ИЗ ОПЫТА ПРИМЕНЕНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ УЗ РАСХОДОМЕРОВ

СОДЕРЖАНИЕ:

I. Краткие сведения об измерении объемного расхода сред ультразвуковыми расходомерами
II. ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА СТОЧНЫХ ВОД:
1. Безнапорные трубопроводы, самотечные каналы, лотки и коллекторы
2. Напорные трубопроводы
III. ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ и КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ В ВОДЯНЫХ и ПАРОВЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ:
1. Водяные системы теплоснабжения
2. Паровые системы теплоснабжения

I. Краткие сведения об измерении объемного расхода сред ультразвуковыми расходомерами

Ультразвуковые расходомеры с накладными преобразователями обладают высокой надежностью, так как их сенсоры не контактируют с контролируемой средой. Они не имеют подвижных и изнашиваемых частей, не создают дополнительное гидравлическое сопротивление в измеряемом трубопроводе. Обычный диапазон измерений составляет 1:100. На их работоспособность не влияет электропроводимость среды, ее давление и агрессивность.

Среди недостатков можно выделить высокую чувствительность к вибрациям трубопровода и турбулентным искажениям потока, требование к значительным прямым участкам до и после установки датчиков измерения. Эти недостатки в современных приборах удается исключить за счет усовершенствованной конструкции измерительной части и программными методами обработки сигнала.

Схемное решение и конструктивное исполнение ультразвукового расходомера зависит от следующих принципов измерения и применения:

1. по методу измерения: корреляционный, доплеровский, время-импульсный;
2. по типу прибора: врезной или с накладными преобразователями (датчиками);
3. по варианту исполнения: портативный (переносной) или стационарный;
4. по типу трубопровода: для измерения на заполненном (напорном) и не заполненном трубопроводе или самотечном коллекторе.

Корреляционный метод основан на измерении скорости движения неоднородностей потока: турбулентных вихрей, а также газообразных и твердых включений, путем выделения среднего временного интервала, необходимого для преодоления этими неоднородностями расстояния между двумя парами «излучатель – приемник ультразвука», расположенными на известном расстоянии друг от друга.

В основе **доплеровского метода** измерения заложен принцип измерения частоты ультразвукового сигнала, отраженного от движущихся неоднородностей в среде (пузырьки газа, твердые частицы, градиенты плотности). Более подробно с этим методом измерения можно ознакомиться здесь: http://avr.ru/ready/measure/mass/debet/part1. Измерительные датчики устанавливаются в основном диаметрально-противоположно друг относительно друга, но допускают и установку под углом.

При **время-импульсном методе** измеряется разность времени прохождения ультразвукового сигнала от датчика к датчику в движущемся потоке жидкости по направлению потока и в противоположном направлении. При этом датчики устанавливаются в трубе (или на

поверхности трубы) под углом к перпендикулярной оси трубы (с разносом) и в одной плоскости с продольной осью трубы.

Более подробно о достоинствах и недостатках этих методов измерения можно прочитать в статье: http://signur.ru/publications-37.html (Бесконтактные методы измерения расхода жидкости в напорных и безнапорных трубопроводах. Журнал «Мир измерений», № 1/2004).

Ввод ультразвукового сигнала в измеряемую среду может производиться разными способами: с преломлением и без преломления ультразвукового луча. При вводе без преломления у расходомеров появляется функциональная зависимость от скорости звука в измеряемой среде.

Материал трубопровода при использовании накладных излучателей должен быть звукопроводящим: сталь, чугун, алюминий, керамика, стекло, ПВХ, ПНД, асбоцемент.

Измеряемая среда: вода – холодная, морская, артезианская, сиаманская, речная, горячая вода, стоки, спирты и их растворы, кислоты, щелочи, растворы коагулянтов, хладагент, рассолы, ацетон, автомобильные и растительные масла, мазут (90 ^{o}C и выше), керосин, бензин, дизтопливо, насыщенный пар (до 200 ^{o}C), воздух, газы и другие звукопроводящие среды.

II. ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА СТОЧНЫХ ВОД

1. Безнапорные трубопроводы, самотечные каналы, лотки и коллекторы

1.1. Основные сведения и приборы учета

Особенность измерения объемного расхода жидкости в не заполненных трубопроводах- необходимость определения мгновенного уровня наполнения трубопровода в точке измерения. При этом скорость потока либо калибруется в зависимости от метода измерения, либо непосредственно измеряется УЗ датчиками (установленными на дне трубопровода (канала) и непосредственно находящимися в потоке или накладными датчиками, установленными на днище трубопровода с наружной стороны).

Уровень наполнения трубопровода (канала) возможно измерить несколькими способами:
- пьезометрическим (гидростатическим);
- барботажным (пневмометрическим);
- акустическим;
- лазерным дальномером стационарного исполнения (пока практически не применяется).

Если скорость потока не измеряется датчиками, калибровку трубопроводов и лотков можно осуществлять расчетным методом с использованием формулы Шези. Для этого необходимо создать в трубопроводе (канале) условие для определения средней скорости потока: задать (знать) точный строительный уклон прямого измерительного участка и знать коэффициент шероховатости стенок.

Если строительный уклон невозможно измерить, то можно определить среднюю скорость потока в точке измерения уровня с помощью гидрометрической вертушки при разных уровнях наполнения.

Также применяются косвенные методы измерения при помощи водосливов различной конструкции и лотков Вентури и Паршалла. Подробно эти методы рассмотрены в МИ 2406-97.

Объемный расход жидкости при всех методах измерения в конечном итоге определяется произведением площади поперечного сечения трубопровода (лотка) на среднюю скорость потока. Данные о площади сечения, градуировочные характеристики лотка (канала,

трубопровода) заносятся в память прибора при его изготовлении на предприятии и не могут быть изменены потребителем в процессе эксплуатации оборудования, что исключает не санкционированное вмешательство и корректировку результатов измерения.

В таблице 1 приведены технические характеристики приборов учета, которые были успешно применены при устройстве узлов учета на различных объектах в течение 11 лет (кроме «Взлет РСЛ», не пришлось с ними поработать).

Таблица 1

Характеристики приборов учета сточных вод

№	Характеристика	«Эхо-Р-02»	«Днепр-7» 03.011.1, 03.071.1	«Взлет РСЛ-2ХХ»
1	Метод измерения: - скорость потока - уровень заполнения	Калибруется акустический	Доплеровский гидростатический (пневмометрический)	Калибруется акустический
2	Соответствие нормативным документам	МИ 2220-96 МИ 2406-97 МИ 13-92, 14-92	МИ 2220-96 МИ 2406-97	МИ 2220-13 МИ 2406-97
3	Основная погрешность измерений	3% в диапазоне 20-100% диапазона измерений уровня, в диапазоне измерения уровня 0-20% не нормируется	2 % во всем диапазоне уровня наполнения для безнапорных трубопроводов (допускается подпор)	3% при индивидуальной градуировке на месте. < 5% в диапазоне 10 – 100 % измеряемого расхода
4	Дополнительная погрешность измерений - при изменении температуры - при изменении питающего напряжения	1,5 % на 10°С 1,5 % на +22, -33 В	Данные не приведены	Данные не приведены
5	Температурный диапазон эксплуатации - ультразвукового датчика - вторичного прибора	от -30 до +50°С от-20 до +50°С	от -50 до +150°С от -20 до +50°С	от -20 до +50°С от -10 до +45°С
6	Степень защиты по ГОСТ 14254 - первичного датчика - вторичного прибора	IP64 IP65	IP54 IP20	IP67 (68) IP54
7	Допустимое расстояние от места установки вторичного прибора до места измерения (ультразвукового датчика)	200м (300м по заказу) (5-жильный экранированный кабель)	15 м, между БП и ПБ до 1000 м 4-х жильный кабель (контрольный, силовой)	250 м, экранированный 2-х жильный кабель "витая пара"
8	Электропитание	~220 В, 50 Гц	БП – 220 В, 50 Гц, ПБ, БИВ – 12 В пост.	=24 В
9	Отображение информации	2-строчный ЖКИ	На БП – цифровой индикатор 8 знаков	4-строчный ЖКИ
10	Управление вводом данных и отображением	кнопки	кнопка	клавиатура

11	Интерфейсы удаленного доступа	RS-232, RS-485	RS-232, RS-485, считывание архива через USB порт	RS-232, RS-485, Ethernet
12	Возможность работы в сети	есть	есть	есть
13	Наличие выходного сигнала: - токового - частотно-импульсного	0-5, 0-20, 4-20 есть	0-5, 4-20 0 – 1000 Гц	0-5, 0-20, 4-20 есть
14	Глубина хранения данных (емкость архивов) - часового - суточного - месячного - интервального - событий	100 суток 6 лет нет нет 100	Программируемые: Минутный Часовой Суточный 247	2 месяца 2 месяца 5 лет 6000 записей 1084
15	Ввод градуировочной характеристики	При изготовлении по данным заказчика	Двнутр. трубопровода или площадь поперечного сечения лотка (канала) при изготовлении	На месте установки при наладке
16	Программное обеспечение	Поставляется по заказу	Поставляется по заказу	Поставляется по заказу
17	Требования к производителю монтажных работ	Технический персонал, изучивший РЭ	Наличие сертификата на выполнение работ, выдаваемого предприятием-изготовителем	Лицензированная организация, имеющая разрешение предприятия-изготовителя или представитель предприятия-изготовителя
18	Срок эксплуатации	6 лет	10 лет	12 лет
19	Межповерочный интервал	2 года	2 года	4 года
20	**Стоимость оборудования, тыс. руб., без НДС**	**49,7** базовая модель	**без архива – 55,8** **все опции - 61,22**	**87 – 90** со всеми опциями

БЕСПЛАТНАЯ доставка по Москве и Московской области!
По цене производителя. Сопровождение заказа до изготовления.

