных станциях, очистных сооружениях.
- Применение современных методов обеззараживания воды (совмещенная ультразвуковая и ультрафиолетовая обработка, компрессионный метод финишной очистки, клатратный метод обессоливания, применение новых фильтров и реагентов и т.п.). Применение автономных систем очистки и обеззараживания.
- Повышение надежности трубопроводной системы, снижение аварийных утечек воды, внедрение автоматизированных систем контроля расходов и давлений.
- Снижение пиковых нагрузок потребления воды населением и предприятиями в дневное время, введение «зонных» тарифов на водопотребление.
- Информационная работа с населением и иными потребителями.
- Применение стимулирующих тарифов (накопительная скидка и т.п.)

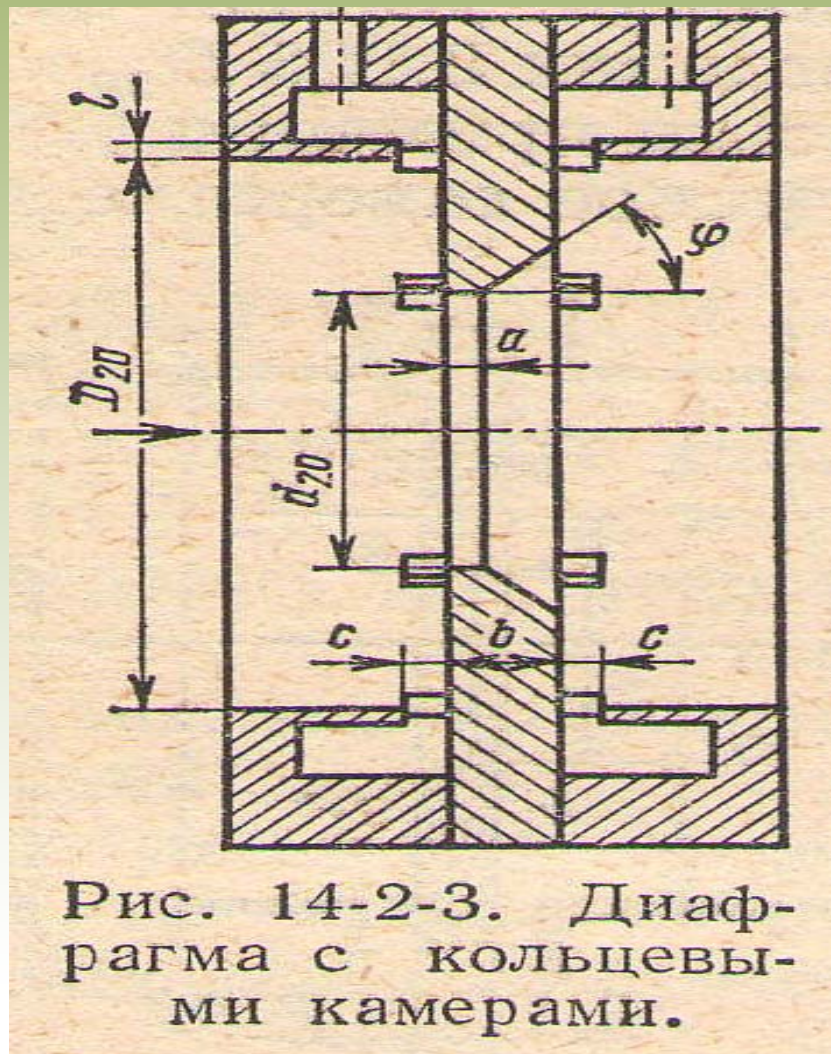
Приборный учет воды и стоков

Водосчетчики должны обеспечивать измерение массы (объема воды) с относительной погрешностью не более: 2% в диапазоне расхода воды и конденсата от 4 до 100% номинального.

Приборы учета, регистрирующие время, должны обеспечивать измерение текущего времени с относительной погрешностью не более 0,1%.

Обзор приборов учета воды

Диафрагма
создает перепад
давления в камерах
до и после сужения.
Измерение расхода
по косвенным
параметрам ($\Delta P = KQ^2$).
Требует до 10 Ду
прямой участок до
места установки. Требует
Периодической тарировки
(калибровки) в связи с
размывом кромки
диафрагмы.



Обзор приборов учета воды

Стандартное сопло.

