A close-up photograph of a waterfall with water cascading over rocks, creating white foam and splashing. The background is dark, possibly a forest or cave.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ПО СИСТЕМАМ ВОДООТВЕДЕНИЯ ЧАСТЬ 1

be
think
innovate

GRUNDFOS 

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
ПО СИСТЕМАМ
ВОДООТВЕДЕНИЯ
ЧАСТЬ 1**



ВВЕДЕНИЕ

Настоящее Техническое пособие по системам водоотведения, часть 1 предназначено для разработчиков насосных станций, проектировщиков, технологов, инженеров-консультантов и пользователей насосных станций для малых систем отведения сточных вод с помощью канализационных насосов с двигателями мощностью от 0,15 до 30 кВт. Рекомендации для более мощных и сложных систем приводятся в Техническое пособие по системам водоотведения, часть 2 (канализационные насосы с двигателями до 520 кВт).

Системы и установки дренажных, промышленных и бытовых сточных вод представлены по отдельности, чтобы гарантировать правильность выбора и установки насосов.

Пособие посвящено следующим темам: указания по монтажу и эксплуатации погружных насосов и погружных насосов для установки в сухих машинных залах; конструкция резервуаров со скатами и требования к бетонным фундаментам для сухой установки насосов с целью оптимизации работы; рекомендации по монтажу трубопроводной системы. Правильный монтаж соединительных труб является решающим для обеспечения оптимальных условий эксплуатации гидравлической системы.

Кроме того, описано влияние таких факторов как звук, шум, подсос воздуха, завихрения и вибрация, а также меры, которые необходимо принять для предотвращения этих деструктивных влияний. Рабочие характеристики насосов и примеры расчетов представлены для насосов с двигателями 50 Гц.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение

3

ДРЕНАЖНЫЕ, ЗАГРЯЗНЕННЫЕ И ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫЕ СТОКИ

1. Сточные воды	15
1.1. Системы водоотведения	15
1.2. Дренаж	16
1.2.1. Установка дренажных насосов	16
1.3. Загрязненный сток	16
1.3.1. Монтаж насосов для загрязненных стоков	17
1.4. Сточные воды из частных домов	17
1.4.1. Монтаж насосов для загрязненных и хозяйственно-бытовых стоков	17
1.4.2. Системы с более высокими требованиями	18
1.5. Хозяйственно-бытовые сточные воды	18
1.5.1. Монтаж канализационных насосов	19
1.5.2. Канализационные насосы с режущим механизмом	19
2. Проектирование насосной системы	19
2.1. Местоположение насосной системы	19
3. Типы насосных систем	20
3.1. Осушение и дренаж	20
3.2. Перекачивание загрязненных и хозяйственно-бытовых сточных вод	20
3.3. Отказ насоса для загрязненных сточных вод	21
3.4. Канализационные насосные установки внутри зданий	21
3.5. Перекачивание бытовых стоков с твердыми включениями	22
3.6. Выход из строя канализационного насоса	22
4. Факторы износа при перекачивании смешанных хозяйственно-бытовых сточных вод в тяжелых условиях общесплавной канализации	23
5. Сравнение стоимости жизненного цикла оборудования	24
6. Приток сточных вод	26
6.1. Основные показатели и схемы	26
6.2. Расчет расхода сточных вод	27
6.3. Практический пример: расчет расхода сточных вод, Q_{tot}	28
6.4. Водосточная система	29
6.5. Расход ливневых стоков	29
6.6. Пример: расчет расхода стока дождевой воды	30

7. Дренаж зданий и сооружений	31
7.1. Предварительное исследование	31
7.2. Классификация грунта и состояния грунтовых вод	31
8. Расход дренажной воды	34
8.1. Пример: расчет расхода дренажной воды	34
9. Расчет производительности насоса	35
10. Номинальный приток в общесплавные системы	35
11. Номинальный приток в раздельные системы	36
12. Насосы и производительность	38
12.1. Насосы малой мощности	38
12.1.1. Unilift KP	38
12.1.2. Unilift AP и Unilift AP B	38
12.1.3. DP10, EF30, SL1.50 и SLV.65	38
12.1.4. DP10	38
12.1.5. EF.30	39
12.1.6. SL1.50 и SE1.50	39
12.1.7. SLV.65 и SEV.65	39
12.1.8. SEG.40 и SEG.50	39
12.2. Насосы средней мощности	40
12.2.1. SL1.80 ...100 и SE1.80 ...100	40
12.2.2. SLV.80 ...100 и SEV.80 ...100	40
12.2.3. SL1.75 ...160 и SE1.75 ...160	40
12.2.4. SLV.80 и SEV.80	40
12.3. Насосные установки MULTILIFT	41
12.3.1. Насосные установки MULTILIFT MSS, M и MOG с одним насосом	41
12.3.2. Насосные установки MULTILIFT MD, MLD и MDG с двумя насосами	41
12.3.3. Насосные установки MULTILIFT MD1 и MDV с двумя насосами	41
12.4. Насосы высокой мощности	42

ПОДБОР НАСОСОВ

1. Расчет производительности, количества насосов и определение рабочего режима	44
1.1. Малые КНС	44
1.2. Изменение притока	44
2. Системы водоотведения	45
3. Работа в режимах чередования и параллельном	46

3.1. Режим чередования	46
3.2. Работа в параллельном режиме	47
3.3. Эксплуатация одного насоса	47
4. Срок службы насоса	48
5. Жидкости, содержащие абразивы	49
5.1. Содержание песка	49
5.2. Форма песчинок	49
5.3. Материал насоса	49
5.4. Тип рабочего колеса	50
5.5. Напор насоса	50
6. Коррозионно-активные жидкости	51

ПОДБОР И МОНТАЖ

1. Подбор и монтаж насосов	54
2. Скорость в напорном трубопроводе	56
3. Определение характеристик системы	57
3.1. Геометрический напор / Статический напор, H_{geo}	57
3.2. Потери на местные сопротивления (в клапанах, фитингах), $H_{v,A}$	58
3.3. Потери на линейное трение в напорной трубе, $H_{v,r}$	59
3.4. Суммарный динамический напор H_{tot}	60
4. Подбор насоса и его характеристики	62
4.1. Канализационная установка с одним насосом	63
4.2. Параллельная работа насосов	64

НАСОСЫ И РЕЗЕРВУАРЫ

1. Температура жидкости	66
2. Насосы серии SE с системой охлаждения	67
3. Насосы серии S без или с охлаждающим кожухом	67
3.1. Внешнее охлаждение	67
4. Система SmartTrim	68
4.1. Зазор рабочего колеса	68
5. Приемный подземный резервуар	70
5.1. Выбор габаритов КНС с насосами в погружном исполнении	70
5.2. Приток	70
5.3. Производительность насоса	70

6. Частота пусков и эффективный объем приемного резервуара	71
6.1. Пример	71
6.2. Диаметр резервуара	72
6.3. Расстояние между уровнями пуска и останова	72
7. Конструктор КНС	72
8. Устройство дна резервуара	73
9. Расстояние между всасывающим патрубком насоса и дном резервуара	73
9.1. Расположение подводящего трубопровода в приемный резервуар КНС	73
10. Образование слоя пены в канализационных насосных станциях	74
11. Сероводород (H₂S) в колодце	74

ПОГРУЖНЫЕ НАСОСЫ СУХОЙ УСТАНОВКИ

1. Общие сведения	76
2. Преимущества монтажа	77
3. Преимущества системы	77
4. Установка погружных канализационных насосов в помещениях сухих машинных залов	78
4.1. Фундамент	78
5. Выравнивание сборных опорных конструкций	79
6. Трубопровод	80
6.1. Всасывающий трубопровод	80
7. Водоприемная воронка всасывающего трубопровода	81
7.1. Диаметр входа в водоприемную воронку	81
7.2. Уровни останова	81
7.3. Уровни пуска	81
7.4. Общие правила	81
8. Напорный трубопровод в пределах КНС	82
9. Запорная арматура	83
10. Испытания трубопровода под давлением	83
11. Резкие изменения и колебания давления	83
12. Важность положения рабочей точки для безаварийной работы насосов	83
13. Вибрации	84
13.1. Частоты вибраций	84
13.2. Уменьшение вибрации	84
13.3. Рекомендации	84
13.4. Возмущения	84

14. Монтаж	86
14.1. Опоры трубопроводов	86
14.2. Толщина стенок трубопровода	86
15. Демпферная развязка	87
15.1. Расстояние между креплениями	87
16. Заключение	88
17. Материалы труб	88
18. Выбор арматуры	88
18.1. Запорно-регулирующая арматура для применения в системах отведения сточных вод	88
18.2. Ключевые критерии выбора арматуры	88

НАСОСЫ С РЕЖУЩИМ МЕХАНИЗМОМ И НАПОРНЫЕ СИСТЕМЫ НАРУЖНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

1. Общие сведения	90
2. Область применения	90
2.1. Напорный трубопровод малого диаметра	90
2.2. Перепады давления	90
3. Применение напорных систем наружной канализации	91
3.1. Преимущества	91
3.2. Дополнительные преимущества	91
4. Недостатки	92
5. КНС с насосами с режущим механизмом	93
6. Насосы с режущим механизмом	94
6.1. Конструктивные особенности насосов SEG	94
6.2. Особенности насосов SEG AUTO _{ADAPT}	94
7. Конструкция напорной канализационной системы	96
7.1. Проектные требования	96
7.2. Напорные трубопроводы	96
7.3. Минимальная скорость потока	96
7.4. Максимальное время задержки	96
8. Нештатные ситуации	97
9. Источник питания	97
10. Клапаны	97

11. Проектирование напорных канализационных систем	98
11.1 Расчет канализационных сетей	98
11.2. Моделирование канализационных сетей	98
12. Эксплуатация и обслуживание	102

КОМПЛЕКТНЫЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ

1. Общие сведения	104
2. Технические данные	104
3. Стандартные размеры канализационных станций	105
4. Уникальная конструкция – защита от отложений и неприятного запаха	106
5. Типы систем водоотведения	107
5.1 Безнапорные канализационные системы	107
5.2. Напорные канализационные системы	107
5.3. Необходимость в напорной системе	107
6. Монтаж	108
6.1. Монтаж малых канализационных станций – диаметр основной секции от 400 до 1000 мм	108
6.2. Предотвращение всплытия резервуара	109
6.3. Фундамент	109
6.4. Подушка	109
6.5. Обратная засыпка	109
6.6. Расстояние от крышки	109
7. КНС большой мощности	110
7.1. Технические данные	110
8. Монтаж КНС большой мощности	111
8.1 Фундамент	111
8.2. Фундаментная плита	111
8.3. Монтаж КНС	112
8.4. Обратная засыпка	113
8.5. Монтаж камеры переключения	114
8.6. Подключение трубопроводов	114
8.7. Конструктор КНС	114

НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ MULTILIFT

1. Общие сведения	116
2. Описание	117
3. Общие условия эксплуатации	117
4. Подбор оборудования	119
5. Типовое применение	119
6. Насосная установка MULTILIFT MSS	120
6.1. Области применения	120
6.2. Технические характеристики MULTILIFT MSS	121
7. Насосная установка MULTILIFT M	121
7.1. Области применения	121
7.2. Технические характеристики MULTILIFT M	123
8. Насосная установка MULTILIFT MOG	123
8.1. Области применения	123
8.2. Технические характеристики MULTILIFT MOG	124
9. Насосная установка MULTILIFT MD	125
9.1. Области применения	125
9.2. Технические характеристики MULTILIFT MD	126
10. Насосная установка MULTILIFT MLD	127
10.1. Области применения	127
10.2. Технические характеристики MULTILIFT MLD	128
11. Насосная установка MULTILIFT MDG	129
11.1. Области применения	129
11.2. Технические характеристики MULTILIFT MDG	130
12. Установки MULTILIFT MD1 и MDV	130
12.1. Области применения	131
12.2. Технические характеристики MULTILIFT MD1 и MDV	132
13. Общие принадлежности	133
14. Общие сведения об установке	134
15. Дополнительный поплавковый выключатель	136

КАВИТАЦИЯ И NPSH

1. Кавитация	138
1.1. Как давление пара влияет на процесс перекачивания	139

1.2. Зауженные каналы предполагают повышенную скорость потока жидкости	139
1.3. Кавитация может распространяться	139
1.4. Кавитация влияет на производительность насоса	140
2. NPSH и кавитация	140
2.1. Что такое «потребный NPSH»?	141
2.2. Расчет потребного и доступного NPSH	141
2.3. Расчет NPSH	141
3. Правила расчета	142
4. Определение потребного NPSH	144
5. Поправка на давление пара	144
6. Проверка доступного NPSH	145
7. Примеры	145
8. Расчет безопасного значения	146
9. Как избежать кавитации	146

ПЛОТНОСТЬ, МОЩНОСТЬ И ПЕРЕМЕННАЯ СКОРОСТЬ

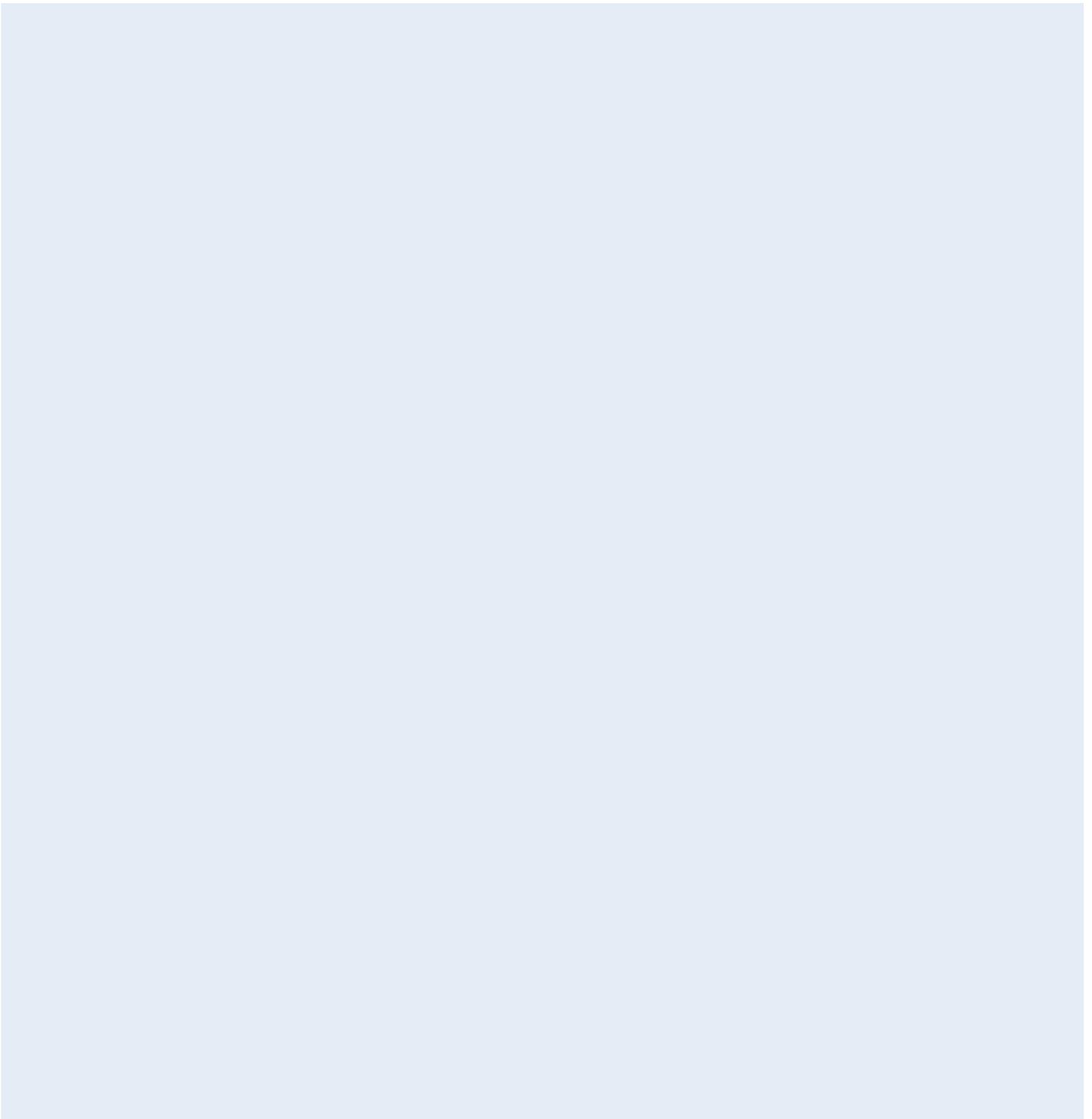
1. Плотность и вязкость	148
1.2. Характеристики насоса в жидкости с высокой плотностью	148
2. Минимальная скорость потока	149
3. Характеристики насоса в жидкостях с высокой вязкостью	150
4. Эксплуатационный коэффициент двигателя (SF)	152
5. Сеть питания, пониженное и повышенное напряжение	152
5.1. Заключение	153
6. Несимметрия тока	154
7. Несимметрия напряжения	156
8. Частота	156
9. Колебания напряжения	156
10. Преобразователи частоты без фильтров	157
11. Частотно-регулируемый привод	157
11.1. Показания к установке выходных фильтров при работе насоса от ПЧ	157
12. Устройства плавного пуска	158
13. Контакторы установок большой мощности	159
14. Конденсаторы для технологических установок	159
15. Молниезащита	159
16. Требование электромагнитной совместимости кабелей	159

ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ НАСОСОВ

1. Общие сведения	162
2. Принадлежности для насосов из нержавеющей стали для дренажа и отведения промышленных и бытовых сточных вод	162
3. Принадлежности для насосов из чугуна для дренажа и отведения промышленных и бытовых сточных вод	163
4. Прочие принадлежности для SEG AUTO_{ADAPT}	165
4.1. Блоки предохранителей AUTO _{ADAPT}	165
5. Принадлежности для канализационных насосов средней мощности	166
6. Блоки и шкафы управления LC 231 и LC 241	168
6.1. Блок управления LC231	168
6.2. Шкаф управления LC241	168
6.3. Базовые функции	169
6.4. Обзор конфигураций	169
7. Система управления Dedicated Controls	170
7.1. Базовые функции и преимущества	171
7.2. Расширенные функции	171
7.3. Дополнительные функции, IO 113	171
7.4. Дополнительные функции, панель датчиков SM 113	171
7.5. Дополнительные функции, блок MP 204	172
7.6. Дополнительные функции, CUE или VFD (регулирование частоты вращения)	172
7.7. Коммуникационные возможности	173
8. Преобразователи частоты	174
8.1. Пользовательский интерфейс	174
8.2. Функции управления центробежными насосами	174

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

Пример 1. Расчет расхода сточных вод, Q_{tot}	177
Пример 2. Расчет расхода ливневых стоков	178
Пример 3. Расход дренажной воды	180
Пример 4. Выбор характеристик канализационного насоса	181
Пример 5. Выбор насоса для отведения ливневых стоков и бытовых сточных вод	183
Посменная эксплуатация	186
Пример 6. Подбор насосной установки MULTILIFT	188
Пример 7. Выбор насоса с режущим механизмом	193



[1]

**ДРЕНАЖНЫЕ,
ЗАГРЯЗНЕННЫЕ И
ХОЗЯЙСТВЕННО-
БЫТОВЫЕ СТОКИ**

1. Сточные воды

Сточные воды можно разделить на различные группы в зависимости от источника их образования и содержания примесей, таких как песок, гравий, волокна и твердые частицы. Как правило, сточные воды разделяют на дренажные, загрязненные и хозяйственно-бытовые.

Для большинства людей сточные воды в виде грязной воды из раковин, стиральных машин, туалетов и промышленных стоков — это нечто, что просто исчезает в канализационной системе, и в большинстве случаев так оно и есть.

1.1. СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ

Деятельность человека, дома с ванными комнатами, душами, туалетами и круговорот воды в природе требуют устройства систем водоотведения, показанных на Рис. 1. Назначение системы водоотведения — отведение сточных вод с целью минимизации неудобств и рисков нанесения вреда здоровью населения и окружающей среде.

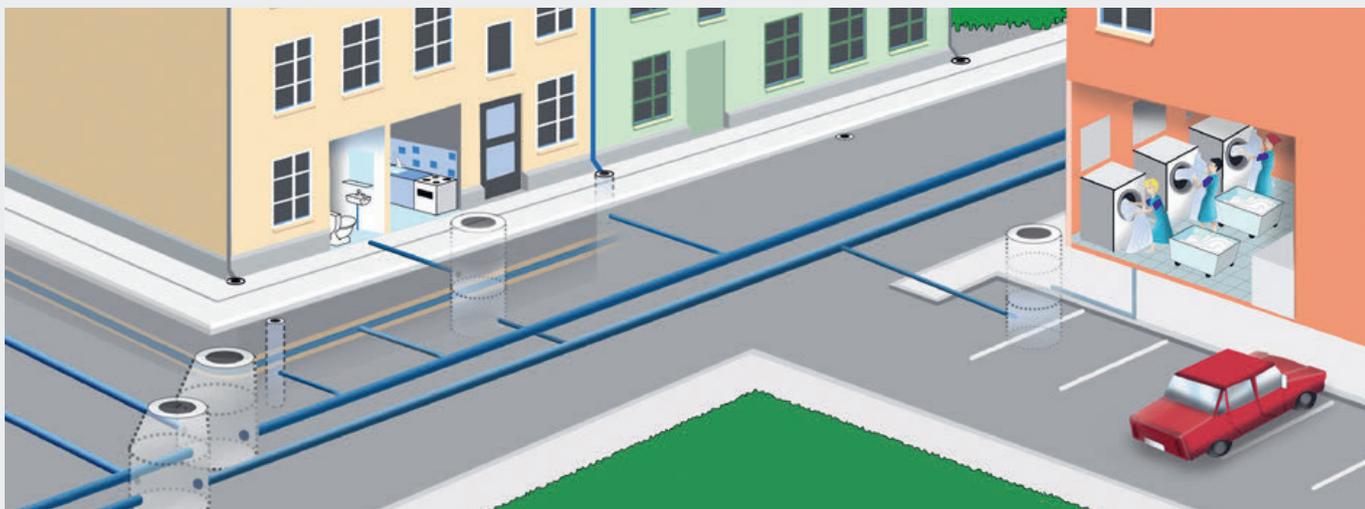


Рис. 1

Тип сточных вод	Источник	
Дренаж	Дренажные и грунтовые воды	Дренаж вокруг зданий с подвалами, дренируемые участки, негерметичные трубы и соединения
Дождевые воды / поверхностные воды	Дождевые и талые воды	Дороги, улицы, парковки, дворы, крыши и пр.
Загрязненный сток	Загрязненные сточные воды без стока от унитаза	Экономическая деятельность (вода, используемая для производства, включая охлаждение и промывку)
Хозяйственно-бытовой сток	Хозяйственно-бытовые сточные воды от любых санитарно-технических приборов, включая унитазы	Жилые здания, гостиницы, больницы, учреждения, общественные здания и пр.

1.2. ДРЕНАЖ

Не пропускающие воду и асфальтированные поверхности препятствуют естественному стоку дождевой воды, и вода под собственным весом собирается вокруг зданий, с крыш, парковок, благоустроенных территорий, застроенных территорий в накопительные резервуары и дренажные трубы приемных систем. Дренаж показан на Рис. 2.



Рис. 2

Если отведение в приемную систему самотёком невозможно, воду необходимо перекачивать.

Погружные дренажные насосы Grundfos модели Unilift KP со свободным проходом 10 мм и модели Unilift AP со свободным проходом 12 мм и полуоткрытыми рабочими колесами предназначены как для временной, так и для стационарной свободной установки в канализационных колодцах. Они могут использоваться для перекачивания дренажной воды или промышленных сточных вод без загрязнений, таких как волокна и другие взвешенные материалы.



Unilift KP и Unilift AP.

1.2.1. УСТАНОВКА ДРЕНАЖНЫХ НАСОСОВ

Дренажные насосы Grundfos для стационарной установки в колодцах поставляются с поплавковыми выключателями для автоматического пуска и останова или без них. Насосы с поплавковыми выключателями предназначены для простых установок, в которых автоматический пуск и останов зависит от уровня воды. Для подачи аварийного сигнала необходимо установить отдельный поплавковый выключатель.

Насосы без поплавкового выключателя предназначены для переносного исполнения или стационарной установки вместе с отдельными реле уровня для пуска, останова и подачи аварийных сигналов. В этом случае потребуются отдельная панель управления, например, контроллер Grundfos LC.

1.3. ЗАГРЯЗНЕННЫЙ СТОК

Загрязненный сток – это загрязненная вода и хозяйственно-бытовые стоки от любых санитарно-технических приборов, кроме унитазов. Загрязненные сточные воды могут содержать волокна и взвешенные вещества не крупнее 35 мм.

Источником загрязненных стоков могут быть системы осушения, бытовые канализационные системы и системы, связанные с сельским хозяйством, садоводством, производством молока, пива и пр.

Погружные насосы для загрязненных сточных вод Grundfos Unilift AP 35 и Unilift AP 35 B со свободным проходом 35 мм и вихревым рабочим колесом предназначены как для временной, так и для стационарной свободной установки в канализационных колодцах. Их можно использовать для перекачивания загрязненных стоков из зданий без унитазов или загрязненных сточных вод с такими включениями как, например, волокна из стиральных машин.



Unilift AP 35.



Unilift AP 35 B.

1.3.1. МОНТАЖ НАСОСОВ ДЛЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОКОВ

Насосы для загрязненных сточных вод Grundfos моделей Unilift AP 35 и Unilift AP 35 B для стационарной установки в колодцах выпускаются с поплавковыми выключателями или без поплавковых выключателей. Монтаж осуществляется в порядке, описанном для дренажных насосов Grundfos.

1.4. СТОЧНЫЕ ВОДЫ ИЗ ЧАСТНЫХ ДОМОВ

Обычно разделяют сток из частных домов и сток из общественных зданий. Владелец частного дома с насосной станцией, соединенной с канализационной системой, может избежать попадания в дренажную систему посторонних предметов, таких как кухонные полотенца, подгузники и т.п.

Погружные канализационные насосы Grundfos модели Unilift AP 50 и Unilift AP 50 B со свободным проходом 50 мм и вихревым рабочим колесом предназначены как для временной, так и для стационарной свободной установки в канализационных колодцах. Их можно использовать для перекачивания сточных вод из частных домов с такими включениями как, например, волокна и твердые частицы не крупнее 50 мм.



Насос Unilift AP 50.



Unilift AP 50 B.

Погружные насосы с режущим механизмом Grundfos SEG также пригодны для транспортировки хозяйственно-бытовых стоков от частных домов.



Описание насосов SEG приведено далее в разделе 10.

1.4.1. МОНТАЖ НАСОСОВ ДЛЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОКОВ

Насосы для загрязненных и хозяйственно-бытовых сточных вод Grundfos Unilift AP 50 и Unilift AP 50 B для стационарной установки в колодцах выпускаются с поплавковыми выключателями или без них. Монтаж осуществляется согласно инструкции для дренажных насосов Grundfos.

1.4.2. СИСТЕМЫ С БОЛЕЕ ВЫСОКИМИ ТРЕБОВАНИЯМИ

Для применения в условиях с более высокими требованиями правильным выбором будут дренажные, грязевые и бытовые канализационные насосы Grundfos из чугуна с чугунными рабочими колесами.



Дренажные насосы модели DP поставляются с полуоткрытыми рабочими колесами со свободным проходом 10 мм. Насосы EF для загрязненных сточных вод снабжены открытыми канальными рабочими колесами со свободным проходом 30 мм. Бытовые канализационные насосы модели SE1 снабжены закрытыми одноканальными рабочими колесами со свободным проходом 50 мм, а канализационные насосы SEV снабжены рабочими колесами SuperVortex со свободным проходом 65 мм.

Основная причина разграничения между дренажными, насосами для загрязненных сточных вод и бытовыми канализационными насосами — правильный подбор насоса для конкретного применения. Чем меньше свободный проход в проточной части насоса, тем выше гидравлический КПД и тем меньший двигатель требуется.

1.5. ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ

Канализационные стоки содержат все, что может попасть в сточные воды, в том числе воды из дренажа и очищенные сточные воды из объединенной системы.

Канализационные стоки можно определить как необработанные сточные воды с отходами из туалетов общественных зданий, гостиниц, больниц, учреждений, зон отдыха и т.п.

Погружные канализационные насосы Grundfos SL1 и SE1 с рабочими колесами S-tube® имеют свободный проход от 75 до 125 мм, а модели SLV и SEV с рабочими колесами SuperVortex — свободный проход от 65 до 100 мм. Они предназначены для транспортировки неочищенных канализационных стоков.

Погружной канализационный насос можно использовать для перекачивания дренажных и загрязненных сточных вод, если требуемая производительность насоса превышает производительность имеющихся дренажных насосов и насосов для загрязненных вод. Однако упомянутые насосы не справятся с бытовыми стоками из-за недостаточного свободного прохода.



Насосы SL1 и SLV.



Насосы SE1 и SEV.

1.5.1. МОНТАЖ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ НАСОСОВ

Канализационные насосы Grundfos SL1 и SLV предназначены для стационарной погружной установки на автоматической трубной муфте или свободной установки на дне резервуара.

Насосы SE1 и SEV предназначены для погружной установки на автоматической трубной муфте и сухой установки в вертикальном или горизонтальном положении. Установка на автоматической трубной муфте и сухая установка описаны в разделе 2.

1.5.2 КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ НАСОСЫ С РЕЖУЩИМ МЕХАНИЗМОМ

Канализационные насосы SEG с режущим механизмом установленным на всасе, предназначены для перекачивания сточных вод через напорные трубы диаметром от 40 мм.

Их способность обеспечивать высокий напор и эффективно измельчать посторонние предметы, такие как подгузники, резиновые перчатки, полотенца, пластиковые игрушки и пр., делает их оптимальным выбором для напорных канализационных систем.



Насосы SEG и SEG AUTOADAPT.

Насосы Grundfos SEG и SEG AUTOADAPT с режущим механизмом предназначены для свободной погружной установки на дне резервуара и стационарной установки на автоматической трубной муфте с направляющими трубами.

2. Проектирование насосной системы

Проектирование канализационных систем для частных домов, муниципальных и промышленных канализационных сетей, а также систем сбора дождевой воды, осуществляется в соответствии с требованиями местных нормативов. Настоящее пособие — лишь дополнение к ним.

2.1 МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ НАСОСНОЙ СИСТЕМЫ

При выборе оптимального местоположения насосной системы необходимо учитывать следующее:

- Конструкцию всасывающего патрубка, чтобы исключить кавитацию.
- Возможное увеличение производительности установки в будущем, а также вероятность гидравлических ударов.
- Доступ для проведения сервисных работ.
- Условия окружающей среды, включая доступ для промывки.
- Эксплуатация и обслуживание.

Для насосных станций, расположенных вне здания:

- Минимальное расстояние до фундамента.
- Состояние почвы и грунтовых вод.
- Аренда территории / приобретение участка.
- Геометрия напорной системы.
- Источник питания.
- Расположение электрических элементов, исключающее их затопление.
- Система защиты от затопления.
- Тип установки: погружная или сухая.
- Расположение регулирующей арматуры (в зависимости от типа установки).
- Готовая комплектная станция или установка насосов на месте в предварительно подготовленный резервуар.
- Скорость в трубопроводной системе, м/с.

Для насосных станций, расположенных внутри здания:

- Специальное помещение.
- Герметичные резервуары комплектной насосной станции с вентиляцией (минимальный диаметр трубы 50 мм).
- Система защиты от затопления резервуара.
- Размеры и материалы трубопроводов.

3. Типы насосных систем

В данном документе системы водоотведения делятся на три основных типа:

1. Осушение и дренаж.
2. Перекачивание загрязненных стоков и условно-чистых сточных вод.
3. Перекачивание хозяйственно-бытовых сточных вод и вод с твердыми примесями.

Подбор насосов, расчёт трубопроводов и последствия выхода оборудования из строя для каждой из вышеуказанных систем будут отличаться.

3.1. ОСУШЕНИЕ И ДРЕНАЖ

Расчетный размер твердых частиц в перекачиваемой жидкости — от 10 до 12 мм, с единственным ограничением на содержание длинных волокон.



Рис. 3 Вероятность засорения насоса в зависимости от свободного прохода насоса. Для исключения засорения насоса значение свободного прохода должно составлять от 10 до 12 мм.

Для переносного использования

Если дренажный насос установлен не стационарно, его можно использовать как переносной насос для откачивания воды из подвалов, колодцев, из котлованов и для любых применений с использованием гибких вертикальных напорных шлангов.

Отказ насосов в составе дренажных систем, как правило, может привести только к затоплению, после которого потребуются обычная уборка. Если этих мер для устранения последствий затопления не достаточно, установку необходимо дополнить канализационным насосом, чтобы, насколько возможно, снизить риск засорения. Это повысит начальные и эксплуатационные издержки на насос более чем на 60%.

3.2. ПЕРЕКАЧИВАНИЕ ЗАГРЯЗНЕННЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННО-БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

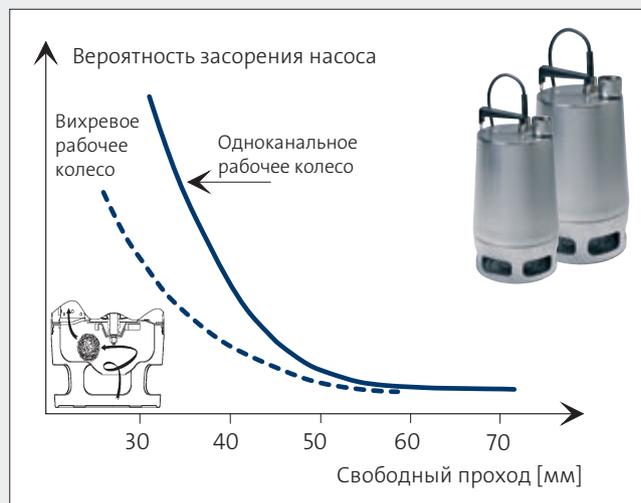


Рис. 4 Вероятность засорения насоса в зависимости от свободного прохода насоса. Для исключения засорения насоса значение свободного прохода должно составлять 35 мм для загрязненных сточных вод и 50 мм для хозяйственно-бытовых сточных вод.

Расчетный максимальный размер твердых частиц в перекачиваемой жидкости от 25 до 35 мм с умеренным содержанием длинных волокон, например, человеческих волос, шерсти животных, ворса щеток и волокон из бытовых и промышленных стиральных машин.

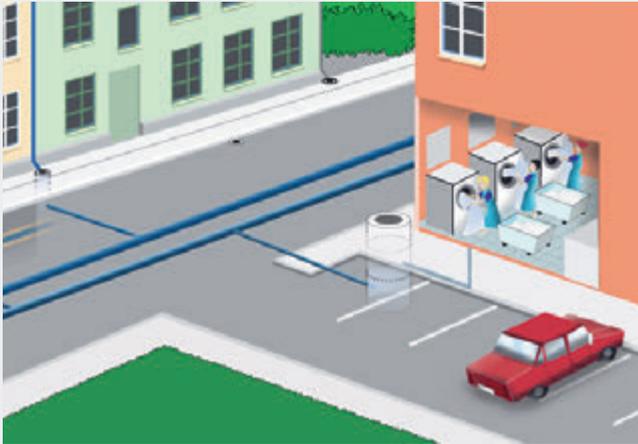


Рис. 5

Для переносного использования

Насосы Unilift AP 35, Unilift AP 50, Unilift AP 35 В и Unilift AP 50 В в переносном исполнении используются на очистных сооружениях, для отведения стоков из септиков, дождеприемников вдоль дорог и других сточных вод, за исключением хозяйственно-бытового стока от общественных зданий.

3.3. ОТКАЗ НАСОСА ДЛЯ ЗАГРЯЗНЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Отказ насоса в системах перекачивания загрязненных и хозяйственно-бытовых сточных вод обычно приводит к значительным затратам на проведение дорогостоящей уборки и дезинфекции до полного просушивания.

Если это недопустимо, для снижения риска засорения установку необходимо дополнить насосом для перекачивания канализационных сточных вод или насосом с режущим механизмом. Это повысит начальные и эксплуатационные издержки на насос более чем на 60 %.

Если размер напорных труб от насосных станций менее DN 80 или если канализационный колодец очень мал, используйте насосы с режущим механизмом с расходом до 9,5 л/с.

Обычно наименее затратно использование оборудования для перекачивания хозяйственно-бытовых сточных вод с рабочими колесами **SuperVortex** или **S-tube®** для применения в наружной системе канализации, только если расход (Q) превышает 10 л/с.

3.4. КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ ВНУТРИ ЗДАНИЙ

Насосные установки являются универсальными решениями для сбора и транспортировки бытовых сточных вод от сантехнических приборов. Эти приборы могут находиться в одном помещении или на целом этаже.

Канализационные насосные установки предназначены для применения внутри здания, напорные трубы должны быть подсоединены к самотечным канализационным магистралям здания. Описание таких станций приведено в разделе 8.



Рис. 6 Установка Multilift, установленная в подвале, предназначена для сбора и отведения сточных вод из одного санузла.

3.5. ПЕРЕКАЧИВАНИЕ БЫТОВЫХ СТОКОВ С ТВЕРДЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ



Рис. 7 Вероятность засорения насоса в зависимости от максимального свободного прохода. Для исключения засорения насоса значение свободного прохода насоса с вихревым рабочим колесом должно составлять от 65 до 100 мм и рабочим колесом S-tube® — от 75 до 125 мм.

В стоках из общественных зданий, учреждений и т.п., могут оказаться твердые включения размером до 70 мм в результате попадания в канализацию твердых предметов, например детской обуви, игрушек, зубных щеток и гигиенических принадлежностей.

В некоторых странах, в частности в южной Европе и США, где используются канализационные трубы диаметром 50 мм, можно установить бытовые вихревые насосы диаметром от 50 до 65 мм.

Насосы Grundfos с рабочим колесом типа SuperVortex являются идеальным выбором для систем, для которых характерно:

- большое количество твердых примесей;
- большое количество волокон;
- насыщенный газами ил;
- наличие абразивов в жидкости.



Рис. 8 Насос Grundfos с рабочим колесом типа SuperVortex со свободным проходом 100 мм. Жидкости или твердые включения не проходят через рабочее колесо, перекачивание жидкости осуществляется за счет вихревого потока, создаваемого рабочим колесом.

Область применения

Разработан для перекачивания жидкостей в составе систем наружной канализации и КНС с напорными трубопроводами и секционными напорными системами, включающими присоединения туалетов и перекачивание в системах с неизвестными присоединениями и канализациями.

3.6. ВЫХОД ИЗ СТРОЯ КАНАЛИЗАЦИОННОГО НАСОСА

Отказ канализационного насоса в бытовых системах может привести к необходимости эвакуации и переселению людей, а также к перевозке мебели и оборудования на срок до 30 дней из-за опасности загрязнения.

Для снижения риска засорения установку необходимо дополнить вихревым насосом со свободным проходом не менее 100 мм. Это повысит капитальные и эксплуатационные затраты на насос более чем на 100 %.

Обычно наименее затратно обеспечить установку двух насосов с рабочими колесами SuperVortex или S-tube®, если расход $Q > 10$ л/с. Городские сетевые насосные станции обычно оснащаются двумя или тремя насосами для их чередования, чтобы один насос был на 100 % резервным (в РФ требования по количеству резервных насосных агрегатов описаны в СП 32.133330.2012).

4. Факторы износа при перекачивании смешанных хозяйственно-бытовых сточных вод в тяжелых условиях общесплавной канализации

Рабочее колесо, наименее подверженное износу, — **SuperVortex**, показанное на Рис. 9. Наиболее энергоэффективным является гидравлически сбалансированное рабочее колесо **S-tube®** — рабочее колесо с закрытым каналом. См. Рис. 10.



Рис. 9 Рабочие колеса **SuperVortex** со свободным проходом 65, 80 и 100 мм.



Рис. 10 Рабочее колесо **S-tube®** для насосов **SL1** и **SE1** с резьбовой уплотнительной системой из нержавеющей стали, установленной в корпусе насоса и в рабочем колесе.

Насосы Grundfos **SL1** и **SE1** в диапазоне мощности от 9 до 26 кВт снабжены рабочим колесом **S-tube®** без кольца щелевого уплотнения и уплотнительного кольца. Для поддержания высочайшего КПД, несмотря на износ, эти насосы снабжены уникальной системой **SmartTrim**, предназначенной для регулировки радиального зазора между рабочим колесом и корпусом насоса.

Это показано на Рис. 11.

Система **SmartTrim** позволяет легко восстановить зазор до значения заводской установки.

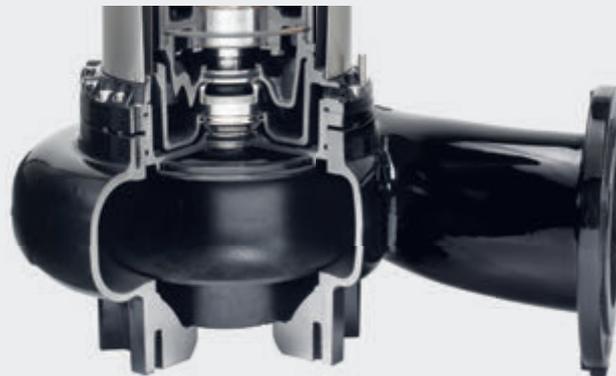


Рис. 11 Рабочее колесо **S-tube®** без кольца щелевого уплотнения и уплотнительного кольца в корпусе насоса с системой **SmartTrim**.

Насосы Grundfos **SEG** и **SEG AUTO_{ADAPT}** в диапазоне мощности от 1,5 до 4 кВт комплектуются полуоткрытыми рабочими колесами и режущим механизмом. Режущий механизм предназначен для измельчения нетвердых предметов, находящихся в канализации, чтобы загрязнения проходили через напорные трубы малого диаметра вплоть до 40 мм. Осуществляется регулировка зазора рабочего колеса для поддержания максимального давления перекачивания.



Рис. 12 Режущий механизм с неподвижным кольцом и режущей головкой.

5. Сравнение стоимости жизненного цикла оборудования

В данном случае стоимость жизненного цикла (LCC) — это оценка затрат на приобретение, монтаж, пуско-наладку, эксплуатацию, обслуживание, ремонт и расходы на электроэнергию за весь жизненный цикл, а также остаточная стоимость до конца владения. Наилучшее соотношение затрат на отдельные элементы достигается, когда суммарное значение стоимости жизненного цикла LCC сведено к минимуму.

Ниже приведено сравнение стоимости жизненного цикла насосов с рабочими колесами различного типа:

- Рабочее колесо **SuperVortex**.
- Полуоткрытое и одноканальное рабочее колесо.
- Закрытое одноканальное рабочее колесо с кольцом щелевого уплотнения.
- Одноканальное рабочее колесо **S-tube®** с системой **SmartTrim**.

$Q = 20 \text{ л/с} = 72 \text{ м}^3/\text{час}$ при напоре 12 м.

Стоимость одного кВтч: 0,1 евро

Перекачиваемый объем в режиме чередования: 108 000 м³ в год = 1 080 000 м³ за 10 лет.

Стоимость жизненного цикла (см. Рис. 13 и 14)

Поз. 1 Начальные затраты

Поз. 2 Затраты на установку и пуско-наладку

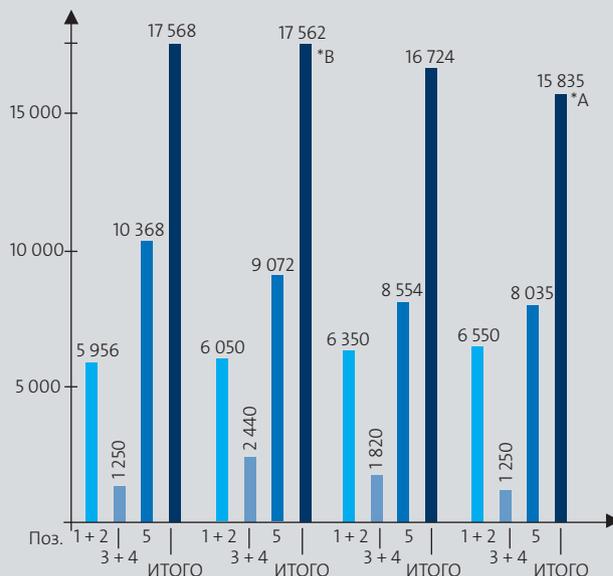
Поз. 3 Затраты на обслуживание за 10 лет, в том числе на проверку уровня масла, проведение измерений, регулировку зазора рабочего колеса и замену уплотнений вала в случае утечки: 1 250 евро

Поз. 4 Затраты на ремонт за 10 лет

- Рабочее колесо **SuperVortex**: затраты не предусмотрены
 - *Полуоткрытое рабочее колесо*: разборка для регулировки рабочего колеса — 9 раз, замена рабочего колеса и изнашиваемого кольца — 1 раз
 - *Закрытое рабочее колесо*: одна замена кольца щелевого уплотнения
- *Одноканальное рабочее колесо S-tube®* с системой **SmartTrim**: затраты не предусмотрены, т.к. регулировка выполняется снаружи во время проверки уровня масла (см. схему).

Поз. 5 Среднее потребление электроэнергии:

В среднем Втч / м³ / м напора x производительность x напор x 10 лет x цена за кВтч



Столбец 1 = Рабочее колесо SuperVortex

Столбец 2 = Полуоткрытое и одноканальное рабочее колесо

Столбец 3 = Закрытое одноканальное рабочее колесо с кольцом щелевого уплотнения

Столбец 4 = Одноканальное рабочее колесо S-tube с системой SmartTrim

*А

Экономия за счет использования рабочего колеса диаметром 100 мм с возможностью регулировки зазора рабочего колеса вместо рабочего колеса 100 мм SuperVortex составляет до 11%.

*В

Экономия за счет использования одноканального полуоткрытого рабочего колеса диаметром 100 мм, работающего в паре с изнашиваемым кольцом, в сравнении с рабочим колесом 100 мм SuperVortex составляет менее 1%. Такая экономия редко позволяет компенсировать повышенный риск засорения полуоткрытого рабочего колеса.

Рис. 13 Гистограмма стоимости жизненного цикла.

Стоимость жизненного цикла для насосов с рабочими колесами разных типов

(см. рис. 13 и 14)

	SuperVortex	Одноканальное, полуоткрытое	Закрытое, с кольцом щелевого уплотнения	S-tube® с системой SmartTrim
Поз. 1	3 400	3 500	3 800	4 000
Поз. 2	2 550	2 550	2 550	2 550
Поз. 3	1 250	1 250	1 250	1 250
Поз. 4	0	1 190	570	0
Поз. 5	10 368	9 072	8 554	8 035
Итого	17 568	17 562	16 724	15 835

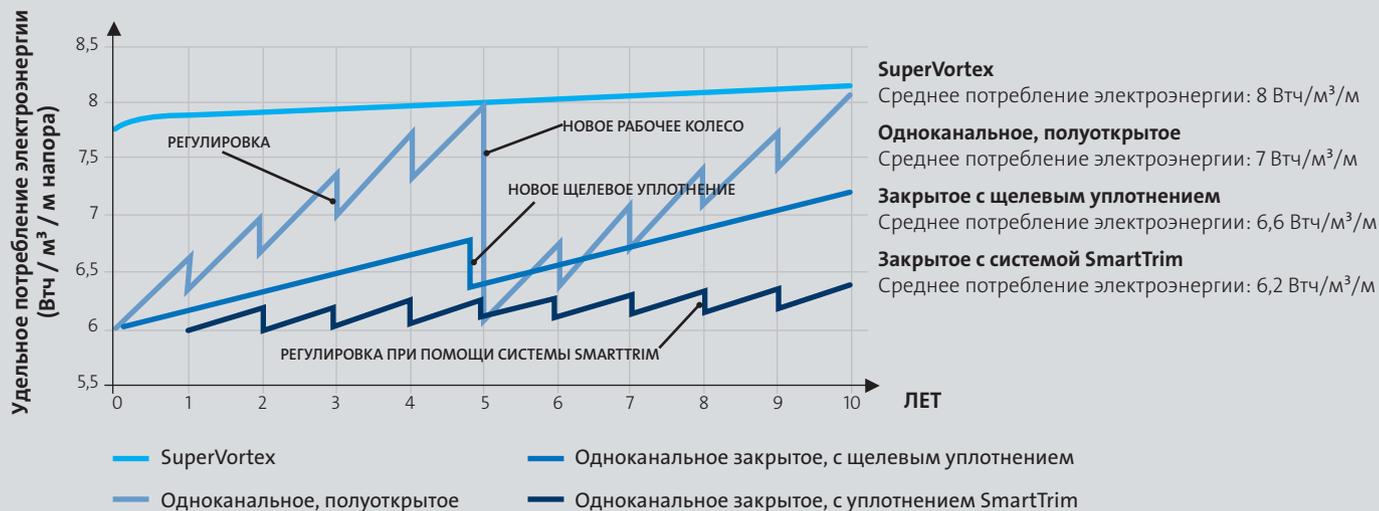


Рис. 14 Потребление электроэнергии на м³ возросло с повышением напора на один метр (кВтч/м³/м напора).

6. Приток сточных вод

Расчет притока в насосную станцию в сравнительно больших системах осуществляется только профессиональными организациями или компетентными специалистами.

Расчет притока для малых систем, таких как частные домовладения, офисные здания, больницы, гостиницы, рестораны и учебные заведения, может быть выполнен в соответствии со следующими характеристиками (в РФ данный раздел возможно использовать только для ознакомления с зарубежными нормами, так как режим водоотведения в разных странах зависит от менталитета, например, от использования заглушек при пользовании умывальниками и мойками).

6.1. ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И СХЕМЫ

Расчет расхода сточных вод здания выполняется с использованием значений расхода сантехнических приборов (туалеты, этажные канализации и пр.), подключенных к канализационной системе, по их количеству и по частоте использования.

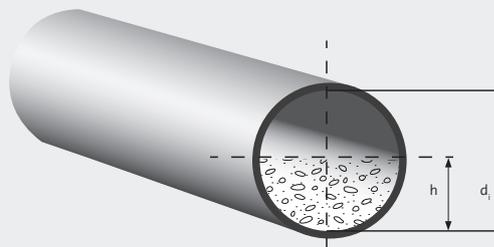
Канализационная система внутри здания может быть разработана в нескольких вариантах в зависимости от федеральных и/или местных требований и методик. Стандарт EN12056–2 предусматривает четыре типа систем с различными характеристиками.

Система типа I:

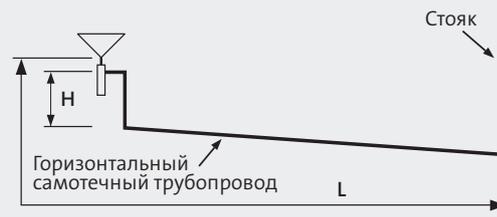
Система с одним канализационным стояком с частично заполненными подводящими трубами для подключения сантехнических приборов. Частично заполненные подводящие трубы рассчитываются на заполнение не более чем на $\frac{1}{2}$ диаметра трубы и с учетом присоединения к одному канализационному стояку.

Характеристики и ограничения для вентилируемых труб, тип I:

- Максимальная длина, $L = 10$ м
- Максимальный перепад высоты, $H = 3$ м
- Минимальный наклон 0,5%
- Неограниченное количество колен 90°



Заполнение не более $\frac{1}{2}$ диаметра трубы.



Канализационные трубы внутри здания.

Система типа II:

Система с одним канализационным стояком с самотечными трубами для присоединения сантехнических приборов. Самотечные канализационные трубы рассчитываются на заполнение не более чем на 0,7 и присоединение к одному канализационному стояку. Как правило, система типа II характеризуется трубами меньших размеров и увеличенным наклоном в сравнении с системами типа I.

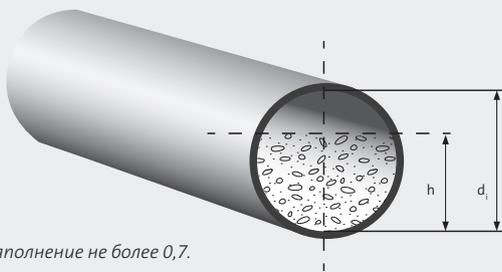
В основном, систему типа II предпочтительно использовать в коммерческих зданиях.

Ограничения для вентилируемых труб, тип II:

- Неограниченная длина, L
- Максимальный перепад высоты, $H = 3$ м
- Минимальный наклон 1,5%
- Неограниченное количество колен 90°

Ограничения для невентилируемых труб, тип II:

- Максимальная длина, $L = 10$ м
- Максимальный перепад высот, $H = 3/6$ м в зависимости от размера
- Минимальный наклон 1,5%
- Не более одного колена 90°



Заполнение не более 0,7.

Система типа III:

Система с одним канализационным стояком с заполненными подводщими трубами для подключения сантехнических приборов. Заполненные подводщие канализационные трубы рассчитываются на полное заполнение и подключение к единому канализационному стояку.