ЗАКАЗАТЬ «ЭХО-Р-02»

ЗАКАЗАТЬ «ДНЕПР-7»

1.2. Состав и внешний вид расходомеров

РАСХОДОМЕР С ИНТЕГРАТОРОМ АКУСТИЧЕСКИЙ «ЭХО-Р-02»

Блок ППИ-Р

Акустические преобразователи АП-11 и АП-13

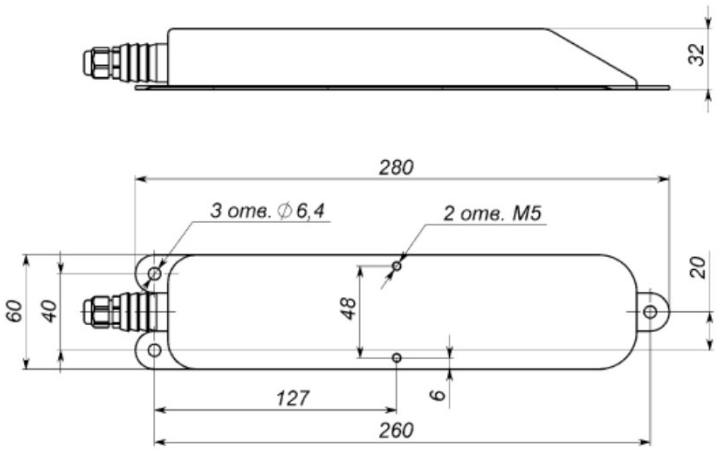
РАСХОДОМЕР-СЧЕТЧИК УЛЬТРАЗВУКОВОЙ «ДНЕПР-7»

Процессорный блок ПБ и БИВ

Блок питания и индикации БП

Накладные УЗ преобразователи

Погружной датчик «Белая мышь». Внешний вид

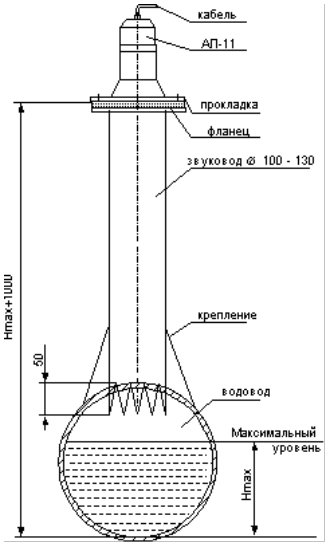


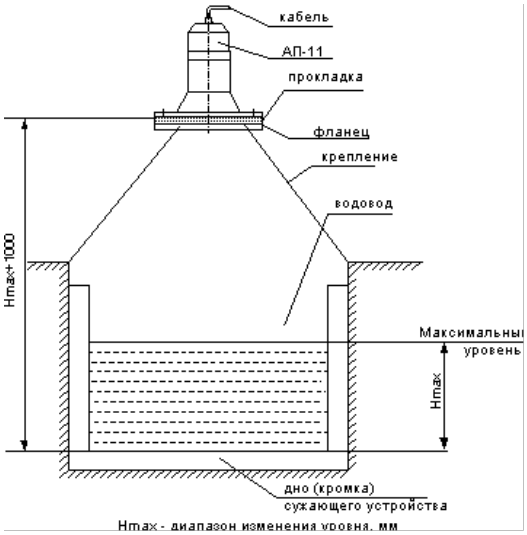
Габаритные размеры датчика «Белая мышь»

1.3. Примеры установки измерительных датчиков на объектах

Расходомер акустический «Эхо-Р-02», ПНП «Сигнур», г. Москва

Ниже приведены несколько эскизов монтажа акустических преобразователей АП-11 и АП-13 расходомера «Эхо-Р-02» в зависимости от размеров и высоты заполнения лотка и трубопровода, рекомендуемые производителем.



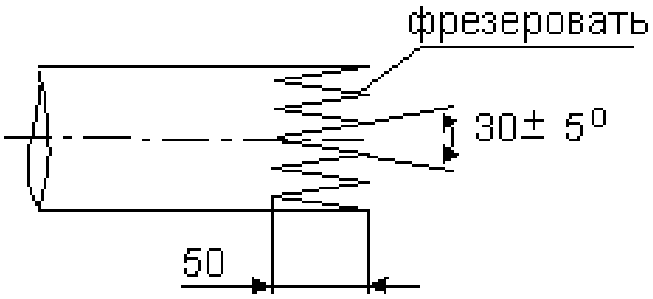


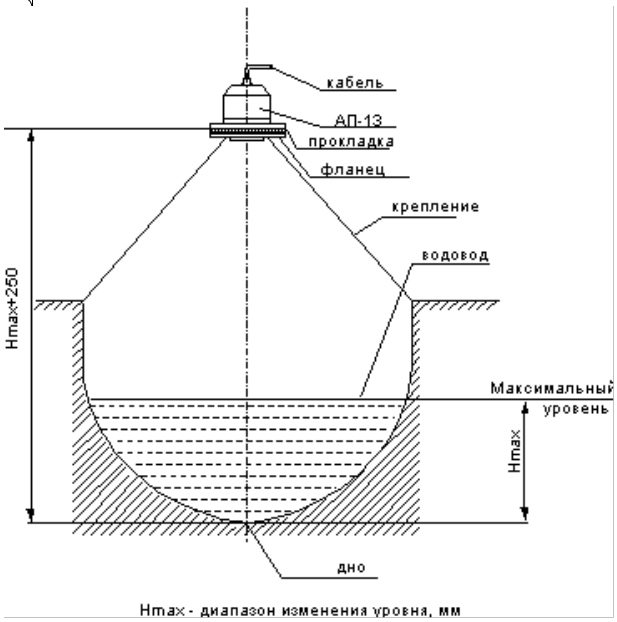
АП-11, труба **0,3 < Hmax < 3,0 м**

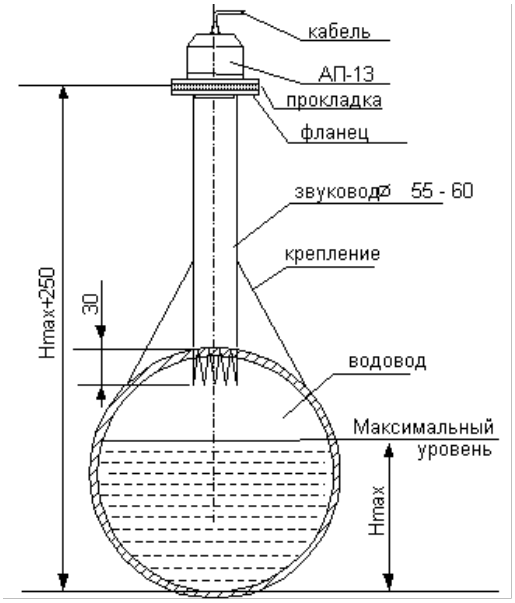
АП-11, канал шириной > 0,6 м, 0,4 < H max < 3,0 м

Hmax - диапазон изменения уровня, мм

Эскиз обработки края звуковода







АП-13, лоток 0,1 < H max < 0,3

АП-13, труба 0,1 < H max < 0,3

Вариант установки блока АП-13 в защитном ящике над самотечным каналом

Средняя скорость потока для градуировки расходомера была измерена с помощью гидрометрической вертушки «Микрокомпьютерный расходомер-скоростемер МКРС». Зависимость скорости потока от высоты наполнения самотечного лотка и трубопровода для примера приводится ниже на диаграммах.

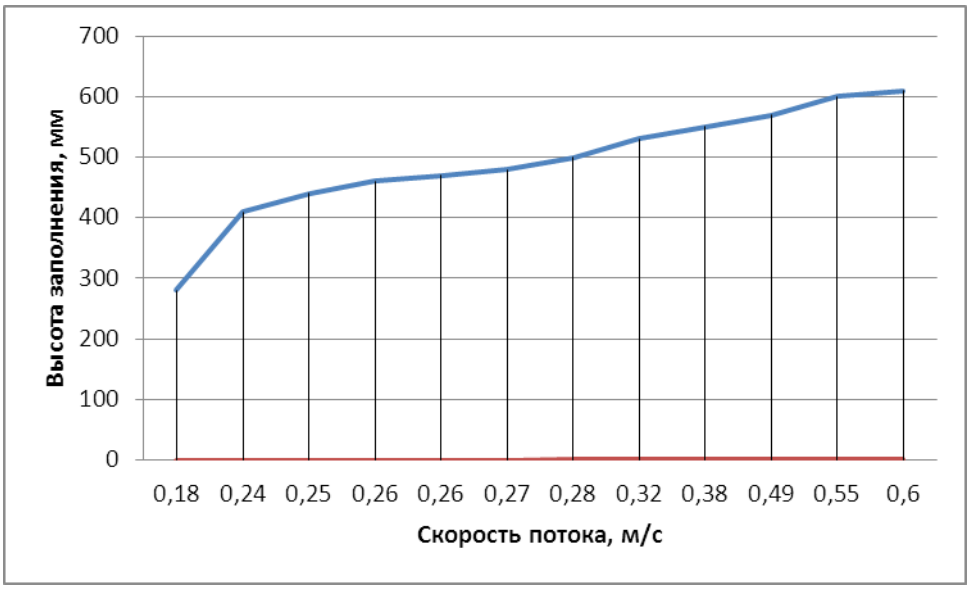


Рис. 1. Самотечный канал прямоугольной формы. Высота – 1000 мм, Ширина – 930 мм.