Используется для измерения расхода и отличается от диафрагмы меньшим сопротивлением потоку жидкости. Сопло менее чувствительно к загрязнениям и коррозии элементов сопла и позволяет измерять большие расходы

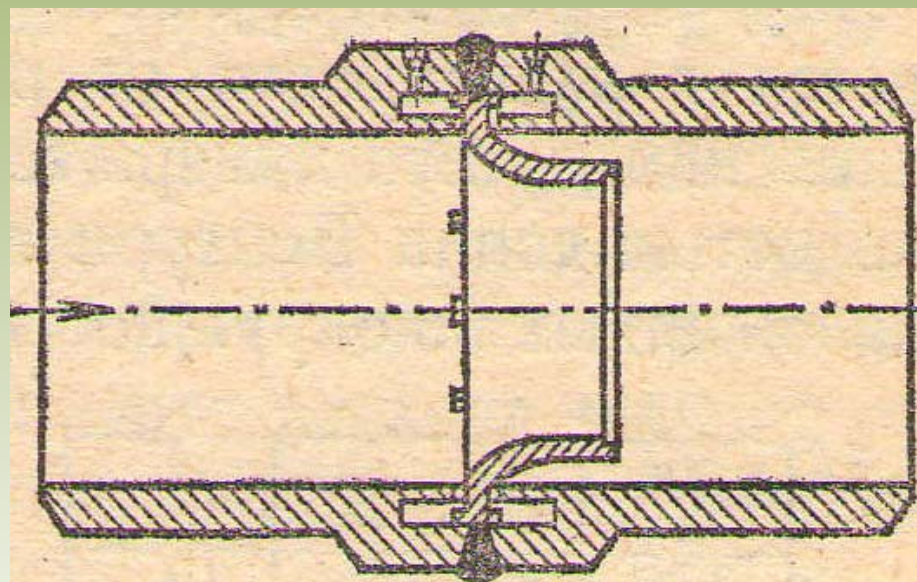


Рис. 14-2-6. Стандартное сопло с кольцевыми камерами в патрубках со сварным соединением ($m > 0,444$).

Обзор приборов учета воды

Скоростной счетчик (вертушка)

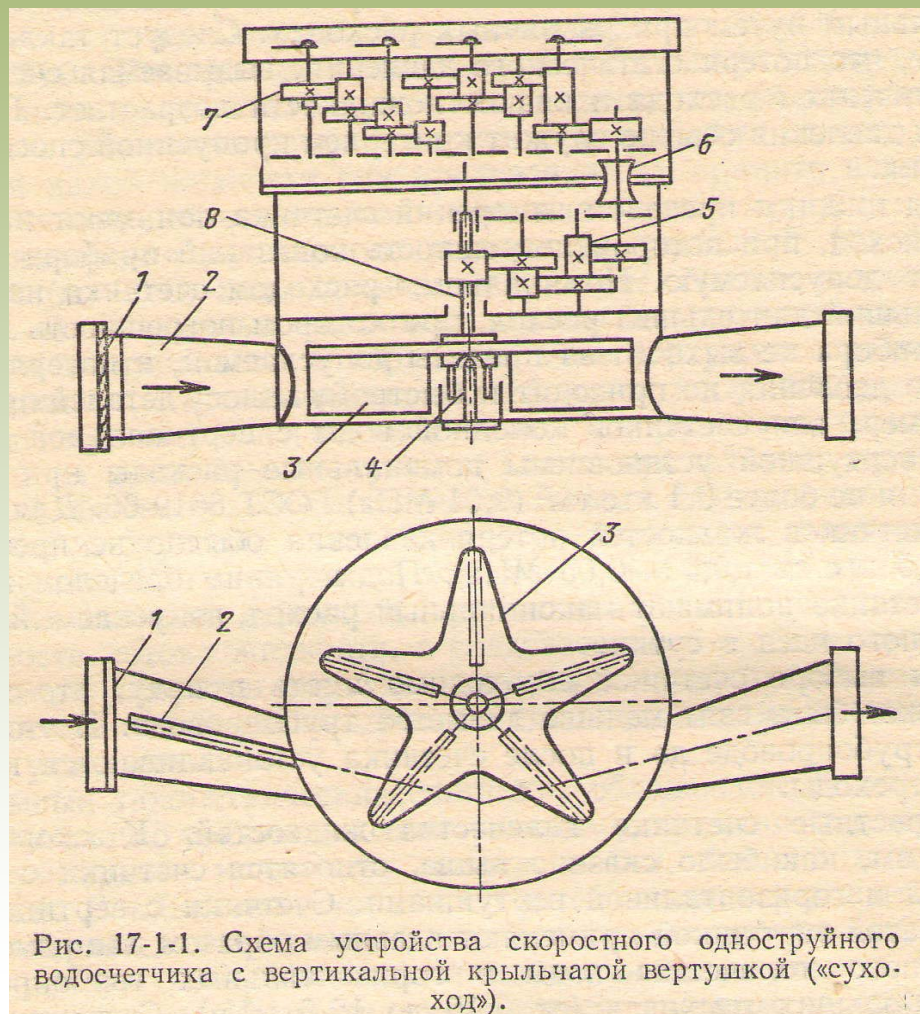
Наиболее распространенный прибор измерения расхода холодной и горячей воды у бытовых потребителей