Предусматривается большое количество ограничений для системы типа III для вентилируемых и невентилируемых труб. Спецификации в зависимости от типа подключаемого прибора приведены в стандарте EN12056–2.

Система типа IV:

В настоящем документе системы типа I, II или III разделяются на системы с отдельными канализационными стояками для сточных вод от унитазов и писсуаров и для сточных вод, не содержащих отходов от унитазов. Если сбор и очистка сточных вод здания, не содержащих стоков от унитазов и писсуаров, осуществляется для повторного использования, систему необходимо разрабатывать в соответствии с типом IV.

6.2. РАСЧЕТ РАСХОДА СТОЧНЫХ ВОД

В стандарте EN12056–2 приведена таблица типовых значений расхода на один сантехнический прибор. Одновременный сток из сантехнических приборов необходимо предусмотреть с помощью статистических данных в зависимости от типа здания, его заполненности и, возможно, особенностей эксплуатации.

В стандарте EN12056–2 указана следующая формула расчета фактических или ожидаемых значений расхода в системах в целом или в частичных канализационных системах, к которым присоединены только бытовые сантехнические приборы.

$$Q_{ww} = K\sqrt{\Sigma DU} \quad gpe$$

Q_{ww} = Расход сточных вод (л/с)

K = Коэффициент частоты использования

DU = Сумма расходов сантехнических приборов, присоединенных к канализации (л/с)

Коэффициент частоты использования K определяется в соответствии со следующей таблицей. Если канализационная система установлена в многоцелевом здании с неравномерным заполнением, каждого из участков необходимо рассчитывать отдельно с индивидуальным коэффициентом частоты использования K . Затем полученные значения расхода необходимо сложить.

Суммарное значение расхода Q_{tot} , т.е. расчетное значение расхода рассчитывается по формуле:

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p \quad gpe$$

Q_{tot} = Суммарное значение расхода (л/с)

Q_{ww} = Расход сточных вод (л/с)

Q_c = Непрерывный расход (л/с)

Q_p = Расход перекачиваемой воды (л/с)

Q_{tot} — суммарный расход насосных станций, работающих в непрерывном или повторно-кратковременном режимах и локальных насосных станций. Не допускается снижение значений расхода воды от сантехнических приборов, работающих в непрерывном режиме, и локальных насосных станций, присоединенных к системе, из-за коэффициента частоты использования.

Подводящие трубы, стояки и насосные станции должны быть подобраны в соответствии с максимальным расходом Q_{max} , который превышает следующие значения:

1. Q_{ww} (л/с)

2. Q_{tot} (л/с)

3. Максимальное значение расхода любого сантехнического прибора, подключенного к системе (л/с) (см. таблицу «Приборы, подключенные к канализационной системе» на следующей странице)

Сантехнический прибор (DU)	Система типа I DU л/с	Система типа II DU л/с	Система типа III DU л/с	Система типа IV DU л/с
Умывальник, биде	0,5	0,3	0,3	0,3
Душевая без сливной пробки	0,6	0,4	0,4	0,4
Душевая со сливной пробкой	0,8	0,5	1,3	0,5
Отдельный писсуар с бачком	0,8	0,5	0,4	0,5
Писсуар с промывочным краном	0,5	0,3	-	0,3
Напольный писсуар	0,2*	0,2*	0,2*	0,2*
Ванна	0,8	0,6	1,3	0,5
Кухонная раковина	0,8	0,6	1,3	0,5
Посудомоечная машина (бытовая)	0,8	0,6	0,2	0,5
Стиральная машина объемом до 6 кг белья	0,8	0,6	0,6	0,5
Стиральная машина объемом до 12 кг белья	1,5	1,2	1,2	1,0
Унитаз с бачком 4,0 л	**	1,8	**	**
Унитаз с бачком 6,0 л	2,0	1,8	от 1,2 до 1,7***	2,0
Унитаз с бачком 7,5 л	2,0	1,8	от 1,4 до 1,8***	2,0
Унитаз с бачком 9,0 л	2,5	2,0	от 1,6 до 2,0***	2,5
Этажный водосток DN50	0,8	0,9	-	0,6
Этажный водосток DN70	1,5	0,9	-	1,0
Этажный водосток DN100	2,0	1,2	-	1,3

* на человека, ** не допускается, *** в зависимости от типа (действительно только для унитаза с сифонным смывным бачком)
- не используется или нет данных

Рис. 15 Значения расходов для сантехнических приборов различных типов (DU) в соответствии с требованиями стандарта EN12056–2.

Применение приборов	K
Использование с перерывами, например, в частном доме, в доме для гостей, офисе	0,5
Частое использование, например, в больнице, школе, ресторане, гостинице	0,7
Интенсивное использование, например, в туалетах и/или в душевых, открытых для общественного пользования	1,0
Специальное использование, например, в лаборатории	1,2

Рис. 16 Коэффициент частоты использования сантехнических приборов в соответствии с типом здания и особенностями эксплуатации в соответствии с EN12056–2.

6.3. ПРАКТИЧЕСКИЙ ПРИМЕР:

РАСЧЕТ РАСХОДА СТОЧНЫХ ВОД, Q_{tot}

Канализационная система гостиницы присоединена к центральной канализационной системе за пределами здания. Номера

и ресторан располагаются выше уровня дороги, поэтому сточные воды поступают в городскую канализацию самотёком.

Сточные воды со всех остальных помещений необходимо в канализацию перекачивать, т.к. они располагаются в подвале здания.

В этом здании нет сантехнического оборудования с постоянным расходом Q_c и других насосных станций. Поэтому значение Q_p к нему не относится. В этом здании расчетный расход Q_{tot} будет равен значению Q_{ww} .

$$Q_{ww} = K \sqrt{\Sigma DU} = 0,7 \sqrt{28,9} = 3,76 \text{ л/с}$$

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p = 3,76 + 0 + 0 = 3,76 \text{ л/с}$$

Насос должен быть работать с расходом не ниже 3,76 л/с.

Сантехнический прибор (DU), Система типа II	Кол-во, шт.	Расход воды, л/с	Суммарный расход воды, л/с
Кухня и комната персонала			
Посудомоечная машина, большой мощности	1	1,2	1,2
Кухонные раковины	4	0,6	2,4
Этажный водосток, DN70	6	0,9	5,4
Унитазы	4	1,8	7,2
Душевые	4	0,4	1,6
Санузлы номеров			
Унитазы	5	1,8	9,0
Писсуары	3	0,3	0,9
Умывальники	4	0,3	1,2
Сумма, DU			28,9

Рис. 17 Количество сантехнических приборов и суммарный расход канализационной системы.

6.4. ВОДОСТОЧНАЯ СИСТЕМА

В большинстве коммерческих зданий ливневые стоки направляются в приемный колодец. Необходимая производительность насоса зависит от объемов выпадающей с осадками воды, которая стекает самотёком и просачивается в почву.

Дождевые стоки возникают в результате выпадения осадков и таяния снега на:

- Фасадах зданий.
- Крышах зданий.
- Балконах.
- Проезжей части и тротуарах.
- Газонах.

Дождевые стоки могут содержать песок, гравий, листву и другие твердые включения и различные загрязнения. Когда сток направляется в канализационную систему, в него попадают различные примеси с дорог, такие как бензин, фрагменты покрышек, металлическая стружка, пестициды или удобрения.

6.5. РАСХОД ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ

В процессе подбора и расчета систем ливневых стоков требуется оценка максимальной вероятной интенсивности, частоты и продолжительности выпадения осадков на здания и прилегающие территории (раздел дан для ознакомления, в РФ расходы дождевых сточных вод рассчитываются согласно СП 30.133330. и СП 32.133330.).

Приведенную ниже таблицу типовых значений интенсивности можно использовать в процессе планировки систем отведения ливневых стоков. **n** — вероятность выпадения осадков с аналогичной или более высокой интенсивностью, **i**. Если значение **n** равно ½, выпадение осадков с указанной или более высокой интенсивностью возможно один раз в два года. Данные таблицы основаны на многолетних наблюдениях за выпадением осадков в Северной Европе. Все значения интенсивности выпадения осадков основаны на количестве осадков, выпадающих в течение 10 минут.

Примечание

Поскольку интенсивность, продолжительность и вероятность осадков в разных частях мира может различаться, необходимо всегда рассчитывать системы отведения ливневых стоков в соответствии с нормами и законодательством конкретной страны. Коэффициент стока, **c**

Коэффициент стока зависит от проницаемости поверхности и описывает количество дождевой воды, которое возникает в виде стока в отношении к общему объему выпавших осадков.

$$c = \frac{\text{объем стока}}{\text{объем осадков}}$$

Примеры коэффициентов стока **c** в соответствии с типом поверхности:

Неухоженные территории	0,10–0,30
Жилые зоны	0,30–0,75
Газоны	0,05–0,35
Асфальтированные улицы	0,70–0,95
Забетонированные улицы	0,80–0,95
Мощеные улицы	0,70–0,85
Игровые площадки	0,20–0,35
Проезжая часть и тротуары	0,75–0,85
Крыши и фасады зданий	0,75–0,95

Применение	n	Интенсивность выпадения осадков i л/см ² (л/с/га)
Раздельные системы: там, где существует риск затоплений только за пределами зданий.	1	0,011 (110)
Общие системы: там, где существует только риск возникновения неудобств, например, неприятный запах. Затопление не допускается.	1	0,011 (110)
Там, где существует риск незначительного ущерба зданиям, мебели, машинам или оборудованию. Восстановление нормальной работы посредством обычной уборки и кратковременной сушки.	1/2	0,014 (140)
Там, где существует риск значительного ущерба зданиям, машинам или оборудованию.	1/10	0,023 (230)
Там, где существует риск возникновения несчастных случаев или нанесения вреда животным или людям	~ 1	Максимальная ожидаемая интенсивность выпадения осадков

Рис. 18 Последствия в зависимости от вероятности и интенсивности выпадения осадков.

Суммарный расход дождевых стоков Q_r рассчитывается по формуле:

$$Q_r = A \cdot i \cdot c \quad \text{где}$$

- Q_r = Расчетный расход дождевых стоков (л/с)
- A = Площадь сбора дождевых стоков (м²)
- i = Интенсивность выпадения осадков (л/см²)
- c = Коэффициент стока

6.6. ПРИМЕР: РАСЧЕТ РАСХОДА СТОКА ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ

Необходимо рассчитать систему ливневых стоков коммерческого здания. Площадь крыши здания — 460 м², площадь фасада — 3 000 м². Водосток определяется путем расчета площади поверхности стока зданий и участка, на котором они находятся. Коэффициенты стока используются для уменьшения количества в зависимости от вероятного поверхностного поглощения:

Площадь стока

Площадь горизонтальных поверхностей

(крыш): 460 м²

Площадь вертикальных поверхностей

(фасад с одной стороны): 3 000 м² · 1/3 = 1 000 м²

Игровая площадка, гравий: 800 м²

Проезжая часть, асфальт: 500 м²

Газон: 1 500 м²

Интенсивность выпадения осадков 140 л/с/га используется для предотвращения риска незначительного повреждения зданий.

Суммарный расход, $Q_r = A \cdot i \cdot c$

Крыша 460 м² · 0,014 л/с м² · 0,95 = 6,1 л/с

Фасад 1 000 м² · 0,014 л/с м² · 0,95 = 13,3 л/с

Игровая площадка 800 м² · 0,014 л/с м² · 0,35 = 3,9 л/с

Проезжая часть 500 м² · 0,014 л/с м² · 0,85 = 6,0 л/с

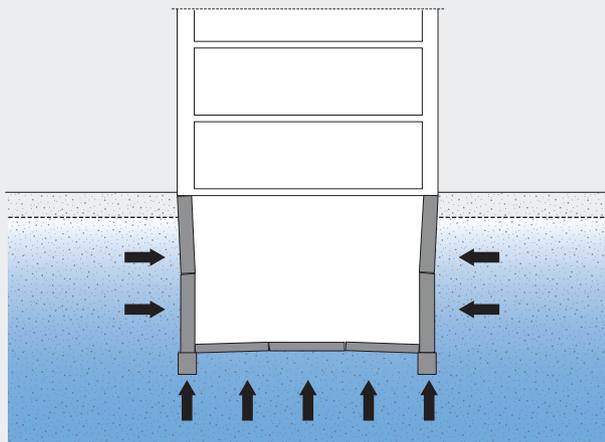
Газон 1 500 м² · 0,014 л/с м² · 0,35 = 7,4 л/с

Расход дождевых стоков, $Q_r = 36,7$ л/с

7. Дренаж зданий и сооружений

Дренаж воды применяется в зданиях и сооружениях для различных целей:

- Дренаж фундамента для отведения воды, которая может повредить здание изнутри: проникновение воды может привести к возникновению коррозии стальных конструкций и привести к развитию грибка в подвале здания.
- Понижение уровня грунтовых вод для снижения или стабилизации давления: понижение давления на плиты и стены фундамента, расположенные ниже уровня грунтовых вод, позволяет предотвратить общее повреждение строительной конструкции. Слишком высокое гидростатическое давление может привести к подъему всего здания.
- Укрепление грунта. Насыщенный водой грунт и засыпка могут быть неустойчивыми и не соответствовать весу строительной конструкции. Дренаж воды поможет усилить прочность материала.



Здание подвержено гидростатическому давлению воды.

7.1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Перед началом строительных работ необходимо тщательно исследовать состояние грунта, изменение состояния грунта и состояния грунтовых вод. Необходимо оценить следующее:

- Состояние грунта: класс грунта (глинистый, песчаный, илистый и пр.) и его толщина, прочность, проницаемость и капиллярность слоя грунта.
- Уровень грунтовых вод: необходимо провести измерения уровня грунтовых вод в первичном и вторичном водоносных слоях и спрогнозировать сезонные изменения.
- Влияние на грунт и окружающую среду: установка дренажных систем часто влияет на уровень грунтовых вод, что может привести к провалу грунта и просадке строительной конструкции. Пониженный уровень грунтовых вод снижает насыщение грунта водой и может вызвать разрушение конструкций из древесины.
- Химический состав: химический состав грунтовых вод оценивается выпадением известкового осадка или железняка, которые могут привести к закупориванию дренажной системы, а вода с содержанием агрессивных примесей может привести к коррозии дренажных систем и конструкций.

7.2. КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУНТА И СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД

Чтобы определить, необходим ли зданию дренаж, а также рассчитать расход в дренажной системе, необходимо классифицировать грунтовые воды и состояние грунта.

Примечание

Описанные в этой главе правила устройства дренажной системы основаны на требованиях стандарта DS436, принятого в Дании. Проектирование дренажных систем зданий и сооружений всегда осуществляется в соответствии с нормами местного законодательства.

Примечание

В настоящем руководстве артезианская вода не описывается. Артезианскую воду можно обнаружить там, где поверх проницаемого грунта, насыщенного водой, находится непроницаемый грунт.

Класс 1:

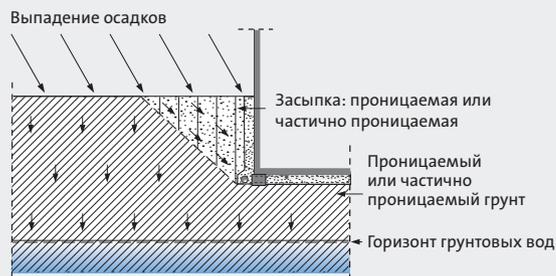
Дренаж не требуется в случае, если грунты песчаные и иные проницаемые с горизонтом грунтовых вод ниже уровня дренажа. Сезонные изменения уровня грунтовых вод с точки зрения подъема до уровня дренажа непредсказуемы. Ливневые воды и другие поверхностные воды проникают вертикально до горизонта грунтовых вод.



Дренаж песчаного грунта или иного грунта с высокой проницаемостью, где горизонт грунтовых вод ниже уровня дренажа.

Класс 2:

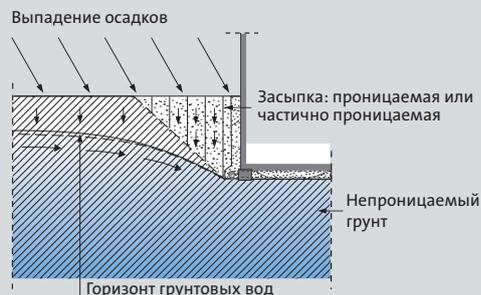
Непроницаемый грунт с уровнем грунтовых вод ниже уровня дренажа. Здесь необходимо отведение ливневых вод от участка засыпки. Сезонные изменения горизонта грунтовых вод с точки зрения подъема до уровня дренажа непредсказуемы. Ливневые воды и другие поверхностные воды проникают вертикально до горизонта грунтовых вод.



Дренаж грунта с низкой проницаемостью, где горизонт грунтовых вод ниже уровня дренажа.

Класс 3:

Грунт с низкой проницаемостью и уровнем грунтовых вод выше уровня дренажа. В этом случае дренаж грунтовых вод защитит здание от гидростатического давления воды. Ливневые воды и другие поверхностные воды проникают вертикально до горизонта грунтовых вод. Необходимо отвести ливневые воды от участка засыпки и неповрежденного грунта.



Дренаж грунта с низкой проницаемостью с горизонтом грунтовых вод выше уровня дренажа.

Класс 4:

Грунт с высокой проницаемостью с уровнем грунтовых вод выше уровня дренажа. В этом случае попытки отвести грунтовые воды приведут к необходимости отведения больших объемов воды. Кроме того, такие попытки приведут к общему понижению уровня грунтовых вод, что может привести к повреждению находящихся вблизи строительных конструкций. В этом случае отведение грунтовых вод невозможно. Здесь здание должно быть защищено от проникновения влаги, хорошо закреплено, чтобы избежать подъема, и усилено, чтобы выдержать гидростатическое давление воды. Ливневые воды и другие поверхностные воды проникают вертикально до горизонта грунтовых вод.



Дренаж грунта с высокой проницаемостью с горизонтом грунтовых вод выше уровня дренажа.

Тип грунта	Скорость воды	Коэффициент проницаемости, k (м/с)
• Чистый гравий	Высокая	-10
• Чистый песок • Смесь чистого песка и гравия		-10^{-1} -10^{-2}
• Очень мелкий песок • Органический и неорганический ил • Смесь песка, ила и глины • Слоистые отложения и пр.		-10^{-3} -10^{-4} Умеренная -10^{-5} -10^{-6} -10^{-7}
• Слоистый грунт, например, однородная глина ниже зоны выветривания	Низкая	-10^{-8} -10^{-9} -10^{-10} -10^{-11}

Коэффициенты проницаемости в зависимости от типа грунта.

8. Расход дренажной воды

Расход дренажной воды необходимо оценить перед проектированием дренажной системы и подбором насосов. В сравнении с расходом дождевых вод расход дренажной воды обычно умеренный.

Стены:

Класс 1: Обычно не дренируются

Класс 2: Расход дренажной воды на квадратный метр стены:
 $q = 0,01-0,03 \text{ л/с м}^2$

Класс 3: Расход дренажной воды на квадратный метр стены:
 $q = 0,03-0,1 \text{ л/с м}^2$

Класс 4: Обычно не дренируются

Полы:

Класс 3: Расход дренажной воды на квадратный метр пола:
 $q = 0,001-0,005 \text{ л/с м}^2$

Класс 4: Обычно не дренируются

Примечание.

Значения расхода воды на м^2 стены или пола оцениваются на основании климатических условий с умеренной интенсивностью выпадения осадка, частотой и продолжительностью. Оценка расхода дренажной воды всегда должна быть основана на требованиях законодательства и нормативов.

Расход дренажной воды Q_d рассчитывается по формуле:

$$\text{Расход дренажной воды, } Q_d \\ Q_d = A \cdot q \quad \text{где}$$

Q_d = Расход дренажной воды (л/с)

A = Площадь стены или пола (м^2)

q = Расход воды на м^2 , стена или пол

8.1. ПРИМЕР: РАСЧЕТ РАСХОДА ДРЕНАЖНОЙ ВОДЫ

Этап проектирования коммерческого здания. Необходимо исследовать состояние грунтовых вод и грунта, а также необходимости устройства дренажа по периметру здания и ниже подвала.

Размеры здания:

Высота подвала: 4 м

Длина подвала: 40 м

Ширина подвала: 20 м

Грунт под зданием — непроницаемый, горизонт грунтовых вод выше уровня дренажа, т.е. это здание класса 3.

Стены: $2 \cdot (20 \text{ м} + 40 \text{ м}) \cdot 4 \text{ м} \cdot 0,06 \text{ л/с м}^2 = 28,8 \text{ л/с}$

Пол: $20 \text{ м} \cdot 40 \text{ м} \cdot 0,003 \text{ л/с м}^2 = 2,4 \text{ л/с}$

Расход дренажной воды, Q_d = 31,2 л/с

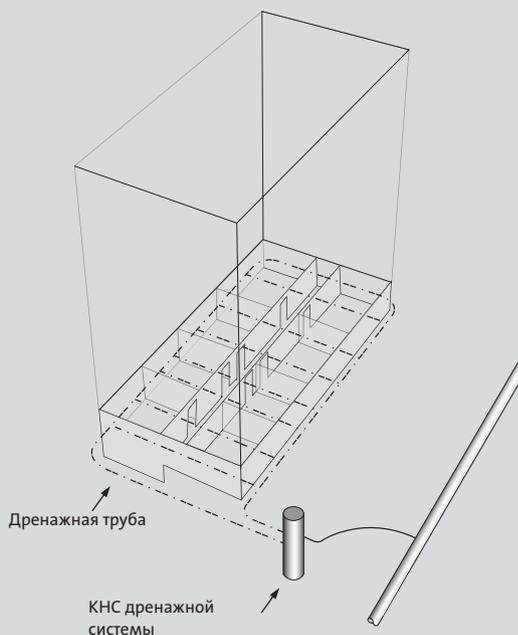


Рис. 19 Дренажная труба вокруг здания с подвалом, предназначенная для отведения воды в КНС дренажных стоков.

9. Расчет производительности насоса

Расчет производительности КНС сильно зависит от притока и его изменений, которые необходимо тщательно оценить.

Объем притока меняется по дням и в течение суток. В особенности, сильно меняется приток ливневых стоков (**поверхностных вод**), тогда как приток **бытовых вод** и **дренажных вод** более равномерный.

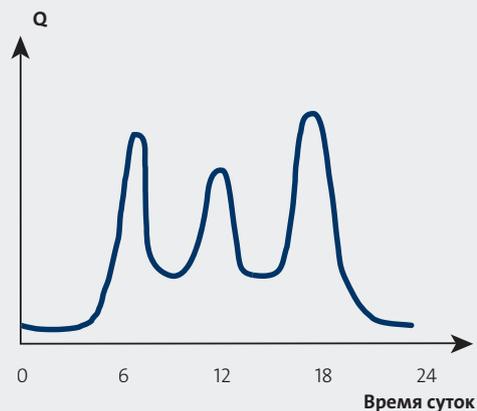


Рис. 20 Характер образования сточных вод общесплавной системы канализации, пиковый приток которых приходится на вторую половину дня.

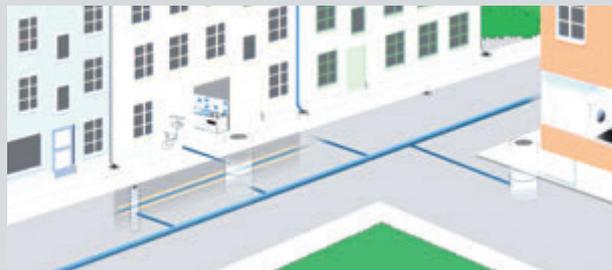
Объем стоков, поступающих от частных домов на одну или две семьи, обычно так мал, что необходимая производительность насосной системы определяется способностью к самоочищению вертикального напорного трубопровода, проложенного в колодец, и горизонтального напорного трубопровода, проложенного в грунте.

Приток, как правило, включает сточные воды одного или нескольких типов, описанных ранее:

- Хозяйственно-бытовые стоки зданий (со стоком от унитазов).
- Дождевые стоки.
- Дренажные и грунтовые воды.

10. Номинальный приток в общесплавные системы

В общесплавных системах отведение сточных вод разных типов осуществляется через одну систему.



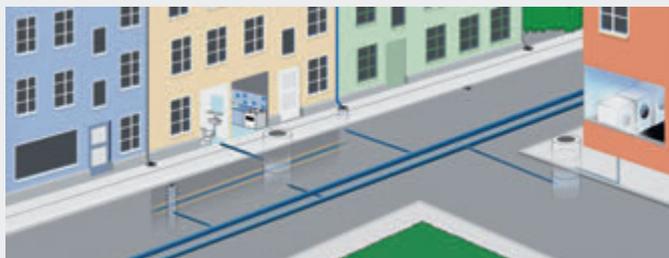
Номинальный расход (Q_{tot}) можно рассчитать по следующей формуле:

- Расход хозяйственно-бытовых стоков, (со стоком от унитазов), Q_{ww}
- Расход дождевых стоков, Q_r
- Расход дренажных вод, Q_d

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_r + Q_d \text{ (л/с)}$$

11. Номинальный приток в отдельные системы

В отдельной системе дождевую воду необходимо отводить по одной напорной трубе, а хозяйственно-бытовые стоки — по другой напорной трубе.



Номинальный расход в отдельных системах рассчитывается по следующей формуле:

$$Q_{ww} \text{ в канализационном трубопроводе (л/с)}$$
$$Q_{tot} = Q_r + Q_d \text{ в трубопроводе дождевых стоков (л/с)}$$

При подборе труб для транспортировки воды как в напорном, так и в самотечном режимах, необходимо учитывать возможность одновременного возникновения максимального расхода в отдельных трубопроводах. Для этого может потребоваться свести к минимуму номинальный расход путем увеличения объема колодезя. Если по сточной трубе осуществляется транспортировка воды при помощи насоса, уклон, необходимый для самоочистки, можно уменьшить в зависимости от номинального расхода на выходе.



Рис. 21 Насосы Unilift KP, Unilift AP и усиленный насос DP10. Типовые насосы для дренажных вод.



Рис. 22 Насосы Unilift AP35, Unilift AP35B и EF 30. Типовые насосы для грязевых сточных вод.

Если необходима более высокая производительность насоса, чем производительность перечисленных выше дренажных насосов и насосов для промышленных сточных вод, необходимо использовать насос для хозяйственно-бытовых сточных вод с более мощным двигателем. Насос для хозяйственно-бытовых стоков можно использовать для перекачивания дренажных вод, загрязненных и хозяйственно-бытовых стоков, но нельзя использовать дренажные для перекачивания хозяйственно-бытовых канализационных стоков из-за недостаточного свободного прохода.



Рис. 23 Насосы Unilift AP50, Unilift AP50B из нержавеющей стали и насосы SL1.50 и SLV.65 из чугуна. Типовой насос для хозяйственно-бытовых сточных вод от частных домов.



Рис. 24 Насосы SL1. и SLV. с рабочим колесом S-tube® и SuperVortex, соответственно.
Стандартные насосы для неочищенных хозяйственно-бытовых стоков от коммерческих зданий и небольших городских насосных станций.



Рис. 25 Насосы SE1 и SEV с рабочим колесом S-tube® и SuperVortex, соответственно.
Стандартные насосы для неочищенных хозяйственно-бытовых сточных вод от коммерческих зданий и небольших городских насосных станций.



Рис. 26 Насосы повышенной мощности Unilift AP35B, Unilift AP50B, EF30, SL1.50 для бытовых сточных вод можно устанавливать в системе с автоматической муфтой на направляющих.
Более подробная информация об автоматических трубных муфтах приведена в разделе 3.

12. Насосы и производительность

Погружные канализационные насосы Grundfos являются компактными устройствами моноблочной конструкции, объединяющей проточную часть с электродвигателем. Они работают непосредственно в перекачиваемой жидкости. В погруженном состоянии они занимают меньше места, а проблемы с шумом и охлаждением практически устранены.

Канализационные насосные установки для сбора и отведения сточных вод из зданий не являются погружными устройствами, они укомплектованы насосным агрегатом моноблочной конструкции с погружным электродвигателем, накопительным резервуаром и контроллером. Работающие в сухом помещении, они компактны и занимают не много места, а проблемы с шумом и охлаждением практически устранены.

Насосы этой серии обладает увеличенной производительностью и могут быть использованы в системах разного назначения. Характеристики насосов указаны для двигателей частотой 50 Гц.

12.1. НАСОСЫ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

12.1.1. UNILIFT KP



Бытовые дренажные насосы из нержавеющей стали для перекачивания жидкостей с твердыми включениями размером до 10 мм.

Макс. напор: 9 м

Температура жидкости: 0–50 °С (0–70 °С кратковременно не более 2 мин.)

Макс. расход: 4 л/с

12.1.2. UNILIFT AP И UNILIFT AP B



Насосы из нержавеющей стали для дренажных, загрязненных и хозяйственно-бытовых сточных вод с твердыми включениями размером до 50 мм.

Макс. напор: 16,5 м

Температура жидкости: 0–55 °С (0–70 °С кратковременно не более 2 мин. (для Unilift AP); 0–40 °С (для Unilift AP B)

Макс. расход: 9,9 л/с

12.1.3. DP10, EF30, SL1.50 И SLV.65

Бытовые и промышленные насосы, изготовленные из чугуна, для перекачивания дренажных, загрязненных и хозяйственно-бытовых сточных вод с твердыми примесями размером от 10 мм (0,39") до 65 мм.

12.1.4. DP10



Макс. напор: 23,47 м (77 футов)

Температура жидкости: 0–40 °С

Макс. расход: 13,6 л/с

12.1.5. EF.30



Макс. напор: 15,05 м
Температура жидкости: 0–40 °С
Макс. расход: 12,2 л/с

12.1.6. SL1.50 И SE1.50

Насосы серии SE с кожухом из нержавеющей стали могут работать в погружном положении или в сухой установке.



Макс. напор: 33 м
Температура жидкости: 0–40 °С
Макс. расход: 27 л/с

12.1.7. SLV.65 И SEV.65



Макс. напор: 29,5 м
Температура жидкости: 0–40 °С
Макс. расход: 12,2 л/с

12.1.8. SEG.40 И SEG.50

Насосы из чугуна для отведения загрязненных и бытовых сточных вод как в составе частных, так и городских систем, оснащаются режущим механизмом на всасывании.



Макс. напор: 42,9 м
Температура жидкости: 0–40 °С
Макс. расход: 5,2 л/с

12.2. НАСОСЫ СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ

Канализационные насосы из чугуна для отведения хозяйственно-бытовых и загрязненных сточных вод для погружной и сухой установки. Проточная часть со свободным проходом от 75 до 125 мм и напорные фланцы размером от DN80 до DN300.

12.2.1. SL1.80 ...100 И SE1.80 ...100

Мощность от 1,5 до 7,5 кВт



Макс. напор: 24,5 м
Температура жидкости: 0–40 °С
Макс. расход: 85 л/с

12.2.2. SLV.80 ...100 И SEV.80 ...100

Мощность от 1,1 до 11 кВт



Макс. напор: 44,8 м
Температура жидкости: 0–40 °С
Макс. расход: 40 л/с

12.2.3. SL1.75 ...160 И SE1.75 ...160

Мощность от 13 до 26,5 кВт



Макс. напор: 52 м
Температура жидкости: 0–40 °С
Макс. расход: 278 л/с

12.2.4. SLV.80 И SEV.80

Мощность от 13 до 26,5 кВт



Макс. напор: 71,5 м
Температура жидкости: 0–40 °С
Макс. расход: 50,2 л/с

12.3. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ MULTILIFT

Насосные установки Multilift — это универсальные системы для сбора и перекачивания сточных вод из частных домовладений и многоквартирных домов от отдельных сантехнических приборов, предназначенные для сухой установки, оснащенные накопительными резервуарами, насосами и контроллером. Насосные установки Multilift оснащаются насосами с вихревыми рабочими колесами, насосами с канальными рабочими колесами или насосами с режущим механизмом.

12.3.1. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ MULTILIFT MSS, M И MOG С ОДНИМ НАСОСОМ

Макс. напор: 46 м
Температура жидкости: 0–40 °С (до 60 °С, кратковременно в течение 5 мин.)
Макс. расход: 16,6 л/с

12.3.2. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ MULTILIFT MD, MLD И MDG С ДВУМЯ НАСОСАМИ

Макс. напор: 46 м
Температура жидкости: 0–40 °С (до 60 °С, кратковременно в течение 5 мин.)
Макс. расход: 16,6 л/с

12.3.3. НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ MULTILIFT MD1 И MDV С ДВУМЯ НАСОСАМИ

Макс. напор: 44 м
Температура жидкости: 0–40 °С (до 60 °С, кратковременно в течение 5 мин.)
Макс. расход: 45 л/с

12.4. НАСОСЫ ВЫСОКОЙ МОЩНОСТИ

Канализационные насосы из чугуна для отведения хозяйственно-бытовых и загрязненных сточных вод для погружной и сухой установки. Проточная часть с 1-, 2-, 3- или 4-канальным рабочим колесом и напорными фланцами размером от DN 150 до DN 800.

Макс. напор:	110,6 м
Температура жидкости:	0–40 °С
Макс. расход:	2400 л/с

Погружные насосы высокой мощности и канализационные насосы повышенной мощности для сухой установки представлены в Техническом пособии по системам водоотведения, часть 2.





[2]

ПОДБОР НАСОСОВ

1. Расчет производительности, количества насосов и определение рабочего режима

Производительность КНС рассчитывается так, чтобы она превышала максимальный приток, как правило, с коэффициентом 1,05. Дополнительная производительность зависит от точности расчета притока.

Кроме того, при расчете расхода, напора и мощности необходимо учитывать допуски на износ и допустимые отклонения производительности серийных насосов в соответствии с требованиями стандарта DIN ISO 9906:2012, Категория 3В.

Для малых систем, например частных домов на одну или две семьи и т.п., откуда осуществляется отведение канализационных хозяйственно-бытовых стоков со стоком от унитазов, минимальная производительность насоса часто определяется способностью напорного трубопровода к самоочистке:

	л/с
DN50 / 2"	2,2
DN65 / 2,5"	3,3
DN80 / 3"	4,2
DN100 / 4"	7,0

Рис. 1 Эффект самоочистки трубопроводной системы достигается при минимальной скорости потока 1 м/с в вертикальных трубах и 0,7 м/с в горизонтальных трубах.

Указанные выше значения **не зависят от притока.**

1.1. МАЛЫЕ КНС

В случае КНС малой мощности (от 1 до 2,2 л/с) для отведения сточных вод (только дренажные и дождевые стоки) максимальная производительность насоса устанавливается равной максимальному притоку, в результате чего вода может накапливаться в трубах и канализационном колодце. Как правило, такая насосная система включает только один насос.

1.2. ИЗМЕНЕНИЕ ПРИТОКА

В зависимости от объема и изменения притока, а также степени разрушений в случае отказа насоса, желательно разделить пропускную способность между двумя и более насосами.

Объем притока меняется в течение дня и от одного дня к другому. Особенно сильно меняется приток дождевых стоков (поверхностных вод), тогда как приток хозяйственно-бытовых канализационных стоков и дренажных вод более равномерный. См. Рис. 2.

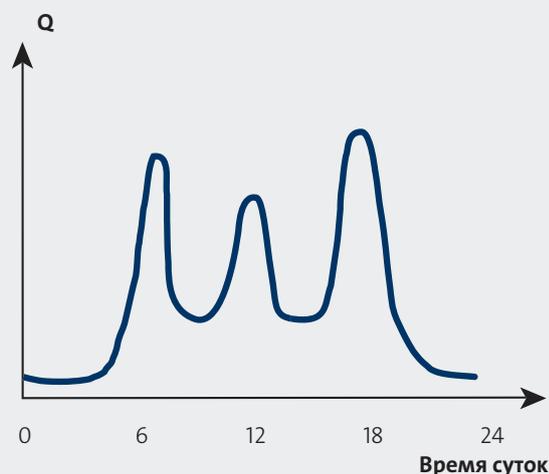


Рис. 2 Типовой характер образования сточных хозяйственно-бытовых сточных вод, со стоком от унитазов.

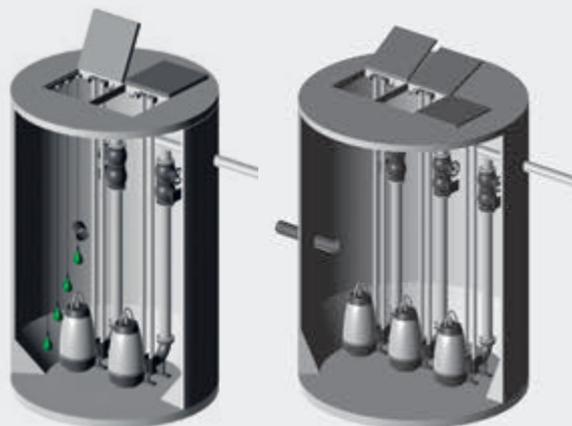


Рис. 3 Установка с двумя и тремя погружными насосами на автоматической муфте с трубами направляющими.

Во время расчета насосной станции необходимо принять во внимание тип используемой напорной системы. В частности, для расчета отдельных напорных систем канализации должен быть известен объем дождевых и поверхностных сточных вод, поскольку в разных местах их количество может отличаться.

В КНС малой мощности обычно используется один насос для всей напорной системы (необходимость и количество резервных насосов требует уточнения согласно СП 32.13330). Насосы средней мощности в некоторых случаях используются в установках с одним насосом, но более распространенной является система с двумя идентичными насосами, работающими попеременно, один из которых на 100% резервный.

Решение о необходимости установки резервного насоса должно быть основано на оценке последствий в случае выхода из строя одного насоса, но в коммерческих зданиях и в городских канализационных системах наиболее распространены установки с двумя и более насосами.

2. Системы водоотведения

В общесплавной системе, в которой отведение дождевых, загрязненных и хозяйственно-бытовых стоков осуществляется в одной напорной трубопроводной системе, приток в колодец не только меняется в течение дня, но и отличается в летний и зимний периоды. В этом случае можно установить два, три и более одинаковых насосов, работающих параллельно, чтобы обеспечить необходимую производительность на случай выпадения большого количества осадков. Можно организовать группу насосов, подобранных в соответствии с притоком в сухое время года, и другую группу более мощных насосов для работы в период дождей.

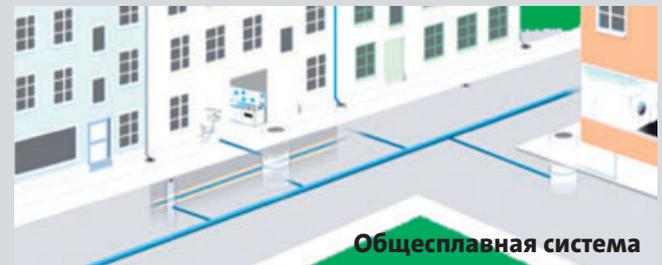


Рис. 4 Общесплавная система отведения хозяйственно-бытовых, загрязненных и дождевых стоков.

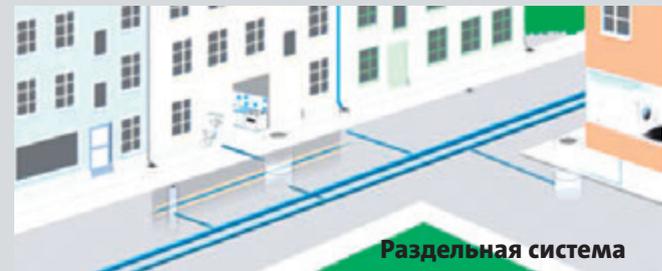


Рис. 5 Раздельная система, в которой отведение дождевых стоков осуществляется по одной напорной трубе, а хозяйственно-бытовых — по другой.

3. Работа в режимах чередования и параллельном

3.1. РЕЖИМ ЧЕРЕДОВАНИЯ

Когда два насоса сменяют друг друга во время работы, их износ становится более равномерным, а также появляется возможность постоянного контроля готовности к работе. Два насоса полностью идентичны, производительность каждого из них в 1,05 раза выше максимального притока в соответствии с характером образования сточных вод, где пик нагрузки приходится на вторую половину дня.

Приток в колодец осуществляется из системы отведения хозяйственно-бытовых сточных вод. Отведение дождевых вод осуществляется по отдельной трубе.

На Рис. 6 показаны четыре датчика уровня, установленных в колодце, для управления насосной станцией в составе двух насосов. Насос А и насос В

- Датчик 1: Уровень останова
- Датчик 2: Уровень пуска 1
- Датчик 3: Уровень подачи аварийного сигнала высокого уровня воды
- Датчик 4: Уровень пуска 2

Датчик 1 — это датчик останова обоих насосов. Датчик 2 предназначен для пуска насоса А, который будет работать до тех пор, пока вода не достигнет уровня останова насоса. Контроллером будет выполнено переключение на насос В, который будет запущен, как только вода поднимется до уровня пуска.

Объем воды между датчиком 1 и датчиком 2 — это эффективный объем КНС.

Датчик 3 — это датчик подачи аварийного сигнала высокого уровня воды. Если пуск одного насоса не выполнен, уровень воды повышается до уровня подачи аварийного сигнала, и контроллером будет отправлен аварийный сигнал оператору насосной станции.

Уровень воды будет далее повышаться до уровня датчика 4, по сигналу которого будет выполнен пуск резервного насоса. В этом случае система имеет 100%-ый запас мощности.

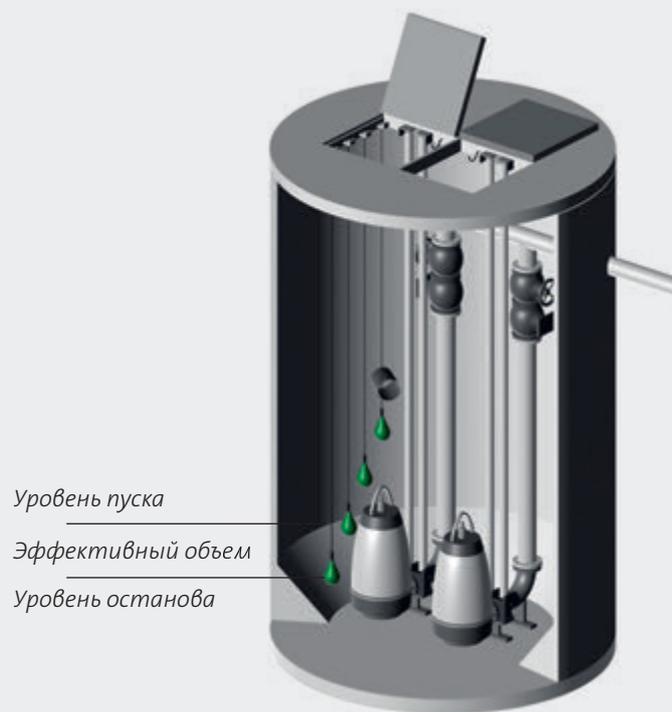


Рис. 6 Установка из двух насосов с четырьмя датчиками уровня.

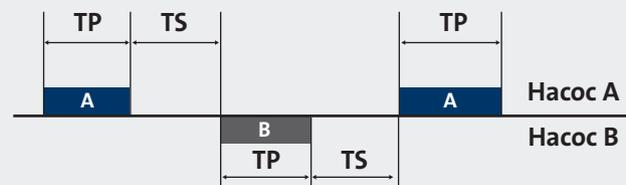


Рис. 7 Два насоса в режиме чередования, где расход меньше производительности одного насоса.

- TP — время перекачивания
- TS — время останова
- TP + TS — суммарное время цикла работы насоса

3.2. РАБОТА В ПАРАЛЛЕЛЬНОМ РЕЖИМЕ

Работа в параллельном режиме также позволяет обеспечить равномерный износ насосов. Два идентичных насоса, работающие параллельно, с суммарной производительностью, превышающей максимальный приток в 1,05 раза, в соответствии с требованиями местного законодательства и нормативов.

Приток в колодец осуществляется из объединенной системы отведения хозяйственно-бытовых и дождевых вод.

Как и в случае работы в посменном режиме в колодце установлено четыре датчика:

- Датчик 1: Уровень останова.
- Датчик 2: Уровень пуска 1.
- Датчик 3: Уровень пуска 2.
- Датчик 4: Уровень подачи аварийного сигнала высокого уровня воды.

В течение дня насос А и насос В сменяют друг друга в соответствии с описанием, приведенным выше. В дождливую погоду приток в колодец может превышать производительность одного насоса, и даже во время работы насоса уровень воды в колодце может расти. Когда вода достигает уровня датчика 3, запускается резервный насос, и два насоса работают параллельно до достижения общего уровня останова.

В случае выхода из строя одного насоса, когда приток в колодец больше производительности одного насоса, будет подан аварийный сигнал, если вода поднимется до уровня датчика 4, это означает, что в системе только один работоспособный насос. В этом случае к контроллеру необходимо подключить дополнительный датчик, сигнал которого будет отправлен, если один из насосов, работающих в режиме посменной работы, выйдет из строя.

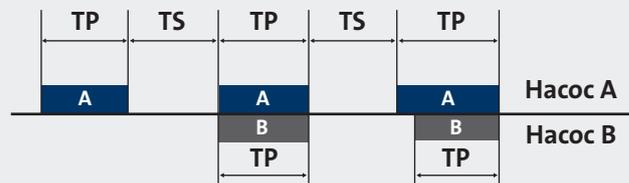


Рис. 8 Два насоса в режиме чередования и параллельной работы, где приток может превышать производительность одного насоса.

- TP — время перекачивания
- TS — время останова
- $TP + TS$ — суммарное время цикла работы насоса

В режиме параллельной работы не будет ничего необычного в том, чтобы установить третий резервный насос, а также пятый датчик, который устанавливается выше датчика аварийного сигнала. В случае выхода насоса А или В из строя предусмотрен резерв для предотвращения переполнения.

3.3. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОДНОГО НАСОСА

Если КНС рассчитана на несколько домовладений, зачастую приток ограничен, и для обеспечения необходимой производительности достаточно одного насоса. Однако, для поддержания необходимой скорости потока, предотвращающей образование осадка в напорном трубопроводе, производительность насоса должна быть намного выше притока.

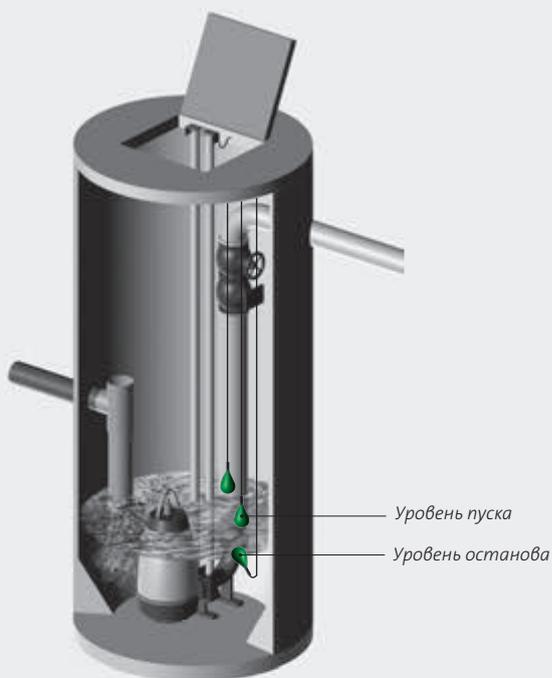


Рис. 9 Установка с одним насосом, где приток меньше производительности насоса.



Рис. 10 Процедура управления работой одного насоса.

- TP — время перекачивания
- TS — время останова
- TP + TS — суммарное время цикла работы насоса

В примерах выше, в качестве датчиков уровня используются поплавковые выключатели, но также возможно использование датчика в виде воздушного колокола, ультразвукового датчика или электродов и подобных устройств.

4. Срок службы насоса

Срок службы насоса — это количество часов работы или, в случае редкого использования, время, прошедшее с момента завершения последнего капитального ремонта или проверки. Во время каждого капитального ремонта осуществляется проверка и замена подшипников и других изнашиваемых деталей, кабелей и масла, но насос в целом остается тот же.

Обычный срок службы насоса находится в пределах от 200 до 2000 рабочих часов в зависимости от его типа и применения. Дренажные, промышленные и бытовые насосы необходимо периодически проверять, т.к. зачастую условия эксплуатации бывают жесткими.

Частота обслуживания зависит от конкретного применения и типа перекачиваемой жидкости. В течение гарантийного периода обслуживание проводится каждые 2000 рабочих часов или не реже одного раза в год. Во время обслуживания выполняется замена поврежденных или изношенных деталей. Чтобы не допустить незапланированных простоев насосов, следует выполнять рекомендации, приведенные в руководстве по монтажу и эксплуатации конкретного насоса.

При правильном обслуживании насос может служить 10 и более лет, что эквивалентно 20 000 рабочих часов. Однако на срок службы насоса влияет несколько факторов:

1. Наличие абразивных включений в перекачиваемых жидкостях (стр. 49, часть 5)
2. Тип рабочего колеса (стр. 50, часть 5.4)
3. Коррозионно-активные жидкости (стр. 51, часть 6)
4. Кавитация (стр. 138, раздел 9)

5. Жидкости, содержащие абразивы

В стандартном бытовом стоке содержится приблизительно 0,005 объемного процента песка и ила. Содержание песка выражается как объемный процент (P_v) или массовый процент (P_m).

Взаимосвязь между двумя этими единицами следующая:

$$P_m \sim 3 \times P_v$$

плотность песка оценивается как 3 000 кг/м³

Это означает, что если значение P_v равно 0,005 % об., значение P_m будет равно 0,015 %. Для отведения бытовых сточных вод с таким содержанием подходит канализационный насос любого типа, изготовленный из любого материала.

Однако в определенные периоды содержание песка может быть намного выше, например, после сильного дождя или во время таяния снега. В течение нескольких часов содержание может быть превышено почти в 1 000 раз. Количество песка, попадающего между деталями канализационной системы из дренажных или грунтовых вод, может быть очень большим и привести к ускоренному износу насоса.

Факторы, которые способствуют износу насоса:

1. Содержание песка.
2. Форма зерен песка.
3. Материал, из которого изготовлен насос.
4. Тип рабочего колеса.
5. Напор насоса.

5.1. СОДЕРЖАНИЕ ПЕСКА

Часто проблема образования песка связана с размыванием песчаных склонов сильными дождями. Движущиеся с большой скоростью дождевые воды захватывают большие объемы почвы, песка и ила, которые через сточные канавы, расположенные вдоль дорог, попадают в накопительный резервуар. Оттуда вода поступает от одной КНС в другую, пока, наконец, песок не будет отделен на станции водоподготовки. На всем пути прохождения через систему канализации песок будет источником проблем. Песок также может попадать в систему наружной канализации со строительных площадок. Частично решить проблему помогут фильтры для улавливания песка или отстойники, устанавливаемые перед подводом сточных вод в систему наружной канализации.

Иногда проблема песка связана со старым или неправильно рассчитанным участком трубопроводов системы наружной канализации с деформированными или негерметичными соединениями. Во время дождя вода, просачивающаяся в почву, увлекает за собой песок и ил, которые затем попадают в канализационную систему. В таких случаях участок канализационной трубы необходимо отремонтировать или заменить. Как правило, наиболее экономичным решением таких проблем является улавливание и удержание песка перед первой КНС.

5.2. ФОРМА ПЕСЧИНОК

Срок службы насоса может сильно сократиться из-за износа, степень которого зависит от формы и остроты песчинок.

5.3. МАТЕРИАЛ НАСОСА

Для перекачивания жидкостей, содержащих абразивы, и уменьшения износа (к примеру) проточной части следует выбрать насос с рабочим колесом из закаленной нержавеющей стали и диффузором с резиновым покрытием. В качестве альтернативы дорогостоящим материалам можно рассмотреть защитное покрытие деталей из чугуна, например, Belzona.

5.4. ТИП РАБОЧЕГО КОЛЕСА

Чаще всего в решении проблемы износа из-за песка помогает использование насоса с рабочим колесом SuperVortex вместо насоса с одноканальным рабочим колесом, рабочим колесом S-tube и всех закрытых рабочих колес.

В насосах Grundfos серии SL, SE и S с рабочими колесами SuperVortex большая часть песка проходит вдоль корпуса насоса и выводится из него. Это позволяет снизить износ рабочего колеса и механического уплотнения вала. Стоимость увеличения срока службы — повышение энергопотребления приблизительно на 20 %.

5.5. НАПОР НАСОСА

В случае повышенного содержания песка можно рассмотреть вариант изменения напорной трубопроводной системы, чтобы снизить напор и установить фильтр для улавливания песка. Поскольку напор насоса и скорость потока, проходящего через рабочее колесо, взаимосвязаны, снижение требуемого напора поможет продлить срок службы насоса.

Продлить срок службы насоса обычно помогает замена насоса с аналогичным расходом, но с пониженным напором при аналогичной концентрации песка.



Рис. 11 Насос с рабочим колесом с режущим механизмом через год работы в условиях высокого содержания песка.