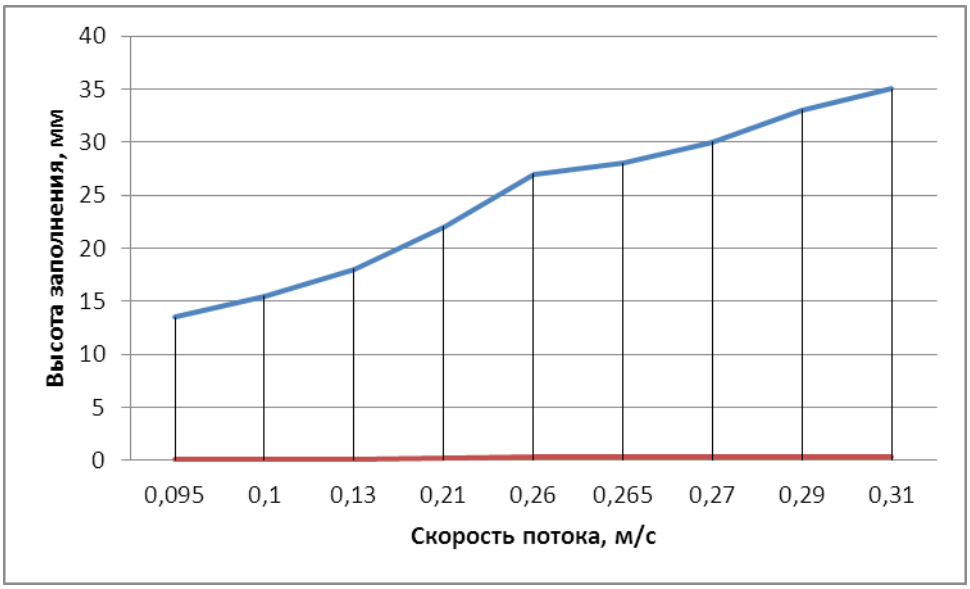


Рис. 2. Асбоцементная труба. Внутренний диаметр 190 мм

ПРИМЕР УСТАНОВКИ АП-13 РАСХОДОМЕРА ЭХО-Р-02 НА БЕЗНАПОРНЫЙ ТРУБОПРОВОД

В данной статье приведен пример установки акустического преобразователя АП-13 с помощью монтажного комплекта на трубопровод (водовод) круглого сечения из ПНД. Установка на трубопроводы из других материалов практически не отличается от приведенного примера.

1. Обследование предполагаемого места установки АП-13

- осмотреть измерительный колодец, определить материал трубопровода, возможные участки установки АП-13, способ закладки трубопровода
- измерить параметры трубопровода: внутренний диаметр, наружный диаметр, толщину стенки
- уточнить по проекту максимальный уровень заполнения трубопровода Нмах, наличие подпора

2. Изготовить монтажный комплект крепления по результатам измерения трубопровода

- звуковод для АП-13 изготовить из стальной трубы диаметром 76 мм и длиной не менее L = (Нмакс + 250) – Двн, мм
- внутреннюю вставку с зубцами изготовить из пластмассовой трубы 50 мм (для канализации, ПП или ПВХ) длиной на 50 мм больше L звуковода (для нарезания зубцов)
- приварить фланец к торцу звуковода (строго перпендикулярно!)
- изготовить крепление (основание) для звуковода по размерам наружного диаметра трубопровода из стальной трубы 89 мм и металлической пластины толщиной 2-3 мм.

3. Подготовить трубопровод к установке монтажного комплекта АП-13

- временно установить крепление звуковода на трубопровод и разметить отверстие в трубе, необходимое для эхолокации от АП-13
- вырезать в трубопроводе строго по центру отверстие диаметром не менее 70 мм
- установить крепление звуковода на трубопровод строго по центру отверстия, закрепить его саморезами (винтами). На металлический трубопровод звуковод приваривается без крепления. Также возможно зафиксировать крепление звуковода с помощью 2-х стягивающих хомутов, если трубопровод не касается дна колодца.

4. Юстировка звуковода, запуск узла учета

- в установленное крепление вставить металлический звуковод и отрегулировать его вертикальное положение с помощью 3-х пар винтов крепления
- по металлической линейке, вставленной строго по центру во внутрь трубопровода через звуковод, выставить верхний фланец звуковода на уровне (Нмакс + 250) – 1 (3), мм
- закрепить звуковод с помощью 3-х пар винтов крепления

- на фланец звуковода при необходимости установить резиновые прокладки, чтобы расстояние от дна трубопровода до верхней поверхности составляло точно (Нмакс + 250), мм
- установить АП-13 на фланец (резиновые прокладки) и закрепить 4-мя винтами, сильно не затягивая
- подключить АП-13 к измерительному блоку ППИ, проверить корректность измерения уровня наполнения трубопровода, сравнить с измеренным линейкой значением
- при корректном измерении монтаж закончить, все винты для предотвращения коррозии обмазать литолом, крепление покрасить, если этого не было сделано раньше
- закрепить блок ППИ по месту установки щита узла учета, соединить контакты ППИ с кабелем АП-13 через проложенный кабель связи (например, МКЭШ 5х0,35)
- включить питание и убедиться в работе всей системы и отсутствии диагностических ошибок

ИЗГОТОВИМ КРЕПЕЖНЫЙ КОМПЛЕКТ ПО ВАШИМ ДАННЫМ !

e-mail: eneft@mail.ru, тел. 8-495-545-01-94, 8-916-511-65-43, 8-926-896-94-69

стоимость без доставки: от 2500 до 3500 руб. за комплект

Расходомер стационарного исполнения «Днепр-7», ЗАО «Днепр», г. Сергиев Посад

Ультразвуковой расходомер-счетчик «Днепр-7» обеспечивает прямое измерение объемного расхода и количества жидкости в самотечных трубопроводах и коллекторах, в **том числе при наличии подпора.** Первичные датчики могут быть установлены как снаружи, так и внутри трубопровода. При использовании специальных технических решений возможно измерение от 0 до 100 % заполнения.

Измерения производятся по двум параметрам: по средней скорости течения жидкости и меняющейся площади поперечного сечения потока.

Работа на самотечных трубопроводах и коллекторах обеспечивается за счет непрерывного измерения величины уровня заполнения и средней скорости потока жидкости.

Расходомер-счетчик производит преобразование доплеровской разности частот, возникающей при отражении ультразвука от движущихся неоднородностей потока, в импульсный сигнал пропорциональной частоты. Производится его обработка и вычисление объемного расхода и объема протекающей жидкости.

Примененный в расходомере-счетчике доплеровский метод измерения позволяет исключить чувствительность расходомера-счетчика к гидравлическим подпорам жидкости, поскольку измеряется скорость потока жидкости и его площадь. Допускает скопление над сточной жидкостью метана и пены, поскольку уровень жидкости определяется пневмометрическим методом.

Измерение уровня заполнения обеспечивается датчиком (измерительной трубкой) и блоком измерения вспомогательным (БИВ).

При возникновении в безнапорном трубопроводе избыточного давления расходомер индицирует внештатную ситуацию и измеряет расход жидкости как для напорного трубопровода.

Показания расходомера-счетчика практически не зависят от скорости звука в контролируемой среде, от ее состава и температуры.

Возможные способы крепления измерительных датчиков на трубопроводе приведены ниже на фотографиях с действующих узлов учета сточных вод.

Погружной датчик «Белая мышь»

- **Вариант № 1**

Наиболее прост в изготовлении и установке в трубу из различных материалов. Не возникает никаких проблем в процессе эксплуатации на условно-чистых стоках. Но если в канализацию сбрасывается мусор различного содержания (тряпки, веревки, полиэтилен, бумага и др.), то требует установки ловушек перед измерительным колодцем, что ведет к удорожанию организации учета. Если ловушек нет, то со временем мусор налипает на вертикальный штырь крепления и приводит к запору трубы.

Внешний вид крепления Установка в трубопровод Налипание мусора

- **Вариант № 2**

Крепление в форме распорного обруча. Сложнее в изготовлении и потребует терпения и умения, чтобы просунуть и закрепить в трубу малого диаметра. Особенно, когда уровень заполнения выше половины диаметра и скорость течения значительна. В трубе фиксируется распирающим болтом в верхней части.