Пределы измеряемого расхода от 0,15 до 12,6 м³/час. Давление воды до 10 атм (1 МПа).

Пределы допускаемой основной погрешности $\pm 2\%$.

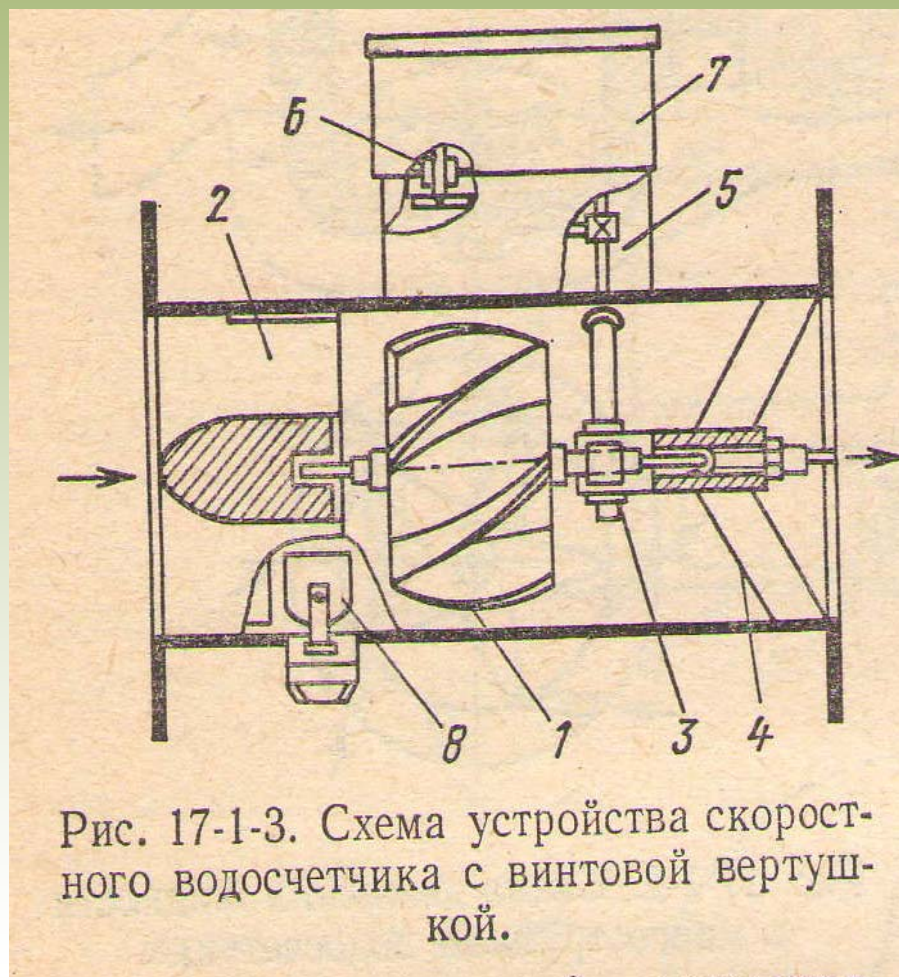
Создает местное гидравлическое сопротивление.

Относительно невысокая
СТОИМОСТЬ.



Обзор приборов учета воды

Скоростной водосчетчик с винтовой вертушкой. Выпускается калибром от 50 до 300 мм. Для обеспечения постоянства метрологических характеристик необходимо, чтобы направление потока жидкости было параллельно оси вертушки (требуется струевыпрямитель). Кроме того требуется прямой участок трубы 8-10 Ду до места установки прибора и после него не менее 5 Ду.