6. Коррозионно-активные жидкости

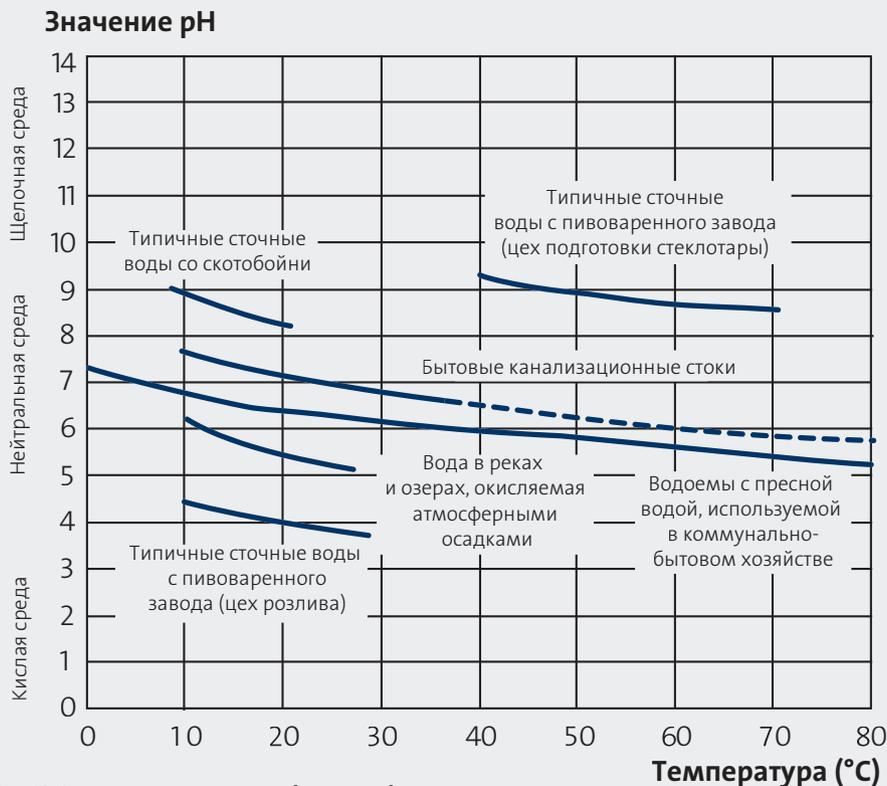


Рис. 12 Кислотность разных типов сточных вод.

Скорость коррозии зависит от многих факторов, например pH, температуры и содержания солей и ионов металлов.

Взаимосвязь между выбором материала и сроком службы

Материал	Сокращенный срок службы	Приемлемый срок службы
Чугун	pH < 6,5	pH > 6,5
Эпоксидное покрытие (200 мкм) или чугун с катодной защитой	pH < 5	pH > 5
Бронза	pH > 8,5	pH < 8,5
Нержавеющая сталь, W.nr. 1,4301	pH < 3	pH > 3
Нержавеющая сталь с катодной защитой	pH < 1	pH > 1

Рис. 13 Кислотность различных сточных вод.

На предыдущем графике и в таблице показано, что срок службы компонентов из чугуна в «обычном» хозяйственно-бытовом стоке при низких температурах является приемлемым. Срок службы чугуна можно продлить нанесением покрытия (например, эпоксидного), а поверх него слой стойкой к истиранию краски толщиной не менее 200 мкм. Чтобы поддержать эффективность дополнительной защиты компонентов из чугуна, обработанные стальные детали и стальные трубы должны быть оцинкованными.

Вариант использования компонентов из бронзы можно рассматривать, только если значение pH ниже 8,5.

В случае перекачивания кислых дождевых вод и горячих промышленных сточных вод антикоррозийной защиты чугуна может быть недостаточно, особенно для компонентов, соприкасающихся с потоком жидкости, которая движется с высокой скоростью, например, рабочие колеса и корпуса насосов. В таких системах покрытие и естественный защитный слой ржавчины может разрушаться, что приведет к ускоренному развитию коррозии. Здесь для обеспечения приемлемого срока службы очевидным выбором будет нержавеющая сталь.

Погружные насосы, полностью изготовленные из высококачественной нержавеющей стали, защищенные эпоксидным покрытием и цинковыми анодами, являются естественным выбором для перекачивания морской воды и коррозионно-активных жидкостей, таких как горячая техническая вода, применяемая в промышленности.



Рис. 14 Оптимальная конструкция установки для перекачивания коррозионно-активных жидкостей. Любые дефекты уплотнения легко обнаруживаются после подъема насоса для обслуживания, т.к. все трубы и прокладки опорожняются от воды.



Рис. 15 Для перекачивания коррозионных жидкостей с высокой скоростью потока оптимальный выбор — погружной канализационный насос, выполненный полностью из нержавеющей стали на автоматической муфте с направляющими из нержавеющей стали и верхним кронштейном крепления направляющих.

[3]

ПОДБОР И МОНТАЖ

1. Подбор и монтаж насосов

Если решено установить несколько насосов, для работы различных режимах, при выборе типа установки необходимо рассмотреть следующие варианты:

- Погружная свободная установка.
- Погружная установка на автоматической муфте.
- Вертикальная или горизонтальная сухие способы установки.

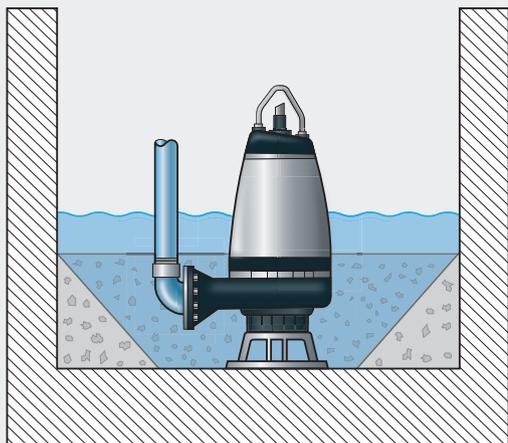


Рис. 1 Погружная свободная установка, где насос стоит на кольцевом основании.

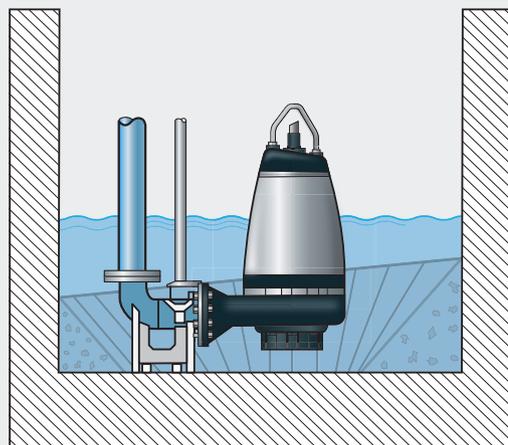


Рис. 2 Погружная установка на автоматической муфте с трубными направляющими.

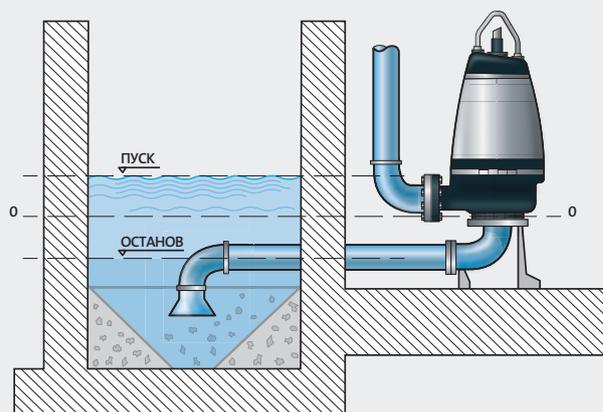


Рис. 3 Вертикальная установка в сухом машинном зале с основанием для крепления к фундаменту.

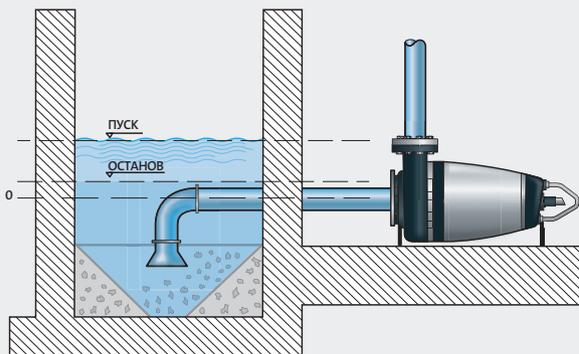


Рис. 4 Горизонтальная установка в сухом машинном зале с кронштейнами для крепления к фундаменту.

После выбора типа установки можно определить схему трубопровода. Необходимо принять во внимание следующие факторы:

- Тип и положение фитингов на внутренних и наружных напорных трубах.
- Фланцы и соединения.
- Запорные и обратные клапаны.
- Колена, коллекторы и ответвления.
- Трубные переходники и удлинения.
- Разъемы для очистки и проверки.
- Вентиляционные клапаны.
- Расходомеры или оборудование для измерения объемного расхода.
- Переходники и компенсаторы.
- Дренажные разъемы и разъемы для установки манометров.

Схема трубопроводов должна быть как можно проще, но с учетом минимальной и максимальной скорости потока, условий оптимизации расхода. При этом необходимо предусмотреть беспрепятственный доступ для проведения проверок, обслуживания и замены элементов системы.

Каждый насос снабжен собственным вертикальным напорным патрубком, который может быть соединен с S-образным коленом или обратным клапаном с задвижкой для предотвращения обратного потока. На всасывающие патрубки насосов сухой установки необходимо установить задвижку.

Напорный патрубок можно подключить непосредственно к индивидуальному напорному трубопроводу или к коллектору, который, в свою очередь, подключается к общему наружному напорному трубопроводу за пределами колодца.

В сверхмалых КНС, в которых обратный поток не возникает, клапаны можно заменить вентиляционной трубкой, которая устанавливается выше уровня нагнетания, чтобы обеспечить самостоятельное опорожнение трубы, расположенной ниже. Это позволит очистить рабочее колесо от скоплений загрязнений после останова насоса, когда вода в вертикальной напорной трубе стечёт обратно в гидравлическую часть насоса. Обратный поток также поможет поддержать чистоту на дне колодца.



Рис. 5 Компоновка простой насосной установки с S-образным коленом и газовыпускным вентиляем.

Трубы, расположенные внутри резервуара, должны быть изготовлены из материала, который позволяет ограничить влияние следующих факторов:

- Давление и перепады давления.
- Скорость потока воды.
- Атмосферные условия (влажность, коррозионные газы).
- Температурное расширение.
- Механические воздействия.
- Электролитическое воздействие.

Для систем отведения хозяйственно-бытовых сточных вод со стоком от унитазов и дождевых вод обычно используются оцинкованные трубы или трубы из нержавеющей стали. Пластиковые трубы из полиэтилена средней и высокой плотности и из ПВХ часто используются в малых КНС низкого давления.

Трубы должны обеспечивать прохождение всех твердых фрагментов и небольшого количества песка и гравия через насос во внутренние и наружные напорные трубы. Также необходимо учитывать возможность самоочистения труб.

2. Скорость в напорном трубопроводе

Скорость потока воды должна быть не менее 1,0 м/с в вертикальных напорных трубах, в противном случае внутри труб возможно отложение опасного осадка песка и жира.

Учтите, что это также происходит в процессе параллельной работы, когда скорость в коллекторе падает из-за увеличенного диаметра трубы.

Если скорость потока слишком низкая, внутри корпуса насоса также возможно отложение песка и, как следствие, ускоренный износ рабочего колеса.

Как правило, выбор размеров вертикального напорного трубопровода осуществляется так, чтобы скорость во время параллельной работы находилась в пределах между 1 и 3 м/с (скорость в пределах машинного зала насосной станции определяется согласно СП 31.133330).

В горизонтальных трубах (внутренних и наружных) целевая скорость потока — 0,7–0,8 м/с. Это гарантирует безаварийную работу без возникновения опасных отложений. Чтобы избежать нежелательного сильного падения давления в системе, скорость потока не должна превышать 2–3 м/с (скорость в пределах машинного зала насосной станции определяется согласно СП 31.133330). Слишком высокая скорость потока приведет к возникновению шума в трубопроводной системе и в то же время к потере энергии.

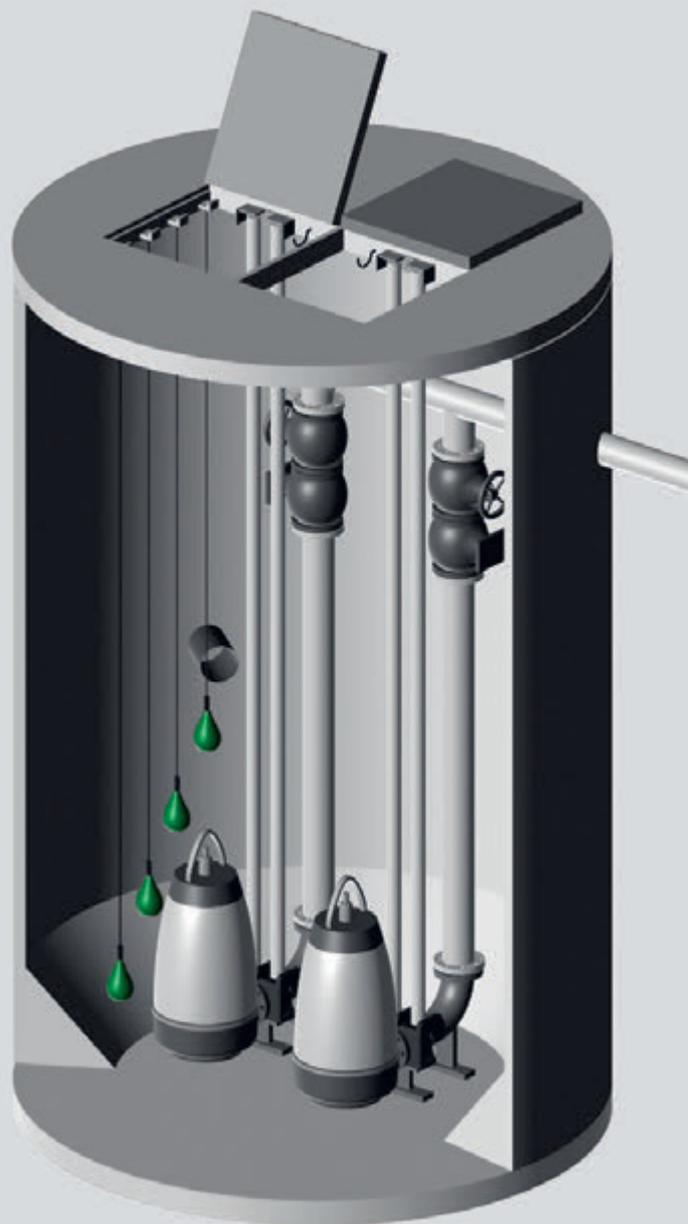


Рис. 6 Канализационная насосная станция с насосами на автоматической муфте с вертикальными и горизонтальными напорными трубами.

3. Определение характеристик системы

Напор, создаваемый насосом, должен преодолевать различные сопротивления в трубопроводной системе.

Суммарный напор меняется в зависимости от расхода и уровня воды в колодце.

Напор насоса, H_p должен быть равен или превышать суммарный напор в системе, H_{tot}

Суммарный напор рассчитывается следующим образом:

$$H_{tot} = H_{geo} + H_v \quad где$$

$$H_v = H_{v,A} + H_{v,R} \quad где$$

H_{tot} = Суммарный напор в системе (м)

H_{geo} = Статический напор (м)

H_v = Потери (динамический напор) (м)

$H_{v,A}$ = Потери напора в клапанах и фитингах и т. п. (на местные сопротивления), (м)

$H_{v,R}$ = Потери на линейное трение в напорном трубопроводе (м)

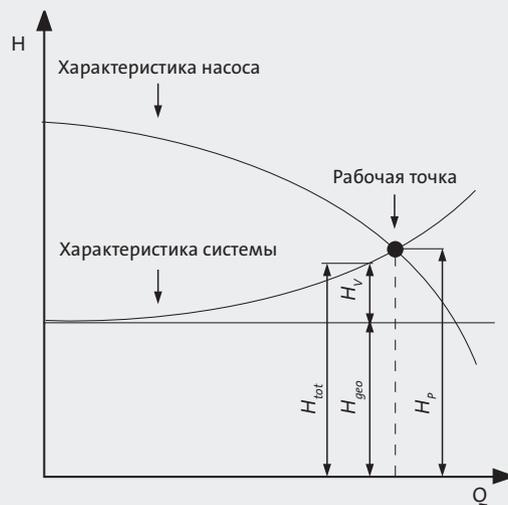


Рис. 7 Характеристика насоса, геометрический напор, характеристика системы, суммарный динамический напор и рабочая точка насоса.

3.1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЙ НАПОР / СТАТИЧЕСКИЙ НАПОР, H_{geo}

Статический (геометрический) напор не зависит от расхода и показывает перепад высоты, на которую насос должен поднять сточные воды, и обычно рассчитывается как разность между уровнем останова насоса и отметкой верхней составляющей трубопровода в конечной точке транспортировки. Если уровень обратного потока воды определен, его необходимо учесть. Если уровень сточных вод в самотечном трубопроводе выше конечной точки транспортировки, для расчета статического напора необходимо использовать максимальный уровень сточных вод в самотечном трубопроводе.

Если разность между верхним и нижним уровнями в КНС значительная, в качестве уровня останова используется средний уровень.

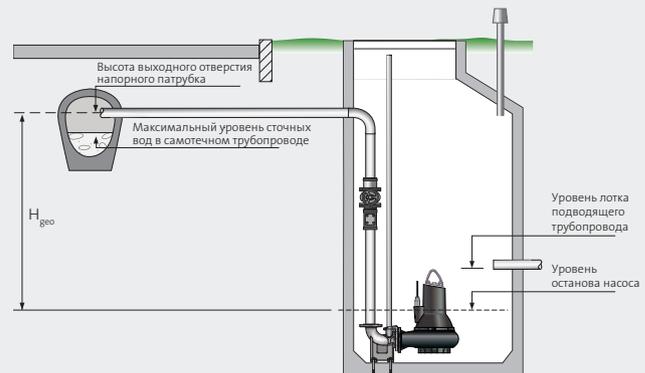


Рис. 8 Максимальный уровень сточных вод в самотечном трубопроводе находится ниже подключения напорного трубопровода. Необходимо рассчитать статический напор вплоть до уровня подключения напорного трубопровода.

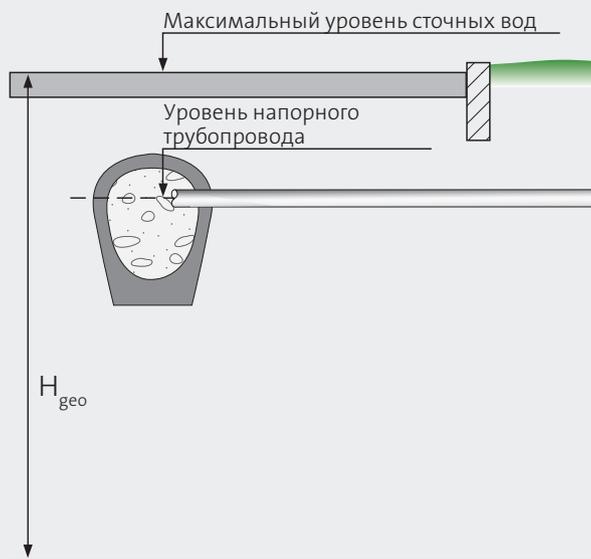


Рис. 9 Здесь максимальный уровень сточных вод находится на уровне поверхности дороги и выше напорного трубопровода. Статический напор необходимо рассчитывать до уровня поверхности дороги.

3.2. ПОТЕРИ НА МЕСТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ (В КЛАПАНАХ, ФИТИНГАХ), $H_{v,A}$

Вода теряет энергию, когда проходит через клапаны, задвижки, колена, сужения и расширения и пр.

Величина этих потерь меняется в зависимости от скорости воды и, следовательно, от расхода.

Потери рассчитываются по следующей формуле:

$$v = \frac{Q}{A}, \text{ где}$$

v = Скорость потока внутри трубы (м/с)

Горизонтальные трубы: от 0,7 до 3,0 м/с

Вертикальные трубы: не менее 1,0 м/с

Q = Расход сточных вод (м³/с)

A = Площадь сечения трубопровода (м²)

Важно как можно более точно определить коэффициент сопротивления, т.к. в случае высокой скорости потока потери на отдельных компонентах могут быть значительными.

Если диаметр напорной трубы выбран, можно рассчитать потери напора на местные сопротивления напорной системы при помощи следующей формулы:

$$H_{v,A} = \sum_i \zeta_i \frac{v_i^2}{2g}, \text{ где}$$

ζ = Коэффициент конкретного местного сопротивления (справочное значение).

$H_{v,A}$ = Потери напора на местные сопротивления (м).

v = Скорость потока в местном сопротивлении (м/с).

g = Гравитационная постоянная (м/с²) (ускорение свободного падения).

Тип сопротивления	Значение коэффициента сопротивления
Запорный клапан	0,5
Обратный клапан	2,2
Колено 90°	0,5
Колено 45°	0,3
Свободное истечение	1,0
Тройники 45°	0,3–0,6
Тройники 90°	0,5–1,5
Увеличение диаметра	0,3

Рис. 10 Примеры местных сопротивлений и их коэффициенты ζ .

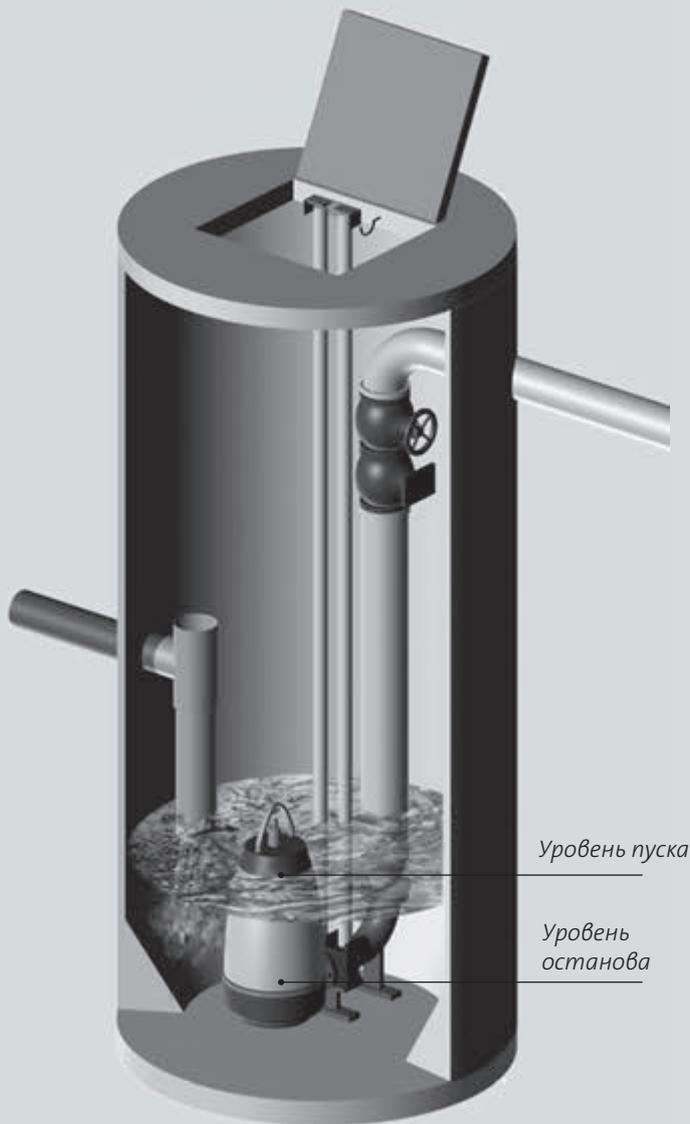


Рис. 11 Насосный агрегат погружного монтажа с напорным трубопроводом и запорной арматурой. Приток в колодец и уровень воды в колодеце все время меняются в зависимости от характера образования стока.

3.3. ПОТЕРИ НА ЛИНЕЙНОЕ ТРЕНИЕ В НАПОРНОЙ ТРУБЕ, $H_{v,R}$

Потери на трение в прямых трубах зависят от расхода трубопроводной системы и других факторов, наиболее важным из которых является шероховатость. Здесь важно учитывать шероховатость всей системы, т.е. учитывать влияние трубных соединений, отложений на стенках труб и воздушных карманов. Опыт показывает, что невозможно полагаться на значения шероховатости новых труб, указанные изготовителем. Поэтому для стальных и пластиковых труб нельзя считать шероховатость менее 1,0 мм и 0,25 мм, соответственно. Зачастую значение шероховатости, равное 1 мм, используется для труб обоих типов.

Если наружная напорная труба не непрерывно поднимается в направлении выпускного отверстия, а имеет максимальные и минимальные уровни, риск возникновения воздушных карманов и отложения осадка в трубе возрастает, в результате шероховатость может значительно возрасти. В таких случаях характеристики трубы должны быть определены в соответствии с альтернативным значением шероховатости, например, 1,0 мм и 2,0 мм, а выбор насоса осуществляется с учетом этого фактора.

Широко используются номограммы для определения линейных потерь в трубопроводах, и если они подготовлены на основе практического опыта и используются правильно, то позволяют выбрать насос быстро и правильно. Важно, чтобы номограмма была построена на основании общепризнанных формул расчета сопротивления, с учетом температуры перекачиваемой среды и фактической шероховатости, и чтобы в номограмме учитывался внутренний диаметр трубы.

Теперь можно определить суммарные потери давления (напора) в напорной трубе:

$$H_{V,R} = H_{V,l} L_{V,l}$$

где

$H_{V,R}$ = Потери на линейное трение в напорном трубопроводе (м)

$H_{V,l}$ = Потеря напора как функция расхода (в 1 погонном метре трубопровода)

$L_{V,l}$ = Длина трубы, (м)

3.4. СУММАРНЫЙ ДИНАМИЧЕСКИЙ НАПОР H_{tot}

После того как характеристики системы рассчитаны и нанесены в виде кривой на график производительности насоса, получаем пересечение характеристики системы и напорной характеристики насоса. Эта точка пересечения и является рабочей точкой насоса в системе.

Для более точного подбора в соответствии с конкретным применением, типом жидкости и характеристиками насоса обратитесь к приложению Grundfos Product Center: www.product-selection.grundfos.com



Рис. 12 Расчет суммарного напора H_{tot} .

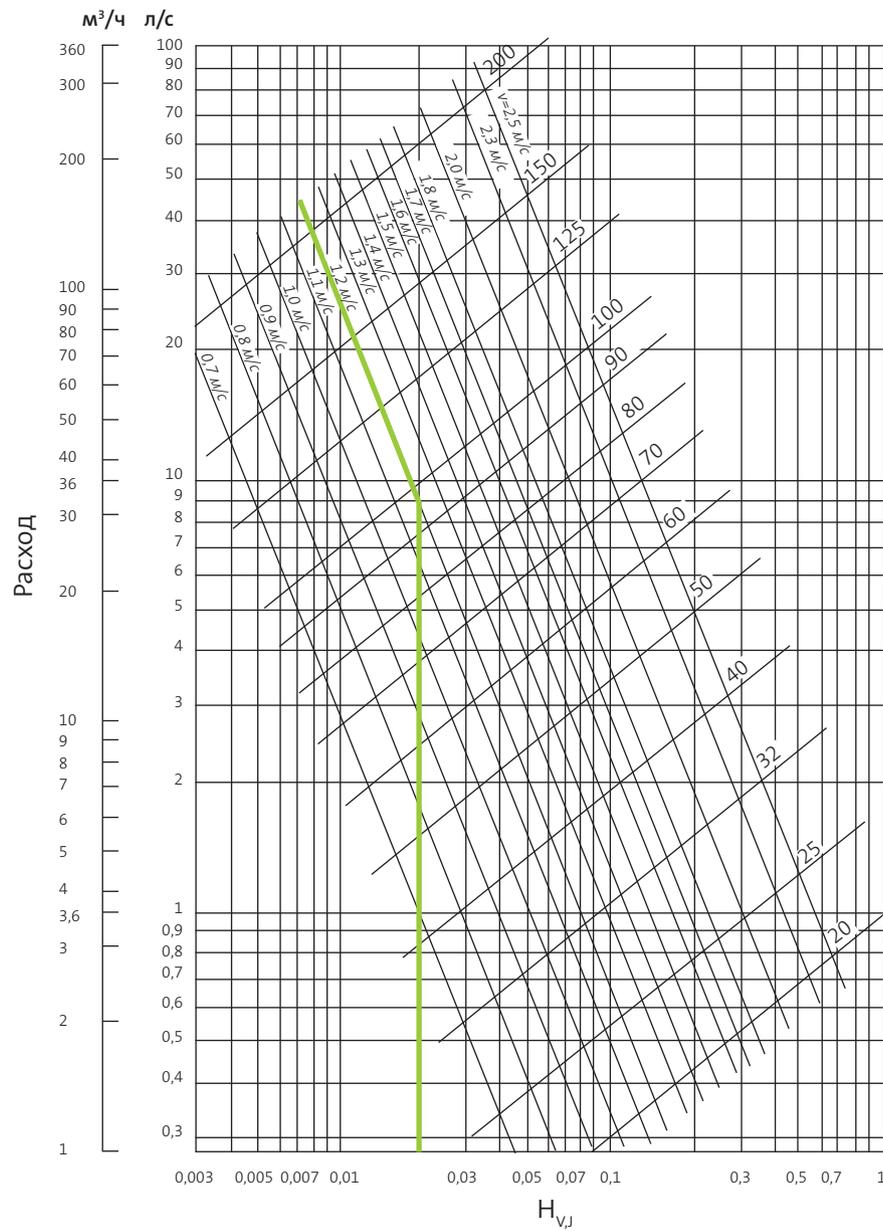


Рис. 13 Номограмма, используемая для определения значения $H_{v,j}$
 Пример: потери на линейное трение в напорной трубе длиной 125 м диаметром DN 100 с расходом 1,2 м³/ч.

$$H_{v,R} = H_{v,j} \times L_{v,i} = 0,02 \times 125 = 2,5 \text{ м}$$

4. Подбор насоса и его характеристики

Поставщики насосов обычно предлагают несколько различных насосов в заданном диапазоне производительности, и выбор необходимо сделать в пределах этих границ.

Выбирают в соответствии со следующими требованиями:

- Требуемая полная производительность системы обеспечивается одним или несколькими насосами.
- Рабочая точка насоса является оптимальной, насколько это возможно.
Насос должен работать с максимальным КПД как можно дольше.
- Необходимо также обеспечить эффективную самоочистку трубопроводной системы в режиме параллельной работы, когда несколько насосов подключено к общему внешнему напорному трубопроводу. В этом случае производительность каждого насоса падает в сравнении с производительностью работы одного насоса.
- Выбран насос с довольно крутой характеристической кривой (особенно для малых насосных систем). Это гарантирует достаточное избыточное давление, которое облегчит удаление отложений и обеспечит снижение риска засорения.
- Свободный проход рабочего колеса позволяет пропускать примеси, находящиеся в перекачиваемой воде.

Стандартные требования к свободному проходу насоса, напорному трубопроводу и скорости потока воды:

1. Дренажные и грунтовые воды

Максимальный свободный проход 10 мм, обеспечивающий самоочистление вертикального напорного трубопровода скорость потока – 1 м/с.

2. Дождевая вода и загрязненные сточные воды (без стоков от унитазов), предварительно очищенные стоки

Максимальный свободный проход от 30 до 50 мм, обеспечивающий самоочистление вертикального напорного трубопровода скорость потока – 1 м/с.

3. Хозяйственно-бытовые сточные воды от объектов частного домостроения

Максимальный свободный проход от 50 до 65 мм, обеспечивающий самоочистление вертикального напорного трубопровода скорость потока – 1 м/с.

4. Хозяйственно-бытовые сточные воды от общественных зданий, городские хозяйственно-бытовые сточные воды

Максимальный свободный проход от 75 до 125 мм, обеспечивающий самоочистление вертикального напорного трубопровода скорость потока – 1 м/с.

- Выбор насоса всегда основывается на следующих кривых:
- Производительность насоса (кривая напорной характеристики, Q/H).
- Кривая мощности.
- Кривая КПД.
- Кривая NPSH.

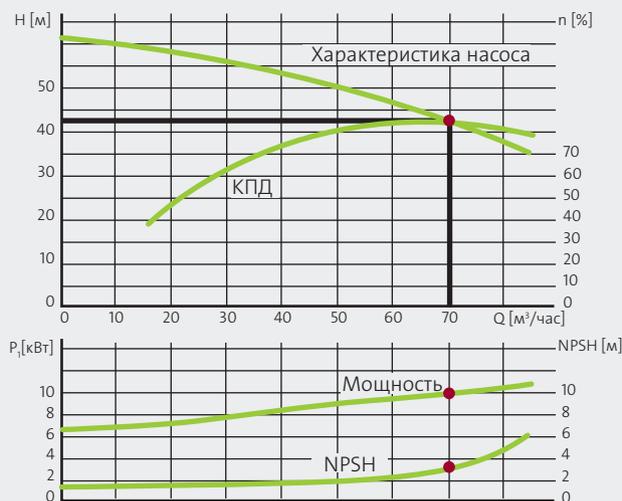


Рис. 14 Стандартные характеристики центробежного насоса: напорная (Q/H), мощности, КПД и NPSH, в зависимости от подачи насоса.

Для погружных насосов кривые мощности и КПД должны быть построены для насосного агрегата, т.е. для насоса и двигателя. Кривая мощности соответствует мощности на валу электродвигателя (P2).

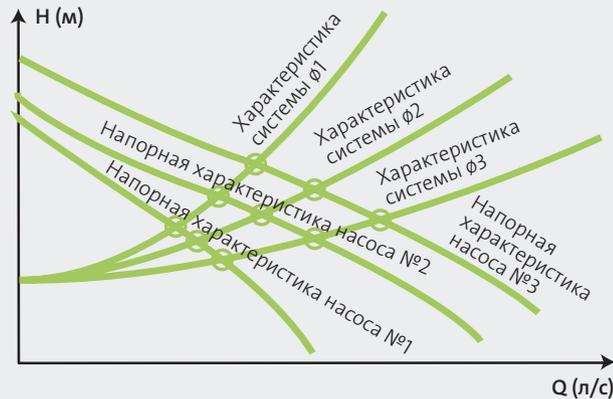


Рис. 15 Взаимосвязь между насосом и трубопроводной системой.

4.1. КАНАЛИЗАЦИОННАЯ УСТАНОВКА С ОДНИМ НАСОСОМ

Рис. 15 наглядно демонстрирует необходимость рассмотреть различные варианты или сделать расчеты перед окончательным выбором насоса, проанализировав его работу в системе.

Расчет и отображение характеристик системы, которые соответствуют различным значениям геометрического напора, диаметрам или материалам труб, осуществляется в соответствующем масштабе. На одной диаграмме можно построить напорные характеристики нескольких вариантов насосов, чтобы упростить задачу сравнения. Будьте аккуратны во время построения характеристик насоса и системы, продумайте масштаб и единицы измерения по осям.

Рабочая точка насоса — это точка пересечения характеристик системы и насоса.

Это точка, в которой насос гарантированно создает суммарный динамический напор, необходимый для преодоления геометрического напора и гидравлических потерь (потери на трение по длине трубопровода и на местные сопротивления) в трубопроводах внутри КНС и наружных трубопроводах.

Также можно построить характеристику КПД, чтобы на ней сразу было видно КПД рабочей точки насосного агрегата в системе. Выбор насоса является оптимальным, если рабочая точка соответствует максимальному КПД (Рис. 16).



Рис. 16 Оптимальная рабочая точка нового насоса в трубопроводной системе без учета зарастания.

Если геометрический напор меняется, что необходимо проверить (например, в случае сильного изменения уровня воды в колодце во время его использования в качестве резервуара), это означает, что вертикальное параллельное смещение характеристик системы и, следовательно, рабочей точки будет меняться в определенном диапазоне. В этом случае значения КПД должны находиться в непосредственной близости к точке максимального КПД (Рис. 17).

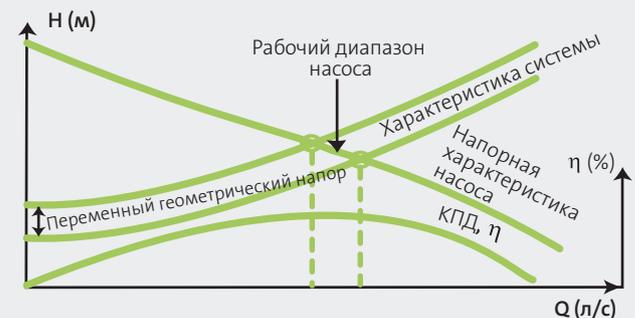


Рис. 17 Рабочая точка нового насоса в трубопроводной системе с переменным геометрическим напором.

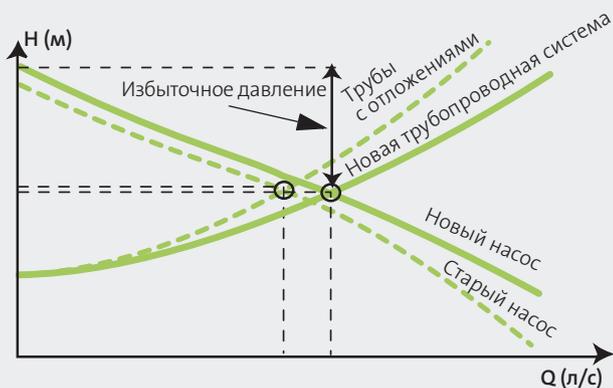


Рис. 18 Перемещение рабочей точки во времени в зависимости от износа насоса и зарастания в трубопроводной системы.

На Рис. 18 показано, как перемещается рабочая точка, если возрастают потери в трубопроводной системе, например, из-за отложений на стенках трубы. Если потери возрастают, расход трубопроводной системы падает, поэтому падает скорость потока и возрастает риск еще больших отложений на стенках трубы. Это начало процесса, который завершается полным закупориванием трубы. На иллюстрации также видно, как износ насоса приводит к снижению характеристик.

4.2. ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ РАБОТА НАСОСОВ

Два и более насосов можно установить так, чтобы они работали параллельно, подключенными к общему напорному трубопроводу.

Общая напорная характеристика всех действующих насосов формируется путем горизонтального сложения (с одинаковым напором) характеристик отдельных насосов. Мы говорим только о параллельном соединении, если насосы подключены к единой напорной трубе так, что потеря давления в трубах вблизи насосов незначительно отличается от потери давления в общей напорной трубе.

Характеристику параллельной работы насосов и индивидуальную напорную характеристику каждого из них, можно построить на одном графике с характеристиками системы и характеристикой КПД насоса, как и в случае работы одного насоса на систему.

Рабочая точка — это точка пересечения характеристики системы и напорной характеристикой параллельной работы насосов. Принцип показан на Рис. 19.

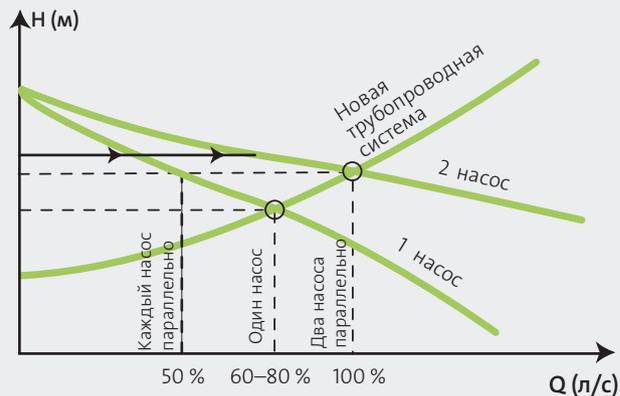


Рис. 19 Графическое определение рабочей точки двух одинаковых насосов, работающих параллельно. Напорные характеристики двух насосов суммируются по горизонтали при постоянном напоре.

[4]

НАСОСЫ И РЕЗЕРВУАРЫ

1. Температура жидкости

Стандартный погружной насос для отведения дренажных, загрязненных и хозяйственно-бытовых сточных вод, изготовленный из чугуна или нержавеющей стали, или насос с режущим механизмом может работать в непрерывном или повторно-кратковременном режимах полностью или частично погруженным в жидкость при температуре 40 °С, если соблюдены следующие условия:

1. Источник питания.
2. Число пусков / остановов.
3. Подача насоса.
4. Время работы в повторно-кратковременном режиме.

Если температура жидкости повышается до 50 °С дольше пяти минут работы, срок службы двигателя сокращается по следующим причинам:

1. Сокращение срока службы шариковых подшипников.
2. Сокращение срока службы изоляции обмотки.
3. Сокращение срока службы кабеля двигателя.



Рис. 1 Погружные насосы Grundfos серии SL и другие насосы малой мощности из чугуна без системы охлаждения могут непрерывно работать при полном погружении.



Рис. 2 Погружные насосы Grundfos серии SE с кожухом двигателя и системой охлаждения могут непрерывно работать как в полностью погруженном состоянии, так и при сухом монтаже.

Если температура жидкости в системе выше 40 °С, может потребоваться принятие следующих мер для обеспечения приемлемого срока службы насоса:

- снизить нагрузку на двигатель;
- установить термостойкий кабель или понизить нагрузку на установленный кабель;
- уменьшить в два раза интервалы обслуживания и чаще заменять шариковые подшипники;
- увеличить давление на всасе;
- защитить все детали, изготовленные из чугуна, противозносным покрытием.

Коэффициент снижения нагрузки 0,5 означает, что двигатель мощностью 11 кВт должен быть оснащен рабочим колесом, для которого требуется двигатель мощностью 5,5 кВт. При повышении нагрузки возможно сокращение срока службы двигателя.

2. Насосы серии SE с системой охлаждения

Насосы серии SE для погружной или сухой установки с двигателями мощностью от 1,1 до 30 кВт предназначены для повторно-кратковременной или непрерывной работы в жидкости при температуре: от 0 до +40 °С. На короткие периоды (не более 1 часа) допускается повышение температуры до +60 °С для стандартных насосов (только для невзрывозащищенных исполнений).

3. Насосы серии S без или с охлаждающим кожухом

Насосы без охлаждающего кожуха в составе погружной установки могут работать:

- Непрерывно, если насос полностью погружен в перекачиваемую жидкость до верхней точки электродвигателя.
- В повторно-кратковременном режиме с числом пусков не более 20 в час, при условии, что насос погружен в перекачиваемую жидкость до середины корпуса двигателя и на короткие периоды погружен до верхней точки корпуса насоса в перекачиваемую жидкость при температуре от 0 до +40 °С. На короткие периоды (не более 1 часа) допускается повышение температуры до +60 °С.

Примечание. Насосы со взрывозащищенным электродвигателем должны быть полностью погружены в жидкость при максимальной температуре 40 °С.

Насосы с охлаждающим кожухом в составе погружной и сухой установки могут работать:

- Непрерывно или в повторно-кратковременном режиме с числом пусков не более 20 в час при уровне воды до верхней точки корпуса насоса.

3.1. ВНЕШНЕЕ ОХЛАЖДЕНИЕ

Вместо всех предосторожностей, необходимых для обеспечения нормального срока службы насоса, можно рассмотреть использование охлаждающего кожуха для внешнего охлаждения при условии, что имеется возможность подачи в него охлаждающей воды.

Если температура жидкости превышает 60 °С в течение длительного времени (более одного часа), можно использовать охлаждающие кожухи с подводом внутрь охлаждающей воды.



4. Система SmartTrim

На обычных погружных и погружных канализационных насосах сухой установки сервисные работы по поддержанию установленного на заводе зазора рабочего колеса являются продолжительными и дорогостоящими. Чтобы обеспечить максимальный КПД насоса, необходимо заменить горловые кольца и кольца щелевого уплотнения. Перед этим необходимо отсоединить насос от трубопровода, разобрать корпус.

В случае использования системы Grundfos SmartTrim этого делать не нужно. Все погружные насосы Grundfos высокой мощности и погружные канализационные насосы сухой установки мощностью от 9 кВт и выше с закрытым рабочим колесом оснащаются уникальной системой SmartTrim, предназначенной для регулировки зазора рабочего колеса.

Эта система позволяет легко восстановить зазор рабочего колеса, установленный на заводе, и тем самым поддерживать максимальный КПД насоса. Необходимо просто изменить положение регулировочных винтов на корпусе насоса. Это можно сделать на месте без демонтажа насоса и без использования специальных инструментов.

Регулировочный винт находится в середине



Рис. 3 Погружные насосы Grundfos серии SE с системой SmartTrim. Всего предусмотрено три набора регулировочных и зажимных винтов.

4.1. ЗАЗОР РАБОЧЕГО КОЛЕСА

В обычных канализационных насосах гидравлическая часть снабжена кольцом щелевого уплотнения и в некоторых случаях горловым кольцом. Кольцо щелевого уплотнения установлено в корпусе насоса на всасе в гидравлическую часть. Горловое кольцо устанавливается на горловине рабочего колеса. В такой конструкции зазор рабочего колеса — это интервал между кольцом щелевого уплотнения и горловым кольцом.

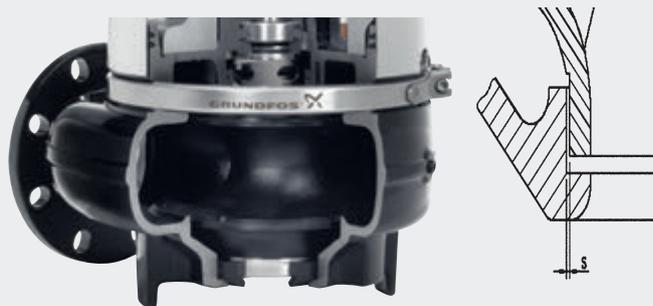


Рис. 4 Зазор рабочего колеса в обычных канализационных насосах.

В канализационных насосах Grundfos с системой SmartTrim кольцо щелевого уплотнения и горловое кольцо не устанавливаются. Зазор рабочего колеса — это радиальный зазор между корпусом насоса и рабочим колесом. Регулировка зазора осуществляется путем приведения корпуса насоса вплотную к рабочему колесу при помощи регулировочных винтов.



Рис. 5 Зазор рабочего колеса в насосах Grundfos с системой SmartTrim.

Падение КПД в %

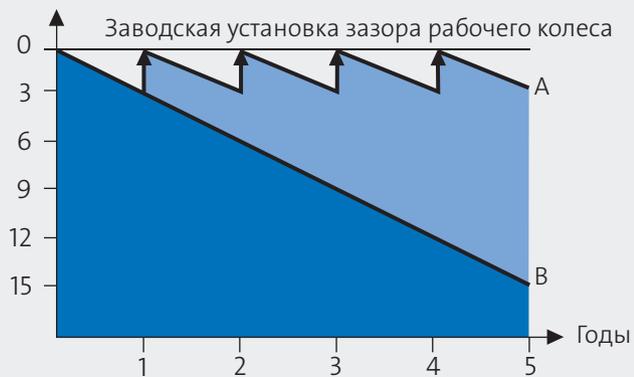


Рис. 6 Система SmartTrim позволяет легко восстановить зазор рабочего колеса, установленный на заводе, и тем самым поддержать максимальный КПД насоса.

- A:** С системой регулировки зазора рабочего колеса Grundfos SmartTrim.
- B:** Без системы регулировки зазора рабочего колеса Grundfos SmartTrim.

5. Приемный подземный резервуар

В канализационной насосной станции насос и резервуар являются компонентами целой системы, в состав которой также входят: конструкция дна резервуара, система трубопроводов, запорная арматура, датчики уровня, клапаны для удаления воздуха, смотровой люк и многое другое. Безаварийная работа обеспечивается путем эффективного планирования на этапе проектирования.

Зачастую использование переразмеренных подземных приемных резервуаров не оправдано.

Оптимальные рабочие условия достигаются, когда объем колодца эффективен, т. е. объем между уровнями пуска и останова рассчитан правильно, а также правильно устроена конструкция дна подземного резервуара КНС.

Одним из основных недостатков слишком большого объема подземного резервуара является то, что это может привести к слишком долгому нахождению в нем сточных вод, что приводит к отложению осадка с неприятным запахом из-за образования сероводорода и к блокировке насоса.

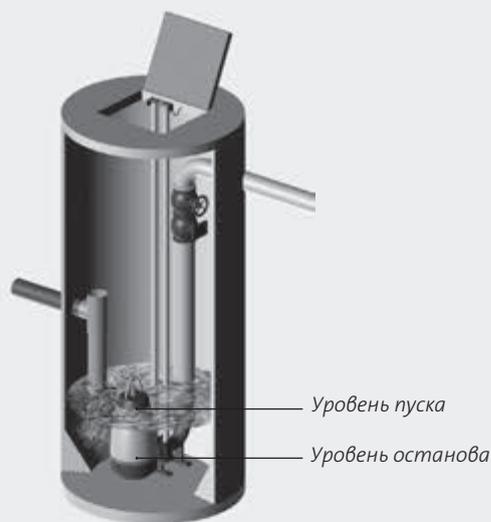


Рис. 7 КНС с погружными насосами в погружном исполнении с уровнями пуска и останова.

Например, оптимальный диаметр резервуара — 1,5 м, но вместо этого с запасом построен резервуар диаметром 2 м. Однако уровни пуска и останова насоса остаются неизменными, т. к. они рассчитаны на меньший диаметр приемного резервуара, поэтому заполнение сточными водами до уровня пуска занимает больше времени.

5.1. ВЫБОР ГАБАРИТОВ КНС С НАСОСАМИ В ПОГРУЖНОМ ИСПОЛНЕНИИ

Во время выбора габаритов канализационного резервуара необходимо знать следующее:

- Приток.
- Производительность насоса.
- Максимально допустимая частота пусков.
- Эффективный объем.
- Диаметр КНС.
- Расстояние между уровнями запуска и останова.

5.2. ПРИТОК

Первое, что необходимо учитывать во время определения габаритов КНС с погружными насосами в погружном исполнении — приток. Для предотвращения ошибок в процессе оценки и расчетов это значение обычно предоставляется организациями или консультантами. Объем притока отличается днем или ночью (см. стр. 44, часть 1.2) или в разные дни и зависит от происхождения сточных вод. Сток дождевых вод сильно меняется в зависимости от времени года, тогда как хозяйственно-бытовой сток более равномерный.

5.3. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА

Например, если пиковый приток составляет 9,5 л/с, необходимая производительность насоса должна быть больше в 1,05 раза. Это значит, насос должен работать с производительностью 10 л/с при пиковой нагрузке, чтобы гарантировать, что резервуар никогда не будет затоплен.

Важно учесть максимально допустимое число пусков в час, чтобы гарантировать, что насос будет готов к работе во время пиковой дневной нагрузки. Эмпирическое правило: чем больше пусков в час, тем лучше.

6. Частота пусков и эффективный объем приемного резервуара

Полный объем подземного приемного резервуара КНС состоит из: объема, ниже уровня останова насоса; и эффективного объема, выше этого уровня. Эффективный объем меняется во время работы насоса и при изменении притока. Частота пусков насосов зависит от располагаемого эффективного объема и притока.

Частота пусков Z зависит от соотношения между

Q_{in}/Q и V_h , где

Q_{in} = приток [л/с]

Q = подача насоса (л/с)

V_h = эффективный объем резервуара (м³)

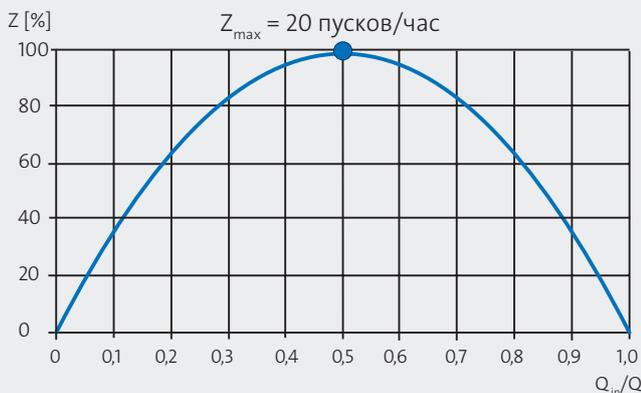


Рис. 8 Кривая частоты пусков Z для одного насоса как функция соотношения между притоком Q_{in} и подачей насоса Q .

Примечание. Если максимальный приток равен подаче насоса, насос работает непрерывно.

Количество пусков Z_{max} наибольшее, если приток равен половине подачи насоса.

Все двигатели канализационных насосов Grundfos серий SL и SE рассчитаны максимум на 20 пусков в час.

$$Z_{max} = \frac{Q \times 3,6}{4 \times V_h} \quad (Z_{max} = \text{максимальное количество пусков в час})$$

Для определения эффективного объема резервуара V_h :

$$V_h = \frac{Q \times 3,6}{4 \times Z_{max}}$$

Перед началом расчета эффективного объема важно знать, насосы будут работать одновременно или режиме 100% резервирования.

В напорных системах с двумя насосами, работающими параллельно, необходимая производительность складывается в результате совместной работы двух насосов. Другими словами, насосы, работающие одновременно, должны быть способны перекачивать 10 л/с при пиковой нагрузке.