Без отбортовки кабеля по обручу

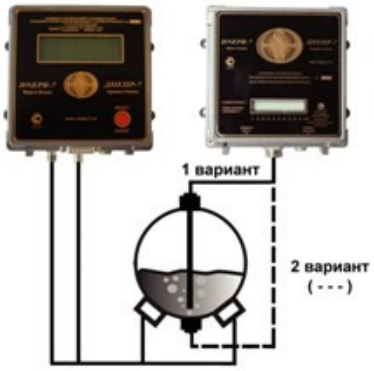
Результат: Налипание мусора на кабеле, может привести к его отрыву от датчика!

С отбортовкой кабеля по обручу

Результат: Все чисто, мусор пролетает мимо!

Место над датчиком (монтажный вырез или смотровое окно) закрывается металлической крышкой через резиновую прокладку и стягивается обручем или любым креплением, кто как придумает. Можно посадить на шпильки, если есть возможность их смонтировать на трубе. Конструкция зависит также от частоты ревизии места крепления. Кабель выводится через приваренную к крышке трубу, длина которой выбирается из размеров колодца, удобства монтажа и возможного подпора. Резиновая прокладка используется для создания герметичности на случай возникновения подпора в трубе.

Измерительная трубка БИВ может крепиться сверху трубы (как на фото выше) или шланг от блока может быть присоединен через штуцер, вкрученный в нижней точке трубы (как показано на фото ниже, вариант 2). Сложнее, но предпочтительнее, изготовить боковой отвод от трубы по принципу уровнемерного колодца.



Накладные УЗ датчики

Использование накладных датчиков с точки зрения монтажа более удобно и менее трудоемко. Для этого необходимо, чтобы материал стенки трубы был звукопроводящим, не слишком толстым (в пределах 20 мм), без отложений с внутренней стороны. Для этого все равно придется вырезать смотровое окно сверху, которое будет использоваться и для периодической очистки дна трубы от наносов и прочей грязи. И самое главное, нижняя наружная часть трубы должна быть выше дна колодца, чтобы можно было провести работы по подготовке поверхности трубы к установке датчиков. Один из вариантов съемного крепления в условиях ограниченного доступа к нижней поверхности трубы приведен на фотографиях.

1.4. Особенности, выявленные при проектировании, монтаже и эксплуатации расходомеров

ЭХО-Р-02

- при снятии градуировочной характеристики трубопровода измерение скорости потока по уровню заполнения трубопровода ограничено глубиной погружения гидрометрической вертушки (размером лопастей) и составляет не ниже уровня 20-25 мм. При малом расходе стоков данный метод измерения не пригоден.
- при измерении на стоках, содержащих мусор, лопасти часто засоряются и перестают вращаться, что вызывает некорректное измерение скорости.
- вертушка имеет временной интервал измерения скорости, в течение которого определяется усредненное значение. При динамично изменяющемся потоке уровень заполнения не постоянен, и конечный результат скорости трудно привязать к какому-то определенному значению уровня.
- при эксплуатации в зимнее время над открытым каналом внутри конуса датчика АП-11 и на металлической мембране пьезоэлемента возможно образование наледи, «мохнатого» инея, что приводит к искажению измерения. Необходимо периодически осматривать внутреннюю полость конуса.
- внутренняя полость конуса - излюбленное место пауков. При плотной паутине на мембране пьезоэлемента результаты измерения также могут быть не корректны.
- при сильном пенообразовании на поверхности жидкости возможны искажения измерений за счет ослабления отраженного сигнала.
- при правильной эксплуатации прибор исправно работает значительно дольше гарантированного производителем срока.

ДНЕПР-7

- крепление датчика «Белая мышь» в химически-активных (агрессивных) стоках разрушается в течение 1,5-2 лет.
- редко, но вполне возможна разгерметизация датчика «Белая мышь» и выход его из строя.

- при наносе песка, шлама, ила и др. материалов в место крепления как датчика «Белая мышь», так и накладных датчиков, измерения становятся не корректными. Чаще всего происходит индикация нулевого расхода при не нулевом уровне потока. Необходимо периодически осматривать место крепления через смотровой лючок и производить очистку.
- при наносе песка, шлама и др. в место установки трубки измерения уровня заполнения, измеренный уровень блоком БИВ может оказаться больше фактического, а при засорении трубки расходомер будет измерять расход как в напорном трубопроводе (на полное проходное сечение). Необходимо периодически осматривать место измерения уровня и продувать трубку.
- если шланг от блока БИВ имеет прогибы ниже уровня входа в трубу, то в зимнее время в нем может собираться конденсат (иногда образуется лед), который приводит к искажению измерения. Чаще всего расходомер будет измерять расход как в напорном трубопроводе по максимальному проходному сечению. По возможности не очень глубокие колодцы лучше утеплить.
- при установке измерительной трубки уровня заполнения по центру трубопровода, на быстрых потоках и сильной замусоренности стоков происходит изгиб трубки по направлению потока или ее излом. На таких стоках лучше производить измерение через нижний штуцер или боковой отвод.
- необходимо исключить затопление в колодце накладных датчиков от грунтовых или дождевых вод, так как их герметичность не бесконечна, и они не рассчитаны для такого режима эксплуатации. Необходимо при строительстве измерительных колодцев предусмотреть их гидроизоляцию и плотное прилегание крышки входного люка.
- при соблюдении этих рекомендаций узел учета будет работать корректно, а оборудование - надежно и в течение всего гарантированного срока службы.

1.5. Действующие нормативные документы

В части учета количества сточных вод в безнапорных каналах в настоящее время действуют следующие основные нормативные документы:

- **МИ 2220-96.** ГСИ. Расход сточной жидкости в безнапорных трубопроводах. Методика выполнения измерений;

- **МИ 2406-97.** ГСИ. Расход жидкости в безнапорных каналах систем водоснабжения и канализации. Методика выполнения измерений при помощи стандартных водосливов и лотков;

- **МИ 13-92**. «Расход воды в каналах. Методика выполнения измерений по средней скорости потока в одной точке гидрометрического створа»;

- **МИ 14-92**. «Расход воды в каналах. Методика выполнения измерений по средней скорости потока в одной точке гидрометрического створа на свободной поверхности потока».

2. Напорные трубопроводы

2.1. Основные сведения и приборы учета

Устройство узлов учета на напорных трубопроводах менее трудоемко. Необходимо только грамотно провести предпроектное обследование на существующем трубопроводе и выбрать прибор учета, который будет работать корректно и стабильно. К первичной информации при предпроектном обследовании для выбора прибора относится:

- внутренний диаметр трубопровода

- материал стенки и его толщина

- состав стоков, % содержание твердых и газообразных веществ, температура

- наличие достаточных прямых участков до и после точки измерения

- наличие или отсутствие вибрации трубопровода от перекачивающих насосов

- расстояние от места установки датчиков до электронного блока

- наличие или отсутствие гидроизоляции измерительного колодца для исключения его затопления грунтовыми или дождевыми водами

- климатические условия работы датчиков и электронных блоков

- количество газообразных включений в виде пузырьков, при установке датчиков после насоса

- наличие реверсивного потока

Наиболее предпочтительный и достоверный способ при выборе прибора учета – провести контрольное измерение в предполагаемом месте установки накладных датчиков с помощью портативного расходомера с таким же принципом измерения, что применяется и в стационарном варианте. При постоянном потоке в трубопроводе достаточно провести разовое кратковременное измерение, при циклическом режиме (при перекачке из накопительной емкости в трубопровод) – несколько циклов от начала до конца. При этом необходимо обратить внимание на запаздывание начала и окончания измерения расходомером от момента включения и выключения насоса, наличие реверса жидкости. Преимущество такого подхода – после покупки расходомера и его установки на объекте не возникнет проблема с корректным измерением расхода жидкости и пуско-наладкой прибора. Во время контрольного измерения с помощью заложенных диагностических опций в прибор также можно оценить уровень измеряемого сигнала, его стабильность, спектр, уровень и наличие помехи в трубопроводе, что косвенно будет характеризовать измеряемую среду и состояние внутренних стенок трубопровода (наличие различного рода отложений и др.).

В таблице 2 приведены технические характеристики приборов учета, которые были успешно применены при устройстве узлов учета на различных объектах в течение 11 лет (кроме «Взлет МР», не пришлось с ними поработать).