Обзор приборов учета воды

Тахометрический расходомер

Лопастные турбинки выполнены из ферромагнитного материала.

На внешней стороне корпуса установлен передающий

дифференциально-

трансформаторный

преобразователь, который

считывает импульсы

пропорционально скорости

вращения лопастей турбинки.

Применяются при диаметрах

до 200мм. Потеря давления

может достигать 0,5 атм (0,05 МПа)

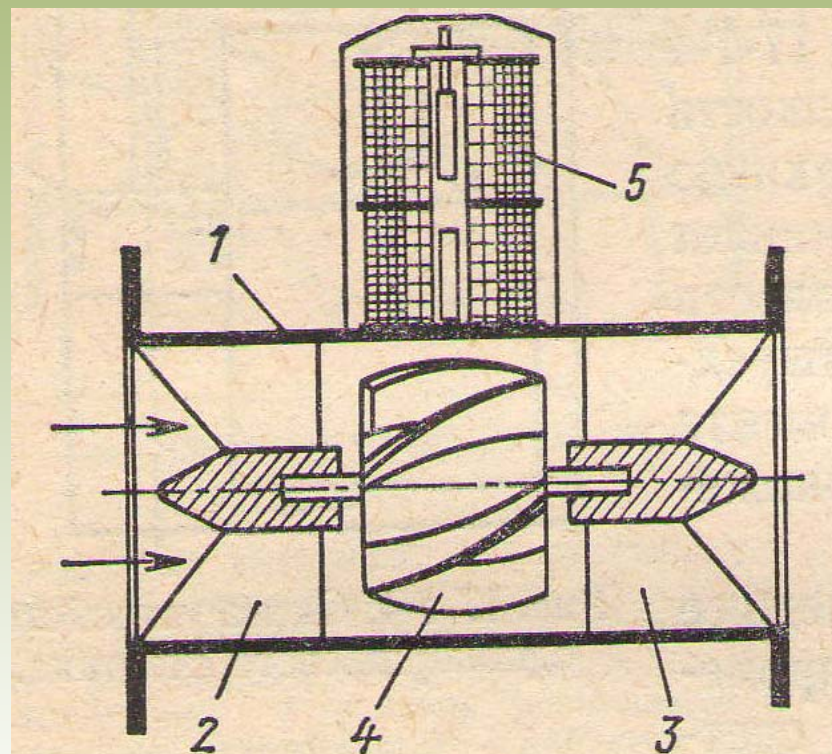


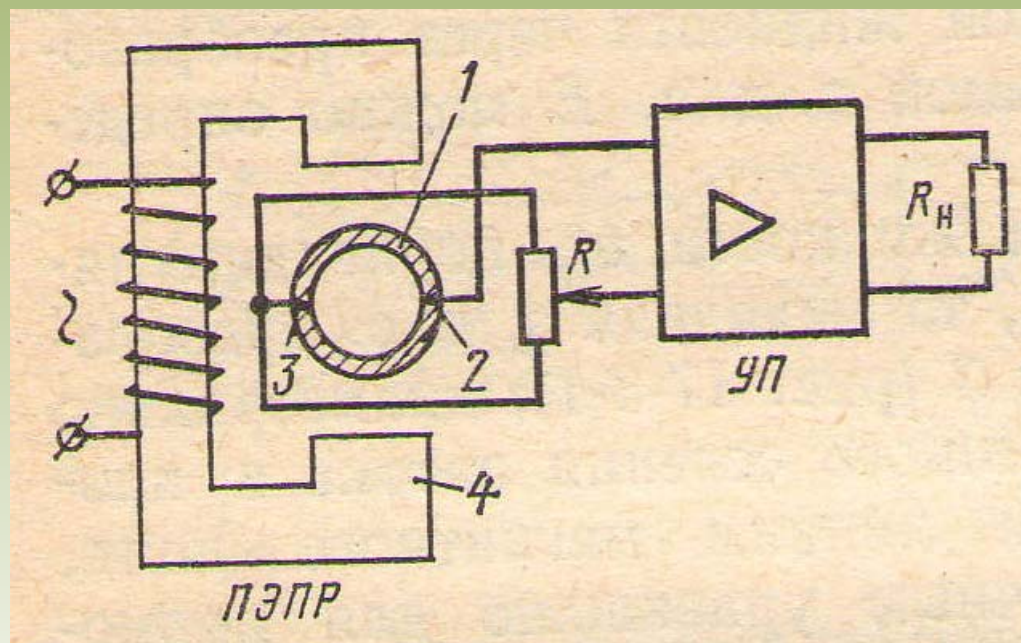
Рис. 17-2-1. Устройство первичного турбинного преобразователя расхода жидкости.