6.1. ПРИМЕР

$Q = 10$ л/с

$Z_{max} = 20$ пусков/час

Необходимый минимальный эффективный объем между пуском и остановом:

$$V_h = \frac{10 \times 3,6}{4 \times 20} = 0,45 \text{ м}^3$$

Для получения эффективного объема в системе с насосами, работающими попеременно, используется та же формула, но на основании производительности только одного насоса, а не двух, как в случае с параллельным режимом работы.

Поэтому во время выбора мощности насосов необходимо учитывать, что каждый насос должен быть способен сам обеспечивать 100% производительность, это означает, что насосы в этом примере будут мощнее, чем насосы, работающие параллельно.

6.2. ДИАМЕТР РЕЗЕРВУАРА

Далее, определим диаметр резервуара. Правильный выбор диаметра резервуара необходим для обеспечения оптимальных рабочих условий. Если резервуар слишком велик, существует риск, что количества пусков и остановов будет недостаточно для предотвращения выпадения осадка.

Необходимый диаметр определяется исходя из количества насосов, требуемом пространством для монтажа трубопровода и пр.

В примере системы с двумя насосами, работающими параллельно, необходимый диаметр колодца — 1,8 м или радиус — 0,9 м.

6.3. РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ УРОВНЯМИ ПУСКА И ОСТАНОВА

Наконец, рассчитаем расстояние между уровнем пуска и уровнем останова или эффективную высоту круглого в плане резервуара КНС.

Эффективный объем равен 0,45 м³, а радиус колодца — 0,9 м.

Расчет эффективной высоты в соответствии со следующей формулой дает значение 0,18 м.

$$H_{\text{эффект.}} = \frac{0,45}{0,9^2 \times \pi} = 0,18 \text{ м}$$

Теперь уровень пуска 1 можно установить в колодце в соответствии с рекомендацией изготовителя насоса. Очень часто уровень пуска 1 необходимо устанавливать в верхней части двигателя, а уровень останова на 0,18 м ниже уровня пуска 1. Для насосов с внутренней системой охлаждения можно установить общий уровень останова в верхней части корпуса насоса, а уровень пуска 1 необходимо установить на 0,18 м выше.

Для двух насосов, работающих параллельно, уровень подачи аварийного сигнала необходимо установить на 0,1 м выше уровня пуска 1, а уровень пуска 2 необходимо установить на 0,1 м выше уровня аварийного сигнала.

Правильный выбор расстояния между уровнями пуска и останова очень важен. Если расстояние слишком большое, уменьшается количество циклов работы насоса, но возможно отложение осадка

в приемном резервуаре, поскольку сточные воды находятся в колодце слишком долго. Осадок может вызвать засорение во время пуска, а также скопление ядовитых газов. Блокировки такого рода — это одна из наиболее распространенных причин незапланированных простоев.

С другой стороны, если расстояние между уровнями пуска и останова меньше необходимого, существует опасность перегрузки двигателя из-за превышения допустимого числа пусков и остановов, в результате чего возможны простои. По этой причине важно всегда учитывать максимальное число пусков в час, на которое рассчитан насос и двигатель.

Если насосная станция рассчитана всего на несколько домовладений, приток ограничен, и одного насоса достаточно для обеспечения необходимой производительности. Однако производительность выбранного насоса должна превышать приток, чтобы эффективно предотвращать отложение осадка в напорном трубопроводе путем поддержания необходимой скорости потока в соответствии с диаметром напорного трубопровода.

КНС с более чем двумя насосами, как правило, используются в объединенных системах (в РФ, как правило, устраиваются раздельные системы дождевой и хозяйственно-бытовой канализации) для повышения производительности или для обеспечения резервирования насосов на случай непредвиденного резкого повышения нагрузки, например, во время сильного дождя.

7. Конструктор КНС

Компанией Grundfos разработано приложение проектирования насосных станций Конструктор КНС, которое позволяет создать насосную станцию за считанные минуты.

Конструктор КНС можно найти в Grundfos Product Center, в разделе «Инструменты».

Конструктор КНС поможет выполнить следующее:

- выбрать решение насосной станции, включая насосы и элементы управления;
- получить полный пакет документации, включая чертежи КНС в 3D формате;
- полная сертификация решения в соответствии с требованиями CE.

8. Устройство дна резервуара

Одной из проблем, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации канализационных насосных станций, является отложение осадка и твердых частиц различной плотности.

Чтобы этого избежать, требуется устройство уклона дна от стенок приемного резервуара под углом от 45° до 60° . Уклон дна резервуара играет важную роль для обеспечения оптимальных рабочих условий. Такая конструкция препятствует образованию «мертвых зон» и сводит к минимуму риск образования участков застоя, где могут скапливаться отложения.

Уменьшенный диаметр дна способствует повышению скорости потока воды, что облегчает всасывание твердых и взвешенных частиц загрязнений.

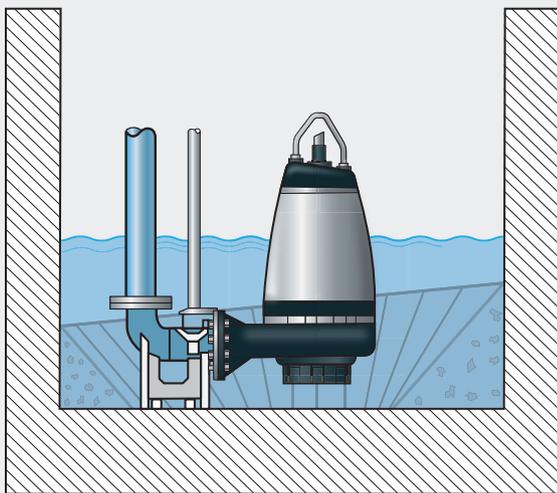


Рис. 9 Погружные канализационные насосы на автоматических муфтах в резервуаре с уклоном дна.

9. Расстояние между всасывающим патрубком насоса и дном резервуара

Чтобы обеспечить оптимальный приток в насос, минимальное расстояние от дна резервуара КНС до всасывающего патрубка насоса должно быть равно диаметру всасывающего патрубка насоса.

Чтобы обеспечить требуемое расстояние от дна, возможно, потребуется установить автоматическую муфту на бетонное основание. За информацией о расстоянии обратитесь к габаритным чертежам каталога каждой конкретной модели насоса.

9.1. РАСПОЛОЖЕНИЕ ПОДВОДЯЩЕГО ТРУБОПРОВОДА В ПРИЕМНЫЙ РЕЗЕРВУАР КНС

Часто проблемы в процессе эксплуатации насосов возникают из-за подсоса воздуха в насос и скопления воздуха в перекачиваемой жидкости в результате разбрызгивания в резервуаре.

Воздух в сточных водах сохраняется продолжительное время, т.к. пузырьки воздуха прилипают к твердым частицам, содержащимся в жидкости.

Интенсивность разбрызгивания жидкости на входе в канализационный колодец зависит от высоты, с которой она падает. Эффект падения можно свести к минимуму, рекомендуется установить экран напротив ввода подводящего трубопровода, чтобы предотвратить возмущение жидкости в результате падения и уменьшить подсос воздуха. Если подводящий трубопровод находится намного выше поверхности воды, необходимо установить рассекатель. Хорошим решением является труба, предназначенная для подвода воды в резервуар ниже поверхности воды для предотвращения повышения скорости потока и подсоса воздуха в процессе работы насоса.



Рис. 10 Резервуар и конструкция подводящего трубопровода с рассекателем.

10. Образование слоя пены в канализационных насосных станциях

Слой пены часто возникает во время работы насосных станций. Загрязнения в сточных водах, например, фекалии, масло, жиры и волокна способствуют образованию слоя пены.

Загрязнения, которые легче воды, поднимаются на поверхность и скапливаются в местах с низкой скоростью потока. Загрязнения плотностью, сходной с плотностью воды, находятся в воде во взвешенном состоянии. Взвешенное состояние может измениться, например, в результате попадания пузырьков воздуха в воду вместе с падающей водой. В этом случае небольшие пузырьки воздуха прилипают к взвешенным частицам и образуют сложные частицы. Эти сложные частицы также поднимаются на поверхность. Вещества, плотность которых значительно выше плотности воды, опускаются на дно колодца.

11. Сероводород (H_2S) в колодце

Если сточные воды остаются в канализационном резервуаре продолжительное время, и в нем образуется поверхностный слой, доступ кислорода к воде прекращается. В результате аэробный процесс окисления прекращается и ускоряется анаэробное гниение.

Продукты гниения должны рассматриваться как источник серьезных проблем.

Особенно неприятным соединением является сероводород. Он опасен для здоровья, обладает сильным запахом и является корродирующим веществом.

[5]

ПОГРУЖНЫЕ НАСОСЫ СУХОЙ УСТАНОВКИ

1. Общие сведения

Погружные канализационные насосы Grundfos были разработаны специально для эксплуатации погруженными в перекачиваемую жидкость. Однако они широко применяются для сухой установки, когда приемный резервуар отделен от сухого машинного зала насосной станции.

Погружные насосы для сухой установки обладают особыми преимуществами как для монтажника, так и для специалиста эксплуатирующей компании в сравнении с обычными агрегатами, предназначенными для сухой установки. Компактный дизайн, универсальность в установке и устойчивость к повреждениям от затоплений делают их идеальными для эксплуатации в составе новых насосных станций, а также для модернизации старых.

В современных сложных условиях специалисты эксплуатирующих компаний сталкиваются с множеством финансовых проблем из-за старения инфраструктуры и ограничения затрат на ее обслуживание.

Зачастую при сухой установке электродвигатели насосных агрегатов в составе насосных установок средней и большой мощности устанавливаются выше гидравлической части и соединяются с ними при помощи валов. Такая конструкция требует больших трудозатрат при обслуживании и может привести к избыточной вибрации насоса, двигателя и несущей конструкции.

Сухие колодцы подвержены затоплениям, например, из-за непредсказуемых погодных условий с сильными осадками или из-за повреждений запорной арматуры, установленной в сухом машинном зале.

Компанией Grundfos разработан погружной электродвигатель, который работает в погруженном или в сухом состоянии и требует минимального или вовсе не требует обслуживания, а также не вызывает вибраций в насосной станции. Эти двигатели встроены в насос, и такие агрегаты предназначены для погружной установки, а также для сухой установки в горизонтальном или вертикальном положении.

Моноблочная погружная конструкция насосного агрегата позволяет оператору осуществлять бесперебойное перекачивание даже в случае затопления сухого машинного зала.

Компактная моноблочная конструкция позволяет получить значительную экономию затрат на монтаж в сравнении с обычными насосами сухой установки.

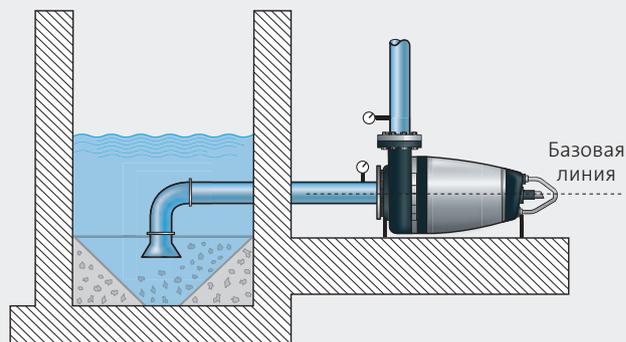


Рис. 1 Погружной канализационный насос Grundfos для сухой установки в горизонтальном положении соединен с приемным резервуаром всасывающей трубой. В приемном резервуаре имеются уклоны.

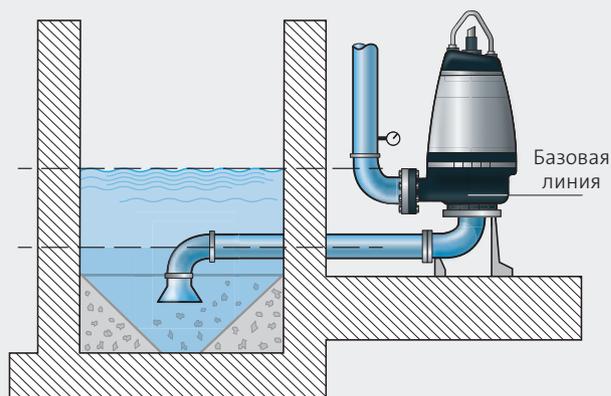


Рис. 2 Погружной канализационный насос Grundfos для сухой установки в вертикальном положении соединён с приемным резервуаром всасывающей трубой. В приемном резервуаре обеспечен уклон дна.

2. Преимущества монтажа

Погружные насосы для сухой установки обладают следующими преимуществами, связанными с монтажом:

- нет ущерба в результате затопления;
- отсутствие вертикального привода;
- нет необходимости центровки соединения насосной части и электродвигателя;
- нет сальниковой набивки или уплотнения для защиты от протечки;
- нет уплотнения для защиты от воды;
- нет опасных вращающихся компонентов;
- нет необходимости в охлаждении сухого помещения.

3. Преимущества системы

Погружные насосы для сухой установки обладают следующими преимуществами, связанными с конструктивными особенностями системы:

- простое управление;
- допускаются более частые пуски;
- широкая сфера применения;
- низкий уровень вибраций;
- более простая опорная конструкция;
- оптимальное использование доступного пространства;
- исключение потерь на валу.



4. Установка погружных канализационных насосов в помещениях сухих машинных залов

Установка погружных канализационных насосов в помещениях сухих машинных залов должна быть выполнена так, чтобы упростить технический контроль и обслуживание, а также обеспечить достаточно свободное пространство для демонтажа.

Также необходимо предусмотреть пространство для установки подъемного оборудования.

4.1. ФУНДАМЕНТ

Одним из наиболее значимых факторов для надежной и безаварийной работы насоса является хороший фундамент.

Все оборудование, имеющее вращающиеся детали, например, рабочее колесо или ротор, при работе является источником вибрации. Хороший, массивный фундамент является надежной опорой и воспринимает вибрации, образующиеся при работе насосного агрегата. При перекачивании сточных вод надёжный фундамент насосного агрегата абсолютно необходим. При заклинивании рабочего колеса или попадания в него постороннего предмета, оборудование будет подвергаться сильной вибрации выше допустимого уровня, поэтому важно, чтобы фундамент и его силовой каркас были достаточно прочными, чтобы выдерживать кратковременные перегрузки. Дисбаланс рабочего колеса в результате износа и его засорение являются двумя наиболее важными факторами, влияющими на возникновение вибрации.

Строительство фундамента начинается с устройства прочного основания. Наиболее предпочтительно строить фундамент на плотном грунте. Бетон — лучший материал для строительства фундаментов из-за низкой цены.

Масса бетонного фундамента должна быть достаточна для поглощения любых динамических и статических нагрузок, описанных выше. Институт гидравлики в Справочнике стандартов 1 рекомендует, чтобы масса бетонного фундамента была больше массы оборудования, которое на нем установлено, в пять раз.

Фундамент должен стоять независимо, без соприкосновения с окружающими строительными конструкциями. Для отделения фундамента от твердого основания и других строительных конструкций необходимо использовать поглощающий вибрации материал, например, Sylomer.



Рис. 3 Канализационные насосы Grundfos на отдельных фундаментах.

Если насосный агрегат установлен не на бетонном фундаменте, а, например, на стальной конструкции, то основание по всей длине должно опираться на прочные стальные балки. Оно также должно быть установлено как можно ближе к основным конструктивным элементам, другим балкам и окружающим стенам (в РФ применение стальных конструкций вместо бетонного фундамента не допускается).

Институт гидравлики рекомендует в Справочнике стандартов 2 крепить насосные агрегаты непосредственно к бетонному полу, если пол соответствует критериям фундамента.

Насосы, установленные прямо на бетонном полу, должны быть прикреплены к полу болтами.

Рекомендуемыми методиками требуется качественное цементирование болтов; однако необходимо выполнять инструкции и рекомендации изготовителя раствора. Инструкции по применению расширяющегося раствора и не усаживающегося раствора могут отличаться.

Для погружных установок в сухих машинных залах в вертикальной установке, аналогичных показанной на Рис. 4, в которой насос и двигатель представляют моноблок, размер и вес фундамента должны быть как можно большими, чтобы обеспечить максимальную прочность.

В некоторых случаях сложно обеспечить фундамент, масса которого больше массы насосного оборудования в пять раз. Поэтому новый бетонный фундамент необходимо усилить, по возможности соединив его с полом шпильками, и тем самым сделать пол активной частью фундамента.

Пол и бетонный фундамент должны быть достаточно прочными, чтобы выдержать вес насоса с трубопроводами и клапанами, вес жидкости, проходящей через систему, а также усилия, создаваемые насосным агрегатом.

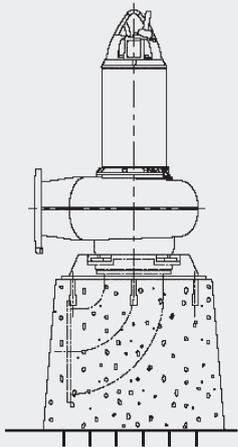


Рис. 4 Вертикальный погружной канализационный насос Grundfos в вертикальной установке в сухом машинном зале на бетонном фундаменте, соединенном шпильками с полом.

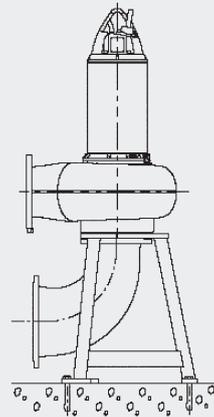


Рис. 5 Вертикальный погружной канализационный насос Grundfos для монтажа в сухом машинном зале на опорной конструкции, закреплённой болтами, зацементированными в полу.

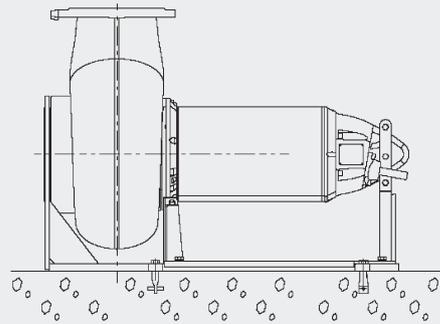


Рис. 6 Горизонтальный погружной канализационный насос Grundfos для монтажа в сухом машинном зале на опорной конструкции, закреплённой болтами, зацементированными в полу.

Устройство фундамента и крепление насосного агрегата необходимо выполнить так, чтобы, по возможности, свести вибрации к минимуму, а также обеспечить поглощение или распределение напряжений трубопровода.

5. Выравнивание сборных опорных конструкций

Выровняйте опорную конструкцию при помощи «регулируемых ножек» и зацементируйте фундаментные болты. Отрегулируйте положение после полного затвердевания раствора. Регулировка положения по высоте осуществляется при помощи гайки. Залейте бетон до верха опорной конструкции.

6. Трубопровод

На правильную установку и крепление насосов, а также правильную конструкцию фундамента и установку принадлежностей могут оказывать влияние внешние факторы. Важно правильно спроектировать трубопровод, приёмный резервуар и арматуру, установленные в системе. Необходимо ограничить вибрации, чтобы добиться надёжной безаварийной работы, также важно помнить, что все трубы, фитинги и опорные элементы, которые механически соединяются с насосом, являются частью одной системы.

Это особенно важно на стороне всасывания. Здесь ошибки могут привести к повышению уровня вибрации, снизить гидравлический КПД и вызвать кавитацию.

6.1. ВСАСЫВАЮЩИЙ ТРУБОПРОВОД

Выберите всасывающий трубопровод так, чтобы скорость потока не превышала 2,0 м/с для вертикально установленных труб и 2,5 м/с для горизонтально установленных труб (согласно требованиям РФ, максимальные скорости на всасывающем и напорных трубопроводах в пределах машинного зала КНС регламентируются СП 31.13330.2012, п.10.10.). Трубу обычно выбирают на один размер больше, чем размер всасывающего патрубка насоса.

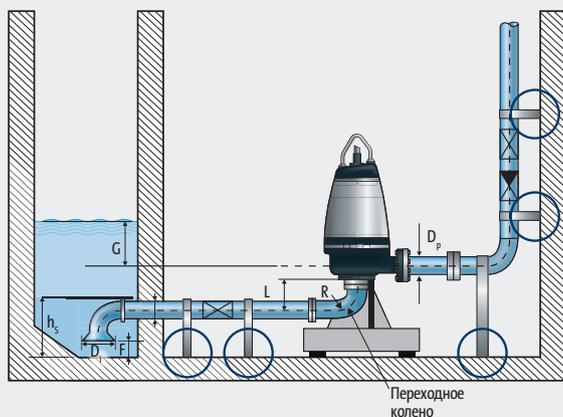


Рис. 7 Рекомендуемые конструктивные размеры всасывающего трубопровода для вертикального погружного насоса при сухой установке $F \geq 0,5 \times D_1$, но не менее свободного прохода насоса, $v_{max} = 2,0$ м/с, мин. уровень включения насоса $G \geq D_p$, $L \geq D_s + 100$ мм, $R \approx L$.

Всасывающий трубопровод должен быть как можно короче, особенно в случае перекачки ила и стоков с высоким содержанием твердых включений, чтобы не допустить кавитации. Не допускается устройства таких конструкций всасывающих трубопроводов, в которых образуются газовые мешки.

В вертикальных насосах всасывающий трубопровод должен иметь отвод 90° перед всасывающим патрубком насоса, что приведет к снижению КПД насоса из-за дополнительного сопротивления и неравномерного распределения потока вокруг периметра лопаточного пространства рабочего колеса. Всасывающий трубопровод должен быть больше всасывающего патрубка насоса, необходимо устанавливать переход. Повышение скорости потока в переходнике несколько компенсирует недостаток изгиба, и насос будет работать более равномерно.

Переходы для горизонтально расположенных всасывающих трубопроводов должны быть эксцентричными с прямой верхней частью во избежание образования в них воздушных полей и возможной блокировки рабочего колеса.

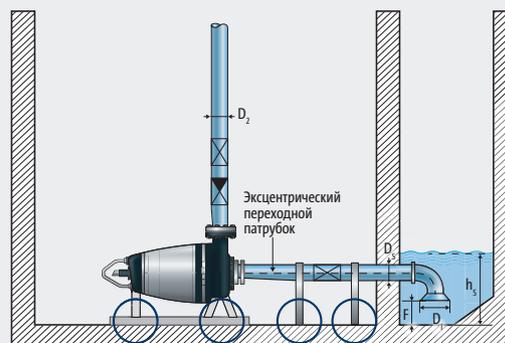


Рис. 8 Рекомендуемые конструктивные размеры всасывающего трубопровода для погружного насоса сухой горизонтальной установке $F \geq 0,5 \times D_1$, но не менее свободного прохода насоса, $v_{max} = 2,5$ м/с.

В результате неправильной конструкции всасывающего трубопровода, весь располагаемый кавитационный запас системы, может быть затрачен на компенсацию потерь на трение в нём, что приведёт к кавитации. Если конструкция всасывающего трубопровода отличается от рекомендуемой, необходимо убедиться, что допустимый кавитационный запас насоса обеспечен.

7. Водоприемная воронка всасывающего трубопровода

Чтобы скорость во всасывающем трубопроводе увеличивалась плавно и снижения потерь на входе в насос, на всасывающем трубопроводе необходимо установить водоприемную воронку. Приемный резервуар и всасывающий трубопровод должны быть спроектированы таким образом, чтобы предотвратить заиливание.

На Рис. 7 и 8, показаны рекомендуемые конструкции всасывающего трубопровода. Организация всасывания в направлении со снизу-вверх, помогает не заиливанию дна приёмного резервуара, и уменьшает вероятность подсосывания воздуха со свободной поверхности жидкости в приёмном резервуаре.

7.1. ДИАМЕТР ВХОДА В ВОДОПРИЕМНУЮ ВОРОНКУ

Выберите диаметр входа в водоприемную воронку (D_i), чтобы обеспечить следующие значения скорости в нём:

$Q < 300$ л/с	$0,6 < v < 2,8$ м/с
$300 < Q < 1\,200$ л/с	$0,9 < v < 2,4$ м/с
$Q > 1\,200$ л/с	$1,2 < v < 2,1$ м/с
Оптимальная скорость потока: 1,7 м/с	

При оптимальной скорости потока 1,7 м/с рассчитайте диаметр входа в водоприемную воронку (D_i) по следующей формуле:

$$D_i = 0,027 \times \sqrt{Q} \text{ (м)}$$

где Q = подача насоса в л/с.

7.2. УРОВНИ ОСТАНОВА

Настройка уровня останова для насосов в сухом исполнении, зависит от заглубления входа в водоприемную воронку, формы и скорости потока во всасывающем трубопроводе. Обычно уровень отключения насоса устанавливают равным 200 мм над уровнем входа жидкости в водоприемную воронку всасывающего трубопровода.

Расчетный уровень отключения насоса для данной конструкции можно найти по следующей формуле:

$$h_s = 0,04 \times \sqrt{Q} + 0,2$$

где

h_s = высота уровня останова, м

Q = подача насоса, л/с

В насосных станциях с несколькими различными уровнями останова, например, с регулированием насосов ЧРП, важно установить последовательность управления насосом так, чтобы сточная жидкость откачивалась до нижнего уровня отключения хотя бы раз в сутки – это позволит снизить риск заиливания дна приемного резервуара.

7.3. УРОВНИ ПУСКА

Уровень пуска насосов при сухой установке должен быть выше уровня корпуса насоса, чтобы при включении он был полностью заполнен жидкостью. Для вертикальных насосов уровень включения может быть достаточно большим, причем необходимо предусмотреть некоторый запас, см. Рис. 7.

7.4. ОБЩИЕ ПРАВИЛА

Несмотря на то, что во всасывающем трубопроводе при сухой установке происходит равномерное распределение потока жидкости, иногда неправильная конструкция всасывающего трубопровода может стать источником возникновения завихрений потока. В местах, где необходима установка колен (например, при вертикальной установке насоса или если водоприемная воронка всасывающего трубопровода расположена параллельно дну), выбор этих элементов системы должен проводиться таким образом, чтобы возмущение потока было минимальным.

Следует отдавать предпочтение коленам с большим радиусом закругления. Между двумя коленами или между коленом и насосом желательно устраивать прямой участок трубы длиной 5–10 диаметров всасывающего трубопровода. Это позволяет уменьшить завихрения потока. Однако, зачастую сделать это невозможно.

8. Напорный трубопровод в пределах КНС

Напорный трубопровод, располагающийся в пределах КНС, подбирается исходя из скорости потока от 1 до 2 м/с (согласно требованиям РФ, максимаотные скорости на всасывающем и напорных трубопроводах в пределах машинного зала КНС регламентируются СП 31.13330.2012, п.10.10.).

Если скорость потока превышает 2 м/с, это может привести к возникновению шума и увеличению потребления электроэнергии. Диаметр напорного трубопровода должен быть не меньше диаметра напорного патрубка насоса, а также не менее 80 мм для малых насосных станций при условии, что свободный проход насоса не превышает 80 мм.

В многонасосных установках напорные трубы от насосов должны быть соединены при помощи различных элементов соединения трубопроводов (тройников, отводов), конструкции которых предотвращают образование осадка на стенках труб при отключении насосов и блокировку запорно-регулирующей арматуры. Примеры соединения напорных труб показаны на Рис. 9.

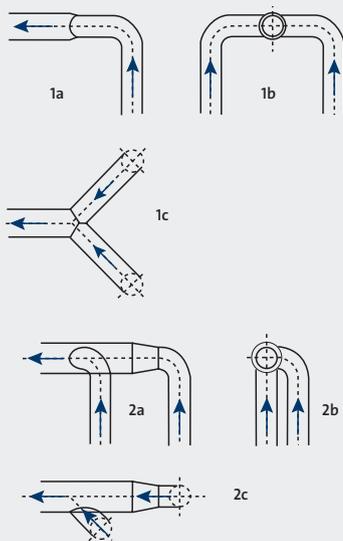


Рис. 9. Проектирование узлов объединения индивидуальных напорных трубопроводов насосов. Должно быть обеспечено плавное изменение направления и скорости потока и предотвращение заиливания индивидуальном напорном «стояке» насоса, в стояках насоса при его отключении.

Устройство на соединении потоков тройников с острым углом и короткие концентрические переходы с резким увеличением диаметра, приводят к увеличению потерь в трубопроводе и могут стать причиной шума.

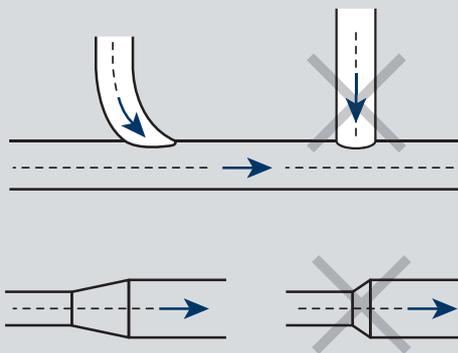


Рис. 10 «Правильный» и «Неправильный» способы подключения к общему напорному трубопроводу. Резкие изменения диаметра напорной трубы («короткие» переходы с большим углом конусности) не допускаются.

Не допускается передача нагрузок, возникающих в трубопроводах; эти нагрузки должны передаваться опоры и опоры трубопроводов и арматуры. Чрезмерное напряжение в трубах может деформировать корпус, с последующим заклиниванием рабочего колеса и нарушению соосности.

Скорость жидкости должна обеспечивать самоочистку трубопроводов и обеспечивать риск блокировки насоса. Заиливание трубопроводов являются причиной износа и неисправности насоса. Учтите, что зазор между рабочим колесом и кольцом целевого уплотнения не должен превышать нескольких десятых долей миллиметра.

9. Запорная арматура

Запорная арматура на всасывающем трубопроводе используется только для его перекрытия. Во время работы насоса она должна быть полностью открыта ограничения потока не допускаются. Запрещается использование дроссельных заслонок, т.к. в них может застревать бумага, ткань и другие материалы, которые ограничивают сечение прохождения потока и вызывают увеличение потерь на всасывании.

Обратный клапан и запорная арматура на напорном трубопроводе, устанавливается в непосредственной близости от напорного патрубка насосного агрегата. Обратный клапан предназначен для предотвращения обратного потока после останова насоса. Во время работы запорная арматура должна быть полностью открыта, закрытие производится только для технического обслуживания обратного клапана.

10. Испытания трубопровода под давлением

При опрессовке системы трубопроводов, изолируйте насос, например, чтобы не повредить уплотнение вала.

11. Резкие изменения и колебания давления

Каждый насос рассчитан на определенное давление. Если это давление превышено, включая случаи, когда возникает избыточное давление из-за колебаний давления, непрерывная работоспособность насоса не гарантирована.

Резкие перепады давления возникают, при изменении скорости потока в трубе. Чем быстрее изменяется скорость, тем выше амплитуда колебания давления. В длинном трубопроводе, даже при незначительных изменениях скорости потока, может возникнуть резкое увеличение давления.

Пуски и останovy насосов, а также открывание и закрывание запорно-регулирующей арматуры — это очевидные причины колебаний.

Центробежные насосы необходимо запускать на закрытую, или частично закрытую задвижку, установленной на напорном трубопроводе насоса и в непосредственной близости от него. Медленно открывайте задвижку до полного открытия, после чего насос будет работать в точке пересечения характеристики системы и напорной характеристики насоса.

Быстро срабатывающая запорная арматура и напорные трубопроводы большой длины (в особенности, с проблемами удаления из них воздуха или воздушно-газовой смеси) требуют особого внимания в случаях возникновения перепадов давления.

В случае неожиданного отключения электроэнергии, скорость вращения насоса падает, и скорость движения жидкости в системе меняется бесконтрольно. Относительно напорных трубопроводов большой длины, последствия резкого прекращения работы насоса необходимо предусмотреть на этапе проектирования всей системы.

12. Важность положения рабочей точки для безаварийной работы насосов

Для достижения максимальной эффективности работы насоса в системе, и минимизации аварий в системе из-за некорректной работы насоса в ней, очень важно подобрать насос, работающий как можно ближе к точке максимального КПД.

13. Вибрации

Вибрации, передающиеся от двигателей и конструктивных элементов насосного агрегата, могут иметь серьезные последствия. Необходимо изучать возникающие явления, а также знать правила установки насосов, чтобы снизить влияние нежелательных факторов и применять полученные знания на этапе проектирования насосных станций.

13.1. ЧАСТОТЫ ВИБРАЦИЙ

Все оборудование является источником вибраций в результате вращения с высокой скоростью в случае дисбаланса вращающейся части. Источник вибраций в насосах — это гидравлические пульсации, преимущественно, генерируемые лопатками рабочего колеса, в проточной части насоса. В процессе функционирования одноканальных насосов, чаще всего используемых для перекачивания сточных вод, возникает гидравлическая пульсация, которая вызывает вибрации.

Рабочие колеса с небольшим количеством лопастей, используемые в канализационных насосах, вызывают пульсации жидкости. Частота пульсаций = скорость × количество лопастей.

Когда эти частоты накладываются на собственную частоту системы, уровни вибрации значительно возрастают. В системах с переменной скоростью вероятность возникновения этого явления намного выше, поскольку насосы могут работать в диапазоне скоростей, а не с одной постоянной скоростью. Большинство преобразователей частоты снабжены средствами исключения определенных частотных диапазонов, чтобы избежать участков высокой вибрации.

13.2. УМЕНЬШЕНИЕ ВИБРАЦИИ

Для минимизации вибраций особое значение имеет фундамент, крепление к фундаменту и насосного агрегата и основание под фундамент. В системах с сухой вертикальной установкой насосов, высоко расположенный массивный двигатель без достаточной опоры может усиливать воздействие вибраций на верхний подшипник по различным причинам намного больше, чем при горизонтальной сухой установке погружных насосов. Поэтому исключение резонанса в системе и обеспечение качественного

монтажа в применении сухой вертикальной установки насосного агрегата, является критическим для его корректной работы.

Поскольку вибрации неизбежны, при проектировании необходимо её ограничить в допустимых пределах, особенно там, где она может оказывать влияние на производительность оборудования.

13.3. РЕКОМЕНДАЦИИ

Следующие рекомендации подготовлены в соответствии с требованиями промышленных стандартов и полностью использованы в методиках разработки креплений оборудования с вращающимися элементами к бетонным фундаментам. Эти рекомендации можно применять ко всем насосным установкам Grundfos. Отказ от использования рекомендаций может привести к превышению уровня шума и вибрации. Обратитесь к инженеру-проектировщику строительной части, чтобы подготовить индивидуальный проект по виброизоляции и защите от шума.

- Обеспечьте крепление трубопроводов к полу или другому устойчивому жёсткому основанию.
- Обеспечьте надежное крепление насоса к фундаменту или основанию, если это основание соответствует требованиям, предъявляемым к фундаментам.
- Бетонные фундаменты являются неотъемлемой частью насосной станции и должны быть рассчитаны и спроектированы так, чтобы гасить возникающие вибрации.

13.4. ВОЗМУЩЕНИЯ

Насосы Grundfos изготавливаются в соответствии с высочайшими требованиями к качеству согласно стандарту испытаний вибрацией ISO 10816–1 и стандарту испытаний погружных насосов Института гидравлики HI 11.6. Если во время эксплуатации уровень вибрации будет слишком высокий, могут пострадать трубопровод и опорная конструкция, хотя сам насос может выдержать довольно сильную вибрацию без заметного сокращения срока службы. Чтобы обеспечить допустимые уровни вибрации на месте эксплуатации, убедитесь, что все компоненты системы достаточно прочны и надежно закреплены, чтобы частоты основных возмущений находились ниже наименьшей собственной частоты системы.

Ниже, в порядке убывания, приведены наиболее распространенные силы и процессы, которые могут привести к вибрации в погружных насосах.

- Дисбаланс вращающихся деталей.
- Гидравлические силы, развивающиеся при прохождении лопатки рабочего колеса через области спирального отвода с неравномерным распределением давления.
- Гидравлические силы, развивающиеся в спиральном отводе насоса.
- Недостаточно массивный бетонный фундамент.
- Недостаточное крепление опор к полу.
- Недостаточное крепление трубопровода к полу.
- Гидравлические усилия, вызванные спиральной камерой насоса.
- Гидравлические силы, развивающиеся в одноканальном рабочем колесе.
- Часть возмущающих воздействий, приводящих к вибрации, поступает от электродвигателя. Как правило, они вызывают шум, но в целом не сказываются на работе насосного агрегата.

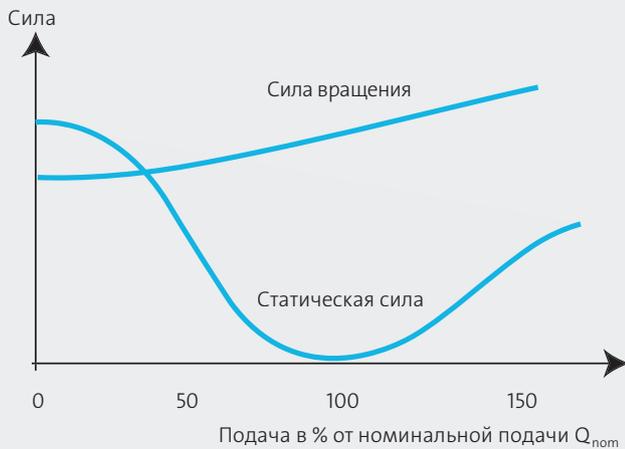
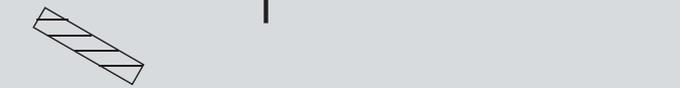
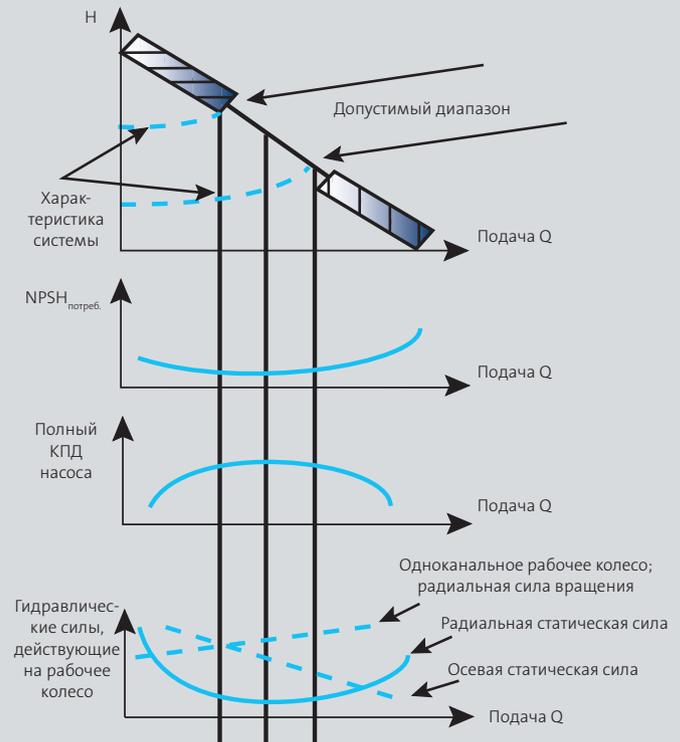
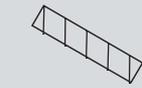


Рис. 11 Значение усилий зависит от рабочей точки.



- Обратный ток
- Высокие радиальные и осевые силы по сравнению с соответствующими значениями при оптимальной подаче Q_{opt}
- Низкий КПД
- Нестабильность работы (из-за возникающего обратного тока)
- Необходим более высокий кавитационный запас, чем при оптимальной подаче Q_{opt}

Обратный ток является причиной нестабильной работы насоса и, как следствие, причиной появления сильного низкочастотного шума. Кавитация может вызвать эрозию, которая отрицательно скажется на рабочих характеристиках насоса.



- Необходим более высокий располагаемый кавитационный запас системы, чем при оптимальной подаче Q_{opt}
- Низкий КПД
- Высокие радиальные силы по сравнению с соответствующими значениями при оптимальной подаче Q_{opt}

Рис. 12 Факторы, влияющие на производительность насоса.

14. Монтаж

Вибрация будет в допустимых пределах, если следовать ряду следующих правил.

Все элементы системы в насосной станции должны быть надежно закреплены, чтобы частоты возмущающих воздействий были ниже минимальной резонансной частоты самой системы. При этом необходимо учитывать все компоненты, влияющие на работу насосного агрегата (трубопровод, арматуру, насос, фундамент и т.п.).

14.1. ОПОРЫ ТРУБОПРОВОДОВ

Пульсации потока, передающиеся от насоса, вызывают вибрации напорной трубы. Необходимо предотвратить возникновение резонанса, когда частота возбуждения насоса совпадает с собственной частотой трубопровода. Резонанс приводит к максимальным амплитудам вибрации и очень высоким усилиям, воздействующим на опоры трубопроводов.

Чтобы полностью исключить возникновение резонанса, убедитесь, что эти две частоты отличаются друг от друга не менее чем на 10% частоты возбуждения.

Как правило, частоту возбуждения изменить невозможно, т.к. это будет означать изменение частоты вращения насоса более чем на 30%. По этой причине необходимо отрегулировать собственную частоту трубопровода.

Собственная частота трубопровода зависит от:

- распределения веса в системе (положение арматуры, толщина стенок трубопровода, его материал);
- конфигурации расположения кронштейнов (опор).

Выбранная схема установки опор оказывает сильное влияние на собственную частоту вибраций системы трубопроводов. Устраните неблагоприятные собственные частоты путем изменения положения или добавления опор для крепления трубопровода, предпочтительно устанавливая их в непосредственной близости от запорной арматуры, всасывающего и напорного фланцев насоса и пр. Расположение элементов системы, обладающих

большой массой (например, запорной арматуры), также влияет на собственную частоту всей системы в целом.

Конкретные местоположения опор под трубопроводы и их собственные частоты можно определить только с помощью специального расчета трубопроводов.

14.2. ТОЛЩИНА СТЕНОК ТРУБОПРОВОДА

В меньшей степени на собственную частоту системы трубопроводов может влиять толщина стенок трубы. Трубы с толстыми стенками обладают более высокими собственными частотами, чем с тонкими, при условии, что материал (упругость) и частота возбуждения те же. Усилия вибрации, воздействующие на опоры, могут возникать в результате гармонического возбуждения.

Рассчитайте необходимые опоры крепления трубопроводов и запорной арматуры, которые способны полностью передавать усилия, воздействующие на них, опорной конструкции.

15. Демпферная развязка

Изолируйте насос от основания (пола, перекрытия и т.п.):

- Масса фундамента должна, как минимум, в три раза превышать вес вращающихся компонентов (насос и двигатель).
- Надежно закрепите насос на фундаменте.
- Установите демпферную развязку, например, виброгасящие опоры или виброизоляционный мат, между фундаментом и полом.
- Используйте гибкие соединения с трубами.
- Закрепите опоры для крепления труб на полу или на другой жесткой конструкции.

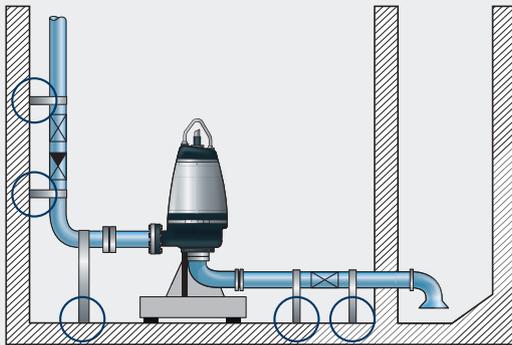


Рис. 13 Типовое решение крепления трубопроводов.

Гибкие детали, например компенсаторы, необходимо надежно закрепить с обеих сторон. Поскольку вибрации не зависят от силы тяжести, горизонтальные опоры более важны, чем вертикальные, однако, устанавливая нужно все необходимые опоры.

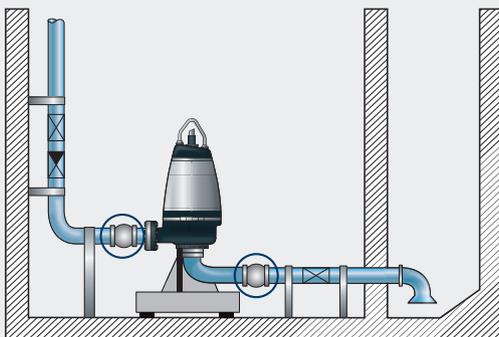


Рис. 14 Минимизация вибраций, при установке компенсаторов на всасывающем трубопроводе и за напорным фланцем насоса.

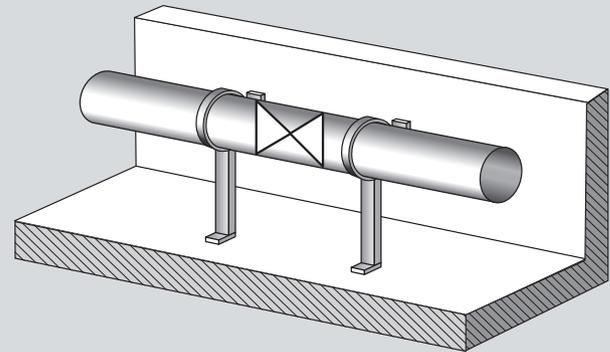


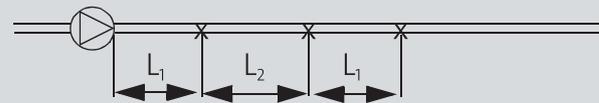
Рис. 15 Крепление горизонтальных опор для труб.

15.1. РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ КРЕПЛЕНИЯМИ

Массивные элементы трубопроводной системы, такие как арматура, необходимо надёжно закрепить.

В случае использования компенсаторов трубопровод необходимо закрепить. Компенсаторы, установленные между насосом и трубой, могут трансформировать колебания давления в возмущения, вызывающие в трубопроводе сильные колебания.

Чтобы не допустить вибраций в трубопроводе, необходимо варьировать расстояния между опорами. Максимальные расстояния между точками крепления рассчитываются по следующим формулам:



$$L_1 = DN \times 14$$

$$L_2 = DN \times 16$$

где

L = максимальное расстояние между точками крепления

DN = номинальный диаметр трубы

16. Заключение

Придерживаясь определенных правил, можно избежать появления нежелательных вибраций, возникающих во время работы оборудования, либо снизить их значение до приемлемого уровня. Понимание происходящих при этом процессов является ключевым моментом в решении проблем, связанных с вибрацией оборудования. Очень важно правильно подобрать точки крепления опор трубопровода. Достичь низкого уровня вибрации поможет использование гибкой опоры для насоса — отношение общей массы насоса и основания к массе вращающихся деталей должно быть достаточно большим.

Если двигатель регулируется с преобразователем частоты, необходимо избегать работы двигателя на определенных частотах.

17. Материалы труб

Предпочтительно, чтобы трубы, установленные внутри насосной станции, были стальными. Толстые стенки с покрытием (например, горячее цинкование или защитное покрытие) или изготовление труб из нержавеющей стали (материал № 1.4571 / V4A) обеспечивает коррозионную стойкость.

Во время использования литых труб учитывать вес всех фитингов.

В случае использования других материалов, например пластика, особенно для отведения промышленных сточных вод, необходимо обратить особое внимание на крепления трубопроводов и устройство отдельных опор для арматуры.

18. Выбор арматуры

Арматура — это функциональная часть трубопроводной системы, которая необходима для обеспечения процесса перекачивания.

Как правило, арматура выполняет следующие функции:

- перекрытие сечения трубы;
- предотвращение обратного потока;
- регулирование потока;
- аэрация и вентиляция трубопровода.

18.1. ЗАПОРНО-РЕГУЛИРУЮЩАЯ АРМАТУРА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ОТВЕДЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД

Промышленность предлагает следующую арматуру для выполнения перечисленных выше функций:

- задвижки (клиновые задвижки, шиберные затворы);
- регулирующая арматура (поршневые задвижки, шиберные затворы);
- поворотные обратные клапана (с рычагом и противовесом или с внутренним штоком), обратные клапана (с мембраной или дисками), шаровые обратные клапана;
- клапаны аэрации и вентиляционные клапаны различных конструкций.

18.2. КЛЮЧЕВЫЕ КРИТЕРИИ ВЫБОРА АРМАТУРЫ

- Перекачиваемая жидкость.
- Конструктивная и функциональная совместимость с перекачиваемой жидкостью.
- Совместимость материалов с перекачиваемой жидкостью.
- Зависимость номинального диаметра от скорости потока и результирующих потерь напора.

Использование запорно-регулирующей арматуры в системах перекачивания сточных вод требует конструктивного исполнения, пригодного для перекачивания жидкостей, содержащих твердые, вязкие, абразивные и другие виды загрязнений.

В таких случаях используется запорно-регулирующая арматура со следующими конструктивными особенностями:

- Поперечное сечение максимально открыто.
- Полное или максимально возможное исключение засорения при срабатывании.
- Материал и конструкция уплотнения должна соответствовать перекачиваемой среде.



[6]

**НАСОСЫ С РЕЖУЩИМ
МЕХАНИЗМОМ
И НАПОРНЫЕ
СИСТЕМЫ НАРУЖНОЙ
КАНАЛИЗАЦИИ**

1. Общие сведения

В 1960 г. был разработан первый прототип насоса с режущим механизмом, что привело к возникновению концепции по отводу хозяйственно-бытовых стоков по системам напорной канализации малого диаметра в населённых пунктах с малоэтажной частной застройкой. После получения благоприятных результатов испытаний, концепция насоса с режущим механизмом была признана пригодной для использования в нескольких штатах США.

Приблизительно в это же время Агентство по защите окружающей среды США (EPA) проявило интерес к методам устройства систем напорной хозяйственно-бытовой канализации в небольших населенных пунктах и районах, как альтернативу системам с применением септиков.

2. Область применения

Встроенный в конструкцию насоса режущий механизм, малая подача при высоких напорах – это преимущества, делающие насосы с режущим механизмом уникальными. Если требуется отведение стока с расходом менее 4–5 л/с в напорном режиме, а требуемый напор при этом не превышает 5 м, необходимо рассматривать возможность применения насоса с режущим механизмом.

2.1. НАПОРНЫЙ ТРУБОПРОВОД МАЛОГО ДИАМЕТРА

В состав наружной напорной системы канализации входит напорный трубопровод, к которому подключаются объекты населённого пункта; наружный напорный трубопровод прокладывается, как правило, ниже глубины промерзания грунта.

Ключевым фактором привлекательности системы является способность использования напорных труб малого диаметра от 40 мм, далее диаметр напорного наружного трубопровода канализации, т.к. к напорной канализации подключается больше потребителей. Напорная наружная система канализации с применением насосов с режущим механизмом позволяет застраивать участки, ранее считавшиеся для этого непригодными. Для работы системы такого типа каждый участок застройки, подключенный к канализации, снабжен индивидуальной насосной станцией, в состав которой входит насос с режущим механизмом.

В начале 1970-х годов были реализованы демонстрационные проекты в штатах Пенсильвания, Орегон и Индиана. Когда на строительство напорных канализационных систем с применением насосов с режущим механизмом началось выделение государственных субсидий, в середине 1970-х годов, производители погружных насосов разработали насос с режущим механизмом малой производительности, в результате чего началось активное строительство напорных канализационных систем в малых населённых пунктах. Эта экспериментальная концепция транспортировки хозяйственно-бытовых стоков от частных домовладений в очистные сооружения в настоящее время стала общей практикой.



Рис. 1 Напорный трубопровод малого диаметра для напорных систем канализации.

2.2. ПЕРЕПАДЫ ДАВЛЕНИЯ

Насос с режущим механизмом — сердце системы — может измельчать загрязнения в хозяйственно-бытовых стоках системы внутренней канализации, и перекачивать этот сток в напорном режиме по трубам малого диаметра. Давление в системе наружной напорной канализации может меняться, в зависимости от её конструкции и количества насосов, работающих в конкретный момент времени. В некоторых случаях, давление в системе может превышать 55 м напора, но обычно находится в диапазоне от 7 до 35 м напора, непрерывно изменяясь в течение суток, в зависимости от пиков и спадов притока в КНС.

3. Применение напорных систем наружной канализации

Напорные системы наружной канализации — наиболее экономически выгодны при низкой плотности застройки, холмистым рельефом со сравнительно большими перепадами высот, а также, если нет возможности подключения объектов самотёком в наружную безнапорную систему канализации.

Также, наружные системы напорной канализации, предпочтительны и при равнинном ландшафте при высоком уровне грунтовых вод или скалистыми грунтами, в которых устройство глубоких траншей для трубопроводов самотечной канализации, либо строительство нескольких, последовательно работающих КНС, требует больших материальных затрат. Системы напорной наружной канализации могут быть экономически выгодны и в густо населённых районах, где проведение строительных работ или землеотвод под него затруднены; либо, на территориях, не позволяющих устраивать систему наружной безнапорной канализации.

Увеличение пропускной способности напорной системы канализации возможно в гораздо узких пределах, чем в безнапорных системах. При проектировании напорных наружных систем канализации нужно тщательно учитывать возможности принятия стоков от новых потребителей, например, этапность новой застройки.



Рис. 2 Наружная напорная система канализации угалённого населенного пункта, с применением насосов с режущим механизмом.