Таблица 2

Технические характеристики приборов учета с накладными датчиками

N	Характеристика	«Акрон-01(02)»	«Днепр-7»	«Взлет МР»
1	Метод измерения: - скорость потока	Время-импульсный	Доплеровский	Время-импульсный
2	Соответствие нормативным документам	ПР 50.2.009-94	ТУ-4213-079-00236494-2007 «Расходомеры-счетчики ультразвуковые Днепр-7»	ГОСТ Р 51649-2000
3	Основная погрешность	1,5% в диапазоне 2-100%	2%	2%

	измерений	верхнего предела измеряемого расхода, в диапазоне измерения расхода 0-2% не нормируется, показания =0	во всем диапазоне расходов	при индивидуальной градуировке на месте эксплуатации
4	Дополнительная погрешность измерений - при изменении температуры - при изменении питающего напряжения	Данные не приведены	компенсируется	Данные не приведены
5	Температурный диапазон эксплуатации - ультразвукового датчика - вторичного прибора	от -40 до +70 (+150)°С от -20 до +50°С	от -50 до +150°С от -20 до +50°С	от -30 до +160°С от 0 до +50°С (от -40 до +65°С)
6	Степень защиты по ГОСТ 14254 - первичного датчика - вторичного прибора	IP65 IP65	IP54 IP20	IP67 (68) IP54
7	Допустимое расстояние от места установки вторичного прибора до ультразвуковых датчиков	10 м (50 м по спецзаказу) (соединит. кабель РК 75-3-32)	15 м, между ПБ и БП до 1000 м 4-х жильный кабель (контрольный, силовой)	100 м
8	Электропитание	~220 В, 50 Гц (12 В пост., по спецзаказу)	БП – 220 В, 50 Гц, ПБ – 12 В пост.	=24 В
9	Отображение информации	2-строчный ЖКИ	На БП – цифровой индикатор 8 знаков	4-строчный ЖКИ
10	Управление вводом данных и отображением	кнопки	кнопка	клавиатура
11	Интерфейсы удаленного доступа	RS-232, RS-485, GSM-модем	RS-232, RS-485, считывание архива через USB порт, GSM-модем	RS-232, RS-485, Ethernet
12	Возможность работы в сети	есть	есть	есть
13	Наличие выходного сигнала: -токового -частотно-импульсного	0-5, 0-20, 4-20 есть	0-5, 4-20 0 – 1000 Гц	0-5, 0-20, 4-20 есть
14	Глубина хранения данных (емкость архивов) -часового -суточного -месячного -интервального -событий	1925 записей 2200 записей нет нет 100	Программируемые Минутный Часовой Суточный 247	1440 60 48 14400 записей 512 на канал
15	Ввод градуировочных характеристик	Двнутр с клавиатуры	Двнутр (Sпрох) при изготовлении	На месте установки при наладке
16	Программное обеспечение	Поставляется по заказу	Прилагается	Поставляется по заказу
17	Требования к производителю монтажных работ	Технический персонал, изучивший РЭ	Наличие сертификата на выполнение работ, выдаваемого предприятием-изготовителем	Лицензированная организация, имеющая разрешение предприятия-изготовителя или представитель предприятия-изготовителя

18	Срок эксплуатации	6 лет 3 года на высокотемпературных средах	8 лет	12 лет
19	Межповерочный интервал	2 года	2 года	2 года
20	Вариант исполнения	Одно-, (2-канальный)	Одноканальный	До 4 каналов
21	**Стоимость оборудования, тыс. руб., без НДС**	**базовая модель** **с 1 каналом - 49,7** **с 2-мя каналами – 74,4**	**без архива - 47,63** **архив + RS-485 – 52,36**	с 1 каналом – **34,33** с 2-мя каналами – **46,25**

БЕСПЛАТНАЯ доставка по Москве и Московской области!
По цене производителя. Сопровождение заказа до изготовления.

ЗАКАЗАТЬ «АКРОН-01 (02)»

ЗАКАЗАТЬ «ДНЕПР-7»

2.2. Примеры установки измерительных датчиков и блоков на объектах

Расходомер ультразвуковой «Акрон-01», ПНП «Сигнур», г. Москва

Установка накладных датчиков на трубопроводы диаметром до 500 мм не требует проведения сварочных работ и осуществляется с помощью установочных профилей и стягивающих цепочек. Датчики через смазку плотно прижимаются к трубе специальными прижимными устройствами. Для наглядности приводятся фотографии.

Установка магнитных профилей с датчиками при выполнении предпроектного обследования на напорном магистральном трубопроводе портативным расходомером

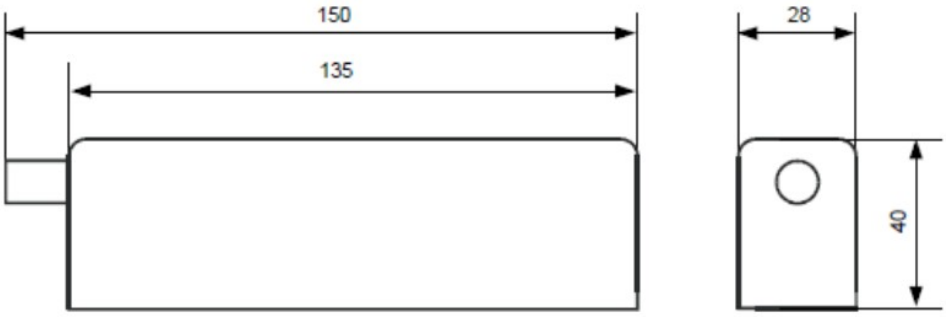
Строительство измерительного колодца для установки датчиков на отводящем трубопроводе накопительной емкости

Внешний вид электронного блока

Вариант крепления накладных датчиков на измеряемый трубопровод с помощью цепочек, стягивающих установочные профили

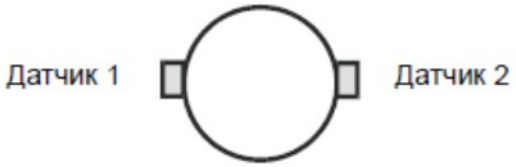
Расходомер стационарного исполнения «Днепр-7», ЗАО «Днепр», г. Сергиев Посад

При стационарной установке накладных датчиков на трубопроводы в зависимости от их диаметра и материала можно воспользоваться специально изогнутыми или приварными шпильками. На шпильки надеваются крепежные скобы, которые прижимают датчики к поверхности трубы. Размеры датчика и варианты крепления показаны ниже.