Обзор приборов учета воды

Электромагнитный расходомер
Осуществляет прямое измерение скорости потока, поэтому считается более точным прибором. Не требует длинных прямолинейных участков, не создает местного сопротивления потоку.

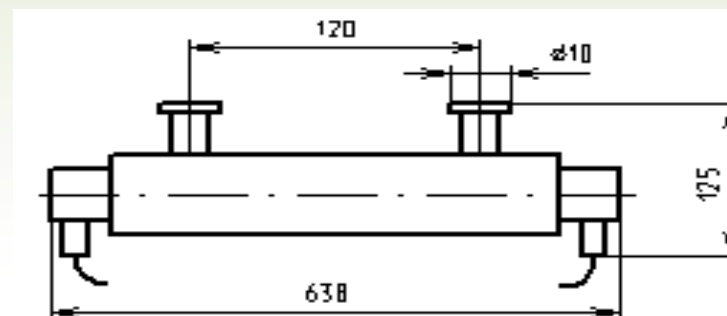
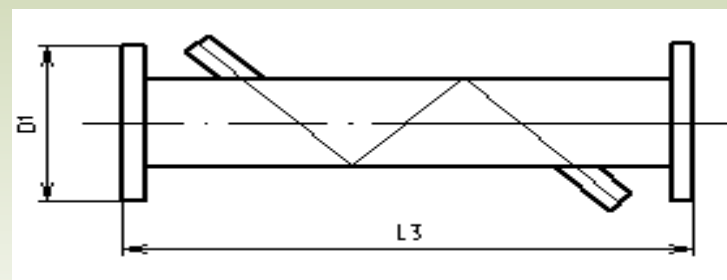
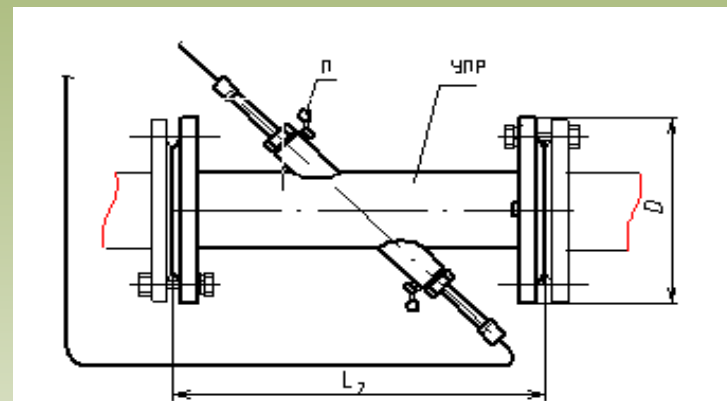
Измеряет все токопроводящие жидкости. Пределы допускаемой

основной погрешности не превышают $\pm 1,5\%$. При размерах диаметров труб более 300 мм стоимость его резко возрастает (за счет электромагнита, нержавеющей стали, т.е. немагнитной измерительной вставки и т.п.).
Чувствителен к электромагнитным помехам.



Ультразвуковые расходомеры

Являются приборами, непосредственно измеряющими скорость потока, при этом усредняют ее. Различают время-импульсные и корреляционные методы измерения. УР могут быть изготовлены класса точности 0,2. При малых диаметрах труб и низких скоростях потока возникают сложности с измерением разницы времени по течению и против течения из-за большой скорости распространения ультразвука в воде (1455-1555 м/с). Применение врезных датчиков позволяет устранить влияние наслоений на стенках труб.



Сравнительные характеристики

Электромагнитные расходомеры

Недостатки

Высокая цена для больших диаметров, сложность конструкции. Высокое энергопотребление и невозможность автономного питания.
Невозможность измерения расхода непроводящих сред и конденсата.
Необходима дополнительная защита от электромагнитных помех.