3.1. ПРЕИМУЩЕСТВА

Системы наружной напорной канализации, принимающие стоки от нескольких домовладений, могут быть экономически выгоднее, чем обычные безнапорные наружные системы. Оборудование, устанавливаемое в объектах частного домовладения, составляет значительную часть капитальных затрат всей системы и находится в пользовании у отдельных домовладельцев.

Такое разделение затрат может стать экономическим преимуществом, так как, пока дом не построен и не передан владельцу, нет необходимости закупки оборудования для данного объекта на первичном этапе строительства всей системы. Уменьшение затрат на первоначальном этапе, в целом уменьшает текущую стоимость наружной напорной системы, по сравнению с классической наружной самотечной системой канализации, особенно при новой, поэтапной застройке, ведущейся в течение многих лет.

Требуемый уклон напорного наружного канализационного трубопровода значительно ниже, чем для наружной безнапорной системы канализации. Профиль напорного трубопровода не зависит от рельефа местности. Конфигурация напорных трубопроводов в плане не требует соблюдения жёстких требований, предъявляемых к безнапорным, за счёт чего, подключение новых пользователей к существующей системе производится при меньших затратах.

3.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА:

- Уменьшение затрат на земляные работы, вследствие меньшего, по сравнению с безнапорным режимом, диаметра напорных трубопроводов, и меньшей глубины заложения.
- Отсутствие большого количества смотровых колодцев, требуемых в самотечной канализации.
- Пользователь оплачивает электроэнергию, потребляемую насосным агрегатом, в результате, увеличение его счетов энергетическим компаниям незначительно, что может оказаться выгоднее, чем оплата счетов за централизованный отвод стоков муниципальным компаниям.
- Месторасположение очистных сооружений можно выбрать более удобным, уменьшить протяженность выпуска очищенных сточных вод и снизить затраты на строительство очистных сооружений.

4. Недостатки

Напорные системы наружной канализации требуют постоянного обслуживания, так как в система состоит из множества отдельных механических элементов, распределенных по разным её участкам.

Затраты на эксплуатацию и обслуживание зачастую выше, чем затраты самотечной системы из-за большого количества используемых насосов. Однако канализационные насосные станции в составе обычной безнапорной канализации могут привести к изменению этой ситуации.

Как правило, профилактическое обслуживание насосов с режущим механизмом в напорных наружных системах канализации, проводится каждый год, тогда как системы с применением септиков необходимо очищать через два-три года.

Необходимо обучение пользователей, как действовать при возникновении неисправностей, как предотвратить засоры или избежать других проблем в процессе обслуживания.

Количество насосов, которые могут совместно работать на одной напорной магистрали, ограничено.

Отказ в сети питания может привести к переполнению системы канализации, если в системе нет альтернативных источников энергоснабжения.

Стоимость жизненного цикла напорных систем выше, поскольку срок эксплуатации напорных канализационных систем ниже, чем самотечных.

Неприятные запахи и коррозия являются потенциальными проблемами, поскольку в сточных водах, находящихся в процессе транспортировки в приёмных резервуарах КНС, развивается процесс гниения. В системе необходимо предусмотреть вентиляцию и средства контроля запахов, применять элементы из коррозионно устойчивых материалов.

5. КНС с насосами с режущим механизмом

Насос с режущим механизмом является частью насосной станции, в которую также входит трубопровод, автоматическая трубная муфта, фитинги, направляющие, клапаны, датчики уровня и органы управления.

Насосная станция обычно устанавливается за пределами помещений, но также может быть установлена в подвале (согласно нормам РФ, устройство не автоматических насосных установок типа Sololift, Multilift, для перекачивания хозяйственно-бытовых стоков запрещено). Поскольку она устанавливается на 1,5–4 м (до 12 м) ниже уровня грунта, выше поверхности грунта располагаются только люк и шкаф управления, который часто устанавливается вместе с другим оборудованием.

Готовые насосные станции Grundfos легко устанавливаются, в их состав входит прочный и правильно рассчитанный полиэтиленовый резервуар, соответствующий техническим требованиям. Автоматические трубные муфты устанавливаются на заводе, они предназначены для монтажа одного или двух насосов с режущим механизмом серии SEG. Кроме того, в состав установки входят все необходимые компоненты, такие как трубопровод и запорно-регулирующая арматура, изготовленные из стойкого к коррозии материала.

Компанией Grundfos разработано приложение проектирования насосных станций Конструктор КНС, которое позволяет создать насосную станцию за считанные минуты. Конструктор КНС можно найти в Grundfos Product Center, в разделе «Инструменты».

Также в комплект КНС входят специализированные контроллеры, предназначенные для обеспечения эксплуатационной эффективности и требуемого уровня безопасности. Готовая комплектная насосная станция поставляется на объект в сборе для упрощения монтажа.



Рис. 3 Комплектная КНС Grundfos с насосом с режущим механизмом серии SEG, установленным на автоматической трубной муфте.



Рис. 4 Комплектная КНС Grundfos для напорных наружных систем канализации.

6. Насосы с режущим механизмом

Насосы с режущим механизмом Grundfos SEG снабжены системой измельчения загрязнений в системе хозяйственно-бытовой канализации, чтобы они могли проходить по напорному трубопроводу сравнительно небольшого диаметра.

Насосы изготавливаются из стойких к износу материалов, таких как чугун и нержавеющая сталь. Эти материалы обеспечивают надежную работу насосов.

Насосы с режущим механизмом серии SEG для стран, сеть питания которых рассчитана на частоту 50 Гц, оснащаются двигателями мощностью от 0,9 до 4 кВт включительно. Номинальный диаметр присоединительного отверстия насоса — DN 40 или DN 50.

Возможны следующие варианты монтажа насосов:

- погружная установка в системах с автоматическими трубными муфтами;
- свободная погружная установка.

6.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАСОСОВ SEG

На всех насосах применены следующие конструктивные решения:

- Подключение кабеля к двигателю при помощи быстроразъемного кабельного ввода.
- Защищенный от коррозии кабельный ввод, заполненный полиуретановым герметиком.
- Соединение между двигателем и насосом при помощи хомута из нержавеющей стали.
- Картриджевое уплотнение вала.
- Усиленные подшипники заполнены смазкой на весь срок службы.
- Запатентованная система измельчения, отличающаяся чрезвычайно высоким КПД и надежностью.
- Система SmartTrim позволяет быстро и легко отрегулировать зазор рабочего колеса, чтобы обеспечить максимальную производительность.
- Датчики температуры встроены в обмотки двигателя для защиты от перегрева.
- Взрывозащищенные двигатели для потенциально взрывоопасных сред.



Рис. 5 Насос с режущим механизмом Grundfos SEG и его конструктивные особенности.

6.2. ОСОБЕННОСТИ НАСОСОВ SEG AUTOADAPT

В состав насосов SEG AUTOADAPT входит контроллер, датчики и защита двигателя. Насос готов к подключению к источнику питания.

Насосы обладают следующими преимуществами:

- Встроенные датчики уровня и сухого хода.
- Встроенная защита двигателя.
- Чередование насосов: если в одном резервуаре установлено несколько насосов, нагрузка распределяется равномерно между насосами с помощью встроенной логической схемы управления.
- Выход сигнального реле.

Насос оснащен выходом сигнального реле. Нормально замкнутый и нормально разомкнутый контакты можно использовать, например, для передачи звуковых или визуальных аварийных сигналов.

Параметры аварийных сигналов приведены в следующей таблице.

Авария	Журнал аварий	Сигнальное реле
Повышенное напряжение	•	•
Пониженное напряжение	•	•
Перегрузка	•	•
Засор в двигателе/насосе	•	•
Сухой ход	•	•
Температура электродвигателя	•	•
Температура электронного оборудования (Pt1000)	•	•
Термовыключатель 1 в обмотках	•	•
Термовыключатель 2 в обмотках	•	•
Ошибка чередования фаз	•	•
Аварийный сигнал	•	•
Неисправность датчика	•	•

- Произвольная задержка пуска в случае общего отключения питания.
- Запуск насоса происходит только при правильном чередовании фаз.
- Автокалибровка после каждого рабочего цикла насоса
- Функция защиты от заклинивания: для предотвращения заклинивания рабочего колеса осуществляется пуск насоса через заданные интервалы. Эта функция подавляет сигнал датчика сухого хода в невзрывозащищенных исполнениях.
- Задержка отключения (слив пены): задержка отключения используется через заданные интервалы времени, если существует опасность образования слоя пены.

Для передачи данных можно постоянно или временно подключить модуль связи Grundfos CIU и изменить настройки по умолчанию, ввести дополнительные настройки или просмотреть журнал аварий и рабочие параметры, такие как количество пусков и рабочих часов.



Рис. 6 Насос с режущим механизмом Grundfos SEG AUTO_{ADAPT} и его конструктивные особенности.

7. Конструкция напорной канализационной системы

Напорная канализационная система отличается от самотечных систем тем, что для транспортировки сточных вод в них используются насосы вместо транспортирования под действием силы тяжести. Первичные сточные воды перемещаются под действием силы тяжести в сборную емкость насосной станции для измельчения твердых отходов перед закачкой в систему под давлением. Канализационная система под давлением — это эффективное решение в местах, где нет традиционных безнапорных систем или их строительство невозможно.

Основные компоненты напорной канализационной системы с несколькими насосами, оснащенными режущим механизмом:

- Насосная станция со сборной камерой.
- Насосный агрегат.
- Трубопровод.
- Клапаны, трубные соединения, воздушный компрессор.

7.1. ПРОЕКТНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Проектирование напорных канализационных систем осуществляется в соответствии с требованиями федеральных или местных нормативов, например Европейский стандарт EN1671. Далее приведены некоторые требования, которые необходимо учитывать в процессе разработки канализационной системы под давлением.

7.2. НАПОРНЫЕ ТРУБОПРОВОДЫ

Диаметр напорного трубопровода должен быть равен или превышать диаметр напорного патрубка насоса.

Размер трубы можно постепенно увеличивать в направлении от насоса к выходу. Степень увеличения зависит от расхода и расстояния до выходного отверстия. Размер напорного трубопровода в направлении потока должен быть одинаковым или увеличиваться и наоборот в противоположном направлении.

7.3. МИНИМАЛЬНАЯ СКОРОСТЬ ПОТОКА

Чтобы снизить вероятность отложения осадка и для выполнения самоочистки трубопровода один или два раза в день, требуется скорость потока не менее 0,7 м/с.

7.4. МАКСИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ ЗАДЕРЖКИ

В соответствии с рекомендацией Европейского норматива максимальное время задержки сточных вод в трубопроводной системе не должно превышать восемь часов.

Чем меньше время задержки сточных вод в системе, тем ниже вероятность возникновения сероводорода (H_2S) и образования неприятного запаха.

Время задержки сточных вод в трубопроводной системе может меняться в зависимости от местных или федеральных нормативов. К возможным причинам относится происхождение сточных вод или температура окружающего воздуха.

8. Нештатные ситуации

На случай отказа сети питания в сборной камере насосной станции должно быть предусмотрено не менее 25 % дополнительного свободного пространства выше уровня запуска насоса для сбора избыточного притока в колодец.

9. Источник питания

В системе необходимо установить устройство управления питанием, чтобы обеспечить запуск всех насосов после восстановления сети питания без перегрузки системы.

10. Клапаны

В зависимости от профиля напорного трубопровода может понадобиться установка вентиляционного клапана на всасывании или нагнетании.

В наклонных насосных системах в насосной станции рекомендуется устанавливать предохранительный клапан сифона.

11. Проектирование напорных канализационных систем

Выбор насоса и труб зависит от притока в накопительные емкости, расстояния до выпускного отверстия и количества работающих одновременно насосов.

Существует два основных подхода к проектированию канализационной системы под давлением:

- Расчет напорных канализационных систем.
- Моделирование напорных канализационных систем.

На этапе проектирования разработчик должен учитывать дальнейшее расширение системы.

11.1 РАСЧЕТ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

Расчет канализационных сетей — это обычный способ проектирования напорных канализационных систем. В соответствии с этим методом проектирование системы осуществляется с учетом экстремальных условий, таких как максимальный расход, высокий статический напор и максимальное количество одновременно работающих насосов.

Существует два основных подхода к расчету канализационных сетей:

- Статистический метод.
- Метод пикового расхода.

Статистический метод — более точный способ расчета. Количество одновременно работающих в системе насосов рассчитывается по правилам теории вероятности, затем вручную определяются критические точки в системе, которые будут использованы для дальнейших расчетов.

В процессе расчетов учитывается только устоявшийся режим с трубами, полностью заполненными водой, поэтому результаты расчетов для насосов соответствуют только одной рабочей точке.

Поскольку ситуация, когда все насосы в системе работают одновременно, является редкой и может возникнуть только после отказа сети питания, в процессе расчета нет необходимости учитывать ее в качестве экстремального условия.

11.2. МОДЕЛИРОВАНИЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СЕТЕЙ

В соответствии с этим методом используется анализ переходных процессов для моделирования реальной работы системы в указанные периоды.

Для моделирования такого типа используется специальное программное обеспечение для решения сложных уравнений относительно времени работы, и модель реальной системы показывает, как напорный трубопровод заполняется сточными водами и как насосы взаимодействуют друг с другом.

Если данные притока достаточно точны, этот метод дает результат, наиболее близкий к реальности, поэтому можно построить гистограмму работы насоса, которая покажет, в каком месте системы находятся основные рабочие точки и где насосы работают большую часть времени.

Поскольку с помощью этого метода осуществляется моделирование работы системы в расчетный период, системе требуется достаточное количество времени для заполнения всего напорного трубопровода и сборных камер насосных станций. Как правило, моделирование осуществляется за период от одного дня до недели в зависимости от размера системы и профиля трубопровода.

Другим преимуществом этого метода является то, что возраст воды (время задержки) оценивается непосредственно как результат анализа. Точность времени задержки зависит от точности притока в каждую сборную камеру насосной станции.

Этот метод используется Grundfos как наиболее точный способ расчета, показывающий преимущества для заказчика.

Приложение SIMPS (SIMulation of Pressurised Systems — сокращение от «моделирование напорных систем») разработано для Grundfos и не предназначено для подбора насоса или труб, скорее, это средство оптимизации системы, что означает, что первая модель основана на предварительных наиболее вероятных предположениях. При последующих запусках приложения осуществляется оптимизация системы на основании результатов, полученных в соответствии с критериями проектирования, приведенными в стандарте EN1671.



Рис. 7 Приложение моделирования канализационной напорной системы Grundfos (SIMPS).

В итоговом отчете приложения моделирования SIMPS отображаются следующие результаты:

- Оценка производительности насоса.
- Гистограмма работы насоса.
- Скорость потока в трубе.
- Статистика одновременной работы насосов.
- Качество воды (время задержки).
- Предполагаемое энергопотребление.

Далее приведено несколько примерных результатов работы приложения SIMPS, которые могут быть включены в итоговый отчет моделирования. Эти результаты взяты из проекта, реализованного в Швеции, рассчитанного на 98 подключенных к сети домов.

Таблица 5 Результат работы насоса.

Наименование	Уровень пуска [м]	Уровень останова [м]	Макс. скорость потока [м/с]	Средний расход [л/с]	Напор при среднем расходе [Н]	Нет пуска насоса [#]	Работа насоса [чч:мм:сс]	Тип насоса [наименование]	Эксплуатационные характеристики
Насос 17	0,9	0,37	1,98	3,36	16,00	3	0:02:29	96878514 SEG.40.15.E.2.50B	😊
Насос 1	0,9	0,37	1,25	2,63	29,63	3	0:03:10	96878518 SEG.40.31.E.2.50B	😊
Насос 11	0,9	0,37	2,20	3,14	16,90	3	0:02:39	96878514 SEG.40.15.E.2.50B	😊

Таблица 6 Статистика одновременной работы насосов

Количество насосов, работающих одновременно	Процент [%]
0	95,8
1	4,1
2	0,1
3	0,0

Таблица 7 Максимальные значения скорости потока в трубе

Наименование	Макс. скорость потока [м/с]	Макс. расход [л/с]	Эксплуатационные характеристики
Труба 23	0,78	2,00	😊
Труба 2	1,69	3,00	😊
Труба 28	1,56	2,00	😊
Труба 22	1,98	3,00	😊
Труба 6	2	3,00	😊
Труба 24	2,26	3,00	😊

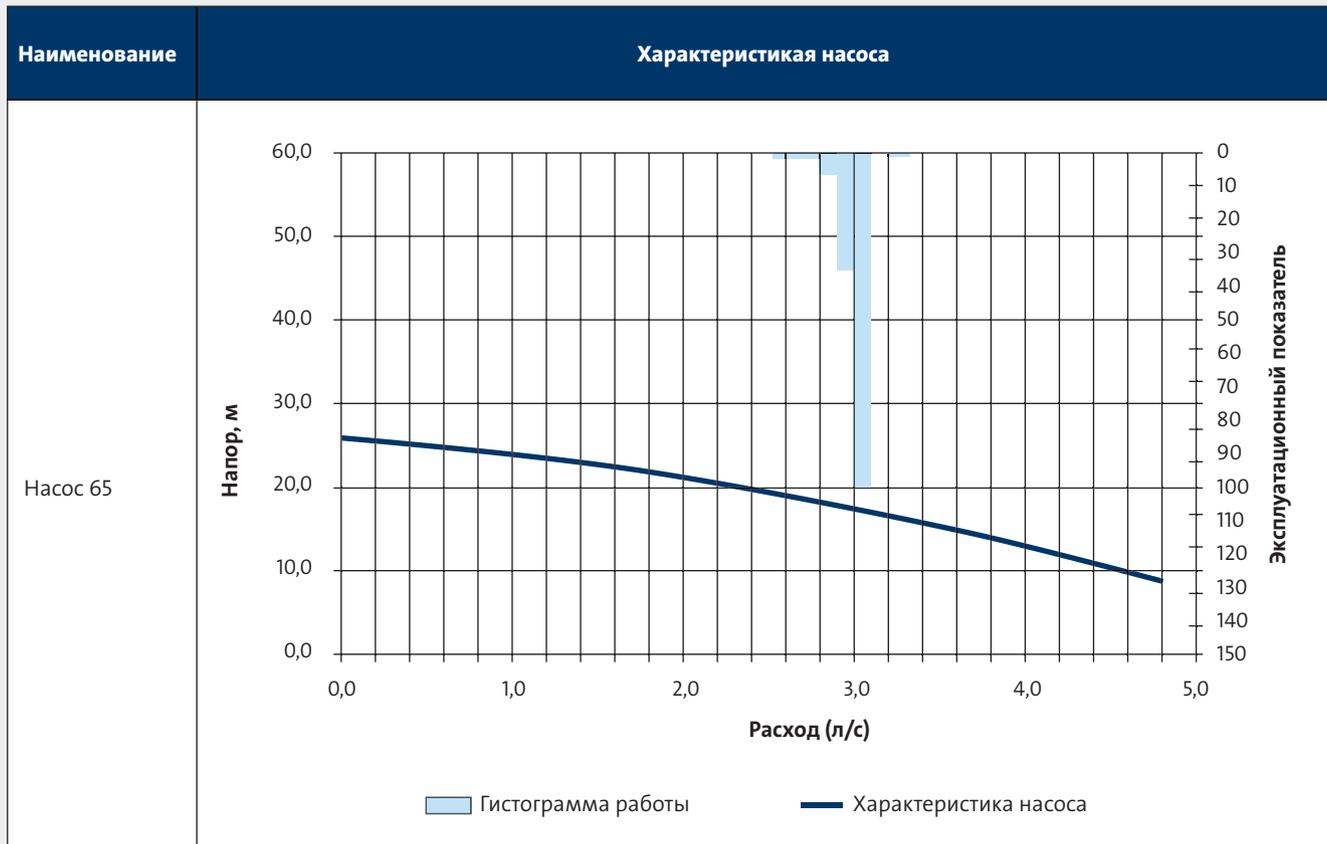
Таблица 8 Сводная таблица качества воды

Наименование	Макс. срок задержки воды [часов]
Труба 23	15,3
Труба 2	12,7
Труба 9	11,3
Труба 28	8,9
Труба 22	8,9

Таблица 9 Сводный результат энергопотребления насоса

Наименование	Рабочих часов [часов/год]	Расход электроэнергии [кВтч/год]	Затраты на электроэнергию [шведских крон/год]
Насос 17	15,1	30,3	30
Насос 1	19,3	60,6	61
Насос 4	10,8	38,3	38
Насос 11	16,1	31,8	32

Таблица 10 Гистограмма работы насоса



12. Эксплуатация и обслуживание

Требования к эксплуатации и плановому обслуживанию насосных систем с режущим механизмом минимальны. Для малых систем, которые обслуживают не более 300 домов, штатный обслуживающий персонал обычно не требуется. Обслуживанием может заниматься персонал городских общественных сетей или магистральной сети. Большую часть обслуживания составляют ответы на звонки владельцев домов, обычно связанные с отказом в сети электропитания или блокировкой насосов.

Так как сточные воды в напорной канализации подвержены гниению, обслуживающий персонал должен принимать соответствующие меры безопасности во время обслуживания. Это необходимо, чтобы свести к минимуму воздействие опасных газов, таких как сероводород (H_2S), который может присутствовать в канализации, в насосе или в септиках. Из-за неправильной вентиляции домов в напорных канализационных системах может появиться неприятный запах. Там где вентиляция не является причиной проблем, для контроля запаха может понадобиться добавление сильных окислителей, таких как хлор или перекись водорода.

Как правило, и муниципалитет, и владельцы домов заинтересованы в том, чтобы обслуживанием всех компонентов системы занимались органы местного самоуправления или коммунальные службы. Необходимо заключить общие договоры сервитута для доступа к компонентам, таким как насосные станции и насосные установки с режущим механизмом, находящиеся на частной территории.

[7]

**КОМПЛЕКТНЫЕ
КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ
НАСОСНЫЕ СТАНЦИИ**

1. Общие сведения

В бытовых и коммерческих канализационных системах и системах водоотведения в целом, насосная станция, готовая к эксплуатации, — это экономичная, гибкая и надежная альтернатива традиционным станциям, построенным из бетона. С помощью насосных станций Grundfos вы можете усовершенствовать и полностью адаптировать небольшую или более сложную систему сбора и транспортировки сточных вод.

Компания Grundfos предлагает полный ассортимент функциональных модульных насосных станций в комплекте со всеми необходимыми трубами, клапанами, датчиками уровня и т.п. Модульная концепция с повышенным объемом резервуара. Канализационный резервуар, насосы и устройства управления можно комбинировать в соответствии с конкретными требованиями для каждого индивидуального применения.



Рис. 1 Модельный ряд канализационных станций со стойкими к коррозии полиэтиленовыми накопительными резервуарами.

Насосные станции для дренажа, отведения промышленных и бытовых сточных вод выпускаются в четырех вариантах диаметров глубиной от 1,5 до 6 м, благодаря чему их можно использовать с дренажными, промышленными, бытовыми насосами и насосами с режущим механизмом, когда дренаж и перекачивание воды самотеком не только невозможны, но и экономически нецелесообразны.

2. Технические данные

Глубина: 1,5–6,0 м

Наружный диаметр трубы: DN 40–100

Температура жидкости: макс. 40 °C

Канализационные станции изготавливаются из стойкого к коррозии полиэтилена или стеклопластика. Трубы и клапаны изготавливаются из полиэтилена или нержавеющей стали. Канализационные станции могут поставляться с камерой переключения или без нее в варианте исполнения с одним или двумя насосами.

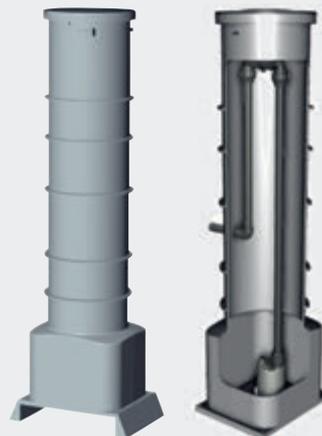


Рис. 2 Канализационные станции для установки одного дренажного насоса малой мощности. Диаметр основной секции — 400 мм, резервуар — 500 x 500 мм.

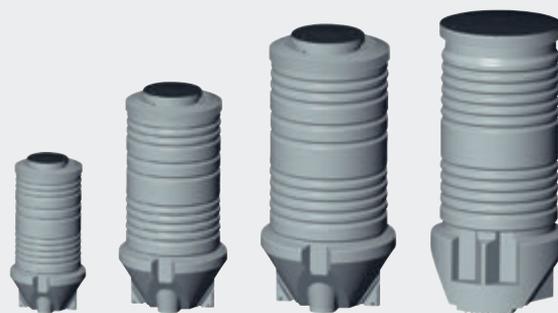


Рис. 3 Канализационные станции для установки одного или двух насосов. Диаметр основной секции: 600, 800 и 1 000 мм.

3. Стандартные размеры канализационных станций

Все размеры приведены в мм.

Основная секция	Диаметр резервуара	Полная длина			
		1500	2 000	2 500	3 000
600	800	1 500	2 000	2 500	3 000
800	1 000	1 500	2 000	2 500	3 000
1000 S	1 200	x	2 000	2 500	3 000
1000 D	1 200	x	2 000	2 500	3 000

1000 S — установка с одним насосом.

1000 D — установка с двумя насосами.



Рис. 4 Канализационная станция для установки одного погружного насоса с режущим механизмом SEG AUTOADAPT на автоматической муфте. Диаметр резервуара — 800 мм, диаметр основной секции — 600 мм.



Рис. 5 Выемка на дне резервуара используется для удержания автоматической муфты в правильном положении без крепления ко дну резервуара.

Труба с автоматической муфтой может быть поднята вверх без необходимости входить в насосную станцию.

Отверстия для подводящего трубопровода, напорного трубопровода, кабелей и трубы для отведения воздуха необходимо выполнить на месте монтажа при помощи коронки для сверления.

Светлое покрытие колодца позволяет видеть дно без применения искусственного освещения.



Рис. 6 Коронки для сверления отверстий можно приобрести отдельно.



4. Уникальная конструкция – защита от отложений и неприятного запаха

Комплектные канализационные станции снабжены уклоном от стенок ко дну для самоочистки, наклон помогает подвести сточные воды к всасывающему насосу. Такая конструкция сводит к минимуму риск образования сероводорода, возникновения неприятного запаха, закупоривания и, в свою очередь, затраты на обслуживание.

Рис. 7 Насосные станции с двумя погружными канализационными насосами в системе с автоматической трубной муфтой. Диаметр резервуара — 1 700 мм, диаметр основной секции — 1 400 мм. Общая длина от 2 000 до 6 000 мм.

5. Типы систем водоотведения

Готовые насосные станции предназначены для отведения сточных вод из жилых, коммерческих и промышленных зданий, а также воды из открытых источников от магистралей и дорог. Они используются в канализационных системах двух основных типов:

5.1 БЕЗНАПОРНЫЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Эти насосные станции можно эксплуатировать в качестве установок повышения давления в традиционных безнапорных сетях как экономичную, экологичную и высоко надежную альтернативу дорогим бетонным решениям, как в новых проектах, так и в проектах модернизации.



Рис. 8 Безнапорная канализационная система.

5.2. НАПОРНЫЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Напорные канализационные системы идеальны в малонаселенных местностях и в местах, где состояние грунта делает безнапорные установки слишком дорогими.

Напорные канализационные системы также идеальны, если жилое или коммерческое здание расположено ниже уровня канализации или если между зданием и канализацией находятся препятствия, которые не позволяют построить самотечную систему.

В таких системах готовая канализационная станция, оснащенная насосами с режущим механизмом серии SEG, позволяет предотвратить закупоривание в трубах малого диаметра.

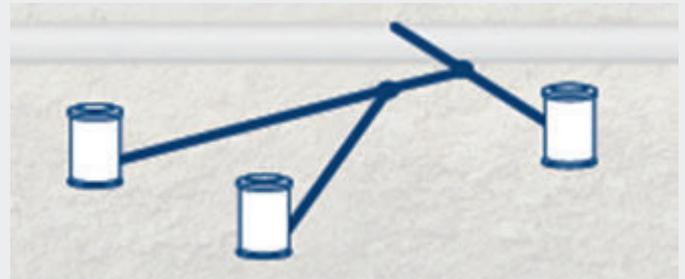
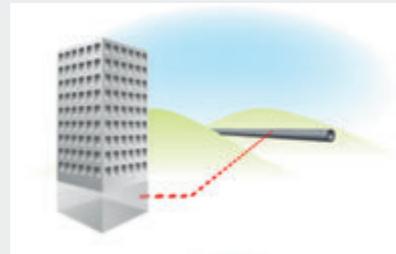
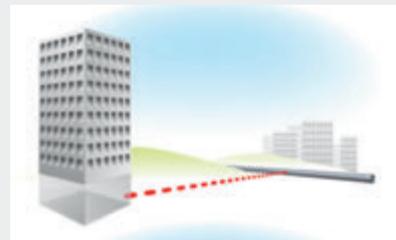


Рис. 9 Напорная канализационная система.

5.3. НЕОБХОДИМОСТЬ В НАПОРНОЙ СИСТЕМЕ



1. Если здание расположено ниже, чем канализация.



2. Если до магистрали канализации слишком большое расстояние.



3. Если между зданием и канализацией есть препятствие.

6. Монтаж

Монтаж канализационных станций должен выполняться в соответствии с местными нормативами персоналом, имеющим допуск на проведение такого рода работ. Любые работы внутри или вблизи канализационных колодцев необходимо проводить в соответствии с местными нормативами.

В соответствии с требованиями DS/EN1997–1: Общеввропейский технический (строительный) кодекс 7: Геотехническая Категория 2, мы рекомендуем провести полное геотехническое исследование условий на месте монтажа перед началом установки колодца.

В соответствии с требованиями DS/EN1997–1: Общеввропейский технический (строительный) кодекс 7: Геотехническая Категория 1, геотехническое исследование может быть признано не обязательным, если выполняются следующие условия:

- риск общей нестабильности грунта, перемещения грунта или неблагоприятного состояния грунта пренебрежимо мал;
- сравнительный местный опыт показывает, что структура грунта достаточно проста;
- выемка грунта ниже уровня грунтовых вод не проводится;
- сравнительный местный опыт показывает, что возможная выемка грунта ниже уровня грунтовых вод не будет сложной.

В случае сомнений обратитесь к инженеру-геотехнику.

6.1. МОНТАЖ МАЛЫХ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ – ДИАМЕТР ОСНОВНОЙ СЕКЦИИ ОТ 400 ДО 1 000 ММ

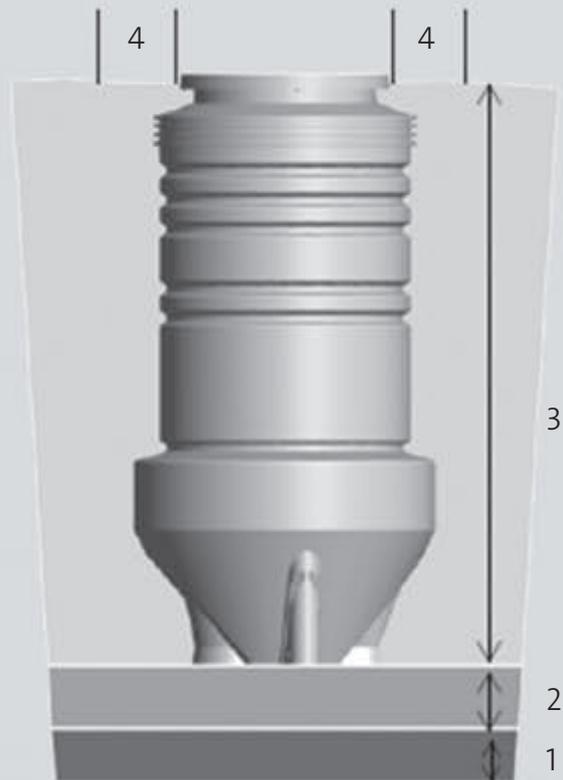


Рис. 10 Схематичное изображение установки.

Поз.	Описание
1	Фундамент
2	Подушка
3	Обратная засыпка с послойным уплотнением не более 30 см
4	Зона в 50 см вокруг крышки резервуара, в которой недопустимо движение автомобильного транспорта и другие нагрузки транспорта

6.2. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ВСПЛЫТИЯ РЕЗЕРВУАРА

Конструкция резервуара такова, что при правильном монтаже резервуар защищен от всплытия.

Широкая отбортовка позволяет удерживать резервуар в грунте без необходимости бетонирования. Это означает, что силы, направленные вниз, превышают силы, направленные вверх.

Требования для предотвращения всплытия станции зависят от геолого-технических условий, которые должны определяться инженером (подрядчиком) и находятся вне сферы ответственности Grundfos.

6.3. ФУНДАМЕНТ

Если анализ почвы и информация о нагрузке на резервуар свидетельствуют о том, что почва не может выдержать такой нагрузки, то в основании резервуара должен быть оборудован фундамент. Подушка, на которой установлен резервуар, фундаментом не считается.

Фундамент может оборудоваться после выемки грунта, для чего создают прочный слой из соответствующего гравия или аналогичного материала с последующим послойным уплотнением при толщине слоев не более 30 см (после уплотнения соответственно получается слой около 20 см). Такого рода фундамент создается также в тех случаях, когда выемка грунта ошибочно была произведена на слишком большую глубину.

6.4. ПОДУШКА

Материал подушки должен поддаваться уплотнению, а его состав должен выбираться таким, чтобы ни его свойства, ни последующее уплотнение не вызывали повреждения резервуара.

- Максимальный размер гранул материала подушки не должен превышать 16 мм.
- Доля гранул размером от 8 до 16 мм не должна превышать 10 %.
- Материал подушки не должен замерзать.
- Использование включений с твердыми острыми краями, например, кремниевой гальки и т. п., не допускается.
- Толщина подушки должна составлять 10 см.

Если фундамент соответствует этим требованиям, подушка не требуется.

6.5. ОБРАТНАЯ ЗАСЫПКА

Обратная засыпка должна обеспечить надежную фиксацию резервуара во всех направлениях, а также создать условия, при которых нагрузка может передаваться без возникновения локальных или аналогичных ударных нагрузок.

- Материал для обратной засыпки должен отвечать тем же требованиям, которые предъявляются к материалу подушки.
- Обратная засыпка выполняется таким образом, чтобы избежать повреждения или деформации резервуара.
- Обратная засыпка должна подвергаться послойному уплотнению при толщине слоев не более 30 см (после уплотнения соответственно получается слой около 20 см).

6.6. РАССТОЯНИЕ ОТ КРЫШКИ

Движение автомобильного транспорта возможно на расстоянии от крышки резервуара не менее 50 см.

7. КНС большой мощности

Канализационные станции для отведения бытовых и ливневых вод выпускаются в семи вариантах диаметра от 1 200 до 3 000 мм глубиной от 2 до 8 м. В стандартном исполнении в комплект входит люк со встроенными средствами защиты, например, защитное покрытие крышки от скольжения, поднимаемый каркас люка для предотвращения случайного падения, а также защитная решетка. Дорожные крышки выпускаются в различных классах нагрузки вплоть до класса D (40 тонн).

7.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Диаметр: D1200, D1400, D1600, D1800, D2000, D2200 и D3000 мм

Глубина: от 2 до 8 м (12 м по запросу)

Наружный диаметр трубы: DN 50 — DN 250

Температура жидкости: макс. 40 °С

Изготовлен из стеклопластика (GRP), трубы и клапаны изготовлены из полиэтилена или нержавеющей стали, с камерой переключения или без нее.



Рис. 11 Резервуар диаметром 1 800 мм для установки двух погружных канализационных насосов серии SE в системе с автоматической трубной муфтой.

Высококачественные обратные клапаны и запорные задвижки входят в комплект поставки насосных станций без камер переключения.

Камеры переключения с обратными клапанами и запорными клапанами могут дополнительно поставляться со всеми канализационными станциями большой мощности. Это обеспечивает возможность обслуживания клапанов без необходимости входить в канализационный колодец. Все камеры переключения снабжены дренажной трубой.



Рис. 12 Камера переключения для установки с двумя насосами.

8. Монтаж КНС большой мощности



Рис. 13 Схематичное изображение установки.

Поз.	Описание
1	Фундамент
2	Бетонная плита
3	Обратная засыпка с послойным уплотнением не более 30 см
4	Зона в 50 см вокруг крышки резервуара, в которой недопустима значительная нагрузка, в том числе движение транспорта

8.1 ФУНДАМЕНТ

Если анализ почвы и информация о нагрузке на резервуар свидетельствуют о том, что почва не может выдержать такой нагрузки, то в основании резервуара должен быть оборудован фундамент.

Фундамент может оборудоваться после выемки грунта, для чего создают прочный слой из гравия или аналогичного материала с последующим послойным уплотнением при толщине слоев не более 50 см. Такого рода фундамент создается также в тех случаях, когда выемка грунта ошибочно была произведена на слишком большую глубину.

8.2. ФУНДАМЕНТНАЯ ПЛИТА

Мы рекомендуем использовать бетон, соответствующий следующим требованиям:

- Класс прочности С40 / 50–2.
- Класс экспозиции ХС4.
- Соотношение воды и цемента $\leq 0,45$.
- Максимальное содержание хлора 0,4%.
- Усиление В500В.
- Максимальный угол наклона 25°.

Максимальная степень впитывания воды — 6% в массовом соотношении.



Рис. 14 Заливка бетонной плиты на месте монтажа.



Рис. 15 Максимальный угол наклона подъемной цепи для подъема готовой бетонной плиты.

Перед установкой резервуара убедитесь, что фундаментная плита выровнена по горизонтали. Каждый анкерный болт должен выдерживать нагрузку на разрыв 20 кН (2 000 кг).

Если фундаментную плиту необходимо залить на месте монтажа, размеры плиты указаны в каталоге 70243780, доступном в Grundfos Product Center.

Если заливка фундаментной плиты осуществляется на месте, поверхность плиты необходимо сделать гладкой.

8.3. МОНТАЖ КНС

Очистите поверхность фундаментной плиты, убедитесь, что ничто не попадет между фундаментной плитой и монтажным фланцем КНС.

Поднимите КНС за подъемные проушины и установите по центру окружности, образованной анкерными болтами на фундаментной плите.

Расположите резервуар таким образом, чтобы фланцы располагались точно в направлении подводящего и напорного трубопроводов.



Рис. 16 Опускание резервуара.

В резервуарах диаметром 2,0, 2,2 или 3,0 м с напорным трубопроводом диаметром свыше DN 150 и 2 отверстиями в дне резервуара заполните полость под дном резервуара бетоном, чтобы не допустить возникновения вибрации. См. Рис. 17.

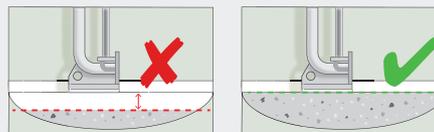
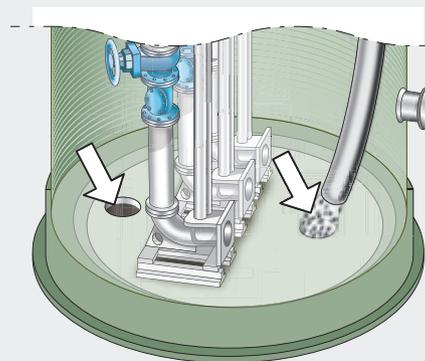


Рис. 17 Как заполнить полость бетоном.



Рис. 18 Установка монтажных кронштейнов.

8.4. ОБРАТНАЯ ЗАСЫПКА

Не допускается использование приспособлений для уплотнения на расстоянии менее 30 см от стенки резервуара.

Засыпка должна обеспечивать устойчивость колодца со всех сторон, ее необходимо выполнить так, чтобы в результате воздействия нагрузки не образовывались очаги разрушения.

В качестве засыпки используется уплотняемый гравий или песок одинаковой фракции. Запрещается превышать максимальный размер фракции 32 мм. Следите за процессом засыпки, чтобы не допустить повреждения или деформации резервуара.

Засыпку необходимо уплотнить слоями толщиной не более 50 см.



Рис. 19 Уплотненные слои толщиной не более 50 см.

Уплотните засыпку ниже подводящего и напорного трубопроводов так, чтобы они не подвергались направленным вниз нагрузкам после усадки засыпки.

8.5. МОНТАЖ КАМЕРЫ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ

Следуйте тем же инструкциям, что и при монтаже насосной станции.



Рис. 20 Камера переключения.

8.6. ПОДКЛЮЧЕНИЕ ТРУБОПРОВОДОВ

Перед подключением трубы уплотните засыпку вокруг камеры переключения вплоть до нижней части трубного соединения.

Перед подключением труб необходимо очистить прокладки и точно совместить подводящий трубопровод с соединительным фланцем.

За более подробной информацией обратитесь к руководству по монтажу и инструкциям, прилагающимся к КНС и камере переключения.

8.7. КОНСТРУКТОР КНС

Компанией Grundfos разработано приложение проектирования насосных станций Конструктор КНС, которое позволяет создать канализационную насосную станцию за считанные минуты. Конструктор КНС можно найти в Grundfos Product Center, в разделе «Инструменты».

Конструктор КНС поможет выполнить следующее:

- выбрать решение насосной станции, включая насосы и органы управления;
- получить полный пакет документации, включая объемные чертежи станции;
- полная сертификация решения в соответствии с требованиями СЕ.



Как работает Конструктор КНС

1. Введите требования > Выберите расход
2. Выберите решение > Выберите базовое решение
3. Настройка и индивидуальная адаптация > Выполните настройку базового решения в соответствии с конкретными требованиями
4. Выберите принадлежности > Дополните проект полным комплектом принадлежностей
5. Распечатайте или отправьте заказ по электронной почте > Ознакомьтесь с полным пакетом документации к финальному проектному решению

[8]

НАСОСНЫЕ УСТАНОВКИ MULTILIFT

1. Общие сведения

Канализационные насосные установки Multilift являются универсальными решениями для сбора и перекачивания промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод (серые стоки без фекалий и фекальные сточные воды от унитазов) от отдельных сантехнических приборов. Приборы могут быть установлены в одной комнате, на этаже, либо в здании любого размера: от одноквартирного дома до крупного торгового центра. Насосные установки доступны в различных исполнениях в зависимости от размера и производительности.

Установки предназначены для размещения внутри здания, напорные трубы должны быть подсоединены к канализационным магистралям здания.

В состав установки Multilift входит полностью герметичный резервуар, который не пропускает газы и запахи, канализационный насос, который устанавливается в сухом исполнении вне «мокрого» приемного резервуара, датчик уровня, шкаф управления и обратный клапан.

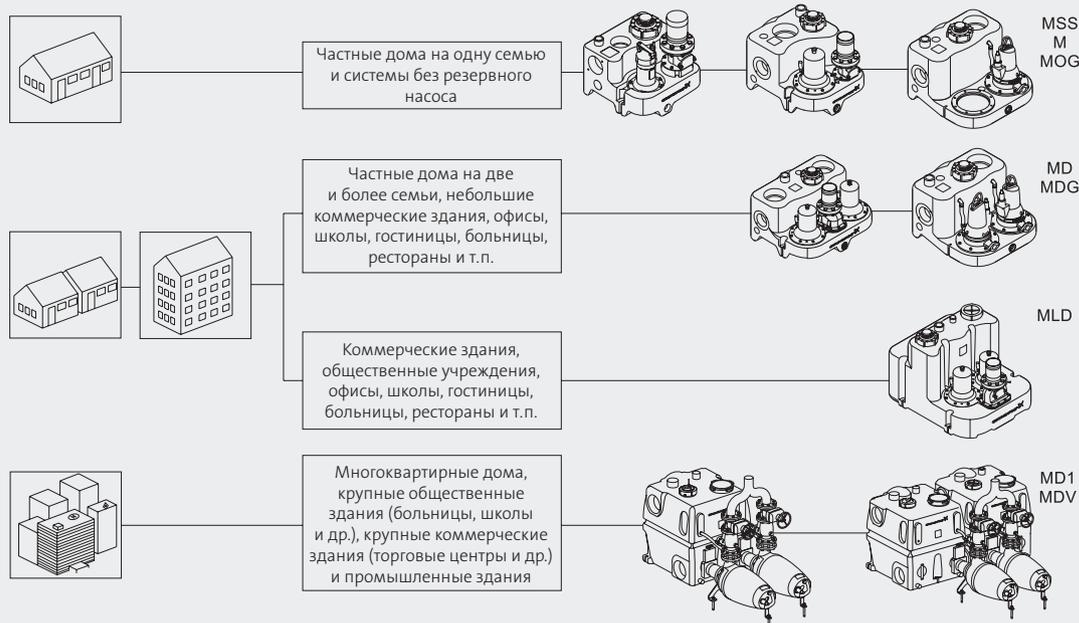
Рис. 1 Обзор применений.

Несмотря на компактную конструкцию и сухую установку насосов, они могут перекачивать большое количество сточных вод.

Установки размещают в подвалах, расположенных ниже системы наружной самотечной канализации. Это означает перекачивание стока выше уровня обратного потока. В зависимости от действующего законодательства обычно это уровень грунта (в Российской Федерации – борт санитарно-технического прибора выше отметки земли первого смотрового колодца).

Насосные установки представляют собой единую безопасную систему обеспечения бесперебойного, стабильного отведения сточных вод из подвальных помещений в канализационные системы, которые могут испытывать перегрузки при сильных осадках (то есть, в совмещённые системы хозяйственно-бытовой и дождевой канализации).

На следующей иллюстрации показаны типовые места установки Multilift.



2. Описание

Насосные установки Multilift предназначены для сбора сточных вод в резервуар и последующего отведения в канализационную систему. Датчики, установленные в резервуаре, предназначены для измерения уровня жидкости и отправки сигналов в контроллер. Пуск и останов насосов осуществляется в соответствии с уровнем жидкости в резервуаре.

В установках с двумя насосами пуск насосов осуществляется попеременно, чтобы обеспечить равномерную наработку. Автоматическое переключение насосов является гарантией бесперебойной транспортировки сточных вод в случае отказа одного из насосов. Один насос должен обладать 100% производительностью, соответствующей притоку в коммерческое здание. Если приток превышает производительность одного насоса, запускается второй насос, оба насоса работают параллельно, чтобы понизить уровень жидкости в резервуаре.

3. Общие условия эксплуатации

Расход сточных вод является неравномерным в течение определенного периода, например, час или день, как показано на Рис. 2.

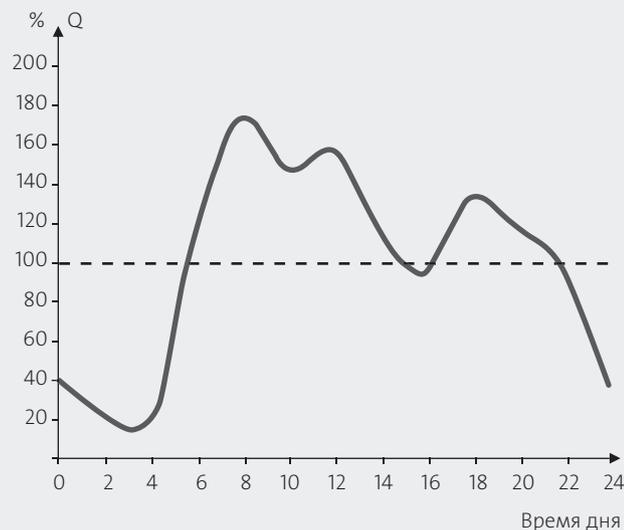


Рис. 2 Неравномерный приток сточных вод из жилого здания, отличается от притока от других групп водопотребителей: от больниц, спортивных сооружений или ресторана.

На Рис. 2 показан стандартный график притока сточных вод из жилого здания в течение дня, который также называется дневным профилем.

Утром, в районе обеда и вечером приток сточных вод выше среднего. Насосы должны быть способны перекачивать пиковый поток за определенный, желательно короткий период во время одновременного использования нескольких сантехнических приборов.

Чтобы правильно выбрать резервуар, важно знать значение пикового притока сточных вод от всех подключенных к нему сантехнических приборов за один час [л/ч].

Двигатели, используемые в установках Multilift, рассчитаны на работу с перерывами. Это означает, что они могут работать в течение определенного времени, затем их необходимо отключить на определенный период, чтобы избежать перегрева и автоматического отключения.

Большинство насосов Multilift рассчитаны на работу с перерывами (S3), им присвоено обозначение S3 50% — 1 минута. Это означает, что рабочий цикл — 1 минута, в течение цикла насос работает 50% = 30 секунд, затем следует останов на 30 секунд. Цикл повторяется 60 раз в течение часа, т.е. один насос может опорожнить резервуар установки до 60 раз за час.

Этим, а не только производительностью отдельного насоса, определяется суммарная производительность насосной установки (см. таблицы на следующей странице).

В следующих таблицах показано, что максимальная производительность в течение часа зависит от эффективного объема резервуара и выбранного уровня подключения самого низко расположенного подводящего самотечного трубопровода.

Канализационная установка	Производительность при пиковом притоке***			Макс. эффективный объем резервуара [л]	Макс. производительность дренажа* [л/ч] = Макс. приток	
	DN 40 [л/с]	DN 80 [л/с]	DN 100 [л/с]		1 насос**	с 2 работающими насосами****
Multilift MSS	н/д	3,5–8	5,6–8	28	1 680	н/д
Multilift M	н/д	3,5–16	5,6–16	62	3 720	н/д
Multilift MOG	0,5–4,5	н/д	н/д	50	3 000	н/д
Multilift MD	н/д	3,5–16	5,6–16	86	5 160	10 320
Multilift MLD	н/д	3,5–16	5,6–16	190	11 400	22 800
Multilift MDG	0,5–4,5	н/д	н/д	50	3 000	6 000
Multilift MD1/MDV	н/д	3,5–18	5,6–28	240–720	14 400	28 800

* Условия: неравномерный приток, значения не зависят от рабочей точки и действительны для наивысшего уровня пуска.

** Рекомендуемые значения для подбора установок с двумя насосами для обеспечения 100 % резервирования.

*** В зависимости от рабочей точки в режиме работы с одним насосом.

**** В Российской Федерации только для объектов, перечисленных в пунктах 2, 3, 3_1 статьи 49 Градостроительного кодекса, например, в объектах индивидуального жилищного строительства, садовых домах.

Канализационная установка	Макс. кол-во пусков в час	Эффективный объем резервуара [л] в зависимости от отметки подводящего трубопровода и уровня пуска насоса				Макс. производительность отведения* [л/ч] = макс. приток [л/ч] в зависимости от отметки подводящего трубопровода и уровня пуска насоса			
		180 мм	250 мм	315 мм	560/750 мм	180 мм	250 мм	315 мм	560/750 мм
Multilift MSS	60	20	28	н/д	н/д	1 200	1 680	н/д	н/д
Multilift M	60	34	49	62	н/д	2 040	2 940	3 720	н/д
Multilift MOG	60	23	37	50	н/д	1 380	2 220	3 000	н/д
Multilift MD	60	49	69	86	н/д	2 940	4 140	5 160	н/д
Multilift MDG	60	23	37	50	н/д	1 380	2 220	3 000	н/д
Multilift MLD	60	н/д	н/д	н/д	190	н/д	н/д	н/д	11 400
Multilift MD1/MDV, 1 резервуар	60	н/д	н/д	н/д	240	н/д	н/д	н/д	14 400
Multilift MD1/MDV, 2 резервуара	60	н/д	н/д	н/д	480	н/д	н/д	н/д	28 800
Multilift MD1/MDV, 3 резервуара	60	н/д	н/д	н/д	720	н/д	н/д	н/д	43 200

* Неравномерный приток, значения не зависят от рабочей точки установок с двумя насосами, только один насос находится в резерве.

Примечание. Значения, приведенные в таблицах выше, всегда соответствуют максимальной производительности одного насоса. Это также относится к установкам с двумя насосами, т.к. насос 2 обладает 100 % производительностью и полностью заменяет насос 1 в случае неисправности.

Не допускается подключение дренажных трубопроводов дождевой воды к канализационным установкам из-за непредсказуемых объемов воды. Только Multilift MD1/MDV с насосами Grundfos серии SE предназначены для непрерывной работы в сухой установке и способны перекачивать неконтролируемый приток сточных вод.

4. Подбор оборудования

Подбор насосных установок Multilift осуществляется в два этапа:

На этапе 1 определяется необходимая производительность насоса, чтобы гарантировать, что насос справится с пиковым притоком, если сток в установку будет осуществляться от нескольких сантехнических приборов одновременно. Производительность насоса позволяет выбрать мощность насоса, т.к. все установки Multilift, кроме модели Multilift MSS, комплектуются двигателями шести и более типоразмеров, что позволяет подобрать Multilift под специфическую задачу в конкретном здании.

На этапе 2 выполняется выбор резервуара необходимого размера. В модельный ряд установок Multilift входят резервуары нескольких размеров, что позволяет адаптировать установку к выполнению конкретной задачи. Как показано в предыдущих таблицах, размер резервуара с соответствующим эффективным объемом резервуара и количеством пусков и остановов определяет объем воды, который может быть перекачан за один час или за один день.