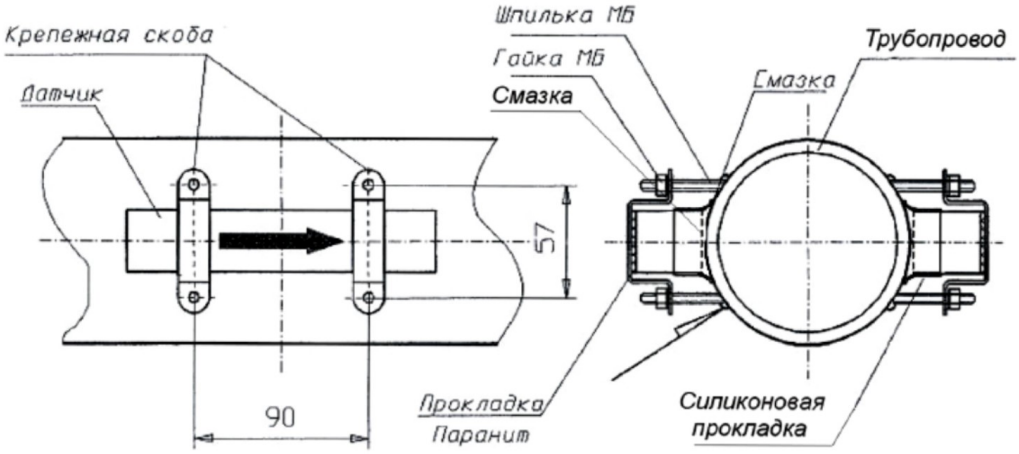


Габаритные размеры ультразвукового датчика

Стандартное расположение ПП на заполненном трубопроводе



Вариант расположения ПП на трубах большого диаметра

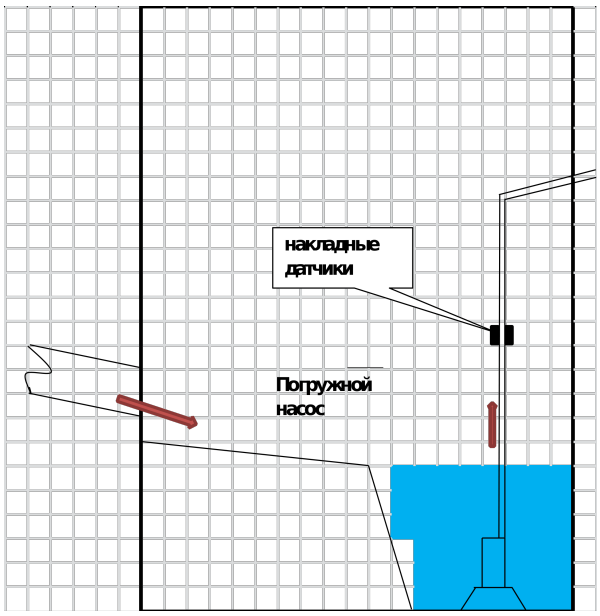


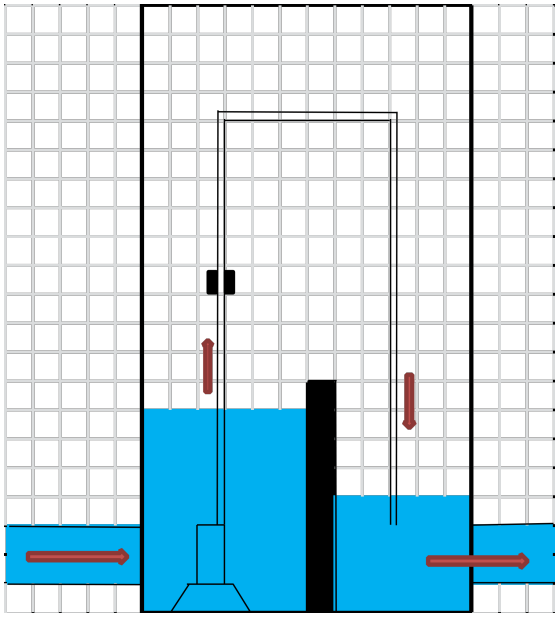
Вариант крепления на приварных шпильках

Вариант крепления на изогнутых под диаметр трубы шпильках

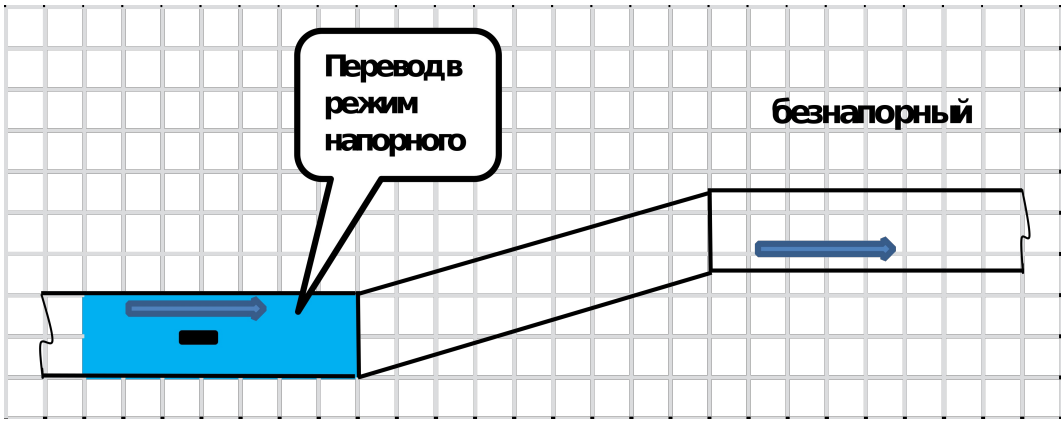
Как превратить безнапорный трубопровод в напорный

С такой проблемой приходится сталкиваться при проектировании узлов учета стоков при их перекачке из накопительных колодцев в коллектор бытовой сети. Ниже приведены несколько вариантов схем практической реализации для установки измерительных датчиков.





Варианты установки датчиков и откачки стоков из накопительного и проходного колодцев



Варианты перевода безнапорного трубопровода в напорный режим работы

Эти 2 варианта не рекомендуется использовать для самотечных трубопроводов, так как из-за низкой скорости потока возможно заиливание или засорение этих участков твердыми веществами, содержащимися в стоках.

2.3. Особенности, выявленные при эксплуатации расходомеров

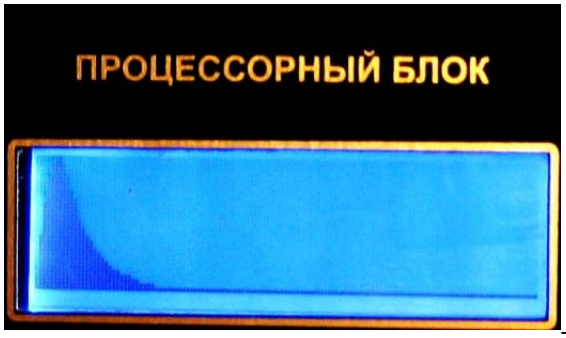
АКРОН-01

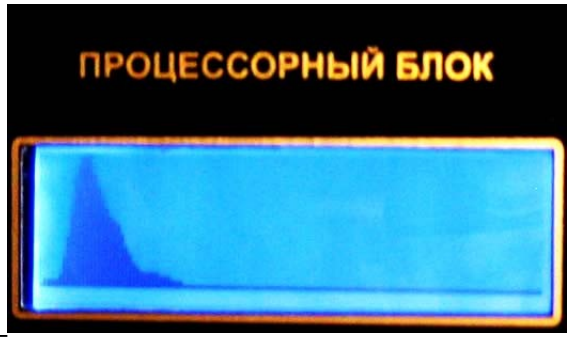
- при высоком содержании газообразных и твердых частиц в жидкости сигнал резко уменьшается, и показания расходомера становятся равными «0». Такой режим часто возникает при циклическом перекачивании из накопительной емкости в трубопровод мощным насосом (подсос воздуха через сальники и др. элементы насоса).
- при установке датчиков на участке трубопровода, переведенного в напорный режим, иногда возникает «самоход» расходомера из-за смещения расходной характеристики прибора. Устраняется в режиме настройки прибора «калибровка 0» введением смещения. Необходимо периодически производить контроль работы узла учета.
- во избежание выхода из строя накладных датчиков не допускать затопления их места установки.

<u>ДНЕПР-7</u>

- при установке накладных датчиков на трубопровод необходимо проконтролировать спектр сигнала для оценки влияния помехи на полезный сигнал, что приводит к не корректным измерениям (завышение или занижение расхода). Помеха может возникнуть из-за вибрации трубопровода, турбулентного течения жидкости, наличия в трубе препятствий, отложений, наростов и др. Желательно найти другое место на трубопроводе, где нет помехи, искажающей спектр сигнала. Формы спектров на реальных объектах приведены на рисунках ниже:

Наличие помехи в месте установки датчиков





Отсутствие помехи, спектр нормальный

- при постоянном выпадении конденсата на поверхности измеряемой трубы необходимо периодически менять смазку под датчиками, так как увлажненная смазка плохо проводит ультразвук.

При соблюдении всех рекомендаций производителя и периодическом контроле работы оборудования, рассмотренные выше расходомеры работают стабильно и с хорошей точностью.

III. ИЗМЕРЕНИЕ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ и КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ В ВОДЯНЫХ и ПАРОВЫХ СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Для измерения объемного расхода теплоносителя и количества теплоты в водяных и паровых системах теплоснабжения хорошо зарекомендовали себя узлы учета в составе расходомера Днепр-7 частотно-импульсного принципа действия и теплосчетчиков ВКТ-5 и ВКТ-7. Приборы выпускаются под маркой «Днепр-Теплоком» и в зависимости от теплосчетчика имеют модификации М75 (с ВКТ-5) и М77 (с ВКТ-7).

Для корректного измерения на «чистых» водах в основном применяется частотно-импульсный (время-импульсный) метод. К таким средам относится подготовленная вода в системах тепло- и горячего водоснабжения. В зависимости от типа системы (открытая или закрытая) применяют одно или двухканальные расходомеры.

1. Водяные системы теплоснабжения

В таблице 3 приведены технические характеристики расходомеров, используемых для измерения на системах водяного теплоснабжения.

Таблица 3

Технические характеристики приборов учета для работы на водяных системах

N	Характеристика	«Акрон-01 (02)»	«Днепр-Теплоком»	«Взлет МР»

			01.101.1, 02.131 (141).1	
1	Метод измерения: - скорость потока	Время-импульсный	Частотно-импульсный	Время-импульсный
2	Соответствие нормативным документам	ПР 50.2.009-94	ГОСТ Р 51649-2000 ГОСТ Р ЕН 1434-2006	ГОСТ Р 51649-2000
3	Основная погрешность измерений	1,5% в диапазоне 2-100% верхнего предела измеряемого расхода, в диапазоне измерения расхода 0-2% не нормируется, показания =0	2% в диапазоне расходов 3-100%	2% при индивидуальной градуировке на месте эксплуатации
4	Дополнительная погрешность измерений - при изменении температуры - при изменении питающего напряжения	Данные не приведены	компенсируется	Данные не приведены
5	Температурный диапазон эксплуатации - ультразвукового датчика - вторичного прибора	от -40 до +70 (+150)°С от -20 до +50°С	от -50 до +150°С от -20 до +50°С	от -30 до +160°С от 0 до +50°С (от -40 до +65°С)
6	Степень защиты по ГОСТ 14254 - первичного датчика - вторичного прибора	IP65 IP65	IP64 IP54	IP67 (68) IP54
7	Допустимое расстояние от места установки вторичного прибора до ультразвуковых датчиков	10 м (50 м по спецзаказу) (соединит. кабель РК 75-3-32)	15 м	100 м
8	Электропитание	~220 В, 50 Гц (12 В пост., по спецзаказу)	БП – 220 В, 50 Гц, ПБ – 12 В пост.	=24 В
9	Отображение информации	2-строчный ЖКИ	На БП – цифровой индикатор 8 знаков	4-строчный ЖКИ
10	Управление вводом данных и отображением	кнопки	кнопка	клавиатура
11	Интерфейсы удаленного доступа	RS-232, RS-485, GSM-модем	RS-232, RS-485	RS-232, RS-485, Ethernet
12	Возможность работы в сети	есть	есть	есть
13	Наличие выходного сигнала: -токового -частотно-импульсного	0-5, 0-20, 4-20 есть	0-5, 4-20 0 – 1000 Гц	0-5, 0-20, 4-20 есть
14	Глубина хранения данных (емкость архивов) -часового -суточного -месячного -интервального -событий	1925 записей 2200 записей нет нет 100	Программируемые 1152 128 32 247	1440 60 48 14400 записей 512 на канал
15	Ввод градуировочных характеристик	Двнутр с клавиатуры	Двнутр трубопровода при изготовлении	На месте установки при наладке