Достоинства

Отсутствие подвижных частей. Широкий динамический диапазон и высокая точность измерения расхода.
Низкие требования к прямым участкам без гидравлических сопротивлений и профилю потока.
Независимость показаний от изменений вязкости, температуры и давления рабочей среды.
Снятие/установка некоторых из них для поверки без остановки теплоносителя.

Сравнительные характеристики

Ультразвуковые расходомеры

Недостатки

Необходимость компенсации показаний при изменении звукопроводящих свойств жидкости. Высокие требования к длине прямых участков без гидравлических сопротивлений и профилю потока. Возможность нарушения работоспособности при отложениях осадков на пассивных отражателях (внутренней поверхности трубопровода) и, вследствие этого, необходимость специальной обработки внутренней поверхности трубопровода в месте монтажа датчиков.

Достоинства

Отсутствие подвижных частей. Широкий динамический диапазон и высокая точность измерения расхода. Отсутствие гидравлического сопротивления. Возможность измерения деминерализованной воды и конденсата. Относительно не высокая цена. Возможность использования некоторых из них с накладными первичными датчиками расхода. Стойкость к электромагнитным помехам.

Примеры расходомеров

Для труб большого диаметра: **РОСТ-8** и **ЭРИС-ВЛТ**.

Принцип их работы основан на законе электромагнитной индукции. При взаимодействии электромагнитного поля, создаваемого током катушки возбуждения, с движущейся жидкостью, последней наводится ЭДС электромагнитной индукции, амплитуда которой пропорциональна скорости движения жидкости, а следовательно расходу. Кроме этого, конструкцией расходомера ЭРИС-ВЛТ предусмотрено лубрикаторное устройство, позволяющее производить монтаж/демонтаж датчика без остановки движения теплоносителя по трубопроводу.

Ультразвуковые расходомеры:

УЗРВ, УРСВ-010М, ДРК-С, UFM-001, UFM-005, Днепр-7.

Методы ультразвуковых измерений

- временные и частотные методы
- корреляционные методы
- доплеровские методы

Временной метод измерения основан на посылке в акустический канал расходомера, расположенный под углом к оси потока, ультразвуковых сигналов по потоку и против него. Скорость течения жидкости определяется по разности прохождения сигналов.

Частотный метод измерения заключается в том, что в акустическом канале первичного преобразователя расходомера, расположенного под углом к оси потока, организуются две непрерывные посылки ультразвуковых сигналов, период повторения которых равен времени распространения ультразвука по потоку и против него. На основе анализа этих сигналов определяется разностная частота, пропорциональная скорости потока.

Преимущества рассмотренных методов: возможность обеспечения высокого быстродействия расходомеров (время “реакции” на изменения расхода) и высокая точность измерений в период изменения расхода.

Методы ультразвуковых измерений

Преимущества рассмотренных методов: возможность обеспечения высокого быстродействия расходомеров (время “реакции” на изменения расхода) и высокая точность измерений в период изменения расхода.

Недостатки – высокая зависимость качества измерений от физико-химических свойств жидкости (ее температуры, давления, концентрации примесей и т.п.), от распределения скоростей по сечению потока жидкости и от точности монтажа первичных преобразователей на трубопроводе.

Лучшие из приборов, использующими эти методы: УРСВ-010М, UFM-001, UFM-005. В их конструкции предусмотрены компенсационные схемы, обеспечивающие частичное подавление влияния вышеуказанных факторов.

Корреляционные методы измерения

Корреляционные методы измерения основаны на принципе определения времени перемещения неоднородностей потока между двумя измерительными сечениями трубопровода. Неоднородности потока модулируют ультразвуковые сигналы, проходящие в различных измерительных сечениях. Ввиду малости расстояния, которое проходит поток жидкости между этими сечениями, сигналы в них модулируются приблизительно одинаково. Время, которое проходит между появлением сигналов с приблизительно одинаковой модуляцией в различных измерительных сечениях, соответствует скорости жидкости.

Преимущества этого метода измерений: обеспечение низкой зависимости качества измерений от физико-химических свойств жидкости, состояния трубопровода, распределения скоростей по сечению потока и от точности монтажа первичных преобразователей на трубопроводе.

Недостатки обусловлены сравнительно большим временем реакции прибора на изменение расхода жидкости.

Доплеровские ультразвуковые расходомеры

Доплеровские методы измерений основаны на эффекте Доплера.