На обоих этапах выбора важно знать тип сантехнических приборов и количество приборов, подключенных к одной канализационной установке (в РФ также необходимо знать тип водопотребителя). Если подключены другие устройства, их также необходимо учесть.

В процессе расчета параметров притока необходимо учитывать нормативы и стандарты конкретной страны.

Все насосные установки Grundfos Multilift разработаны в соответствии с Европейскими нормативами EN12050–1 и одобрены независимыми экспертами.

5. Типовое применение

Канализационные установки Multilift предназначены для размещения в помещении. Это чрезвычайно компактные устройства с простыми системами управления, предназначенные для сбора и перекачивания хозяйственно-бытовых сточных вод от частных домов, дач, ресторанов, зданий делового назначения, офисных помещений, школ, гостиниц, больниц и пр.

Как правило, установки Multilift используются для:

- размещения в подвалах ниже уровня выпуска наружной самотечной канализации;
- обновления или модернизации существующих зданий, например, для размещения в подвалах залов помещений для занятий фитнесом, саун, бань, туалетов и пр.;
- временных установок, таких как передвижные дома, плавучие дома, нестационарные туалеты при проведении массовых мероприятий и пр.

6. Насосная установка MULTILIFT MSS

Установка Multilift MSS поставляется в сборе и готова к монтажу, может быть снабжена обратным клапаном, если необходимо использование внешнего клапана.



Рис. 3 Multilift MSS с обратным клапаном и без него.



Рис. 4 Пример монтажа Multilift MSS позади напольного унитаза с горизонтальным отводящим трубопроводом в соответствии с Европейскими нормативами EN33/EN37.

6.1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Multilift MSS — это компактная установка с одним насосом и простой системой управления, предназначенная для сбора и перекачивания хозяйственно-бытовых сточных вод от частных домов или дач.

На Рис. 5 даны рекомендации по подбору вертикальных и горизонтальных труб максимальной длины с номинальным диаметром DN 80 и DN 100. Обратный клапан, запорный клапан и четыре колена входят в комплект поставки. Предел использования обусловлен скоростью потока самоочистки, равной 0,7 м/с. Нормальная длина трубопровода в частных домах или аналогичных зданиях — приблизительно 5–15 м.

		← Макс. длина трубы →						
6 м	-	-	-	-	-	DN 100	MSS.11.3.2	
	28	-	-	-	-	DN 80		
5 м	-	32	-	-	-	DN 100	MSS.11.3.2	
	141	-	-	-	-	DN 80	MSS.11.1.2	
	75	-	-	-	-	DN 100 DN 80	MSS.11.1.2	
4 м	-	246	-	-	-	DN 100	MSS.11.3.2	
	253	69	-	-	-	DN 80	MSS.11.1.2	
	187	-	-	-	-	DN 100 DN 80	MSS.11.1.2	
3 м	-	461	125	30	-	DN 100	MSS.11.3.2	
	366	140	32	-	-	DN 80	MSS.11.1.2	
	300	-	-	-	-	DN 100 DN 80	MSS.11.1.2	
2 м	-	675	269	151	4	DN 100	MSS.11.3.2	
	479	211	81	42	-	DN 80	MSS.11.1.2	
	413	6	-	-	-	DN 100 DN 80	MSS.11.1.2	
1 м	-	889	413	272	93	DN 100	MSS.11.3.2	
	592	282	129	83	25	DN 80	MSS.11.1.2	
	526	77	-	-	-	DN 100 DN 80	MSS.11.1.2	
Qp [л/с]	3,5	4,5	5,5	6	7			
		↑	↑			Необходимый минимальный расход для v = 0,7 м/с для DN 100 Необходимый минимальный расход для v = 0,7 м/с для DN 80		

Данная информация является справочной и дана для европейской номенклатуры трубопроводов.

Рис. 5 Максимальная длина вертикальных и горизонтальных напорных труб.

6.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ MULTILIFT MSS

Параметр	Значение
Свободный проход	50 мм
Температура жидкости	Макс. 40 °С На короткий период до 60 °С (не более 5 минут в час)
Температура окружающей среды	0–40 °С
Значение pH	4–10
Максимальная плотность перекачиваемой жидкости	1 100 кг/м ³
Возможность работы при затоплении	Макс. 2 м в течение 7 дней
Степень защиты (установка и двигатель)	IP68
Степень защиты (контроллер)	IP56
Класс изоляции (двигатель)	F (155 °С)
Напряжение (двигатель)	1 x 230 В, 3 x 400 В
Частота (двигатель)	50 Гц
Беспотенциальные контакты	НР/НЗ макс. 250 В перем. тока / 2 А
Напряжение (датчик)	12 В
Сигнальный выход (датчик)	0–5 В
Потребляемая мощность (контроллер)	2 Вт

7. Насосная установка MULTILIFT M

Установка Multilift M поставляется в сборе со встроенным обратным клапаном.



Рис. 5 Установка Multilift M с обратным клапаном.

7.1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Multilift M — это компактная установка с одним насосом и простой системой управления, предназначенная для сбора и перекачивания хозяйственно-бытовых сточных вод от частных домов или из небольших коммерческих зданий.

7.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ MULTILIFT M

Параметр	Значение
Свободный проход	50 мм
Температура жидкости	Макс. 40 °С На короткий период до 60 °С (не более 5 минут в час)
Температура окружающей среды	0–40 °С
Значение pH	4–10
Максимальная плотность перекачиваемой жидкости	1100 кг/м ³
Степень защиты (установка и двигатель)	IP68 (2 м водяного столба в течение 7 дней)
Степень защиты (контроллер)	IP56
Класс изоляции (двигатель)	F (155 °С)
Напряжение (двигатель)	1 x 230 В 3 x 230 В 3 x 400 В
Частота (двигатель)	50 Гц
Беспотенциальные контакты	НР/НЗ макс. 250 В перем. тока / 2 А
Напряжение (датчик)	12 В
Сигнальный выход (датчик)	0–5 В

8. Насосная установка MULTILIFT MOG

Multilift MOG – предварительно собранная, готовая к монтажу установка. Установка Multilift MOG оснащена насосом с режущим механизмом SEG, который необходим, если объем сточных вод сравнительно небольшой, но требуется высокий напор из-за сопротивления в напорных трубах большой длины, проложенных через здание или от здания к системе наружной канализации.



Рис. 7 Установка Multilift MOG без обратного клапана.

8.1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Multilift MOG — это компактная насосная установка с простой системой управления, предназначенная для сбора и перекачивания хозяйственно-бытовых сточных вод от частных домов, дач или из небольших коммерческих зданий.

		← Макс. длина трубы →					
40 м	293	77	-	-	-	DN 40	MOG.40
	63	-	-	-	-	DN 32	
30 м	1246	506	56	-	-	DN 40	MOG.40
	373	143	-	-	-	DN 32	
	280	78	-	-	-	DN 40	MOG.31
	65	3	-	-	-	DN 32	
20 м	2199	935	151	45	9	DN 40	MOG.40
	683	291	37	2	-	DN 32	
	1233	507	63	4	-	DN 40	MOG.31
	376	151	7	-	-	DN 32	
	824	323	23	-	-	DN 40	MOG.26
	246	90	-	-	-	DN 32	
	373	126	-	-	-	DN 40	MOG.15
	102	26	-	-	-	DN 32	
15 м	2675	1150	198	69	24	DN 40	MOG.40
	838	364	56	13	-	DN 32	
	1709	722	110	28	-	DN 40	MOG.31
	531	224	26	-	-	DN 32	
	1301	538	71	10	-	DN 40	MOG.26
	401	164	13	-	-	DN 32	
	849	341	32	-	-	DN 40	MOG.15
	257	99	-	-	-	DN 32	
	359	124	-	-	-	DN 40	MOG.12
	101	28	-	-	-	DN 32	
10 м	3152	1364	245	93	40	DN 40	MOG.40
	993	438	76	25	7	DN 32	
	2185	936	158	52	16	DN 40	MOG.31
	686	298	46	10	-	DN 32	
	1777	752	118	34	6	DN 40	MOG.26
	556	237	32	4	-	DN 32	
	1326	555	79	16	-	DN 40	MOG.15
	412	173	19	-	-	DN 32	
	836	339	37	-	-	DN 40	MOG.12
	256	102	5	-	-	DN 32	
179	47	-	-	-	DN 40	MOG.09	
47	7	-	-	-	DN 32		
5 м	3628	1579	293	117	56	DN 40	MOG.40
	1148	511	95	36	15	DN 32	
	2662	1151	205	76	32	DN 40	MOG.31
	841	371	65	22	7	DN 32	
	2253	967	165	58	22	DN 40	MOG.26
	711	311	52	16	4	DN 32	
	1802	770	127	40	10	DN 40	MOG.15
	567	247	39	10	-	DN 32	
	1312	553	85	21	-	DN 40	MOG.12
	411	176	24	3	-	DN 32	
	655	261	26	-	-	DN 40	MOG.09
	202	80	4	-	-	DN 32	

Qp [л/с]	0,6	0,9	2	3	4
----------	-----	-----	---	---	---

↑ Необходимый минимальный расход для $v = 0,7$ м/с для DN 40
 ↑ Необходимый минимальный расход для $v = 0,7$ м/с для DN 32

Данная информация является справочной и дана для европейской номенклатуры трубопроводов.

Рис. 8 Максимальная длина вертикальных и горизонтальных напорных труб.

На Рис. 8 даны рекомендации по подбору вертикальных и горизонтальных труб максимальной длины с номинальным диаметром DN 40 и DN 32. Обратный клапан, запорный клапан и четыре колена входят в комплект поставки. Предел использования обусловлен скоростью потока самоочистки, равной 0,7 м/с. Нормальная длина трубопровода в частных домах или аналогичных зданиях — приблизительно 5–15 м.

8.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ MULTILIFT MOG

Параметр	Значение
Свободный проход	Система измельчения
Температура жидкости	Макс. 40 °C На короткий период до 60 °C (не более 5 минут в час)
Температура окружающей среды	0–40 °C
Значение pH	4–10
Максимальная плотность перекачиваемой жидкости	1 100 кг/м ³
Степень защиты (установка и двигатель)	IP68 (2 м водяного столба в течение 7 дней)
Степень защиты (контроллер)	IP56
Класс изоляции (двигатель)	F (155 °C)
Напряжение (двигатель)	1 x 230 В 3 x 230 В 3 x 400 В
Частота (двигатель)	50 Гц
Беспотенциальные контакты	НР/НЗ макс. 250 В перем. тока / 2 А
Напряжение (датчик)	12 В
Сигнальный выход (датчик)	0–5 В
Потребляемая мощность (контроллер)	2 Вт
Количество пусков в час	Не более 60

9. Насосная установка MULTILIFT MD

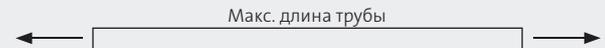
Установка Multilift MD поставляется в сборе с двумя насосами и дисковым обратным клапаном, готова к монтажу.



Рис. 9 Насосная установка Multilift MD.

9.1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Multilift MD — это компактная насосная установка с простой системой управления, предназначенная для сбора и перекачивания хозяйственно-бытовых сточных вод от многоквартирных домов, а также общественных и коммерческих зданий, таких как офисные центры, гостиницы и рестораны.



15 м	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD.38
	83	-	-	-	-	-	-	-	DN 80	
13 м	-	98	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD.38
	308	17	-	-	-	-	-	-	DN 80	
	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD.32
118	-	-	-	-	-	-	-	DN 80		
11 м	-	385	150	90	21	-	-	-	DN 100	MD.38
	534	113	37	18	-	-	-	-	DN 80	
	-	122	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD.32
344	26	-	-	-	-	-	-	DN 80		
9 м	-	673	357	227	130	52	-	-	DN 100	MD.38
	759	210	107	66	34	8	-	-	DN 80	
	-	410	160	98	18	40	-	-	DN 100	MD.32
	569	123	41	22	-	-	-	-	DN 80	
	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD.24
186	-	-	-	-	-	-	-	DN 80		
7 м	-	960	563	364	238	140	16	8	DN 100	MD.38
	985	306	178	113	72	39	-	-	DN 80	
	-	697	367	235	127	49	-	-	DN 100	MD.32
	795	219	112	70	34	8	-	-	DN 80	
	-	219	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD.24
	411	61	-	-	-	-	-	-	DN 80	
-	63	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD.22	
129	9	-	-	-	-	-	-	DN 80		
5 м	-	1247	770	501	347	229	78	54	DN 100	MD.38
	1211	403	248	161	110	71	20	12	DN 80	
	-	984	573	372	235	137	17	9	DN 100	MD.32
	1021	316	182	117	72	39	-	-	DN 80	
	-	506	195	122	31	-	-	-	DN 100	MD.24
	637	157	56	33	3	-	-	-	DN 80	
	-	350	207	130	86	54	15	7	DN 100	MD.22
	354	106	60	36	21	11	-	-	DN 80	
	-	114	27	12	-	-	-	-	DN 100	MD.15
	189	27	-	-	-	-	-	-	DN 80	
-	63	5	-	-	-	-	-	DN 100	MD.12	
115	10	-	-	-	-	-	-	DN 80		
3 м	-	1534	976	638	456	317	140	100	DN 100	MD.38
	1436	499	318	209	148	102	43	30	DN 80	
	-	1271	780	509	344	226	79	55	DN 100	MD.32
	1246	412	253	165	110	71	22	14	DN 80	
	-	793	401	259	140	61	-	-	DN 100	MD.24
	863	254	126	80	41	15	-	-	DN 80	
	-	638	414	267	194	143	77	54	DN 100	MD.22
	580	202	130	83	59	43	21	14	DN 80	
	-	402	234	149	95	54	-	-	DN 100	MD.15
	415	124	70	43	26	12	-	-	DN 80	
	-	350	212	97	48	13	-	-	DN 100	MD.12
	341	107	63	26	10	-	-	-	DN 80	

Qp [л/с]	3,5	5,5	6,5	8	9	10	12	14
----------	-----	-----	-----	---	---	----	----	----

↑ Необходимый минимальный расход для v = 0,7 м/с для DN 100
 ↑ Необходимый минимальный расход для v = 0,7 м/с для DN 80

←————— Макс. длина трубы —————→

2 м	-	1677	1078	706	509	360	209	122	DN 100	MD.38
	1548	547	353	231	166	117	66	37	DN 80	
	-	1414	882	576	397	269	146	77	DN 100	MD.32
	1358	459	287	188	128	86	45	22	DN 80	
	-	936	504	326	193	104	36	2	DN 100	MD.24
	974	301	160	103	59	29	7	-	DN 80	
	-	780	516	335	248	186	116	76	DN 100	MD.22
	692	249	165	106	78	57	35	21	DN 80	
	-	544	336	216	149	97	47	18	DN 100	MD.15
	527	171	104	66	44	27	11	-	DN 80	
	-	493	314	165	101	56	-	-	DN 100	MD.12
	453	154	97	49	28	13	-	-	DN 80	

Qp [л/с]	3,5	5,5	6,5	8	9	10	12	14
----------	-----	-----	-----	---	---	----	----	----

↑ ↑
Необходимый минимальный расход для v = 0,7 м/с для DN 100
Необходимый минимальный расход для v = 0,7 м/с для DN 80

Данная информация является справочной и дана для европейской номенклатуры трубопроводов.

Рис. 10 Максимальная длина вертикальных и горизонтальных напорных труб.

На Рис. 10 даны рекомендации по подбору вертикальных и горизонтальных труб максимальной длины с номинальным диаметром DN 100 и DN 80. Обратный клапан, запорный клапан и четыре колена входят в комплект поставки. Предел использования обусловлен скоростью потока самоочистки, равной 0,7 м/с.

9.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ MULTILIFT MD

Параметр	Значение
Свободный проход	50 мм
Температура жидкости	Макс. 40 °С На короткий период до 60 °С (не более 5 минут в час)
Температура окружающей среды	0–40 °С
Значение pH	4–10
Максимальная плотность перекачиваемой жидкости	1 100 кг/м ³
Степень защиты (установка и двигатель)	IP68 (2 м водяного столба в течение 7 дней)
Степень защиты (контроллер)	IP56
Класс изоляции (двигатель)	F (155 °С)
Напряжение (двигатель)	1 x 230 В 3 x 230 В 3 x 400 В
Частота (двигатель)	50 Гц
Беспотенциальные контакты	НР/НЗ макс. 250 В перем. тока / 2 А
Напряжение (датчик)	12 В
Сигнальный выход (датчик)	0–5 В

10. Насосная установка MULTILIFT MLD

Насосная установка Multilift MLD поставляется в сборе с двумя насосами и дисковым обратным клапаном, готова к монтажу.



Рис. 11 Насосная установка Multilift MLD.

10.1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Установка Multilift MLD — это насосная установка с простой системой управления, предназначенная для сбора и перекачивания хозяйственно-бытовых сточных вод от многоквартирных домов, а также общественных и коммерческих зданий, таких как офисные центры, школы, гостиницы и рестораны.

←————— Макс. длина трубы —————→

15 м	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MLD.38
	83	-	-	-	-	-	-	-	DN 80	
13 м	-	98	-	-	-	-	-	-	DN 100	MLD.38
	308	17	-	-	-	-	-	-	DN 80	
	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MLD.32
	118	-	-	-	-	-	-	-	DN 80	
11 м	-	385	150	90	21	-	-	-	DN 100	MLD.38
	534	113	37	18	-	-	-	-	DN 80	
	-	122	-	-	-	-	-	-	DN 100	MLD.32
	344	26	-	-	-	-	-	-	DN 80	
9 м	-	673	357	227	130	52	-	-	DN 100	MLD.38
	759	210	107	66	34	8	-	-	DN 80	
	-	410	160	98	18	40	-	-	DN 100	MLD.32
	569	123	41	22	-	-	-	-	DN 80	
	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MLD.24
	186	-	-	-	-	-	-	-	DN 80	
7 м	-	960	563	364	238	140	16	8	DN 100	MLD.38
	985	306	178	113	72	39	-	-	DN 80	
	-	697	367	235	127	49	-	-	DN 100	MLD.32
	795	219	112	70	34	8	-	-	DN 80	
	-	219	-	-	-	-	-	-	DN 100	MLD.24
	411	61	-	-	-	-	-	-	DN 80	
	-	63	-	-	-	-	-	-	DN 100	MLD.22
	129	9	-	-	-	-	-	-	DN 80	
5 м	-	1247	770	501	347	229	78	54	DN 100	MLD.38
	1211	403	248	161	110	71	20	12	DN 80	
	-	984	573	372	235	137	17	9	DN 100	MLD.32
	1021	316	182	117	72	39	-	-	DN 80	
	-	506	195	122	31	-	-	-	DN 100	MLD.24
	637	157	56	33	3	-	-	-	DN 80	
	-	350	207	130	86	54	15	7	DN 100	MLD.22
	354	106	60	36	21	11	-	-	DN 80	
	-	114	27	12	-	-	-	-	DN 100	MLD.15
	189	27	-	-	-	-	-	-	DN 80	
-	63	5	-	-	-	-	-	DN 100	MLD.12	
115	10	-	-	-	-	-	-	DN 80		

Qp [л/с]	3,5	5,5	6,5	8	9	10	12	14
----------	-----	-----	-----	---	---	----	----	----

↑ ↑
 Необходимый минимальный расход для $v = 0,7$ м/с для DN 100
 Необходимый минимальный расход для $v = 0,7$ м/с для DN 80

11. Насосная установка MULTILIFT MDG

Multilift MDG оснащается встроенными насосами с режущим механизмом SEG, которые необходимы, если объем сточных вод сравнительно небольшой, но требуется высокий напор из-за сопротивления в напорных трубах большой длины, проложенных через здание или от здания к приемной системе.



Рис. 13 Насосная установка Multilift MDG.

11.1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Multilift MDG — это компактная насосная установка с простой системой управления, предназначенная для сбора и перекачивания хозяйственно-бытовых сточных вод от многоквартирных домов, а также общественных и коммерческих зданий, таких как офисные центры, школы, гостиницы и рестораны.

		←————— Макс. длина трубы —————→					
40 м	293	77	-	-	-	DN 40	MDG.40
	63	-	-	-	-	DN 32	
30 м	1246	506	56	-	-	DN 40	MDG.40
	373	143	-	-	-	DN 32	
	280	78	-	-	-	DN 40	MDG.31
	65	3	-	-	-	DN 32	
20 м	2199	935	151	45	9	DN 40	MDG.40
	683	291	37	2	-	DN 32	
	1233	507	63	4	-	DN 40	MDG.31
	376	151	7	-	-	DN 32	
	824	323	23	-	-	DN 40	MDG.26
	246	90	-	-	-	DN 32	
	373	126	-	-	-	DN 40	MDG.15
102	26	-	-	-	DN 32		
15 м	2675	1150	198	69	24	DN 40	MDG.40
	838	364	56	13	-	DN 32	
	1709	722	110	28	-	DN 40	MDG.31
	531	224	26	-	-	DN 32	
	1301	538	71	10	-	DN 40	MDG.26
	401	164	13	-	-	DN 32	
	849	341	32	-	-	DN 40	MDG.15
	257	99	-	-	-	DN 32	
	359	124	-	-	-	DN 40	MDG.12
	101	28	-	-	-	DN 32	
10 м	3152	1364	245	93	40	DN 40	MDG.40
	993	438	76	25	7	DN 32	
	2185	936	158	52	16	DN 40	MDG.31
	686	298	46	10	-	DN 32	
	1777	752	118	34	6	DN 40	MDG.26
	556	237	32	4	-	DN 32	
	1326	555	79	16	-	DN 40	MDG.15
	412	173	19	-	-	DN 32	
	836	339	37	-	-	DN 40	MDG.12
	256	102	5	-	-	DN 32	
179	47	-	-	-	DN 40	MDG.09	
47	7	-	-	-	DN 32		
5 м	3628	1579	293	117	56	DN 40	MDG.40
	1148	511	95	36	15	DN 32	
	2662	1151	205	76	32	DN 40	MDG.31
	841	371	65	22	7	DN 32	
	2253	967	165	58	22	DN 40	MDG.26
	711	311	52	16	4	DN 32	
	1802	770	127	40	10	DN 40	MDG.15
	567	247	39	10	-	DN 32	
	1312	553	85	21	-	DN 40	MDG.12
	411	176	24	3	-	DN 32	
655	261	26	-	-	DN 40	MDG.09	
202	80	4	-	-	DN 32		

Qp [л/с]	0,6	0,9	2	3	4
----------	-----	-----	---	---	---

↑ Необходимый минимальный расход для v = 0,7 м/с для DN 40
 ↑ Необходимый минимальный расход для v = 0,7 м/с для DN 32

Данная информация является справочной и дана для европейской номенклатуры трубопроводов.

Рис. 14 Максимальная длина вертикальных и горизонтальных напорных труб.

На Рис. 14 даны рекомендации по подбору вертикальных и горизонтальных труб максимальной длины с номинальным диаметром DN 40 и DN 32. Обратный клапан, запорный клапан и четыре колена входят в комплект поставки. Предел использования обусловлен скоростью потока самоочистки, равной 0,7 м/с. Нормальная длина трубопровода в частных домах или аналогичных зданиях — приблизительно 5–15 м.

11.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ MULTILIFT MDG

Параметр	Значение
Свободный проход	Система измельчения
Температура жидкости	Макс. 40 °С На короткий период до 60 °С (не более 5 минут в час)
Температура окружающей среды	0–40 °С
Значение pH	4–10
Максимальная плотность перекачиваемой жидкости	1 100 кг/м ³
Степень защиты (установка и двигатель)	IP68
Степень защиты (контроллер)	IP56
Класс изоляции (двигатель)	F (155 °С)
Напряжение (двигатель)	1 x 230 В 3 x 230 В 3 x 400 В
Частота (двигатель)	50 Гц
Беспотенциальные контакты	НР/НЗ макс. 250 В перем. тока / 2 А
Напряжение (датчик)	12 В
Сигнальный выход (датчик)	0–5 В
Потребляемая мощность (контроллер)	2 Вт
Количество пусков в час	Не более 60

12. Установки MULTILIFT MD1 и MDV

Установки Multilift MD1 и MDV поставляются в сборе и готовы к монтажу с обратным клапаном.



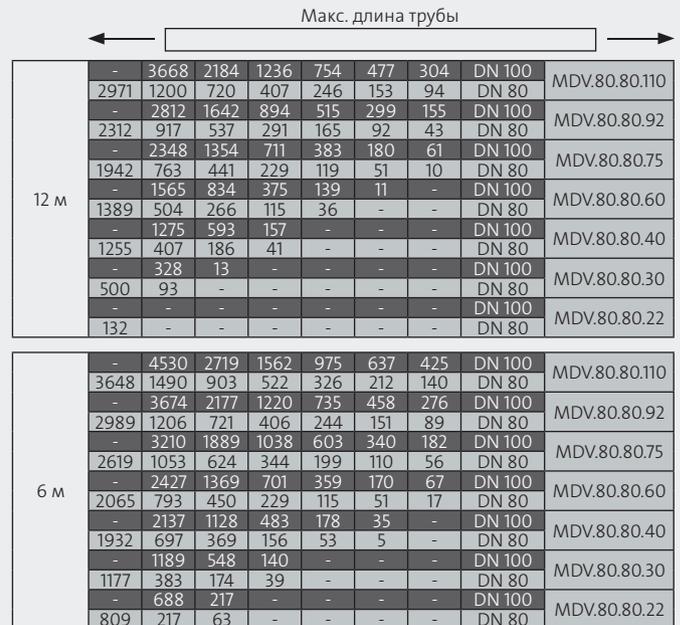
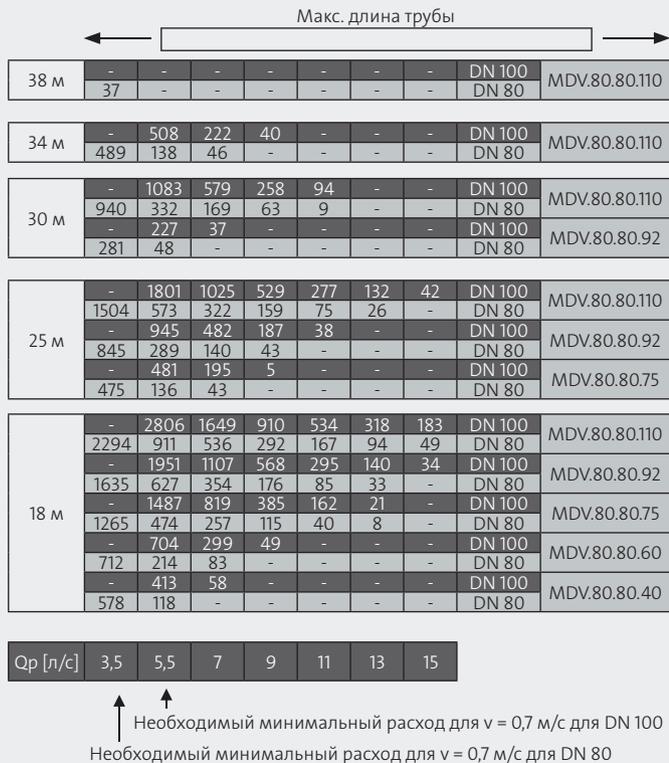
Рис. 15 Установки Multilift MD1 и MDV.

12.1. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

Multilift MD1 и MDV — это насосные установки с простой системой управления, предназначенные для сбора и перекачивания хозяйственно-бытовых сточных вод от высотных многоквартирных домов, а также общественных и коммерческих зданий, таких как офисные центры, школы, гостиницы и рестораны.

Как правило, установки Multilift MD1 и MDV используются для:

- размещения в подвалах ниже уровня выпуска самотечной канализации;
- обновления или модернизации существующих зданий, например, для размещения в подвалах залов для занятий фитнесом, саун, бань, туалетов и пр.



Данная информация является справочной и дана для европейской номенклатуры трубопроводов.

Рис. 16 Максимальная длина вертикальных и горизонтальных напорных труб.

На Рис. 16 даны рекомендации по подбору вертикальных и горизонтальных труб максимальной длины с номинальным диаметром DN 100 и DN 80. Обратный клапан, запорный клапан и четыре колена входят в комплект поставки. Предел использования обусловлен скоростью потока самоочистки, равной 0,7 м/с. Нормальная длина трубопровода в частных домах или аналогичных зданиях — приблизительно 5–15 м.

Обратный клапан, запорный клапан и четыре колена входят в комплект поставки.

		← Макс. длина трубы →															
21 м	-	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.75				
	105	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80					
18 м	-	481	67	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.75				
	444	133	5	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80					
15 м	-	930	210	57	9	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.75				
	782	278	52	5	-	-	-	-	-	-	-	DN 80					
	-	259	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.55			
	289	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80					
12 м	-	1379	354	124	48	15	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.75				
	1121	423	99	28	5	-	-	-	-	-	-	DN 80					
	-	709	128	16	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.55			
	627	210	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80				
	-	283	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.40		
295	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80					
9 м	-	1825	498	191	87	41	16	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.75			
	1459	586	146	51	19	5	-	-	-	-	-	-	DN 80				
	-	1158	271	83	26	4	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.55		
	966	355	75	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			
	-	732	156	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.40	
	633	219	39	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			
	-	248	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.30	
	261	66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			
-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.22	
54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			
6 м	-	2278	641	257	127	67	36	17	5	DN 100	MD1.80.80.75						
	1798	712	193	73	33	15	6	-	-	-		DN 80					
	-	1607	415	149	65	30	12	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.55		
	1304	499	122	40	14	3	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			
	-	1181	300	104	41	13	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.40	
	972	364	86	26	6	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			
	-	698	161	46	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.30	
	599	210	42	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			
	-	460	88	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.22
	393	135	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80		
-	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.15	
115	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			
3 м	-	2727	785	324	166	93	55	32	17	DN 100	MD1.80.80.75						
	2136	857	240	96	47	25	14	7	2	DN 80							
	-	2057	559	216	105	56	31	15	5	DN 100	MD1.80.80.55						
	1643	644	169	63	28	14	6	-	-	-		DN 80					
	-	1631	443	171	80	39	17	5	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.40		
	1310	509	133	49	21	8	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			
	-	1147	304	113	48	17	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.30	
	938	355	89	31	11	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			
	-	909	232	76	26	6	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.22	
	731	280	67	19	4	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			
-	545	119	29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.15	
453	164	31	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	DN 80				

Qp [л/с]	3,5	5,5	10	15	20	25	30	35	40
----------	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----

↑
Необходимый минимальный расход для v = 0,7 м/с для DN 100
↑
Необходимый минимальный расход для v = 0,7 м/с для DN 80

Данная информация является справочной и дана для европейской номенклатуры трубопроводов.

Рис. 17 Максимальная длина вертикальных и горизонтальных напорных труб.

На Рис. 17 даны рекомендации по подбору вертикальных и горизонтальных труб максимальной длины с номинальным диаметром DN 100 и DN 80. Обратный клапан, запорный клапан и четыре колена входят в комплект поставки. Предел использования обусловлен скоростью потока самоочистки, равной 0,7 м/с. Нормальная длина трубопровода в частных домах или аналогичных зданиях — приблизительно 5–15 м.

12.2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ MULTILIFT MD1 и MDV

Параметр	Значение
Свободный проход	65 и 80 мм
Температура жидкости	Не более 40 °С. В течение короткого периода до 60 °С (не более 5 минут в час)
Температура окружающей среды	0–40 °С
Значение pH	4–10
Максимальная плотность перекачиваемой жидкости	1 100 кг/м ³
Степень защиты (установка и двигатель)	IP68
Степень защиты (контроллер)	IP56
Класс изоляции (двигатель)	F (155 °С)
Напряжение (двигатель)	3 x 400 В
Частота (двигатель)	50 Гц
Беспотенциальные контакты	НР/НЗ макс. 250 В перем. тока / 2 А
Напряжение (датчик)	12 В
Сигнальный выход (датчик)	0–5 В
Потребляемая мощность (контроллер)	2 Вт
Количество пусков в час	Не более 60
Уровень звукового давления	< 70 дБ(А)
Размеры (насосная установка)	См. рисунок 21 на стр. 135.
Размеры (контроллер ≤ 4 кВт)	Высота = 390 мм, ширина = 262 мм, глубина = 142 мм
Размеры (контроллер > 4 кВт)	Высота = 680 мм, ширина = 380 мм, глубина = 350 мм

13. Общие принадлежности

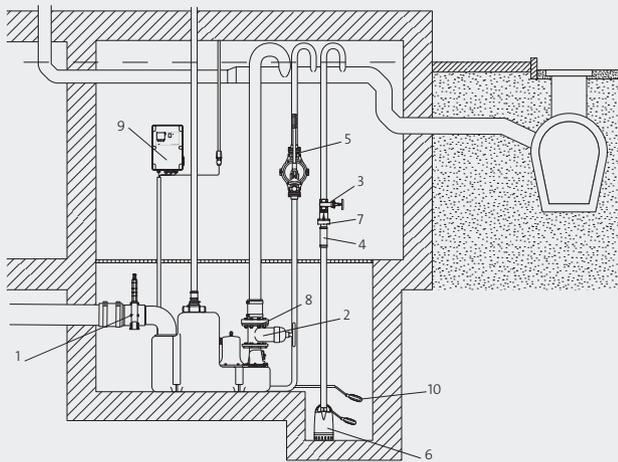


Рис. 18 Примеры принадлежностей.

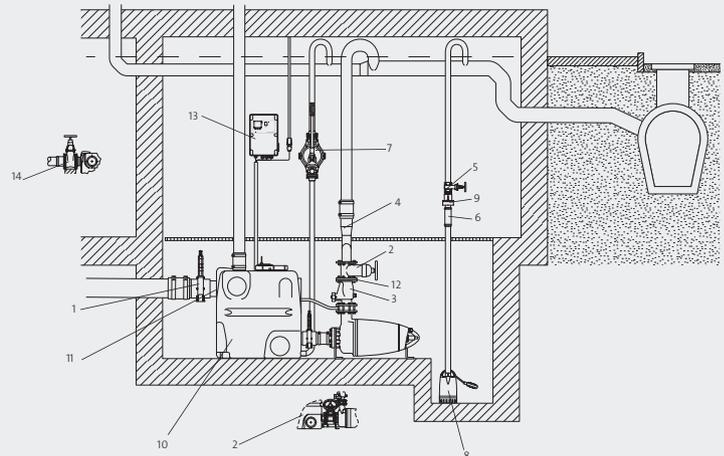


Рис. 19 Примеры принадлежностей для MD1 и MDV.

№	Описание общих принадлежностей
1	Запорный клапан, ПВХ
2	Запорный клапан, чугун
3	Запорный клапан, латунь
4	Гибкая муфта с хомутами
5	Ручной мембранный насос
6	Аварийный насос Unilift
7	Обратный клапан, композитный
8	Клиновая задвижка
9	Шкаф управления
10	Поплавковый выключатель типа SAS

№	Описание
1	Запорный клапан, ПВХ
2	Запорный клапан, чугун
3	Шарнирный обратный клапан, чугун
4	Коллектор
5	Запорный клапан, латунь
6	Гибкая муфта с хомутами
7	Ручной мембранный насос
8	Аварийный насос Unilift
9	Шарнирный обратный клапан, композитный
10	Дополнительный резервуар из полиэтилена с соединениями, крышками, уплотнениями и анкерными болтами
11	Дополнительное манжетное уплотнение для нижнего впускного патрубка резервуара
12	Болты и гайки, 8 шт. для каждого фланца
13	Шкаф управления
14	Запорный клапан на входе, чугун

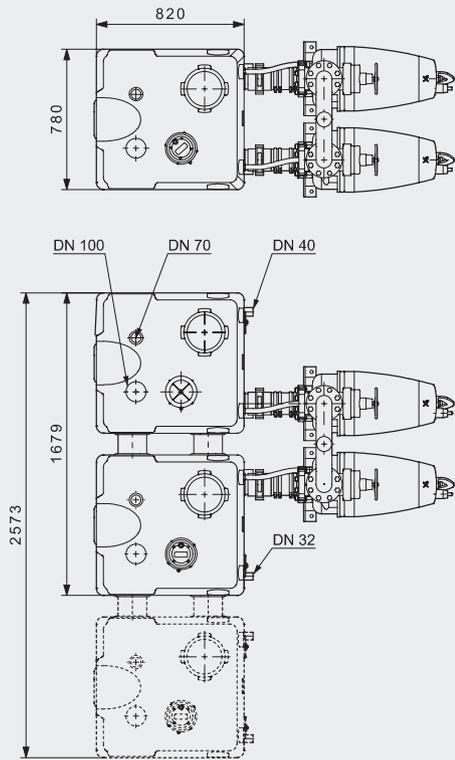


Рис. 21 Пример монтажа Multilift MD1 и MDV с одним, двумя или тремя сборными резервуарами.

Для правильного монтажа установки по Европейскому стандарту EN12056-4 необходимо выполнить следующие инструкции: (см. номера позиций на Рис. 20).

1. Установка должна быть смонтирована в хорошо освещенном и проветриваемом помещении, для облегчения технического обслуживания и эксплуатации необходимо не менее 60 см свободного пространства вокруг нее.
2. Оборудуйте место ниже уровня фундамента. Если насосная установка устанавливается в подвале, в котором существует опасность просачивания грунтовых вод, рекомендуется использовать дополнительный дренажный (аварийный) насос в отдельном приямке ниже уровня фундамента для осушения помещения.
3. Все трубные соединения должны быть гибкими для уменьшения вибраций.

4. Насосная установка должна быть зафиксирована для предотвращения всплытия и смещения.
5. Все напорные патрубки насосной установки, диафрагменного и дренажного насосов должны быть оснащены петлей, расположенной уровнем противотока самотечных сточных вод. Высшая точка U-образного колена или обратного гидравлического затвора должна находиться выше уровня грунта.
6. Установите задвижку в напорной линии диаметром DN 80 или больше. Также установите задвижку во всасывающей линии.
7. Воду из открытых источников нельзя подавать в насосную установку внутри здания. Для нее необходима отдельная насосная установка за пределами здания (не показана на чертеже).
8. Насосная установка должна быть оборудована обратным клапаном.
9. Объем напорной трубы, расположенной выше обратного клапана, вплоть до верхнего постоянного уровня воды в трубопроводе, должен быть меньше эффективного объема резервуара.
10. Вентиляция от насосной установки для хозяйственно-бытовых (фекальных) сточных вод должна быть выведена выше уровня крыши. Если используется специальный вентилирующий клапан (поставляется в составе принадлежности), он должен располагаться вне здания.
11. Если сточные воды направляются в сборный самотечный трубопровод, его коэффициент наполнения должен быть не менее $h/d = 0,7$. После напорного патрубка сборный трубопровод должен быть как минимум на один номинальный диаметр больше.
12. Шкаф управления должен быть оборудован сигнализацией и располагаться в месте, свободном от затопления.
13. В случае неисправности насоса для простого, ручного дренажа сборного резервуара используется диафрагменный насос (по усмотрению).

15. Дополнительный поплавковый выключатель

Для обеспечения дополнительной безопасности ко входу аварийной сигнализации можно подключить поплавковый выключатель. Следует выполнять требования местных и федеральных регламентирующих документов.

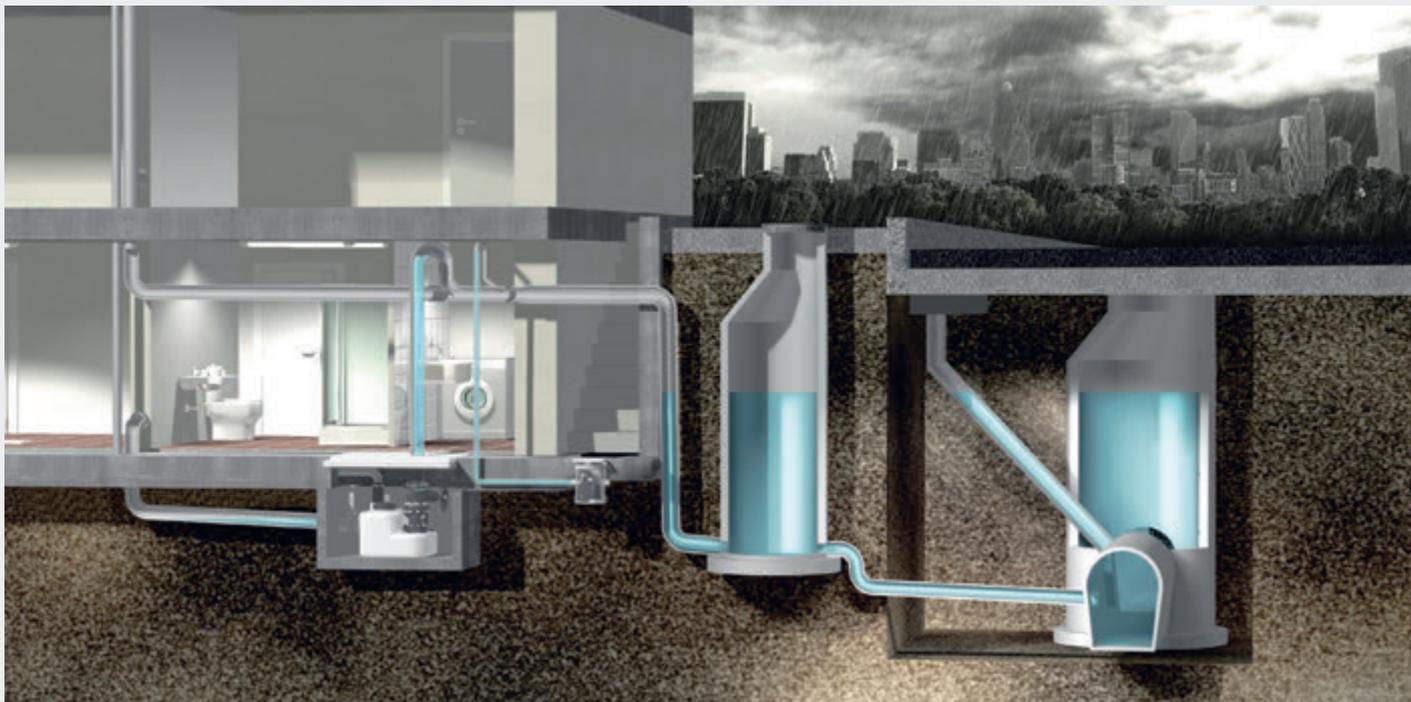


Рис. 22 Обратный поток воды во время сильного ливня. Вода не попадает в здание, поскольку напорный трубопровод замкнут выше уровня обратного потока (уровня грунта), и, кроме того, он снабжен обратным клапаном.

[9]

КАВИТАЦИЯ И ПРSH

1. Кавитация

Когда вода течет по трубопроводу, статическое давление можно измерить в любом месте трубы с помощью манометра. Если скорость потока воды увеличивается (за счет увеличения производительности или уменьшения размера трубы), статическое давление снижается, как показано на Рис. 1.

Если скорость воды становится достаточно большой, статическое давление может стать настолько малым, что вода начнет кипеть.



Рис. 1

Это явление возникает, поскольку температура кипения воды меняется. Вода обычно закипает при 100 °С, но только при условии нормального атмосферного давления, т.е. 760 мм.рт.ст. или приблизительно 10 м водяного столба. Это обычное давление на уровне моря.

На высоте, например, в горной местности, атмосферное давление ниже. В таких условиях вода может закипать при температурах ниже 90 °С. Показательный пример: яйцо невозможно сварить на вершине горы Эверест. Причина — вода закипает при такой низкой температуре, что яйцо не твердеет.

В связи с этим вода в трубопроводе ведет себя так, как будто она находится на вершине горы. Если статическое давление падает, температура кипения снижается. На Рис. 2 показана взаимосвязь между температурой кипения и статическим давлением воды, или, что более правильно, кривая показывает давление водяного пара в зависимости от его температуры.



На Рис. 2 видно, что вода при температуре 60 °С превращается в пар, т.е. кипит, когда давление водяного столба опускается до 2 м (абсолютное). Также видно, что вода при температуре 30–40 °С и ниже превращается в пар при очень низком давлении.

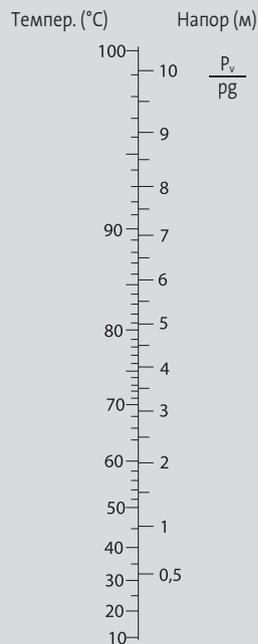


Рис. 3 Температура относительно статического напора.

1.1. КАК ДАВЛЕНИЕ ПАРА ВЛИЯЕТ НА ПРОЦЕСС ПЕРЕКАЧИВАНИЯ

Какое влияние давление водяного пара (кипение) оказывает на насосную установку?

Взаимосвязь показана на Рис. 4, который практически соответствует Рис. 2. Внутри насоса вода должна пройти через каналы, которые обычно значительно меньше, чем трубопроводы, к которым он подключен. В результате скорость потока воды в каналах значительно выше, чем в трубопроводах. Самые узкие участки обычно на входе в рабочее колесо, поэтому здесь статическое давление самое низкое.

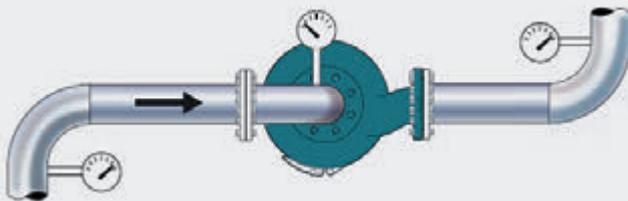


Рис. 4

Также существует опасность того, что вода превратится в пар — риск увеличивается с ростом температуры воды. Если образуется пар, насос работает в состоянии кавитации, т.е. образования пустот в жидкости (слово «кавитация» образовано от латинского слова «кавус», т.е. пустой).

1.2. ЗАУЖЕННЫЕ КАНАЛЫ ПРЕДПОЛАГАЮТ ПОВЫШЕННУЮ СКОРОСТЬ ПОТОКА ЖИДКОСТИ

Пузырьки пара, образовавшиеся на входе в рабочее колесо, двигаются вместе с водой через насос. После входной точки проход внутри насоса становится шире, что приводит к росту статического давления. Обычно на рабочем колесе уровень статического давления такой, при котором условий для образования пара больше нет.

Пузырьки пара, образовавшиеся на входе, снова превращаются в воду. Преобразование происходит очень быстро и принимает форму схлопывания, т.е. процесса, обратного взрыву.

Во время схлопывания можно слышать очень сильный хлопок. Удар от схлопывания может привести к серьезным повреждениям, в основном, рабочего колеса. Такие повреждения называют кавитационной эрозией или питтингом.

1.3. КАВИТАЦИЯ МОЖЕТ РАСПРОСТРАНЯТЬСЯ

Кавитация не обязательно ограничивается входом в рабочее колесо. Если статическое давление и температура меняются в неблагоприятном направлении, зона кавитации будет распространяться. На Рис. 5 показано образование кавитации на входе в рабочее колесо, на Рис. 6 показан вариант полного распространения кавитации.



Рис. 5 Питтинг вследствие кавитации с обратной стороны рабочего колеса.



Рис. 6 Характерная кавитация на входе в рабочее колесо.

1.4. КАВИТАЦИЯ ВЛИЯЕТ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ НАСОСА

Даже сравнительно небольшая кавитация может оказать отрицательное влияние на кривую QH насоса. Это происходит, потому что пузырьки пара занимают место и мешают потоку, проходящему через насос, что, в свою очередь, приводит к снижению производительности, а также высоты подъема. См. Рис. 7.

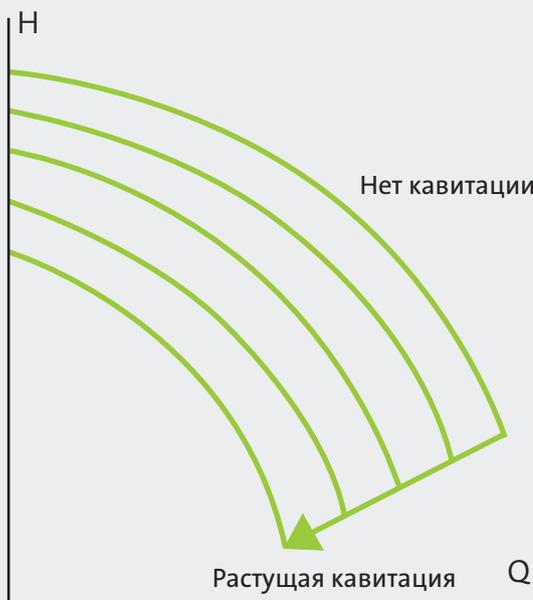


Рис. 7

2. NPSH и кавитация

Так при каком предельном давлении в насосе начинается процесс кавитации? Поставщик предоставляет графики этого процесса. В дополнение к кривой производительности насоса, кривой КПД и кривой энергопотребления можно также найти так называемую кривую NPSH. (NPSH — это термин, принятый в США, который широко используется среди производителей насосов и означает «допустимый положительный подпор на входе в насос»). См. Рис. 8.



Рис. 8

Кривая NPSH показывает, насколько высоким должно быть абсолютное полное давление, кроме давления пара жидкости, на входе в насос во время работы, чтобы не допустить возникновения кавитации.

Если температура воды не превышает 40 °С, давление пара может быть сколь угодно низким, это не имеет значения. В данном случае кривая NPSH непосредственно показывает допустимое минимальное давление. При повышенных температурах воды или для жидкостей с повышенным давлением пара (например, бензин) вычитите давление пара из значения кривой NPSH.

Как показано на Рис. 8, требуемый NPSH возрастает с увеличением производительности.

2.1. ЧТО ТАКОЕ «ПОТРЕБНЫЙ NPSH»?

Знания значения потребного NPSH не достаточно, хотя нам также необходимо знать доступный NPSH, что означает давление, которое обычно возникает во всасывающей трубке. Давление определяется в соответствии с давлением на входе в насос или высотой всасывания, потерями давления в трубе на стороне всасывания, в клапанах, коленах, прямых трубах и пр.

В общем, доступный NPSH должен быть не меньше потребного NPSH, чтобы избежать кавитации.

NPSH доступный \geq NPSH потребный

2.2. РАСЧЕТ ПОТРЕБНОГО И ДОСТУПНОГО NPSH

Далее приведем полное описание расчета доступного NPSH и требуемого NPSH.

По завершению покажем пару примеров. Во время определения потребного NPSH и доступного NPSH оба значения должны относиться к одному и тому же базисному уровню насоса.

В насосах для установки в сухом колодце в горизонтальном положении, т. е. с горизонтальными валами, этот уровень проходит через центр вала (см. Рис. 9), тогда как базисный уровень в насосах для сухой установки в вертикальном положении проходит через нижнюю часть рабочего колеса. См. Рис. 10.

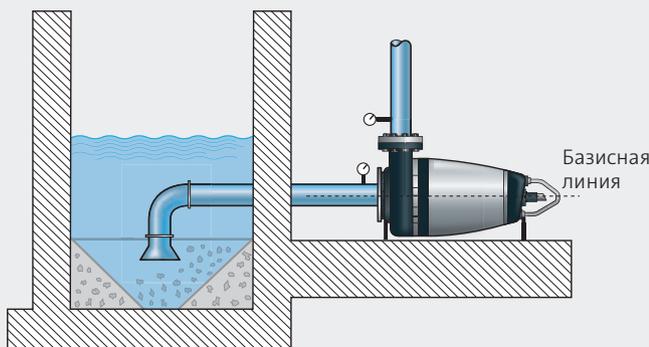


Рис. 9 Канализационный насос, установленный в сухом колодце в горизонтальном положении с базисной линией.

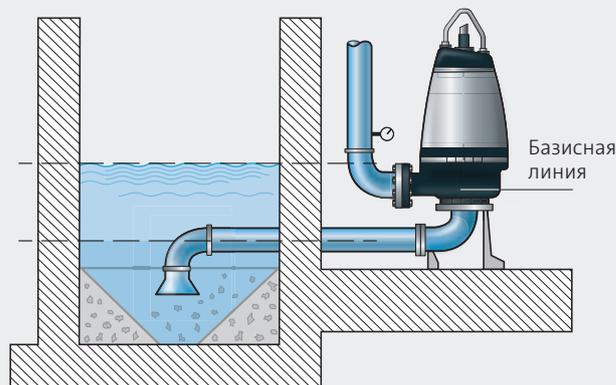


Рис. 10 Канализационный насос, установленный в сухом колодце в вертикальном положении, с базисной линией.

2.3. РАСЧЕТ NPSH

Для расчёта NPSH важно учитывать:

- атмосферное давление,
- абсолютное давление,
- относительное давление,
- отрицательное давление,
- статическое давление,
- динамическое давление,
- давление на выходе из насоса.

Атмосферное давление присутствует всегда и везде, его невозможно почувствовать. Среднее атмосферное давление на земле — 1 013 мбар или 10,33 м. На уровне моря атмосферное давление выше, чем на вершине горы.