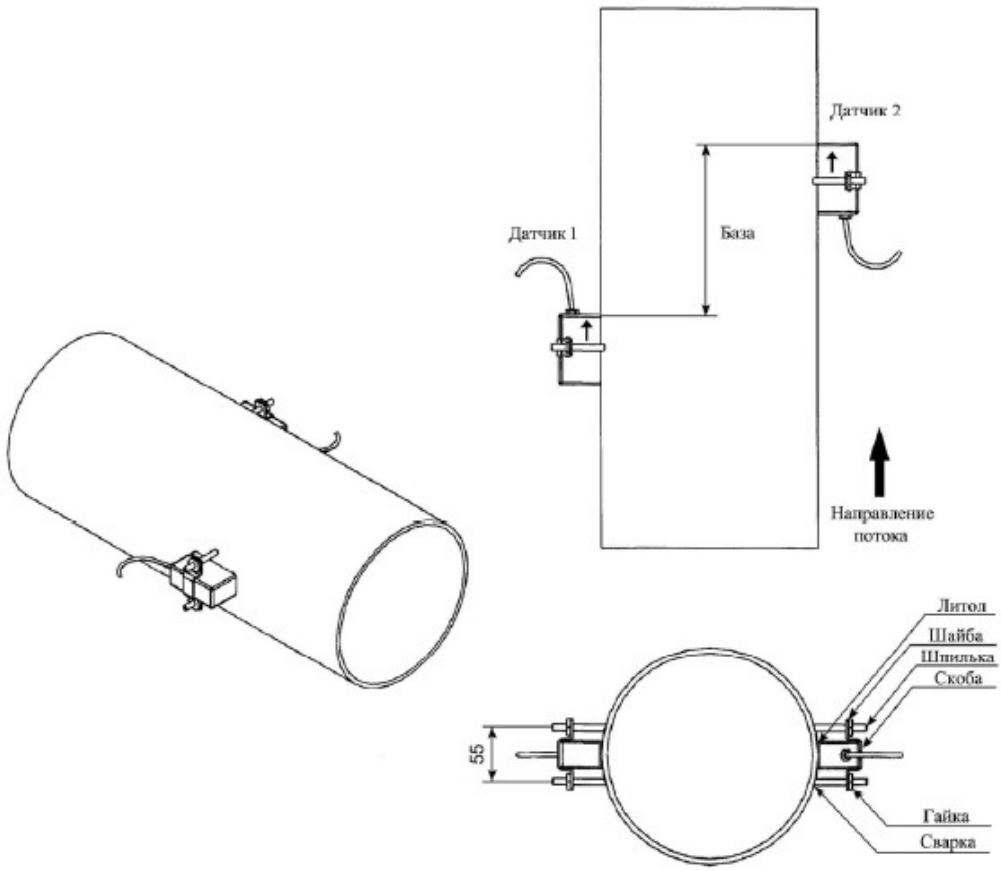
16	Программное обеспечение	Поставляется по заказу	Прилагается	Поставляется по заказу
17	Требования к производителю монтажных работ	Технический персонал, изучивший РЭ	Наличие сертификата на выполнение работ, выдаваемого предприятием-изготовителем	Лицензированная организация, имеющая разрешение предприятия-изготовителя или представитель предприятия-изготовителя
18	Срок эксплуатации	6 лет 3 года на высокотемпературных средах	8 лет	12 лет
19	Межповерочный интервал	2 года	2 года	2 года
20	Вариант исполнения	Одно-, (2-канальный)	Одно-, 2-канальный	До 4 каналов
21	Возможность работы в составе теплосчетчика	да	В составе ВКТ-5, ВКТ-7	Взлет ТСР-023
22	**Стоимость оборудования, тыс. руб., без НДС**	**с импульсным выходом без теплосчетчика с 1 каналом - 49,7 с 2-мя каналами – 74,4**	**на пар с ВКТ-5 – 102,53 на воду с ВКТ-7: с 1 кан. - 46,2 с 2 кан. – 55,35**	**без теплосчетчика с 1 каналом – 34,33 с 2-мя канал. – 46,25**

БЕСПЛАТНАЯ доставка по Москве и Московской области!
По цене производителя. Сопровождение заказа до изготовления.

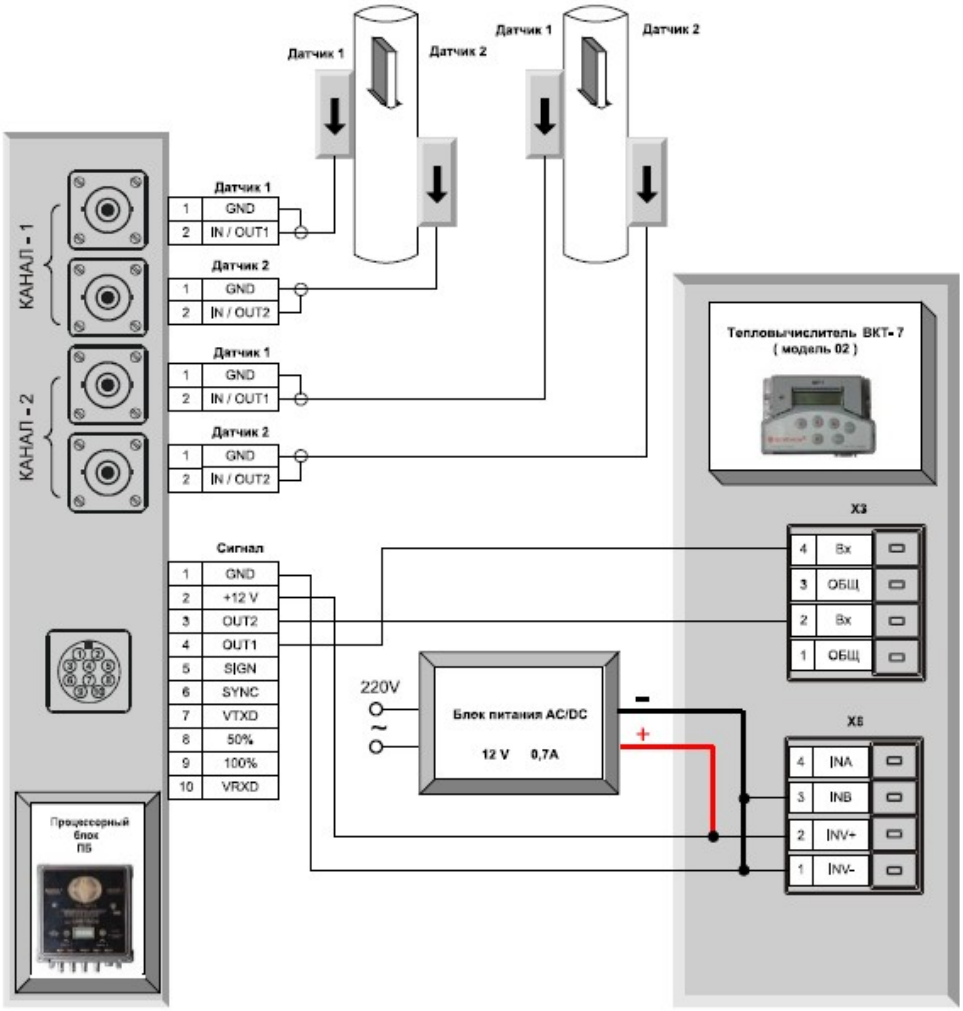
ЗАКАЗАТЬ «АКРОН-01 (02)»

ЗАКАЗАТЬ «ДНЕПР-ТЕПЛОКОМ» на ВОДУ

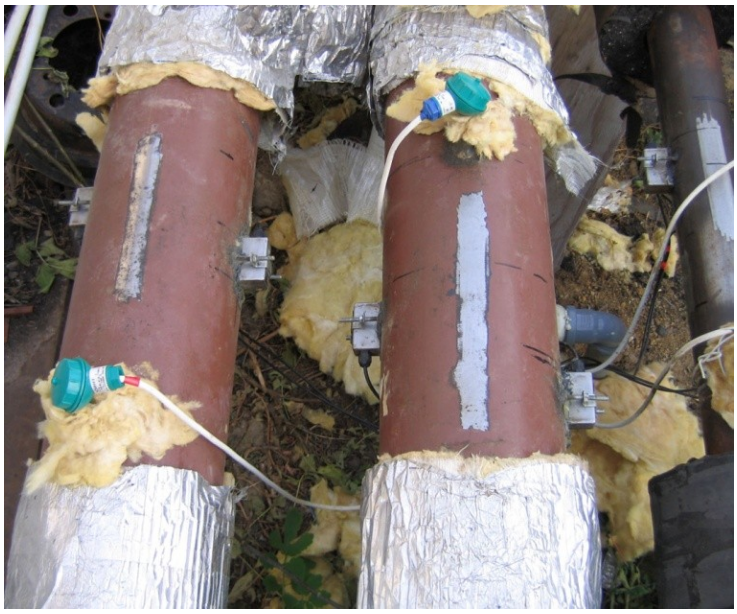
Примеры установки измерительных датчиков и блоков «Днепр-Теплоком» на объектах