Пример -прибор типа “Днепр-7”.

Преимущества: практически не чувствителен к физико-химическим свойствам воды, малочувствителен к степени ее “завоздушивания”

Недостатки: на его метрологические характеристики сильно влияет состояние внутренней поверхности трубопровода, т.к. он укомплектовывается накладными акустическими преобразователями.

Основные технические характеристики расходомеров

Характеристики приборов				
Параметры	ДРК-С	УРСВ-010М	РОСТ-8	ЭРИС-ВЛТ
Класс точности в зависимости от диапазона расходов	1,5 (2-100)%	4,0 (0,7-3.3)% 1,5 (3,3-100)%	5,0 (2-4)% 3,0 (4-10)% 2,0 (10-100)%	3,0 (2,4-4,0)% 1,5 (4,0-100)%
Метод измерения расхода	ультразв.	ультразв.	электромагн.	электромагн.
Внутренний диаметр трубопровода, мм	32-4200	10-4200	400-4000	400-1600
Прямой участок (в Ду) до/после датчика	5 / 0,5	3-40 / 2-25 <i>(в зависимости от требуемой точности)</i>	10 / 5	10-15 / 52 <i>(в зависимости от первого местного сопротивления)</i>
Диапазон температур теплоносителя, С	1-150	10-180	0-150	4-140
Срок службы, лет	8	12	12	12
Расстояние до вторичного преобразователя	до 1000м	до 100м	до 100м	до 200м
Тип применяемых датчиков	врезные	врезные или накладные	врезные	врезные
Прочие особенности	высокая инерционность	сложная предпусковая настройка, рекомендовано нанесение на внутреннюю поверхность трубопровода акустически прозрачного покрытия, стойкого к коррозии и отложениям	необходимость частой градуировки (1 раз в месяц)	возможность демонтажа для проверки или ремонта без остановки энергоносителя

Оценка характеристик приборов

Характеристики приборов				
Параметры	UFM-001	UFM-005	Днепр-7	УЗР-В-М
Класс точности в зависимости от диапазона расходов	3,0 (2-3)% 1,5 (3-4)% 1,0 (4-100)%	5,0 (1,3-4)% 2,0 (4-100)%	2,0 (3-100)%	1,5 (3,3-100)%
Метод измерения расхода	ультразв.	ультразв.	ультразв.	ультразв.
Внутренний диаметр трубопровода, мм	50-1000	50-1600	20-160	50-2400
Прямой участок (в Ду) до/после датчика	15 / 5	10 / 5	8-23 / 52	нет данных
Диапазон температур теплоносителя, 0С	4-150	4-150	3-150	0-150
Срок службы, лет	10	12	нет данных	нет данных
Расстояние до вторичного преобразователя	до 200м	до 200м	нет данных	нет данных
Тип применяемых датчиков	врезные	врезные	накладные	врезные
Прочие особенности			портативный	

Сложность проведения пуско-наладочных работ

- Приборы РОСТ-8 и ЭРИС-ВЛТ не требуют проведения первичной настройки, при правильном монтаже они сразу после включения питания работают в штатном режиме.
- Первичная настройка приборов УРСВ достаточно сложна, требует применения электронно-лучевого осциллографа и программной установки около десяти параметров. При настройке УСРВ-010М-001 требуется юстировка датчиков непосредственно на трубопроводе (с одновременным контролем фазы сигнала).
- Первичная настройка расходомеров UFM и ДРК-С достаточно проста, при правильном монтаже и установке программируемых параметров (около пяти) приборы работают в штатном режиме.

Выводы

- По критерию точности ультразвуковые и электромагнитные расходомеры можно признать равноценными. Таким образом, погрешность измерения расходов жидкости (воды) приборами УРСВ, UFM, ЭРИС-ВАТ, КМ-5 и др. лежит в пределах, соответствующих классу точности приборов. Высокая сходимость показаний расходомеров подтверждает обоснованность применения в узлах коммерческого учета с равными основаниями приборов обоих типов.
- При этом рекомендуется устанавливать электромагнитные расходомеры на трубопроводах диаметром до 300 мм, а ультразвуковые расходомеры на больших диаметрах и при больших скоростях потока жидкости.
- В качестве домовых водосчетчиков могут применяться все типы расходомеров-счетчиков, включенные в государственный реестр средств измерений.