Каждый раз, когда мы поднимаемся на 1 м выше уровня моря, атмосферное давление падает на 1,16 мм/м. Атмосферное давление может меняться в зависимости от погоды.

Абсолютное давление — это 0 при абсолютном вакууме. Чтобы получить давление ниже атмосферного, в систему необходимо установить вакуумный насос.

Однако даже с помощью самого лучшего вакуумного насоса невозможно получить давление абсолютного вакуума, равно 0, т. к. в системе всегда остаются молекулы воздуха, которые создают минимальное давление.

Относительное давление начинается с 0 относительного, равного атмосферному давлению, и может быть измерено манометром.

Отрицательное давление между 0 по манометру и абсолютным 0 можно измерить с помощью вакуумметра.

Наименьшее относительное давление, которое можно получить, — это минус 10,33 м из-за атмосферного давления.

На практике с помощью обычного насоса невозможно получить давление ниже 6–7 м из-за конструкции насоса, потерь на трение и утечки в системе.

Отрицательное давление можно измерить вакуумметром, отрицательное давление возникает в насосах сухой установки во время перекачивания с уровня ниже центра всасывающего патрубка насоса. В данном случае мы говорим о высоте всасывания или отрицательном давлении. Для всех насосов построена кривая NPSH, которая показывает максимальную высоту всасывания (или отрицательное давление), с которой насос может перемещать воду с определенной производительностью.

Статическое давление — это давление, которое можно измерить манометром в трубопроводной системе, заполненной водой, когда насос находится в режиме ожидания. Статический напор аналогичен геометрическому напору.

Когда тот же насос в той же системе работает, давление на манометре повышается. Разность между статическим давлением и суммарным давлением, когда насос работает, является давлением насоса. Причина в том, что мы измеряем давление непосредственно на выпуске из насоса.

В этом случае потери на трение в расчет не принимаются.

3. Правила расчета

H_{atm} = давление на поверхности воды в м (обычно атмосферное давление)

H_{sf} = потери на трение в метрах во всасывающей трубе

H_{sgeod} = это разность геометрических уровней в метрах между поверхностью воды и базисной линией в насосе. Если уровень воды ниже базисной точки насоса, расчет осуществляется с помощью $-H_{sgeod}$. Если уровень воды выше базисной точки насоса, расчет осуществляется с использованием значения $+H_{sgeod}$. См. Рис. 11

H_{sman} = фактическое низкое давление на входе в насос (далее абсолютный статический напор на всасе $= H_{atm} - H_{sman}$)

H_{stot} = суммарный абсолютный статический напор на впуске в насос в м

H_d = давление потока жидкости (при фактической температуре) в м

V_s = скорость потока на входе в насос

Z_s = разность геометрических уровней между базисной точкой насоса и центром манометра

Примечание! Измеряйте все значения давления в метрах (м) водяного столба.

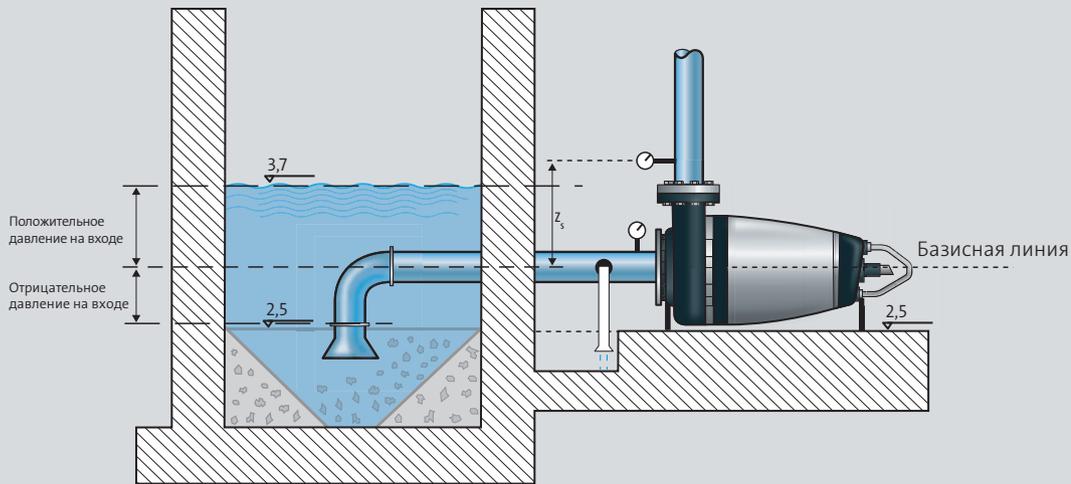


Рис. 11 Канализационный насос сухой установки в горизонтальном положении с положительным давлением на входе, когда насос запускается, и отрицательным давлением на входе на уровне останова.

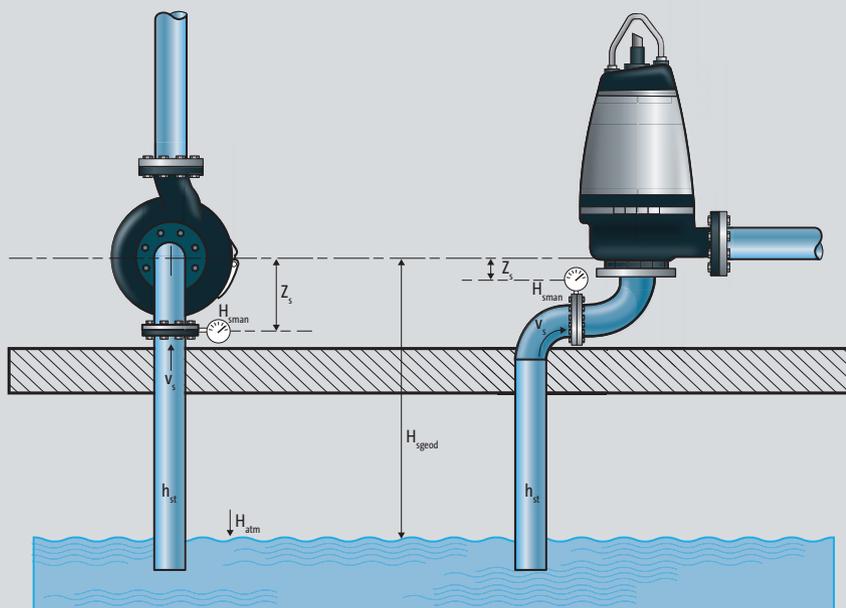


Рис. 12 Базисные линии канализационных насосов сухой установки в горизонтальном и вертикальном положении.

4. Определение потребного NPSH

Для определения потребного NPSH нужно выполнить измерения на испытательном стенде, поэтому они обычно проводятся поставщиком насоса.

Далее приведено описание последовательности таких измерений. Путем измерения в точках выше области производительности насоса можно определить, например, постепенным понижением уровня воды, при каком давлении возникает кавитация в каждой точке измерений.

Кавитация возникает там, где абсолютное статическое давление на входе в насос $= H_{atm} - H_{sman}$, и суммарное статическое давление (H_{stot}) определяется путем прибавления потерь на трение.

$$H_{(stot)} = \text{NPSH потребный} = H_{atm} - H_{sman} + (Vs^2 / 2g)$$

где:

Vs^2 = скорость потока на входе в насос.

$2g$ = ускорение свободного падения.

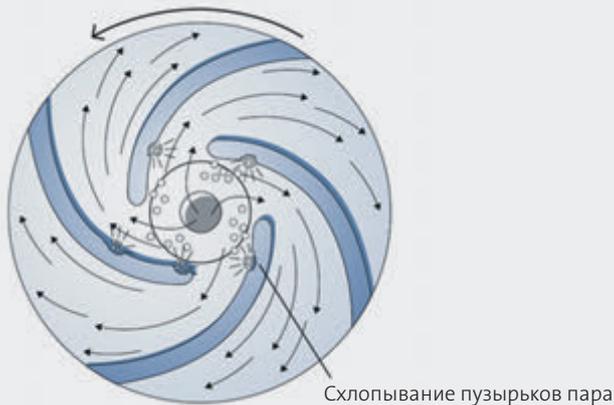


Рис. 13 Четырехлопастное рабочее колесо со схлопыванием кавитационных пузырьков с обратной стороны лопастей рабочего колеса.

5. Поправка на давление пара

Сказанное выше действительно для холодной воды. Если необходимо учесть давление пара, компенсация осуществляется в следующем порядке:

$$\text{NPSH потребный} = H_{stot} - H_d$$

Измерения до сих пор относятся к уровню манометра.

Базисный уровень NPSH определяется по формуле:

$$\text{NPSH потребный} = H_{atm} - H_{sman} - H_d - Z_s + (Vs^2 / 2g)$$

Во время перекачивания холодной воды при нормальном атмосферном давлении,

$$H_{atm} \sim 10 \text{ м и } H_d \sim 0.$$

В этом случае действует следующее выражение:

$$\text{NPSH потребный} \sim 10 - H_{sman} - Z_a + (Vs^2 / 2g)$$

6. Проверка доступного NPSH

Расчет значения доступного NPSH зависит от установки.
См. Рис. 9 и 10

Суммарное доступное статическое давление на всасе:

$$H_{\text{stot}} = H_{\text{atm}} - (H_{\text{sgeod}} - Z_s) - H_{\text{sf}}$$

Доступное суммарное абсолютное давление на всасе (холодная вода):

$$\text{NPSH доступный} = H_{\text{atm}} - (H_{\text{sgeod}} - Z_s) - H_{\text{sf}} - H_d + (Vs^2 / 2g)$$

В случае перекачивания холодной воды применяется следующее приближение:

$$\text{NPSH доступный} \sim 10 - (H_{\text{sgeod}} - Z_s) - H_{\text{sf}} + (Vs^2 / 2g)$$

Как указано выше, для предотвращения кавитации должно выполняться следующее условие:

$$\text{NPSH доступный} > \text{NPSH потребный}$$

Для пограничных ситуаций, когда оба значения равны, например: NPSH доступный = NPSH потребный, применяется следующее уравнение:

$$H_{\text{sgeod макс.}} = H_{\text{atm}} + Z_s - H_{\text{sf}} - H_d + (Vs^2 / 2g) - \text{NPSH потребный}$$

– или с холодной водой при нормальном атмосферном давлении:

$$H_{\text{sgeod макс.}} \sim 10 + Z_s - H_{\text{sf}} + (Vs^2 / 2g) - \text{NPSH потребный}$$

Если результат вычисления этого уравнения отрицательный, учтите высоту всасывания.

7. Примеры

Пример 1

Перекачивание холодной воды из открытого колодца. Атмосферное давление в норме. Потеря давления во всасывающей трубе рассчитывается для $H_{\text{sf}} = 3$ м. В соответствии с данными поставщика значение потребного NPSH = 5,5 м, $Z_s = 0,1$ м и V_s рассчитывается до 1,5 м/с.

$$H_{\text{sgeod макс.}} = 10 + 0,1 - 3,0 + (1,5^2 / 2g) - 5,5 = 1,7 \text{ м}$$

Таким образом, насос может работать с геометрической высотой всасывания 1,7 м.

Пример 2

Перекачивание воды при температуре 70 °С. Остальные параметры аналогичны примеру 1.

$$(H_d = H_{\text{atm}}).$$

$$H_{\text{sgeod макс.}} = 10 + 0,1 - 3,0 + (1,5^2 / 2g) - 3,2 - 5,5 = 1,5 \text{ м}$$

Насосу требуется геометрическое давление на входе 1,5 м или иными словами: уровень останова в колодце должен находиться как минимум на 1,5 м выше базисной точки насоса.

Если давление H_{sgeod} отрицательное (больше относится к горячим жидкостям), для предотвращения кавитации необходимо повысить статическое давление на входе.

8. Расчет безопасного значения

Во время определения безопасного значения оцените возможные отклонения значений H_{sf} , H_d и NPSH, например, повышенные потери на трение, вызванные отложениями во всасывающей трубе, изменения температуры жидкости и перепады производительности насоса (Q).

Безопасное значение обычно устанавливается равным 0,5 м для температур жидкостей до 60 °С. Если температура выше 60 °С, значение увеличивается до 1 м.

Кавитация может вывести из строя рабочее колесо, уплотнение вала или подшипники двигателя меньше чем за 100 часов работы.

Поначалу кавитация может сократить срок службы рабочего колеса только частично, но если перекачиваемая жидкость является коррозионной или содержит абразивы, потребуется регулярная замена рабочего колеса из-за его разрушения.

9. Как избежать кавитации

Как показано выше, доступный NPSH должен быть не меньше потребного NPSH.

Если это невозможно, возникновения кавитации можно избежать путем изменения одного из следующих значений:

- Доступный NPSH.
- Потребный NPSH.
- Действие.
- Насосы сухой установки.

Описание приведено ниже.

Доступный NPSH

- Статическое давление на входе в насос можно повысить путем уменьшения геометрической высоты всасывания или, наоборот, путем увеличения высоты всасывания.
- Потери на трение во всасывающих трубах можно сократить, устранив лишние клапаны и изгибы. Можно увеличить размеры труб и фитингов.
- Температуру насоса можно понизить, но в большинстве случаев это довольно сложно. Кроме того, кривая давления пара показывает, что для воды с температурой ниже 40 °С снижение температуры имеет очень слабый эффект.

Потребный NPSH

- Снижение частоты вращения насоса. Однако это приводит к значительным изменениям рабочих характеристик насоса, поэтому редко используется на практике.
- Замена насоса новой моделью с пониженным потребным NPSH. В большинстве случаев это приобретение большего по мощности и более дорогого насоса.

Действие

Погружные насосы

Повысьте уровни пуска/останова на 0,3 м. Измерьте фактический расход насоса в составе установки. Если он превышает рекомендуемый, указанный в спецификации, необходимо установить рабочее колесо меньшего диаметра.

Насосы сухой установки

Проверьте всасывающую трубопроводную систему на наличие воздушных карманов, концентрические переходники и пр. Поднимите уровень пуска/останова на 0,3 м. Измерьте фактический расход насоса в составе установки.

[10]

**ПЛОТНОСТЬ,
МОЩНОСТЬ
И ПЕРЕМЕННАЯ
СКОРОСТЬ**

1. Плотность и вязкость

Как плотность, так и вязкость жидкости могут оказывать влияние на производительность определенного насоса и в отношении характеристик, и в отношении энергопотребления.

Как правило, испытания канализационного насоса осуществляются в жидкости плотностью 1000 кг/м^3 . Если плотность жидкости отличается от этого значения давление нагнетания будет пропорционально значению плотности. При перекачивании жидкостей, плотность которых выше 1000 кг/м^3 , следует использовать более мощные электродвигатели.

Кривые насоса относятся также к процессу перекачивания воды без пузырьков воздуха при температуре $+20 \text{ }^\circ\text{C}$ и кинематической вязкости $1 \text{ мм}^2/\text{с}$ (1 сСт).

1.2. ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСА В ЖИДКОСТИ С ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ

Плотность смеси воды и песка можно описать следующим образом:

$$\rho = 1 + 0,007 \times p_m \text{ [т/м}^3\text{]}$$

где p_m — процентное содержание по весу.

Если $p_v = 15\%$ по объему, p_m будет равно $\sim 45\%$ по весу.

$$\rho = 1 + 0,007 \times 45 = 1,32 \text{ т/м}^3.$$

Примечание. Использование стандартного канализационного / строительного насоса (для жидкостей плотностью до $1,1 \text{ т/м}^3$) для перекачивания такой смеси приведет к перегрузке двигателя и в случае неправильной защиты двигателя — к перегреву и выгоранию обмоток.

Действие

1. Установите рабочее колесо меньшего диаметра или используйте более мощный двигатель. Процент повышения мощности двигателя должен, как минимум, соответствовать повышению плотности.

2. Включите мешалку во время запуска. Это позволит равномерно распределить твердые вещества по объему жидкости. Смесь с 15% объема обычно встречается во время дренажа котлованов (строительные насосы) или если расход насоса в вертикальных напорных трубах не достаточен для поддержания песка во взвешенном состоянии.

В таком случае он осядет в корпусе насоса после останова, это приведет к сокращению срока службы. В этом случае необходимо установить насос с повышенным расходом и напором.

Работы насосов промышленных сточных вод и в особенности насосов для бытовых сточных вод с очень низким расходом следует избегать по следующим причинам:

1. Скопление песка и других твердых материалов внутри корпуса насоса.
2. Отложение осадка (отложение загрязнений на стенках напорного трубопровода).
3. Периодические сильные вибрации из-за дисбаланса рабочего колеса в результате частичного закупоривания твердыми материалами высокой плотности.



Рис. 1 Влияние на работу насоса перекачиваемой жидкости высокой плотности.



Рис. 2 Образование отложений и закупорка напорных труб.

2. Минимальная скорость потока

Чтобы избежать отложений ила и жира на внутренних стенках напорных труб и поддерживать песок во взвешенном состоянии, скорость потока должна быть не ниже следующих рекомендуемых значений:

Бытовой сток: в вертикальных трубах = 1 м/с

Бытовой сток: в горизонтальных трубах = 0,7 м/с

Скорость потока не должна превышать 3 м/с, чтобы не допустить шума в трубопроводной системе и для экономии электроэнергии.

3. Характеристики насоса в жидкостях с высокой вязкостью

Неоднородные смеси, состоящие из воды, илистого осадка, жирных веществ, листьев и газа, обладают высокой вязкостью. С увеличением содержания твердых веществ и илистого осадка в перекачиваемой среде будут увеличиваться и потери напора

на трение в трубах. КПД насоса при этом может снизиться на величину до 40% — чем больше вязкость жидкости, тем больше усилий понадобится рабочему колесу для ее перекачивания.

 Рабочий диапазон центробежных насосов с вихревым или канальным рабочим колесом

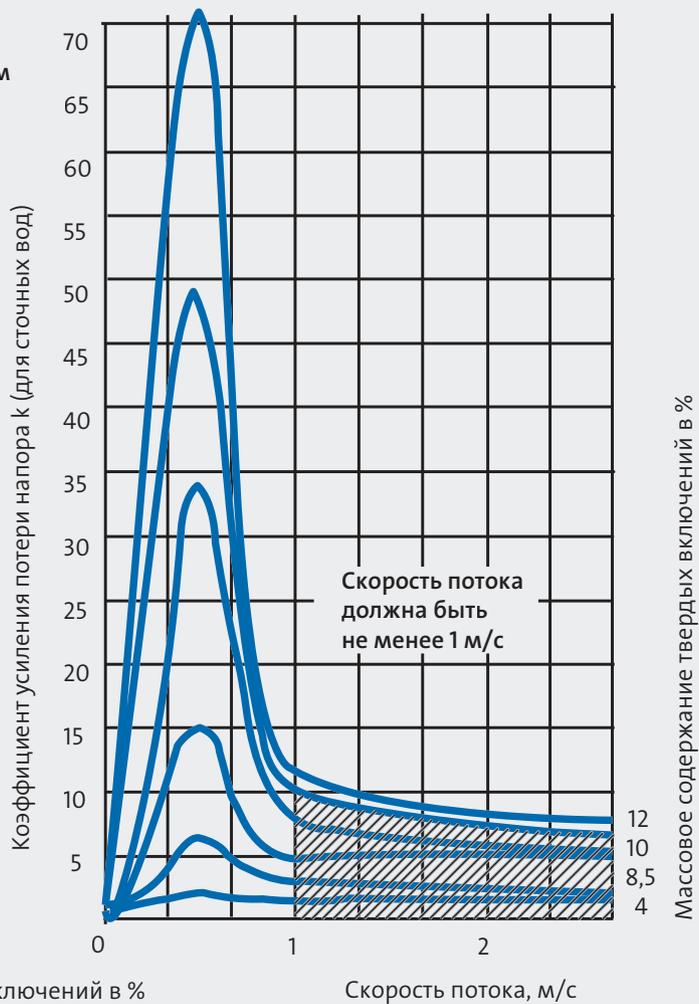


Рис. 3 Коэффициенты увеличения потерь напора. На графике А показаны различные типы и концентрации ила, на графике В показаны различные значения скорости потока и концентрации твердых примесей в бытовом стоке.

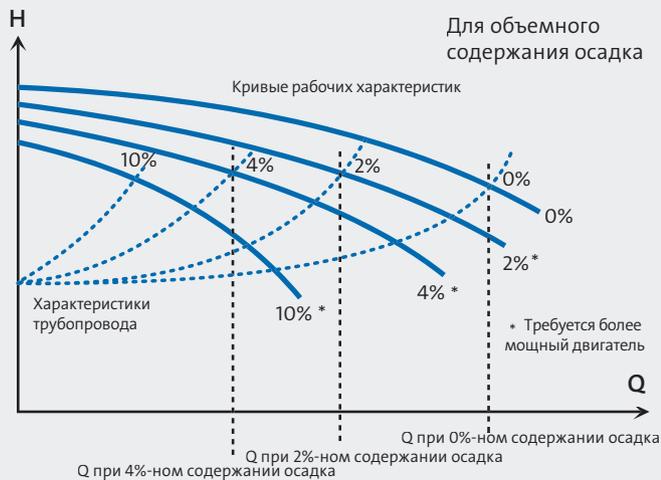


Рис. 4 Влияние концентрации твердых включений в иле на характеристики насоса и трубопровода. Данные графики иллюстрируют только принцип и не могут использоваться при расчетах.

Если перекачиваемый ил достаточно густой, то для обеспечения необходимого кавитационного запаса следует устанавливать насос как можно ниже уровня жидкости. Также следует избегать установки слишком длинных всасывающих труб, поскольку при повышенном содержании твердых включений в перекачиваемой жидкости в трубах будет падать давление. Для лучшего перемешивания находящейся в резервуаре жидкости и для равномерного распределения в ней твердых включений перед пуском насоса рекомендуется включить мешалку.

В иле, используемом на станциях очистки, может присутствовать высокая концентрация растворенного в жидкости либо попадающего в насос извне вместе с потоком газа. Особенно страдают от такого воздействия центробежные насосы. Как правило, ил с высоким содержанием твердых включений содержит в себе и высокую концентрацию газа, что негативно сказывается на производительности насоса.

В худшем случае при освобождении и скоплении газа в лопаточном пространстве рабочего колеса, насос может просто перестать работать, и будет нарушен нормальный технологический процесс.

Рабочее колесо канализационного насоса имеет широкие каналы, поэтому идеально подходит для перекачивания ила. Если ил густой (с содержанием твердых включений более 2%), то нужно выбирать насос с более высокой кривой характеристик, соответствующей более высоким значениям напора — это поможет обеспечить необходимую производительность насоса.

Ил, который остается после очистки сточных вод, не всегда однородный и постоянный по содержанию в нем твердых включений. Чтобы компенсировать эти колебания и, следовательно, потребности в мощности, рекомендуется использовать двигатель повышенной мощности.

Если в иле содержится много песка, то наибольший срок службы будет у насосов с рабочими колесами SuperVortex.

4. Эксплуатационный коэффициент двигателя (SF)

Компания Grundfos считает эксплуатационный коэффициент множителем, который применяется к номинальной мощности погружных насосов и погружных насосов сухой установки. Эксплуатационный коэффициент показывает допустимую мощность в кВт, которая может быть передана в условиях, указанных для эксплуатационного коэффициента при номинальном напряжении и частоте.

Другими словами, эксплуатационный коэффициент — это процент перегрузки, которую может перенести двигатель в течение короткого времени во время работы в допустимых пределах напряжения.

Стандартный эксплуатационный коэффициент для двигателей погружных насосов и погружных насосов сухой установки Grundfos равен 1,1 (10%) для насосов 50 Гц и 1,15 (15%) для насосов 60 Гц.

Это означает, что канализационный насос мощностью 10 кВт с двигателем 50 Гц и эксплуатационным коэффициентом 1,1, при необходимости, может передать мощность 11 кВт в течение короткого времени, а канализационный насос мощностью 10 л.с. с двигателем 60 Гц может передать 11,5 л.с. в течение короткого времени.



Рис. 5 Погружной канализационный насос с рабочим колесом SuperVortex.

5. Сеть питания, пониженное и повышенное напряжение

Сеть питания рассчитана на определенное напряжение. Вблизи трансформатора низкого напряжения превышение напряжения зачастую составляет от 3 до 5%. Когда силовые линии находятся под нагрузкой, падение напряжения может произойти вследствие омического сопротивления во время пикового энергопотребления.

Большинство силовых линий подобраны таким образом, что понижение напряжения более чем на 10% происходит реже одного раза в год в самой слабой точке. Но многие потребители все равно периодически работают при значительно пониженном напряжении.

Для нормальной работы любого двигателя требуется напряжение, указанное на паспортной табличке. В случае падения напряжения снижается крутящий момент двигателя, частота вращения (обороты в минуту) двигателя под нагрузкой также снижается.

В результате падает КПД и индуктивное сопротивление двигателя. Это приводит к повышению энергопотребления и увеличенному тепловыделению двигателя.

Если понижение напряжения для полностью нагруженного двигателя центробежного насоса составляет 10%, энергопотребление увеличивается примерно на 5%, а температура двигателя — примерно на 20%. Если эта температура превышает максимальную температуру изоляции обмоток, в них произойдет короткое замыкание, и статор выйдет из строя.

Все двигатели Grundfos снабжены термовыключателями и/или датчиками температуры Pt1000 в обмотках статора для защиты двигателя от перегрева во время работы. Важно подключить провода датчиков к реле панели управления, чтобы не допустить повреждения двигателя.

Это необходимо, только если двигатель работает в условиях высокой температуры и не достаточно охлажден или в случае дисбаланса напряжений, дисбаланса токов или колебаний напряжения, возникающих одновременно.

Обычно увеличение температуры обмотки, вызванное пониженным напряжением, приводит к ускоренному износу изоляции, что влечет за собой сокращение срока службы двигателя.

В случае повышенного напряжения в сети энергопотребление и тепловыделение в обмотках двигателя также возрастают. Шариковые подшипники работающих непрерывно канализационных насосов, подвергаемых перенапряжению, должны быть заполнены консистентной смазкой, сохраняющей свои свойства при температуре, на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ превышающей температурный класс изоляции. Это означает, что для класса изоляции F ($155\text{ }^{\circ}\text{C}$) смазка шариковых подшипников должна сохранять свои свойства при температуре до $165\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для класса изоляции H ($180\text{ }^{\circ}\text{C}$) смазка шариковых подшипников должна сохранять свои свойства при температуре до $190\text{ }^{\circ}\text{C}$.

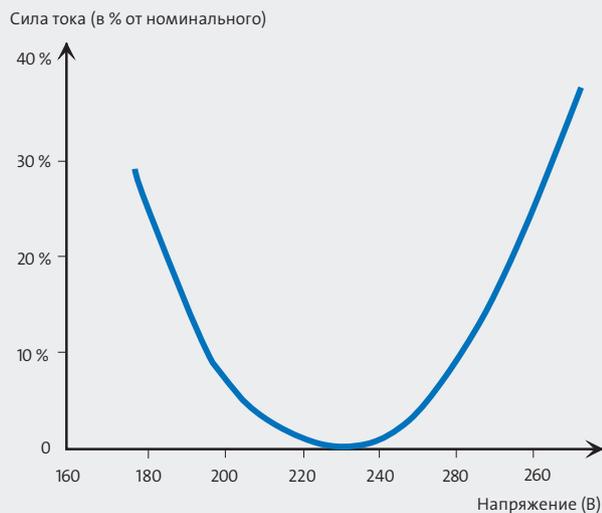


Рис. 6. Дополнительное энергопотребление при перепадах напряжения.

5.1. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При перепадах напряжения от -10% до $+10\%$ номинального значения, измеренного на клеммах двигателя, можно рассчитывать на нормальный срок службы, если энергопотребление не превышает ток полной нагрузки, указанный на заводской табличке, и если охлаждение двигателя достаточное, а в сети не возникает колебаний и дисбаланса.
2. В случае кратковременных/периодических перепадов напряжения свыше диапазона от -10% до $+10\%$ номинального значения сокращение срока службы будет умеренным до тех пор, пока перепады напряжения не станут настолько значительными, что в обмотках возникнет короткое замыкание.
3. При постоянных или продолжительных перепадах напряжения, превышающих диапазон от -10% до $+10\%$, необходимо понизить нагрузку на двигатель или выбрать более мощный двигатель, чтобы обеспечить приемлемый срок службы и КПД. Чтобы избежать повреждения двигателя, термовыключатели, установленные в обмотках статора, необходимо подключить к реле панели управления.

По желанию можно снизить нагрузку на стандартный двигатель, чтобы гарантировать срок службы, если возможные перепады напряжения питания двигателя превышают диапазон от -10% до $+10\%$.

Для однофазных двигателей часто требуется адаптация емкости в случае пониженного напряжения питания.

6. Несимметрия тока

Низкий дисбаланс токов обеспечивает самый высокий КПД двигателя и самый долгий срок службы. Поэтому важно, чтобы на все фазы нагрузка подавалась равномерно.

Перед измерениями необходимо убедиться, что вал насоса вращается в правильном направлении, т. е. в том направлении, которое обеспечивает самый высокий КПД. Направление вращения можно изменить, поменяв местами две фазы.

Дисбаланс тока не должен превышать 5%. Он рассчитывается по одной из двух следующих формул:

$$I (\%) = \left\langle \frac{I_{\text{фазы макс.}} - I_{\text{сред.}}}{I_{\text{сред.}}} \right\rangle \times 100 [\%]$$

$$I (\%) = \left\langle \frac{I_{\text{сред.}} - I_{\text{фазы мин.}}}{I_{\text{сред.}}} \right\rangle \times 100 [\%]$$

Максимальное значение используется для выражения дисбаланса тока.

Ток необходимо измерять на всех трех фазах, как показано ниже. Идеальное подключение — такое, при котором обеспечивается наименьший дисбаланс токов.

Чтобы не приходилось менять направление вращения при изменении подключения, чередование фаз всегда должно соответствовать показанному на рисунке.

Пример

См. схему и таблицу ниже.

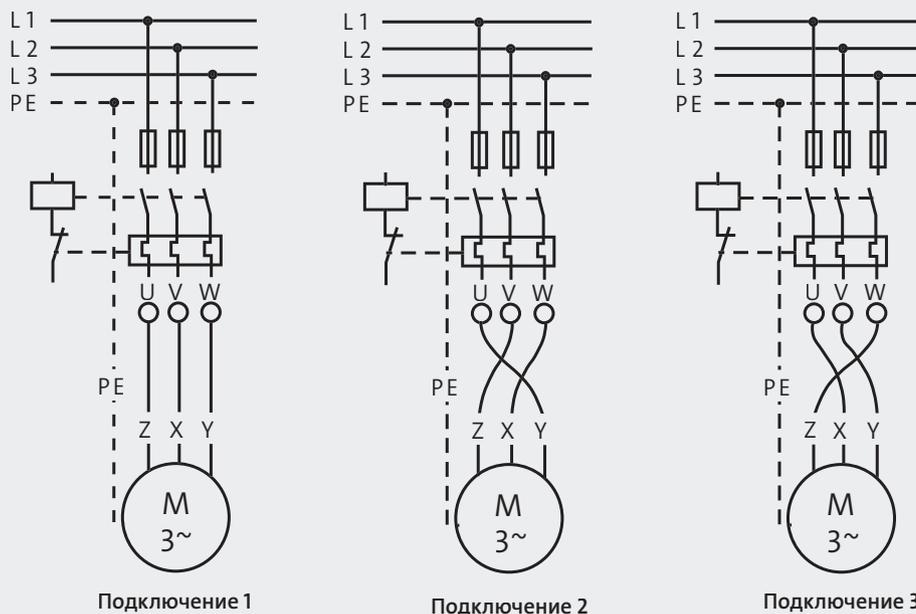


Рис. 7 Порядок подключения фаз при расчете несимметрии токов. Погружной двигатель, 3-фазн., 400 В, 30 А, 50 Гц.

Подключение 1

Подключение 2

Подключение 3

Пример (продолжение)

	Подключение 1	Подключение 2	Подключение 3
Шаг 1	U Z 31 А V X 26 А W Y 28 А Общий ток 85 А	Z 30 А X 26 А Y 29 А Общий ток 85 А	Z 29 А X 27 А Y 29 А Общий ток 85 А
Шаг 2	Среднее значение тока: $\frac{\text{Общий ток}}{3 \times 3} = \frac{85 + 85 + 85}{3 \times 3} = 28,3 \text{ А}$		
Шаг 3	Макс. разница между фазным и средним током (А):	Подключение 1 = 31 – 28,3 = 2,7 А Подключение 2 = 28,3 – 26 = 2,3 А Подключение 3 = 28,3 – 27 = 1,3 А	
Шаг 4	Несимметрия токов (%)	Подключение 1 = $\frac{2,7}{28,3} \times 100 = 9,5\%$ – не подходит Подключение 2 = $\frac{2,3}{28,3} \times 100 = 8,1\%$ – не подходит Подключение 3 = $\frac{1,3}{28,3} \times 100 = 4,6\%$ – допустимо	
Шаг 5	Если несимметрия тока превышает 5 %, необходимо связаться с компанией-поставщиком электроэнергии. В качестве альтернативы можно предложить эксплуатацию двигателя при пониженной нагрузке или использование двигателя промышленного исполнения с защитой CU 3. Фактическую несимметрию тока можно увидеть на дисплее дистанционного управления. Несимметрия тока в 5 % соответствует асимметрии напряжения в 1–2 %.		

Даже небольшой дисбаланс напряжения приводит к большому дисбалансу тока. Этот дисбаланс, в свою очередь, приводит к неравномерному распределению тепла на обмотках статора, что приводит к локальному перегреву. Ключевые результаты показаны ниже.

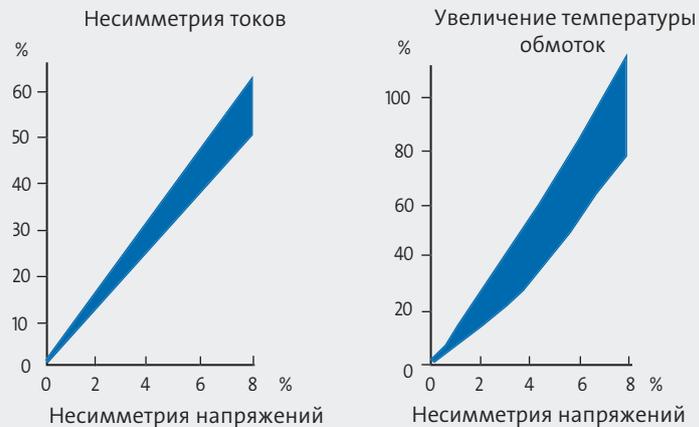


Рис. 8 Взаимосвязь между дисбалансом напряжения и тока и температурой.

7. Несимметрия напряжения

По сети питания осуществляется подача номинального напряжения на все три фазы. Вблизи трансформатора низкого напряжения обычно так и есть.

В случае подключения нагрузки к сети питания все однофазные устройства должны быть распределены равномерно между тремя фазами, чтобы избежать падения напряжения на одной из фаз. Поскольку однофазные устройства обычно работают в режиме «вкл./выкл.», они могут вызывать дисбаланс в сети. Асимметричные трансформаторные станции, а также асимметричные распределительные линии или изношенные, или изолированные контакторы также могут быть источником дисбаланса. В случае дисбаланса в сети перед подключением двигателя необходимо обратиться на предприятие энергоснабжения. Все фазы двигателя редко нагружаются равномерно; поэтому зачастую можно компенсировать дисбаланс путем подключения обмотки с меньшим током к фазе с наименьшим напряжением.

8. Частота

Частота всегда должна быть номинальной. Если частота слишком высокая, насос может перегрузить двигатель. В случае падения частоты падает производительность насоса.

9. Колебания напряжения

По сети питания осуществляется подача напряжения синусоидальной формы на все три фазы. Напряжение синусоидальной формы, вырабатываемое на электростанции, добавляется к колебаниям в распределительной системе.

Источники колебаний:

1. Преобразователи частоты без фильтров
2. Устройства плавного пуска
3. Контакторы для машин большой мощности
4. Конденсаторы для технологических установок
5. Грозозащита

10. Преобразователи частоты без фильтров

В случае длинных кабелей, для защиты работающего от ПЧ СЧЕ электродвигателя от больших перепадов напряжения, возможно применение выходных фильтров. Электродвигатель насоса Grundfos, если он правильно подобран по мощности и имеет достаточное охлаждение, будет иметь приемлемый срок службы и без использования выходного фильтра. Тем не менее, в ряде случаев, применение выходного фильтра необходимо. На выходе частотных преобразователей без выходного фильтра возникает напряжение, форма которого значительно отличается от идеальной синусоидальной из-за переходных процессов при ШИМ-модуляции. Влияние переходных процессов возрастает с увеличением длины кабеля между ПЧ и двигателем, что приводит к снижению срока службы двигателя.

Всегда необходимо помнить о том, что применение выходного фильтра, в любом случае, улучшает условия эксплуатации электродвигателя и продлевает срок его эксплуатации.

11. Частотно-регулируемый привод

Всё чаще встречаются канализационные системы, в которых применяется регулирование скорости вращения насосов при помощи ПЧ. В процессе выбора решения для регулировки скорости необходимо учитывать два основных фактора:

- Длина кабеля от ПЧ до насоса.
- Напряжение питания ПЧ и насоса.

Импульсы высокого напряжения возникают, если насос подключен к ПЧ кабелем длиной свыше 25 м. Это физический феномен, который связан с зарядной емкостью на землю в выходных кабелях. Это актуально для всех ПЧ, независимо от производителя.

Выходной фильтр предназначен для снижения пиковых напряжений и тем самым для снижения стрессовой нагрузки на изоляцию двигателя. Выходной фильтр должен применяться:

- при длине кабеля от ПЧ до насоса более 25 метров;
- если напряжение питания выше 440 В.

Величина напряжения питания оказывает сильное влияние на фактический уровень пикового напряжения. Различные уровни

напряжения питания требуют различных решений для снижения стрессовой нагрузки на системы изоляции двигателей.

В случае длинного кабеля и высокого напряжения питания, к насосам, подключенным к частотным преобразователям, предъявляются следующие требования:

Общие условия

Все двигатели, работающие от частотных преобразователей, должны быть защищены от бросков напряжения и критической скорости нарастания коммутирующего напряжения (dU/dt) в соответствии с IEC60034-17.

11.1. ПОКАЗАНИЯ К УСТАНОВКЕ ВЫХОДНЫХ ФИЛЬТРОВ ПРИ РАБОТЕ НАСОСА ОТ ПЧ

Напряжение питания 3 x 200–240 В

Установка выходных фильтров не требуется в случае управления от ПЧ насосами с напряжением питания до 240 В. Такие двигатели обычно рассчитаны на напряжение 200–240 В при подключении типа «треугольник» и на напряжение 380–415 В при подключении типа «звезда».

Напряжение питания 3 x 380–440 В

Если напряжение питания насоса не превышает 440 В при включении обмоток по схеме «треугольник», а длина кабеля от ПЧ до насоса не превышает 25 метров, то установка выходного фильтра не требуется. В этих двигателях используется система изоляции, которая выдерживает импульсы напряжения от ПЧ при недлинном кабеле.

Напряжение питания 3 x 440–500 В

Если длина кабеля не превышает 25 метров, то установка выходного фильтра не требуется, но рекомендуется. Если длина кабеля больше 25 метров, то фильтр необходим.

Напряжение питания 3 x 500 В и выше

Необходимо использование выходного фильтра. *Необходимо всегда применять синусные фильтры в случае управления от ПЧ насосами с напряжением питания 3 x 220 («треугольник»)/3 x 380 («звезда») вольт при подключении их к напряжению 3 x 380 вольт по схеме «звезда».*



Рис. 9 Преобразователи частоты Grundfos CUE в диапазоне мощностей от 0,55 до 250 кВт

Напряжение питания (включение обмотки статора по схеме «треугольник»)	Длина кабеля < 25 м	Длина кабеля > 25 м
Менее 240 В	Фильтр не требуется	Рекомендуется синусный фильтр
380–440 В	Фильтр не требуется	Рекомендуется синусный фильтр
440–500 В	Рекомендуется синусный фильтр	Требуется синусный фильтр
Более 500 В	Требуется синусный фильтр	Требуется синусный фильтр

Выходные фильтры также называются индуктивно-емкостными или резистивно-индуктивно-емкостными фильтрами.

12. Устройства плавного пуска

Подключенное устройство плавного пуска поглощает броски тока и вызывает некоторые помехи в сети. В сочетании с очень малым временем ускорения/торможения это не оказывает существенного влияния и не противоречит стандартам относительно помех в сети.

Если время пуска превышает три секунды, несинусоидальные колебания приводят к перегреву обмоток двигателя, что сокращает срок его службы.

13. Контактторы установок большой мощности

В установках большой мощности с прямым пуском или подключенных по схеме «звезда-треугольник» возможно возникновение искрения, а также подача значительных колебаний напряжения обратно в сеть при размыкании контакторов. Такие колебания опасны только для двигателей погружных насосов, подключенных к очень слабым сетям.

14. Конденсаторы для технологических установок

В состав технологических установок могут входить сложные устройства управления, снабженные конденсаторами большой емкости, которые отправляют колебания напряжения обратно в сеть. Колебания опасны только для двигателей погружных насосов, подключенных к слабой сети питания.

15. Молниезащита

В случае попадания молнии прямо в насосную станцию, устройство пуска или блок питания обычно убивают все живые организмы и выводят из строя все электрические установки. Колебания напряжения от такого удара могут составлять минимум 20–100 кВ с выделением тепла, достаточного для плавления изоляции.

При ударе молнии в сеть высокого напряжения возникают колебания напряжения, которые частично поглощаются грозowymi разрядниками трансформаторной станции и уходят в землю.

Если в сеть низкого напряжения напрямую попадает молния, возникает опасность колебаний амплитудой свыше 10–20 кВ на устройстве пуска двигателя насоса.

Если устройство пуска и двигатель не защищены грозowymi разрядниками и заземлением, установка может получить повреждения, поскольку она находится в проводящих грунтовых водах, которые являются наилучшим видом заземления.

16. Требование электромагнитной совместимости кабелей

Стандартные экранированные кабели питания Grundfos (кабели EMC) для частотно-управляемых систем, в которых есть риск возникновения электромагнитных помех, выпускаются длиной 10, 15, 25, 30 и 50 м.

[11]



ПРИНАДЛЕЖНОСТИ ДЛЯ КАНАЛИЗАЦИОННЫХ НАСОСОВ

1. Общие сведения

Для правильной и безаварийной работы важно детальное планирование и правильный выбор принадлежностей. Это также относится к принадлежностям для насосов, устанавливаемых внутри и за пределами насосной станции. Автоматическая муфта или опорная конструкция с трубопроводной системой, клапаны, органы управления и частотно-регулируемые приводы должны рассматриваться как единая гидравлическая установка. Всасывающие и напорные трубы предназначены для транспортировки сточных вод из колодца в приемную систему. Взаимное соединение всех компонентов можно показать в виде кривых насоса и системы.

Компания Grundfos предлагает разнообразные механические принадлежности, органы управления и преобразователи частоты высокого качества для систем отведения сточных вод.

2. Принадлежности для насосов из нержавеющей стали для дренажа и отведения промышленных и бытовых сточных вод

Для насоса Unilift KP

- Обратный клапан для установки на напорном патрубке насоса (нержавеющая сталь) Rp 1 ¼
- Муфта для шланга
Быстроразъемная муфта (полиамид) G 1 ¼ x Ø25 G 1 ¼ x Ø32, G 1 ¼ x Ø40

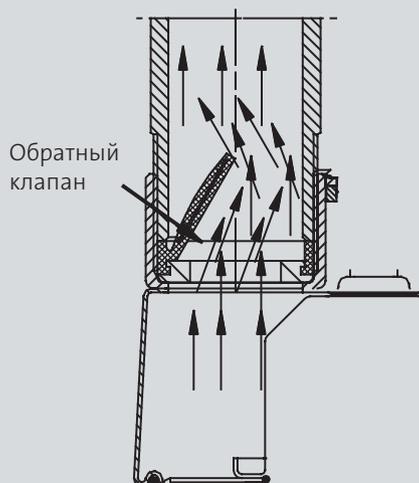


Рис. 1 Функциональный эскиз обратного клапана для напорного патрубка насоса Unilift.

Для насоса Unilift AP

1. Втулка для трубного соединения (ПВХ) Rp 1 ½ / 2, Rp 2 / 2 ½
2. Шланговый штуцер (ПВХ) Rp 1 ½ / 1 ½, Rp 1 ½ / 2, Rp 2 / 2, Rp 2 / 2 ½
3. Резиновый шланг 10 м с зажимами (ПВХ) 1 ½", 2", 2 ½"
4. Соединитель для резиновых шлангов (ПВХ)
5. Обратный клапан (ПВХ) шарового типа Rp 1 ½, Rp 2, Rp 2 ½*
6. Запорный клапан (ПВХ) Rp 1 ½, Rp 2, Rp 2 ½
7. Шестигранный штуцер (ПВХ) Rp 1 ½, Rp 2, Rp 2 ½
8. Муфта (ПВХ) Rp 1 ½, Rp 2, Rp 2 ½
9. Колено 90° (ПВХ) Rp 1 ½, Rp 2, Rp 2 ½

* Чугун

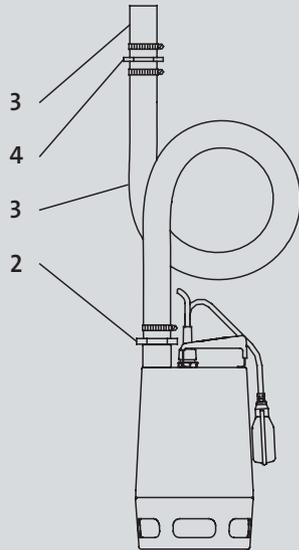


Рис. 2 Насос Unilift со шланговым соединением.

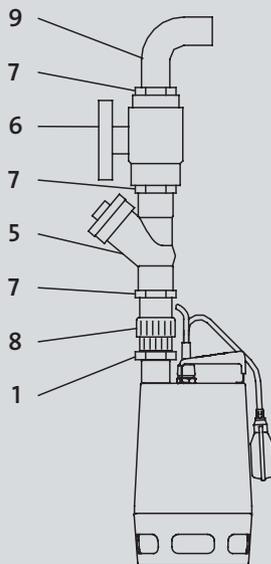


Рис. 3 Насос Unilift с трубным соединением, запорным клапаном и обратным клапаном.

3. Принадлежности для насосов из чугуна для дренажа и отведения промышленных и бытовых сточных вод

Для DP10.50., EF30.50. и DP10, EF30, SE1 и SEV AUTO^{ADAPT}

- Система автоматической трубной муфты в сборе, включая направляющие клыки, основание и верхнее крепление направляющих. Чугун с эпоксидным покрытием. Rp 2



Рис. 4 Система автоматической трубной муфты из чугуна.

- Надводная автоматическая трубная муфта с направляющими клыками, коленом 90° Rp 2 и встроенным обратным клапаном шарового типа.



Рис. 5 Надводная автоматическая трубная муфта из чугуна.

Для насосов DP 10.65., SL1.50.65. и SLV.65.5.

- Система автоматической трубной муфты, включая направляющие клыки, основание и верхний кронштейн направляющих. Чугун с эпоксидным покрытием. DN65/DN65 и DN80/DN65



Рис. 6 Система автоматической трубной муфты из чугуна.

- Подъемная цепь из оцинкованной стали с карабином. Сертификаты прилагаются.



Рис. 7 Подъемная цепь.

- Подъемная цепь из нержавеющей стали с карабином. Сертификаты прилагаются.

Для насосов SEG и SEG AUTO_{ADAPT}

- Система автоматической трубной муфты в сборе, т.е. с верхним кронштейном направляющих, болтами, гайками, прокладками, направляющими клыками и коленом-основанием. Чугун. DN40/Rp 1 ½
- Надводная автоматическая трубная муфта, т.е. опорная конструкция, ответная часть, болты, гайки и прокладки. Чугун. DN40/Rp 1 ½ и DN50 Rp/Rp 2
- Регулируемые опоры для увеличения свободного пространства под насосом. Устанавливаются на корпус свободно стоящих насосов.



Рис. 8 Опоры из нержавеющей стали для увеличения свободного места под насосами серии SEG.

- Промежуточный кронштейн направляющих длиной более 4 метров.



Рис. 9 Промежуточный кронштейн направляющих из нержавеющей стали.

- Подъемная цепь из оцинкованной стали с карабином. Сертификаты прилагаются.
- Подъемная цепь из нержавеющей стали с карабином. Сертификаты прилагаются.

4. Прочие принадлежности для SEG AUTO_{ADAPT}

- Коммуникационный блок Grundfos power line PC Tool Link USB. Все насосы AUTO_{ADAPT}.

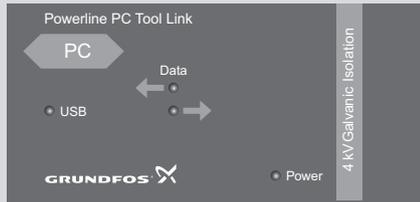


Рис. 10 Приложение Grundfos PC Tool.

• Для Grundfos GO:

MI 202 — съемное устройство для подключения смартфона iPhone с помощью ИК- и радиочастотного интерфейса.

• Для Grundfos GO:

MI 204 — съемное устройство для подключения смартфона iPhone с помощью ИК- и радиочастотного интерфейса.

• Для Grundfos GO:

MI301 — модуль со встроенным ИК- и радиочастотным интерфейсом. Модуль совместим с интеллектуальным устройством на базе Android или iOS с Bluetooth-интерфейсом.

- Интерфейс GENIbus Grundfos GO, CIU 902.



Рис. 11 Grundfos GO, CIU 902.

- Интерфейс Profibus
Profibus DP + Grundfos GO, CIU 152
- Modbus RTU + Grundfos GO, CIU 202
- GSM / GPRS / SMS (например, для подключения SCADA) + Grundfos GO, CIU 252
- Дистанционное управление Grundfos (GRM) + Grundfos GO, CIU 272
- PROFIBUS IO + Grundfos GO /
MODBUS TCP + Grundfos GO /
BACNET IP + Grundfos GO /
GRM IP + Grundfos GO, CIU 902 + CIM 500

4.1. БЛОКИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ AUTO_{ADAPT}

- Блок предохранителей AUTO_{ADAPT}, 1 насос без установочного места для CIU.



Рис. 12 Блок предохранителей Grundfos AUTO_{ADAPT}.

- Блок предохранителей AUTO_{ADAPT}, 1 насос с установочным местом для CIU.
- Блок предохранителей AUTO_{ADAPT}, 2 насоса без установочного места для CIU.
- Блок предохранителей AUTO_{ADAPT}, 2 насоса с установочным местом для CIU.

5. Принадлежности для канализационных насосов средней мощности

Для насосов SL1, SLV, SE1 и SEV

- Система автоматической трубной муфты, включая направляющие клыки, основание и верхнее крепление направляющих. Чугун с эпоксидным покрытием. С болтами, гайками и прокладками. DN65, DN80, DN80/DN65, DN100, DN100/DN80, DN150, DN150/DN100, DN200, DN250, DN300.

Для насосов с напорными фланцами DN250 и выше направляющие клыки устанавливаются на напорный фланец насоса. Для фланцев размером менее DN250 направляющие клыки входят в комплект автоматической муфты.

- Направляющие клыки из ковкого чугуна BS EN1563 EN-GJS-500/7. DN250 и DN300



Рис. 13 Направляющие клыки из чугуна с профильным уплотнением.

- Верхнее крепление из нержавеющей стали (EN/DIN1.4408) для направляющих 1 ½" и 3".
- Промежуточные кронштейны направляющих из нержавеющей стали (EN/DIN1.4308/AISI 304) для вертикальных напорных труб 2 ½", 3", 4", 6", 8" и до 24".
- Кольцевая опора с коленом 90° и разъемом для подключения шланга. Чугун с эпоксидным покрытием. С болтами, гайками, прокладками и анкерными болтами. Для подключения шлангов 2 ½", 3", 4" и 6".

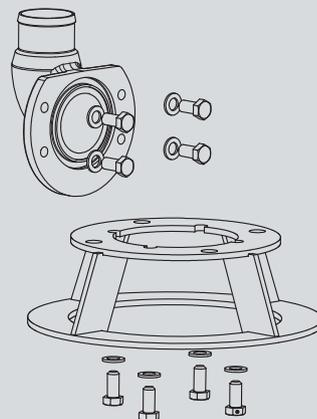


Рис. 14 Кольцевая опора с коленом 90° и разъемом для подключения шланга.

- Кольцевая опора с коленом 90° и разъемом с наружной резьбой. Чугун с эпоксидным покрытием. С болтами, гайками, прокладками и анкерными болтами. Для резьбового соединения R2 ½", R3", R4", R6" и R8".