Рекомендации по установке накладных датчиков расходомера Днепр-7 на трубопровод

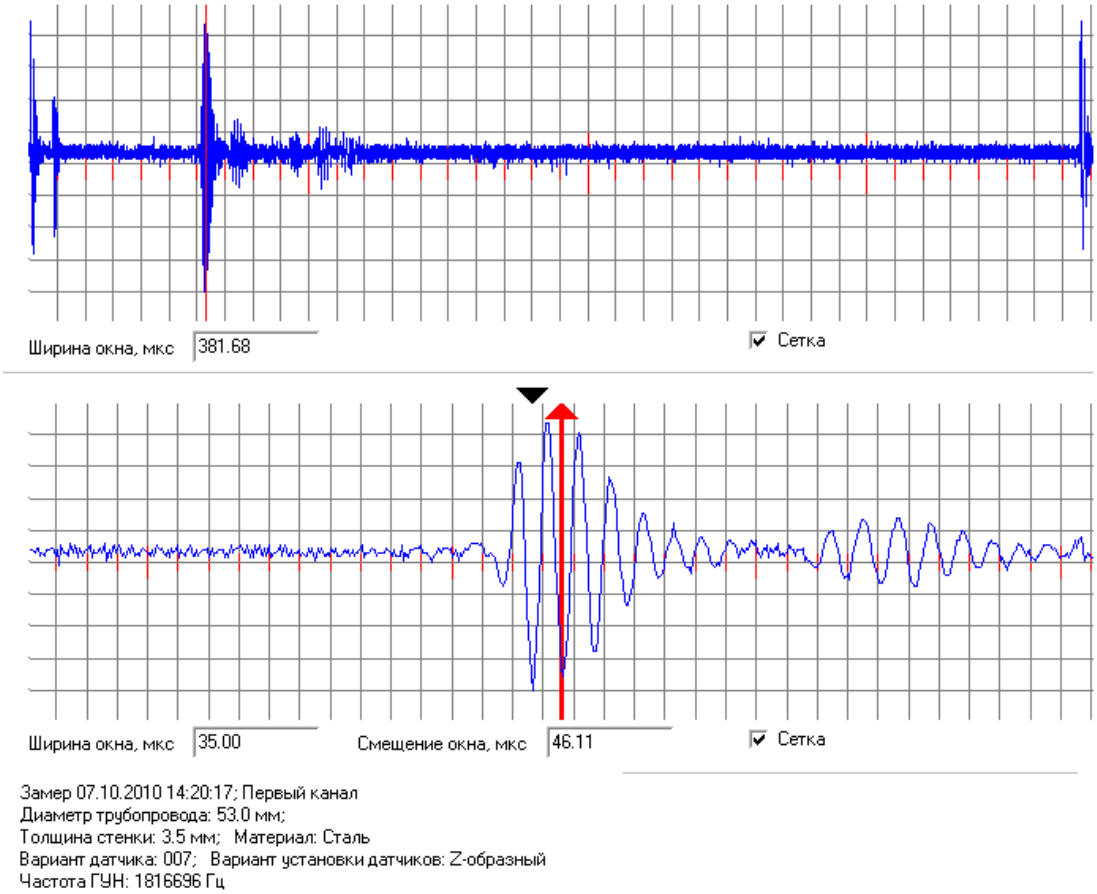


Типовая схема подключения расходомера Днепр-7 к тепловычислителю ВКТ-7



Установка 2-х канальных блоков и датчиков на горизонтальных трубопроводах при измерении на системах ГВС и теплоснабжения с теплосчетчиком ВКТ-7

Установка датчиков на вертикальных трубопроводах теплоснабжения Ду 50 и 100 мм



Внешний вид осциллограммы в программе настройки установки датчиков на трубопровод

2. Паровые системы теплоснабжения

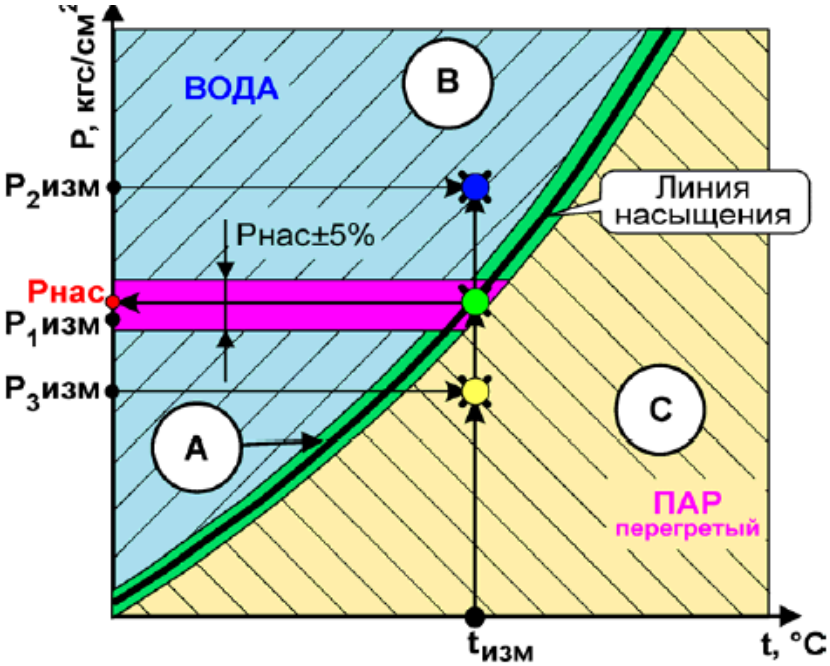
Расходомеры-счетчики «Днепр-7» (модификация 01.041.1 и 01.101.1) позволяют измерять объемный расход **насыщенного водяного пара** при температуре от 100 до 200 градусов на трубопроводах диаметром от 20 до 700 мм. В приборах данного типа используется ультразвуковой **доплеровский** метод измерения. Доплеровский метод измерения устойчиво работает на гетерогенных (неоднородных, загрязненных) средах и насыщенном водяном паре. Расходомеры «Днепр-7» являются единственными приборами, выпускаемыми в России, которые измеряют насыщенный пар **без врезки** в трубопровод.

Внимание! Перегретый пар расходомер «Днепр-7» не измеряет!

Для определения фазного состояния измеряемого пара в контролируемом трубопроводе рекомендуется кроме преобразователя температуры устанавливать преобразователь избыточного или абсолютного давления. Это позволит провести анализ в случае нулевых показаний расходомера при наличии расхода пара в трубопроводе.

До покупки и установки расходомера на измеряемый трубопровод необходимо провести на нем контрольное измерение расхода с помощью портативного расходомера, чтобы потом не пришлось отказаться от его установки и вести переговоры по его возврату продавцу, что не всегда удается сделать.

Зависимость фазового состояния воды от ее температуры и давления приведено ниже на рисунке (рисунок взят из статьи «Алгоритм работы вычислителя ВКТ-5 по пару», ЗАО НПФ «Теплоком»).



Область А. **Состояние насыщения**. Измеренное значение давления пара (**P_1изм**) соответствует с точностью 5% давлению насыщения при измеренной температуре (tизм) **Рнас-5%<P_1изм<Рнас+5%**.

Область В. **Вода**. Измеренное значение давления пара **P_2изм>Рнас+5%** при измеренной температуре.

Область С. **Перегретый пар**. Измеренное значение давления пара **P_3изм<Рнас-5%** при измеренной температуре.

Примеры установки измерительных датчиков и блоков «Днепр-Теплоком» на объектах

Установка накладных датчиков производится в диаметрально-противоположных точках трубопровода напротив друг другу. Датчики крепятся с помощью скоб, затягиваемых на приварные или изогнутые по диаметру трубопровода шпильки. Варианты установки были рассмотрены выше. При температуре пара выше 150 °С, датчики на поверхность трубопровода устанавливаются через специально изготовленные производителем силиконовые прокладки. Длину кабеля от датчиков до процессорного блока желательно выбирать меньше 15 м.

Все рекомендации, рассмотренные при монтаже накладных датчиков при измерении стоков на напорных трубопроводах, также имеют силу и здесь.

Пример установки блоков и накладного датчика через прокладку

БЕСПЛАТНАЯ доставка по Москве и Московской области!
По цене производителя. Сопровождение заказа до изготовления.

ЗАКАЗАТЬ «ДНЕПР-ТЕПЛОКОМ»
на ПАР

Измерение пара врезными расходомерами других производителей

Приведу примеры измерения расхода пара врезными счетчиками-расходомерами вихревого типа, которые зарекомендовали себя в процессе длительной эксплуатации с положительной стороны. В отличие от доплеровского принципа измерения, вихревые счетчики измеряют как насыщенный, так и **перегретый пар**.

Алгоритм вычисления количества теплоты в зависимости от фазового состояния пара задан в тепловычислителе. Исходными данными для этого являются температура и давление пара.

Врезные счетчики пара ДРГ.М-5000 (Ду150) и ДРГ.М-1600 (Ду80)

(ОАО ИПФ «Сибнефтеавтоматика, г. Тюмень) с вычислителями количества теплоты БВР.М и ВКТ-5

Врезной расходомер пара «Ирга-РВМ» Ду80 (ООО «Глобус», г. Белгород) фланцевого типа с термопреобразователями температуры и давления непосредственно на корпусе (рис. слева), также возможен вариант выносного размещения преобразователей на трубопроводе (рис. справа).

Ахметов Рамиль Сафуанович

Генеральный директор ООО «Инжиниринговый центр «Энергоэффективность»,

e-mail: eneft@mail.ru, тел.: (495) 545-01-94, 8-916-511-65-43, 8-926-896-94-69