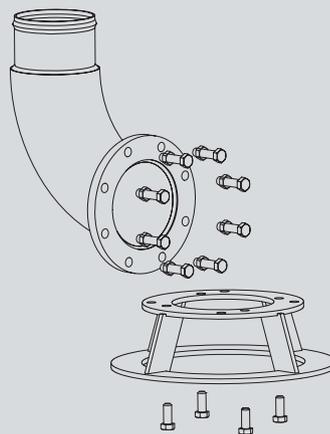


Рис. 15 Кольцевая опора с коленом 90° и разъемом с наружной резьбой.

- Подъемная цепь из оцинкованной стали с карабином. Сертификаты прилагаются.
- Подъемная цепь из нержавеющей стали с карабином. Сертификаты прилагаются.
- Опорная конструкция для сухой установки в вертикальном положении, без колена 90°. Оцинкованная сталь. С болтами, прокладками и анкерными болтами. DN65, DN80, DN100, DN100/DN80, DN150, DN200

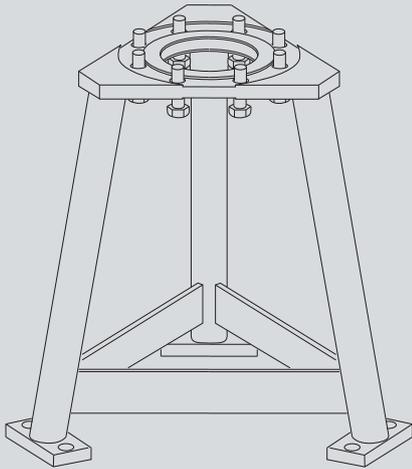


Рис. 16 Опорная конструкция для сухой установки в вертикальном положении.

- Плита-основание для сухой установки в вертикальном положении, DN300, на бетонный фундамент с прокладками и болтами. Сталь с эпоксидным покрытием.

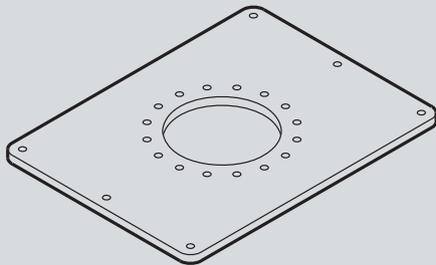


Рис. 17 Плита-основание для сухой установки в вертикальном положении.

- Опорная конструкция для сухой установки в вертикальном положении. Оцинкованная сталь. С болтами, прокладками и анкерными болтами. DN100, DN150, DN200 и DN300.

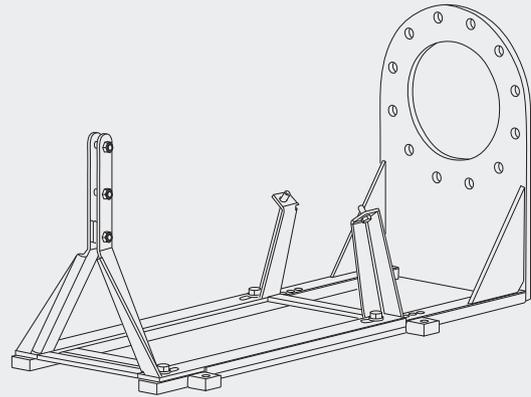


Рис. 18 Опорная конструкция для сухой установки в горизонтальном положении.

- Подъемная цепь из оцинкованной стали с карабином. Сертификаты прилагаются. От 2 до 10 м. Максимальная нагрузка 800 кг.
- Подъемная цепь из нержавеющей стали с карабином. Сертификаты прилагаются. От 2 до 10 м. Максимальная нагрузка 800 кг.

За более подробной информацией обратитесь к каталогу или руководству по монтажу и эксплуатации конкретных насосов на сайте www.grundfos.ru (приложение Grundfos Product Center).

6. Блоки и шкафы управления LC 231 и LC 241



Рис. 19 Блоки и шкафы управления LC 231 и LC 241.

Системы серии LC предназначены для управления одно или двух насосными канализационными и дренажными установками, или установками, работающими на наполнение резервуара.

Допускают выбор алгоритма управления в зависимости от применения (откачивание или наполнение). Контроль до пяти уровней в резервуаре. Настройка системы производится или с панели контроллера или при помощи прямого подключения через Bluetooth к смарт-устройству с установленным приложением Grundfos GO Remote без дополнительного оборудования.

Встроенный мастер первого запуска проведёт Вас по основным настройкам, что позволит оперативно ввести систему в эксплуатацию. Интуитивно понятный интерфейс пользователя даёт возможность оперативного наблюдения за системой и ее перенастройки при изменении условий эксплуатации.

В штатном режиме система работает по уровням пуска и останова насосов. Также предусмотрен контроль уровня «сухого хода» и аварийно-высокого уровня. В случае алгоритма откачивания, при достижении аварийно-высокого уровня, все насосы будут запущены, при наполнении же наоборот, будут остановлены.

6.1. БЛОК УПРАВЛЕНИЯ LC231

Компактное устройство управления со встроенной электронной защитой электродвигателя. Доступно в двух вариантах:

- Блок управления одним насосом с номинальным потребляемым током до 12 А.
- Блок управления двумя насосами с номинальным потребляемым током каждого до 9 А.

Поставляются в пластиковом корпусе для внутреннего настенного монтажа. Способ пуска насосов только методом прямого включения «DOL». Возможно как однофазное, так и трёхфазное подключение.

Входы/выходы LC231:

- 2 релейных выхода (перекидной контакт);
- 2 цифровых входа;
- 2 настраиваемых цифровых входа/выхода;
- 2 настраиваемых цифровых (они же аналоговые) входа/выхода.

6.2. ШКАФ УПРАВЛЕНИЯ LC241

Полноценное НКУ с расширенным функционалом и возможностью добавления опций. Доступно в двух вариантах:

- Шкаф управления одним насосом с номинальным потребляемым током до 59 А.
- Шкаф управления двумя насосами с номинальным потребляемым током каждого до 59 А.

Поставляются во внутреннем (пластиковый или металлический корпус) и уличном (пластиковый корпус) исполнениях для подвешивания как для однофазного, так и для трехфазного подключения. Доступны варианты со способами пуска насосов методом прямого включения (DOL), по схеме «звезда-треугольник» (SD) или при помощи устройства плавного пуска (SST). Доступны опции.

LC231 и LC241 поставляются с разнообразными принадлежностями и допускают установку модуля передачи данных (СІМ), что обеспечивает проводную и беспроводную связь посредством ряда стандартных протоколов связи, а также полную интеграцию с системами SCADA и другими системами верхнего уровня.

Входы/выходы LC231:

- 2 релейных выхода (перекидной контакт);
- 4 цифровых входа;
- 1 настраиваемый цифровой (он же аналоговый) вход/выход.

6.3. БАЗОВЫЕ ФУНКЦИИ

- Прямое подключение через Bluetooth к смарт-устройству с установленным приложением Grundfos GO Remote без дополнительного оборудования.
- Защита насоса и системы.
- Чередование насосов по наработке (двух насосные системы) и в случае аварии одного насоса.
- Встроенная электронная защита электродвигателя и измерение силы тока (LC231).
- Защита от заклинивания.
- Защита с помощью ПИН-кода.
- Ограничение количества автоматических повторных запусков насосов.
- Индикация напоминания о необходимости техобслуживания.
- Журнал аварийных сигналов и предупреждений (20 событий).
- Журнал функциональных данных.
- Одно или трехфазное сетевое питание (LC231).
- Пуск насосов по схемам прямого включения, «звезда-треугольник» или через УПП (LC241).
- Алгоритмы опорожнения и заполнения резервуара в одном решении.
- Настраиваемые входы и выходы (CIO).

6.4. ОБЗОР КОНФИГУРАЦИЙ

	Блок управления LC231	Шкаф управления LC241
Использование с 1 или 2 насосами	●	●
1 фаза, 220 В перем. тока (50/60 Гц)	●	●
Пусковые и рабочие конденсаторы для 1-фазных систем (только LC241)		●
3 фазы, 380 В перем. тока (50/60 Гц)	●	●
Прямой пуск	●	●
Пуск «звезда-треугольник»		●
Пуск с устройством плавного пуска		●
Защита электродвигателя	Встроенная электронная	Отдельный аппарат на DIN-рейке
Защита от перегрева	●	●
Дополнительные входы/выходы		Опция
Поддержка модулей передачи данных (CIM) Grundfos*	●	●
Пластиковый корпус	●	
Пластиковый или металлический корпус		●
Измерение силы тока	Встроенное	Опция
Встроенный зуммер	●	●
Поддержка Grundfos GO посредством Bluetooth Smart	●	●
Производство по заказу с дополнительными опциями		●
Обновление прошивки через USB	●	●

* Поддерживаемые модули: CIM 150 Profibus, CIM 200 Modbus RTU, CIM 260 3G/4G, CIM 500 Modbus TCP / ProfiNet.

7. Система управления Dedicated Controls



Рис. 20 Устройство управления CU362.

Шкаф управления Control DC на базе системы Dedicated Controls — это система управления от 1 до 6 канализационных или дренажных насосов Grundfos.

Такие функции как автоматическая оптимизация энергопотребления, профилактические функции предотвращения блокировки и настраиваемые пользователем входные и выходные сигналы являются стандартными, например, сбор данных для профилактического обслуживания и ремонта насосов, трубопроводов и колодцев.

Система Dedicated Controls рассчитана на установку в коммерческих зданиях или коммунальных канализационных системах, включающих до шести насосов и дополнительную мешалку. Также возможно расширенное управление и сбор данных.

Основные компоненты системы Dedicated Controls:

- Блок управления CU362.
- IO 351B до трех модулей (общий модуль ввода/вывода).
- MP 204 на каждый насос (опция).
- IO 113 до шести модулей защиты (опция).
- SM113 до шести плат датчиков (опция).
- CUE на каждый насос (в случае E-системы).



Рис. 21 Модуль IO 351B для двух насосов.

Система может контролировать уровень при помощи следующих устройств:

- поплавковые выключатели,
- гидростатический датчик уровня,
- ультразвуковой датчик уровня.

Стандартная линейка шкафов управления представлена в прайс-листе. По запросу могут быть просчитаны нестандартные решения. Мощность практически не ограничена.



Рис. 22 Шкаф управления Dedicated Controls.

7.1. БАЗОВЫЕ ФУНКЦИИ И ПРЕИМУЩЕСТВА

Система Grundfos Dedicated Controls выполняет следующие функции:

- пуск / останов насоса;
- чередование работы насосов;
- обнаружение переполнения;
- измерение переполнения;
- подача аварийных сигналов и предупреждений;
- задержка пуска и останова;
- выбор языка.

7.2. РАСШИРЕННЫЕ ФУНКЦИИ

- Пользовательские функции.
- Группы насосов и чередование работы групп.
- Различные уровни пуска (ограничение образования осадка).
- Комбинированные аварийные сигналы.
- Ежедневное опорожнение.
- Откачка пены.
- Защита от блокировки (известковые отложения).
- Мешалка или промывочный клапан.
- Максимальное количество работающих насосов.
- Измерение расхода насоса.
- Измерение расхода системы.
- Расчет расхода насоса.
- Расчет расхода системы.

7.3. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ, IO 113

- Контроль:
 - утечки в корпус статора;
 - температуры обмоток;
 - содержания воды в промежуточной масляной камере.
- Останов насоса в случае аварийного сигнала.
- Измерение сопротивления изоляции статора.
- Удаленный контроль насоса через коммуникационный интерфейс RS-485, GENIbus.



Рис. 23 Модуль IO 113.

7.4. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ, ПАНЕЛЬ ДАТЧИКОВ SM 113

Модуль SM 113 используется для сбора и передачи данных дополнительных датчиков, таких как датчики температуры подшипников и обмотки статора, содержания воды в воздухе и уровня вибрации.

Модуль можно установить внутри насоса или в корпус шкафа управления на DIN-рейку, в зависимости от типа насоса. Для каждого насоса требуется свой модуль IO 113 (с SM 113 в случае наличия расширенного набора датчиков в насосе).



Рис. 24 Панель датчиков SM 113.

7.5. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ, БЛОК МР 204

- Антиблокировка.
- Контроль:
 - напряжения,
 - тока,
 - несимметрии тока,
 - последовательности чередования фаз,
 - коэффициента мощности ($\cos \phi$),
 - мощности,
 - расхода электроэнергии,
 - сопротивления изоляции,
 - температуры узла насоса при помощи датчика Pt100/Pt1000, РТС или Tempcon.



Рис. 25 Блок электронной защиты двигателя MP204.

7.6. ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ, CUE ИЛИ VFD (РЕГУЛИРОВАНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ)

Преобразователь частоты Grundfos CUE или любой преобразователь частоты обеспечивает более надежную защиту насоса и более стабильный поток в трубопроводной системе.

Кроме того, преобразователь Grundfos CUE выполняет следующие функции:

- Антиблокировка.
- Автоматическая оптимизация энергопотребления.

- Проверка удельного энергопотребления.
- Частота ШИМ-модуляции.
- Контроль:
 - напряжения,
 - тока,
 - последовательности чередования фаз,
 - мощности,
 - расхода электроэнергии,
 - крутящего момента.
- Обратный ход.
- Промывка.
- ПИД-регулирование.



Рис. 26 Преобразователь частоты CUE.

7.7. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

- Полный обзор насосной установки.
- Изменение установленного значения, сброс системы и запуск/останов насосов.
- Доступ к полному журналу аварийных сигналов/предупреждений.
- Автоматическое перенаправление аварийных сигналов и предупреждений дежурному персоналу.
- Оптимизация программы обслуживания и ремонта.
- Снижение потребления электроэнергии в системе.
- Возможность интеграции в системы управления верхнего уровня по стандартным протоколам, проводным и беспроводным каналам связи (требуется блок CIU).
- Отправка команд и приём аварийных и предупредительных сигналов посредством SMS-сообщений.
- График SMS-уведомлений.
- Соединение VNC для миграции пользовательского интерфейса в веб-браузер.

Подробная информация представлена в каталоге или руководстве по монтажу и эксплуатации системы Dedicated Controls на сайте www.grundfos.ru (Grundfos Product Center).

8. Преобразователи частоты (ПЧ)

Grundfos CUE — представляет собой специальную серию векторных преобразователей частоты для плавного изменения скорости вращения широкого ряда насосов Grundfos и насосов других производителей, оборудованных трехфазными электродвигателями.

Предназначен для работы в составе различных систем как новых, так и существующих установок, в которых требуется надежная и экономичная работа насосов.

8.1. ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

Возможности пользовательского интерфейса:

- Управление с локальной панели, оснащенной графическим дисплеем, структура меню которой основана на известной системе, взятой от насосов Grundfos со встроенными ПЧ (E-pump).
- Удаленное управление внешними сигналами, например, по данным через цифровые входы или по шине GENibus.
- Контроль рабочего состояния с помощью световых индикаторов и сигнальных реле.
- Отображение сигналов тревоги или предупреждений и регистрация последних пяти аварийных сигналов и предупреждений.



Рис. 27 Пользовательский интерфейс CUE.

8.2. ФУНКЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЦЕНТРОБЕЖНЫМИ НАСОСАМИ

Преобразователь CUE выполняет большое количество функций управления насосами. Поддерживаются следующие типы управления:

- разомкнутый контур,
- пропорциональный перепад давления,
- постоянный перепад давления,
- постоянное давление,
- постоянный уровень,
- постоянный расход,
- постоянная температура,
- другое постоянное значение.

Габариты преобразователя CUE зависят от мощности и степени защиты. На Рис. 28 представлена таблица с модельным рядом ПЧ CUE. В ней показана взаимосвязь между мощностью на валу электродвигателя (P2), параметрами сети питания (V) и степенью защиты (IP).

Подробная информация представлена в каталоге или руководстве по монтажу и эксплуатации преобразователя CUE на сайте www.grundfos.ru (Grundfos Product Center).

Обзор модельного ряда

Мощность на валу	Питание и степень защиты					
	1 x 200–240 В		3 x 380–500 В			
кВт	IP21	IP55	IP20	IP21	IP54	IP55
0,55			●			●
0,75			●			●
1,1		●	●			●
1,5	●	●	●			●
2,2	●	●	●			●
3	●	●	●			●
3,7	●	●				
4			●			●
5,5	●	●	●			●
7,5	●	●	●			●
11			●			●
15			●			●
18,5			●			●
22			●			●
30			●			●
37			●			●
45			●			●
55			●			●
75			●			●
90			●			●
110				●	●	
132				●	●	
160				●	●	
200				●	●	
250				●	●	

Рис. 28 Обзор модельного ряда CUE.



[12]

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

ПРИМЕР 1. РАСЧЕТ РАСХОДА СТОЧНЫХ ВОД, Q_{tot} (ВСЕ РАСЧЕТЫ РАСХОДОВ РАЗЛИЧНЫХ СИСТЕМ КАНАЛИЗАЦИИ ПРИВОДЯТСЯ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО ДЛЯ ОЗНАКОМЛЕНИЯ. В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ РАСЧЕТЫ ЛЮБЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРОИЗВОДЯТСЯ ПО ТРЕБОВАНИЯМ СП 30.13330.2016, СП 32.13330.2012, ЛИБО СТАНДАРТАМ ОРГАНИЗАЦИЙ).

Малую канализационную систему больницы необходимо подключить к центральной канализационной магистрали.

Палаты и столовая располагаются выше уровня грунта, поэтому сточные воды из этих помещений могут попадать самотеком в главную канализационную систему на ближайшей улице. Сточные воды со всех остальных помещений необходимо перекачивать в канализационную магистраль, т.к. они располагаются в подвале здания.

В этом здании нет сантехнического оборудования с постоянным расходом Q_c и других насосных станций. Поэтому значение Q_p к нему не относится. В этом здании расчетный расход Q_{tot} будет равен значению Q_{ww} .

ОТВЕТ ПО ПРИМЕРУ 1

$$Q_{\text{ww}} = K \sqrt{\Sigma DU} = 0,7 \sqrt{55,9} = 5,2 \text{ л/с}$$

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{ww}} + Q_c + Q_p = 5,2 + 0 + 0 = 5,2 \text{ л/с}$$

Насос должен работать с расходом не ниже 5,2 л/с.

Сантехнический прибор (DU), Система II	Кол-во, шт.	Расход воды, л/с	Суммарный расход воды, л/с
Кухня и комната персонала			
Посудомоечная машина, большой мощности	2	0,6	1,2
Кухонные раковины	2	0,6	1,2
Этажный водосток, DN 100	8	1,2	9,6
Этажный водосток, DN 70	2	0,9	1,8
Унитаз с бачком 6,0 л	4	1,8	7,2
Писсуар с промывочным краном	1	0,3	0,3
Душевая со сливной пробкой	8	0,5	4,0
Умывальник, биде	8	0,3	2,4
Прачечная			
Стиральная машина до 12 кг	10	1,2	12,0
Этажный водосток, DN 100	10	1,2	12,0
Умывальник, биде	2	0,3	0,6
Унитаз с бачком 6,0 л	2	1,8	3,6
Сумма, DU			55,9 л/с

Применение приборов	K
Повторно-кратковременный режим работы, например, в частном доме, в доме для гостей, офисе	0,5
Частое использование, например, в больнице, школе, ресторане, гостинице	0,7
Интенсивное использование, например, в туалетах и/или в душевых, открытых для общественного пользования	1,0
Специальное использование, например, в лаборатории	1,2

ПРИМЕР 2. РАСЧЕТ РАСХОДА ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ

Необходимо рассчитать систему стока дождевой воды торгового центра. Площадь крыши здания — 830 м², площадь фасада — 2 560 м². Водосток определяется путем расчета площади поверхности стока зданий и участка, на котором они находятся. Коэффициенты стока используются для уменьшения количества в зависимости от вероятного поверхностного поглощения:

Примечание.

Поскольку осадки в разных частях мира могут отличаться по интенсивности, продолжительности и вероятности, необходимо всегда рассчитывать системы отведения дождевых вод в соответствии с указаниями и законодательством конкретной страны.

Коэффициент стока, с

Объем стока зависит от проницаемости поверхности и описывает количество дождевой воды, которое возникает в виде стока в отношении к общему объему выпавших осадков.

$$C = \frac{\text{объем стока}}{\text{объем осадков}}$$

Примеры коэффициентов стока в соответствии с типом поверхности:

Площадки с искусственным твердым покрытием	0,10–0,30
Жилые зоны	0,30–0,75
Газоны	0,05–0,35
Асфальтированные улицы	0,70–0,95
Забетонированные улицы	0,80–0,95
Мощеные улицы	0,70–0,85
Игровые площадки	0,20–0,35
Проезжая часть и тротуары	0,75–0,85
Крыши и фасады	0,75–0,95

Применение	n	Дождевая вода i л/см ² (л/с/га)
Раздельные системы: существует только риск затоплений за пределами зданий	1	0,011 (110)
Общие системы: существует только риск возникновения неудобств, например, неприятный запах. Затопление не допускается	1	0,011 (110)
Там, где существует риск незначительного ущерба зданиям, мебели, машинам или оборудованию. Восстановление нормальной работы возможно после обычной уборки и кратковременной сушки.	1/2	0,014 (140)
Там, где существует риск значительного ущерба зданиям, машинам или оборудованию.	1/10	0,023 (230)
Там, где существует риск возникновения несчастных случаев или нанесения вреда животным или людям	~ 1	Макс. расчетная интенсивность осадков

Суммарный расход ливневых стоков Q_r рассчитывается по формуле:

$$Q_r = A \cdot i \cdot c, \text{ где}$$

Q_r = Расчетный расход (л/с)

A = Площадь стока (м²)

i = Интенсивность осадков (л/см²)

c = Коэффициент стока

Площадь стока

Площадь горизонтальных поверхностей (крыш):	830 м ²
Площадь вертикальных поверхностей (фасад с одной стороны):	2560 м ²
1/3 =	855 м ²
Тротуар:	250 м ²
Игровая площадка, гравий:	400 м ²
Парковка, асфальтированная:	2350 м ²
Газон:	400 м ²

Интенсивность выпадения осадков 140 л/с/га используется для предотвращения риска незначительного повреждения зданий.

Суммарный расход, $Q_r = A \cdot i \cdot c$

ОТВЕТ ПО ПРИМЕРУ 2

Крыша	830 м ² × 0,014 л/с м ² × 0,95 = 11,0 л/с
Фасад	855 м ² × 0,014 л/с м ² × 0,95 = 13,3 л/с
Тротуары	250 м ² × 0,014 л/с м ² × 0,85 = 3,0 л/с
Игровая площадка	400 м ² × 0,014 л/с м ² × 0,35 = 2,0 л/с
Парковка	2350 м ² × 0,014 л/с м ² × 0,85 = 28,0 л/с
Газон	400 м ² × 0,014 л/с м ² × 0,35 = 2,0 л/с

Расход ливневых стоков, $Q_r = 57,4$ л/с



ПРИМЕР 3. РАСХОД ДРЕНАЖНОЙ ВОДЫ

Классификация грунта и состояния грунтовых вод

Чтобы определить, необходим ли зданию дренаж, а также рассчитать расход в дренажной системе, следует классифицировать грунтовые воды и состояние грунта.

Примечание.

Описанные в настоящей главе правила устройства дренажа основаны на требованиях стандарта DS436, принятого в Дании. Устройство дренажа зданий и строительных конструкций всегда должно быть основано на требованиях местного законодательства и нормативов.

Класс 1:

Песчаные и иные проницаемые грунты с горизонтом грунтовых вод ниже уровня дренажа.

Класс 2:

Непроницаемый грунт с уровнем грунтовых вод ниже уровня дренажа.

Класс 3:

Грунт с низкой проницаемостью и уровнем грунтовых вод выше уровня дренажа.

Класс 4:

Грунт с высокой проницаемостью с уровнем грунтовых вод выше уровня дренажа.

Расход дренажной воды

Расход дренажной воды необходимо оценить перед проектированием дренажной системы и выбором насосов. В сравнении с расходом ливневых стоков расход дренажной воды обычно умеренный.

СТЕНЫ:

Класс 1:

Обычно не дренируются.

Класс 2:

Расход воды на м², стена:
 $q = 0,01–0,03 \text{ л/см}^2$

Класс 3:

Расход воды на м², стена:
 $q = 0,03–0,1 \text{ л/см}^2$

Класс 4:

Обычно не дренируются.

ПОЛЫ:

Класс 3: Расход воды на м², пол:

$q = 0,001–0,005 \text{ л/см}^2$

Класс 4: Обычно не дренируются

Примечание.

Значения расхода воды на м² стены или пола оцениваются на основании климатических условий с умеренной интенсивностью выпадения осадка, частотой и продолжительностью. Оценка расхода дренажной воды всегда должна быть основана на требованиях национального законодательства и нормативов.

Расход дренажной воды Q_d рассчитывается по формуле:

$$Q_d = A \cdot q, \text{ где}$$

Q_d = Расход дренажной воды (л/с)

A = Площадь стены или пола (м²)

q = Расход воды на м², стена или пол

Здание для торгового центра находится на этапе проектирования. Нужно исследовать состояние грунтовых вод и грунта, а также необходимость устройства дренажа вокруг периметра здания и ниже подвала.

Размеры здания:

Высота подвала: 3 м

Длина подвала: 65 м

Ширина подвала: 30 м

Грунт под зданием — непроницаемый, горизонт грунтовых вод выше уровня дренажа, т. е. это здание класса З.

Расход дренажной воды, $Q_d = A \times q$

Ответ по примеру 3:

Стены:

$$2 \times (65 \text{ м} + 30 \text{ м}) \times 3 \text{ м} \times 0,06 \text{ л/см}^2 = 34,2 \text{ л/с}$$

$$\text{Пол: } 65 \text{ м} \times 30 \text{ м} \times 0,003 \text{ л/см}^2 = 5,85 \text{ л/с}$$

Расход дренажной воды, $Q_d = 40 \text{ л/с}$

ПРИМЕР 4. ВЫБОР ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛИЗАЦИОННОГО НАСОСА

Сточные воды из гостиницы на 80 номеров необходимо отводить в канализационную магистраль на ближайшей улице. Необходимо принять решение по установке двух одинаковых насосов, которые должны работать в посменном режиме. Каждый насос должен обладать 100% производительностью. Расход сточных вод уже рассчитан:

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p = 3,76 + 0 + 0 = 3,76 \text{ л/с}$$

Прочие данные:

Уровень поверхности — 0,0 м.

Впуск из напорного трубопровода в канализационную магистраль находится ниже уровня поверхности на 1,0 м.

Наивысший уровень обратного потока на 2,0 м ниже уровня поверхности.

Уровень подвода сточных вод на 5,5 м ниже уровня поверхности.

Уровень останова насоса на 6,5 м ниже уровня поверхности.

Длина напорного трубопровода: 75 м.

1. Статический напор:

$$H_{geo} = \text{Уровень выпуска напорной трубы} - \text{уровень останова насоса}$$

$$H_{geo} = 6,5 \text{ м} - 1,0 \text{ м} = 5,5 \text{ м}$$

2. Потери в клапанах и фитингах, $H_{v,A}$

Скорость потока внутри трубы рассчитывается следующим образом:

$$V = \frac{Q}{A}$$

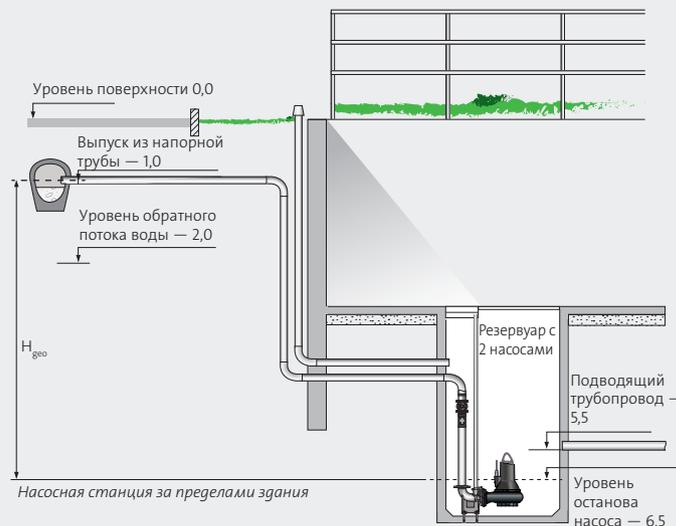
V = Скорость потока внутри трубы (м/с)

Горизонтальные трубы: 0,7–3,0 м/с,

вертикальные трубы: не менее 1,0 м/с

Q = Расход сточных вод (м³/с)

A = Площадь поперечного сечения полости трубы (м²)



Выбран напорный трубопровод DN 80 с внутренним диаметром 70 мм. Скорость потока воды оказывается в пределах допустимого диапазона от 0,7 до 3,0 м/с.

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot d_i^2}{4}} = \frac{3,76 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi \cdot 0,07^2}{4}} = 0,98 \text{ м/с}$$

Рассчитаем коэффициенты сопротивления ζ клапанов и фитингов, установленных в напорном трубопроводе:

Запорная задвижка	1 x 0,5 = 0,5
Обратный клапан	1 x 2,2 = 2,2
Колено 90°	5 x 0,5 = 2,5
Тройник	1 x 1,5 = 1,5

Суммарное значение ζ = 6,7

Рассчитаем потери напора в клапанах и фитингах:

$$H_{V,A} = \sum_i \zeta_i \frac{V_i^2}{2g}$$

$$H_{V,A} = 6,7 \frac{0,98^2}{2 \cdot 9,81} = 0,33 \text{ м}$$

3. Потери на линейное трение в напорной трубе, $H_{V,R}$

Теперь можно определить суммарные потери давления в напорной трубе:

$$H_{V,R} = H_{V,i} \times L_{V,i} = 0,020 \times 75 \text{ м} = 1,50 \text{ м}$$

Напор $H_{V,i}$ необходимо найти на номограмме как зависимость от расхода и внутреннего диаметра трубы.

4. Напор на выпуске, H_p

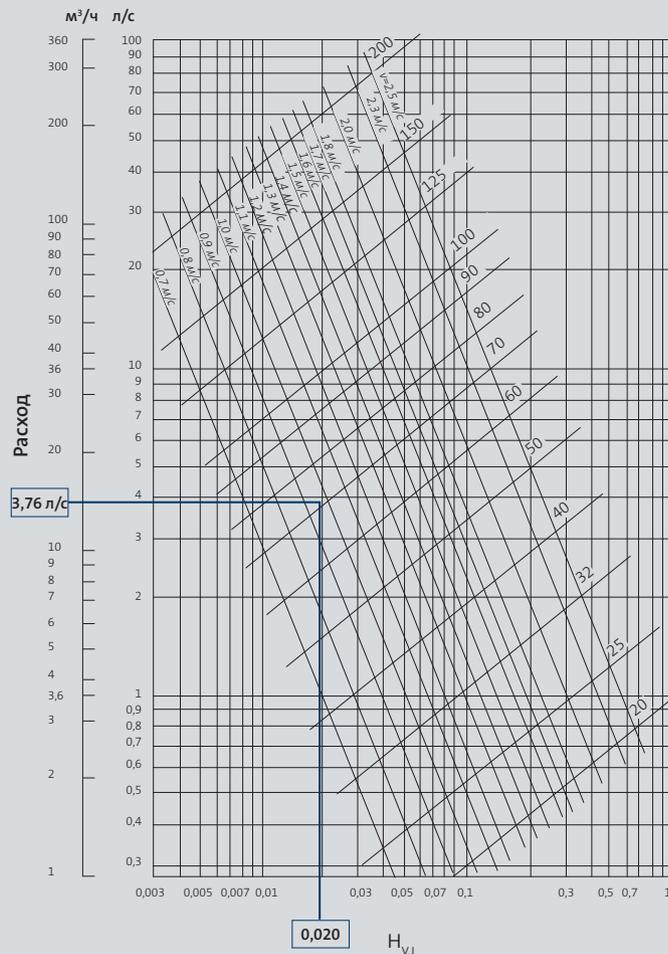
Напор на выпуске насоса, H_p , должен быть не ниже суммарного напора в системе, H_{tot} .

Суммарный напор рассчитывается следующим образом:

$$H_{tot} = H_{geo} + H_V, \text{ где } H_V = H_{V,A} + H_{V,R}$$

$$H_{tot} = H_{geo} + H_{V,A} + H_{V,R}$$

$$H_{tot} = 5,5 \text{ м} + 0,33 \text{ м} + 1,50 \text{ м} = 7,33 \text{ м}$$



Выбор насосов осуществляется в приложении Grundfos Product Center.

В качестве входных параметров для подбора используются значения расхода, статического напора (геометрического напора) и потерь на трение:

Расход, $Q_{tot} = 3,76$ л/с

Статический напор, $H_{geo} = 5,5$ м

Потери на трение: $H_{V,A} + H_{V,R} = 1,83$ м

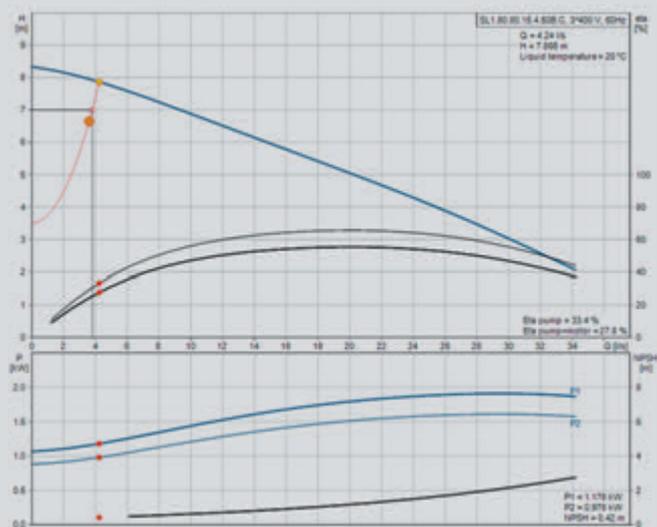
В приложении Grundfos Product Center выбран насос SL1.80.80.15.4.50D.B. Свободный проход насосов составляет 80 мм, размеры напорных патрубков — 80 мм.

Выбраны насосы, несколько более мощные в сравнении с рабочей точкой со следующими параметрами:

Расход 4,24 л/с

Напор 7,8 м

Скорость потока в напорной трубе приблизительно 1,3 м/с.



ПРИМЕР 5. ВЫБОР НАСОСА ДЛЯ ОТВЕДЕНИЯ ЛИВНЕВЫХ СТОКОВ И БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Отведение сточных вод из поселка осуществляется в объединенную систему, т.е. бытовой, промышленный и дождевой сток поступают в одну насосную станцию, откуда они должны поступать в канализационную магистраль.

Принято решение установить три одинаковых насоса. Два из этих насосов должны работать параллельно во время сильного дождя, а третий насос является резервным. В сухую погоду и в периоды умеренного количества осадков два насоса должны работать в посменном режиме. Пиковый расход уже рассчитан:

Пиковый приток в колодец: 22 л/с

Необходимая производительность двух насосов, работающих параллельно: 22 л/с $\times 1,05 = 23$ л/с

$Q_{tot} = 23$ л/с

Прочие данные:

Уровень поверхности: 0,0 м.

Впуск в канализационную магистраль из напорного трубопровода: на 1,0 м ниже уровня поверхности.

Наивысший уровень обратного потока: на 1,5 м ниже уровня поверхности.

Уровень подвода сточных вод: на 4,5 м ниже уровня поверхности.

Уровень останова насоса: на 6,8 м ниже уровня поверхности.

Вертикальные дренажные трубы и коллектор в насосном колодце: длина вместе с клапанами — 5,5 м.

Горизонтальный напорный трубопровод за пределами колодца: длина 135 м.

1. Статический напор:

H_{geo} = Уровень выпуска напорной трубы — уровень останова насоса

$$H_{\text{geo}} = 6,8 \text{ м} - 1,0 \text{ м} = 5,8 \text{ м}$$

2. Потери в клапанах и фитингах, $H_{V,A}$

Скорость потока внутри трубы рассчитывается следующим образом:

$$V = \frac{Q}{A}$$

V = Скорость потока внутри трубы (м/с)

Горизонтальные трубы: 0,7–3,0 м/с,

вертикальные трубы: не менее 1,0 м/с

Q = Расход сточных вод (м³/с)

A = Площадь поперечного сечения полости трубы (м²)

Два насоса в режиме посменной работы

Выбраны вертикальные напорные трубы DN 100 и коллектор в колодце с внутренним диаметром 92 мм. Скорость потока воды оказывается в пределах допустимого диапазона от 0,7 до 3,0 м/с.

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d_i^2} = \frac{11,5 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,092^2} = 1,7 \text{ м/с}$$

Скорость потока в вертикальной напорной трубе равна 1,7 м/с, когда два насоса работают параллельно.

Выбраны горизонтальные напорные трубы DN 150 за пределами колодца с внутренним диаметром 140 мм. Скорость потока воды оказывается в пределах допустимого диапазона от 0,7 до 3,0 м/с.

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d_i^2} = \frac{23 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,140^2} = 1,5 \text{ м/с}$$

Скорость потока в горизонтальной напорной трубе равна 1,5 м/с, когда два насоса работают параллельно.

Рассчитаем коэффициенты сопротивления ζ клапанов и фитингов, установленных на напорной трубе внутри колодца:

Запорная задвижка $1 \times 0,5 = 0,5$

Обратный клапан $1 \times 2,2 = 2,2$

Колено 90° $2 \times 0,5 = 1,0$

Тройник $1 \times 1,5 = 1,5$

Суммарное значение ζ внутри колодца = 5,2

Рассчитаем потери напора в клапанах и фитингах:

$$H_{V,A} = \sum_i \zeta_i \frac{V_i^2}{2g}$$

$$H_{V,A} = 5,2 \frac{1,7^2}{2 \cdot 9,81} = 0,45 \text{ м}$$

Рассчитаем коэффициенты сопротивления ζ клапанов и фитингов, установленных в напорном трубопроводе за пределами колодца:

Расширение 10° $1 \times 0,5 = 0,5$

Колено 90° $3 \times 0,5 = 1,5$

Выпуск $1 \times 1,0 = 1,0$

Суммарное значение ζ за пределами колодца = 3,0

Рассчитаем потери напора в клапанах и фитингах:

$$H_{V,A} = 3,0 \frac{1,5^2}{2 \cdot 9,81} = 0,23 \text{ м}$$

3. Потери на линейное трение в напорной трубе, $H_{V,R}$

Теперь можно определить суммарные потери давления в напорной трубе внутри колодца:

$$H_{V,R} = H_{V,j} \times L_{V,i} = 0,04 \times 5,5 \text{ м} = 0,22 \text{ м}$$

Теперь можно определить суммарные потери давления в напорном трубопроводе за пределами колодца:

$$H_{V,R} = H_{V,j} \times L_{V,i} = 0,02 \times 135 \text{ м} = 2,7 \text{ м}$$

$$H_{R,R} \text{ суммарный} = (0,22 \text{ м} + 2,7 \text{ м}) 2,9 \text{ м}$$

Напор, $H_{V,j}$ необходимо найти на номограмме, приведенной выше.

4. Напор на выпуске, H_p

Напор на выпуске насоса, H_p должен быть не ниже суммарного напора в системе, H_{tot} . Суммарный напор рассчитывается следующим образом:

$$H_{tot} = H_{geo} + H_{V}, \text{ где } H_{V} = H_{V,A} + H_{V,R}$$

$$H_{tot} = H_{geo} + H_{V,A} + H_{V,R}$$

$$H_{tot} = 5,8 \text{ м} + 0,68 \text{ м} + 2,9 \text{ м} = 9,4 \text{ м}$$

Выбор насосов осуществляется в приложении Grundfos Product Center. Необходимая пропускная способность двух насосов, работающих параллельно:

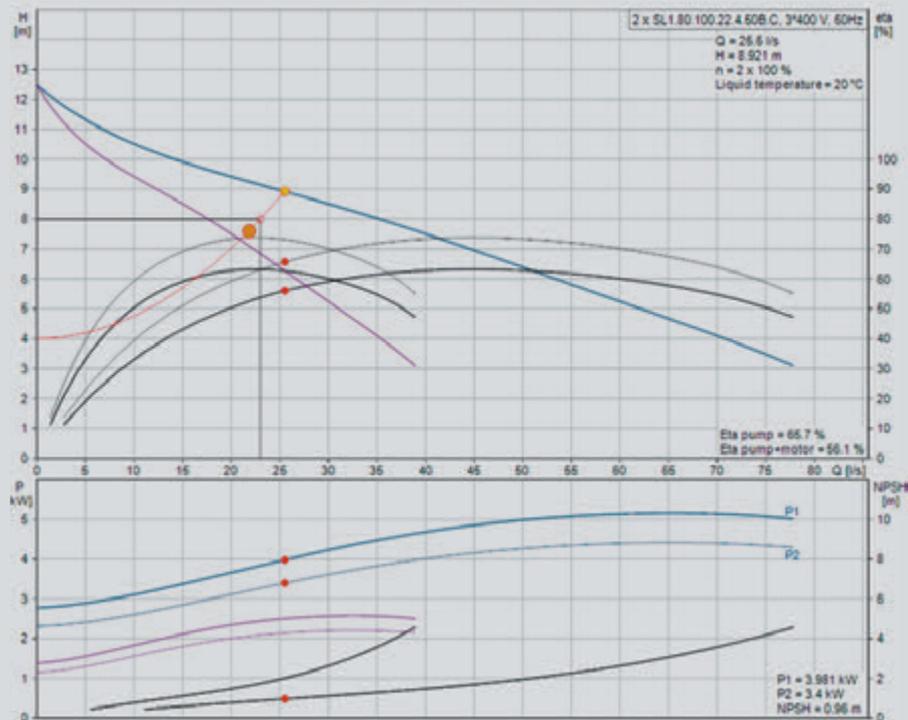
Расход: 23 л/с

Напор: 9,3 м

В приложении Grundfos Product Center выбран насос SLV.80.100.22.4.50. Свободный проход насосов составляет 80 мм, размеры напорных патрубков — DN 100.

Расход: 22,7 л/с

Напор: 9,3 м



ПОСМЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ

1. Статический напор:

H_{geo} = Уровень выпуска напорной трубы – уровень останова насоса

$$H_{\text{geo}} = 6,8 \text{ м} - 1,0 \text{ м} = 5,8 \text{ м}$$

2. Потери в клапанах и фитингах, $H_{V,A}$

Скорость потока внутри трубы рассчитывается следующим образом:

$$V = \frac{Q}{A}$$

При одном работающем насосе расход установлен равным половине расхода в параллельном режиме работы, хотя известно, что он будет несколько выше из-за меньших потерь на трение: $0,5 \times 23 \text{ л/с} = 11,5 \text{ л/с}$

Выбраны вертикальные напорные трубы DN 100 и коллектор с внутренним диаметром 92 мм, установленные внутри колодца.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{11,5 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi \cdot 0,092^2}{4}} = 1,7 \text{ м/с}$$

Скорость потока в вертикальной напорной трубе равна 1,7 м/с, когда работает только один насос.

Горизонтальные напорные трубы DN 150 с внутренним диаметром 140 мм, установленные за пределами колодца.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} = \frac{11,5 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi \cdot 0,140^2}{4}} = 0,75 \text{ м/с}$$

Скорость потока в горизонтальной напорной трубе равна 0,75 м/с, когда работает только один насос.

Рассчитаем коэффициенты сопротивления ζ клапанов и фитингов, установленных на напорной трубе внутри колодца:

Суммарное значение ζ внутри колодца = 5,2

Рассчитаем потери напора в клапанах и фитингах:

$$H_{V,A} = 5,2 \frac{1,7}{2 \cdot 9,81} = 0,45 \text{ м}$$

Суммарное значение ζ за пределами колодца = 3,0

Рассчитаем потери напора в клапанах и фитингах:

$$H_{V,A} = 3,0 \frac{0,75}{2 \cdot 9,81} = 0,11 \text{ м}$$

3. Потери на линейное трение в напорной трубе, $H_{V,R}$

Теперь можно определить суммарные потери давления в напорной трубе внутри колодца:

$$H_{V,R} = H_{Vj} \times L_{Vj} = 0,041 \times 5,5 \text{ м} = 0,23 \text{ м}$$

Теперь можно определить суммарные потери давления в напорном трубопроводе за пределами колодца:

$$H_{V,R} = H_{Vj} \times L_{Vj} = 0,005 \times 135 \text{ м} = 0,68 \text{ м}$$

$$H_{R,R} \text{ суммарный} = (0,23 \text{ м} + 0,68 \text{ м}) = 0,9 \text{ м}$$

Напор, H_{Vj} необходимо найти на номограмме, приведенной ниже.

4. Напор на выпуске, H_p

Напор на выпуске насоса, H_p должен быть не ниже суммарного напора в системе, H_{tot} . Суммарный напор рассчитывается следующим образом:

$$H_{\text{tot}} = H_{\text{geo}} + H_V, \text{ где } H_V = H_{V,A} + H_{V,R}$$

$$H_{\text{tot}} = H_{\text{geo}} + H_{V,A} + H_{V,R}$$

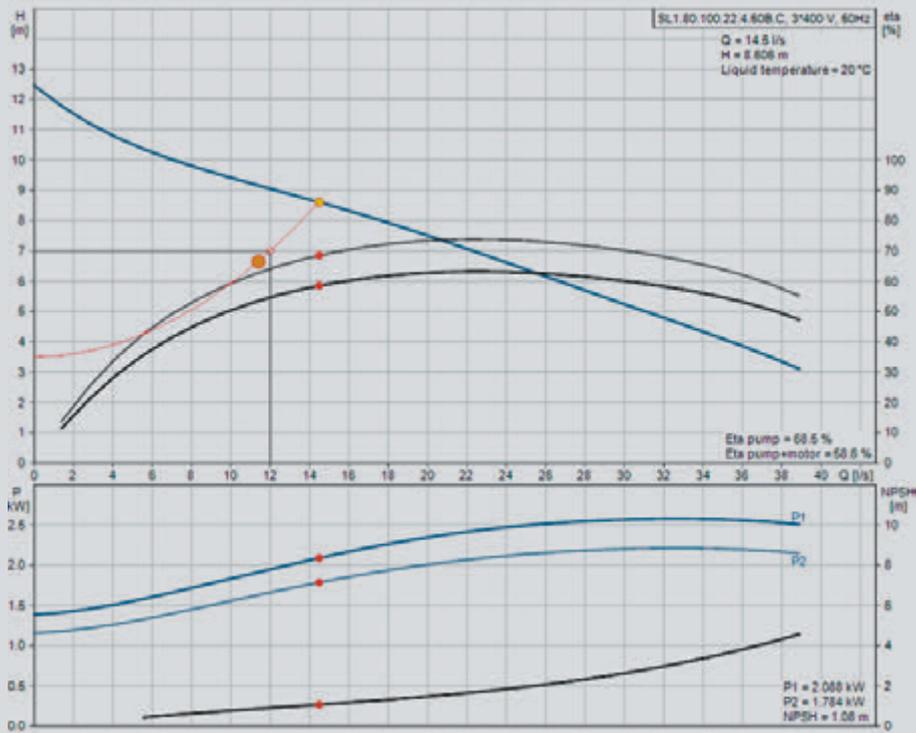
$$H_{\text{tot}} = 5,8 \text{ м} + 0,56 \text{ м} + 0,9 \text{ м} = 7,3 \text{ м}$$

Рабочая точка соответствует одному работающему насосу.
 Насос **SLV.80.100.22.4.608.C**, 31400 V, 60Hz
 Product Center.

Результат:

Расход: 13,8 л/с

Напор: 7,9 м



ПРИМЕР 6. ПОДБОР НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ MULTILIFT

Сточные воды из многоквартирного жилого дома необходимо отводить в канализационную магистраль.

На этот раз для выполнения такой работы используем насосную установку.

1. Максимальный часовой объем притока, V_{\max} , ч

Объем стока от бытовых сантехнических приборов сильно меняется в течение суток. Исследования показали, что, как правило, пик расхода приходится на утро. Чтобы определить требуемый размер резервуара, необходимо рассчитать максимальный часовой ожидаемый объем сточных вод V_{\max} , ч за час дня (или недели) с наибольшим расходом. Как правило, для многоквартирного дома это утренние часы, когда жильцы принимают душ и умываются. В данном примере в каждой квартире живет, в среднем, два человека. Рассчитаем суммарный объем сточных вод, V_{\max} , ч.

В каждой квартире, в среднем, живут 2 человека	Расход, л/мин	Объем, л	Продолжительность, мин.	Загрузка, л·ч	Суммарный расход, л/ч
Умывальник	10		4	2	80
Душ	10		5	2	100
Кухонная мойка		15		1	15
Посудомоечная машина		20		1	20
Стиральная машина, 6 кг		60		1	60
Унитаз, бачок 4 л		4		2	8
Унитаз, бачок 6 л		5		2	12
Суммарный объем воды в течение часа					295

Таблица для определения максимального объема сточных вод за один час, V_{\max} , ч

В доме 45 квартир, суммарный объем сточных вод:

$$\sum V_{\max,h} = 45 \cdot 295 \text{ л/ч} = 13\,275 \text{ л/ч}$$

2. Первый выбор насосной установки

Как правило, насосные установки рассчитаны на повторно-кратковременный режим работы, в котором в течение часа выполняется определенное число циклов перекачивания с последующим перерывом. Максимальное количество пусков/остановов насоса — 60 в час.

Используя это простое правило, суммарная производительность отведения насосной установки Q_{\max} рассчитывается умножением количества пусков/остановов за час на эффективный объем резервуара. Значение Q_{\max} , ч должно быть выше значения $\sum V_{\max}$, ч

$$Q_{\max,h} = \text{Эфф.объем рез-ра} \cdot 60$$

В этом случае предпочтительный выбор — установка Multilift MD1/V. С одним резервуаром, эффективный объем которого составляет 240 л. В режиме 60 пусков/остановов в час суммарная производительность насосной установки Multilift MD1/V равна:

$$Q_{\max,h} = 240 \text{ л} \cdot 60 \text{ ч}^{-1} = 14\,400 \text{ л/ч} \text{ что превышает}$$
$$V_{\max,h} = 13\,000 \text{ л/ч}$$

Тип установки Multilift	Количество резервуаров	Эффективный объем резервуара
Multilift MSS	1	28
Multilift M	1	62
Multilift MOG	1	50
Multilift MD	1	86
Multilift MLD	1	190
Multilift MDG	1	50
Multilift MD1/V+SL	1	240
Multilift MD1/V+SL	2	480
Multilift MD1/V+SL	3	720

Эффективные объемы резервуаров Multilift.

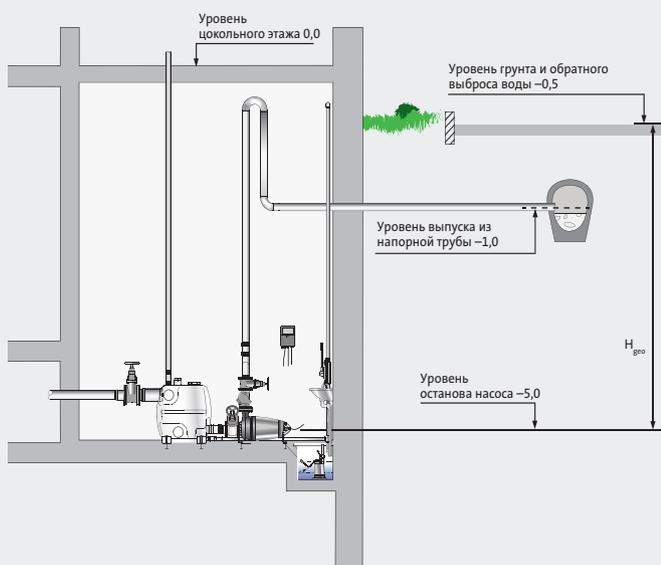
3. Определение расхода сточных вод, Q_{ww} :

Чтобы определить потери в клапанах и фитингах и измерить скорость потока воды в напорном трубопроводе, необходимо рассчитать расход сточных вод в соответствии с требованиями стандарта EN12056–2.

В соответствии с EN12050–2 Система 2	Сантехнический прибор л/с	Количество	Всего, л/с
Умывальник	0,3	2	0,6
Душ	0,4	2	0,8
Кухонная раковина	0,6	1	0,6
Посудомоечная машина	0,6	1	0,6
Стиральная машина, 6 кг	0,6	1	0,6
Унитаз	1,8	2	3,6
Суммарный расход			6,8

Каждая водоподъемная станция рассчитана на обслуживание 50 квартир (расход сантехнических приборов каждой квартиры — 6,8 л/с), что дает значение Q_{ww} :

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum DU} = 0,5 \sqrt{6,8 \cdot 50} = 9,22 \text{ л/с}$$



Коэффициент неравномерности 0,5 выбран в соответствии со следующей таблицей загрузки приборов.

Применение приборов	K
Повторно-кратковременный режим работы, например, в частном доме, в доме для гостей, офисе	0,5
Частое использование, например, в больнице, школе, ресторане, гостинице	0,7
Интенсивное использование, например, в туалетах и/или в душевых, открытых для общественного пользования	1,0
Специальное использование, например, в лаборатории	1,2

Уровень останова насоса:

на 5,0 м ниже уровня первого этажа

Впуск в канализационную магистраль из напорного трубопровода:

на 1,0 м ниже уровня первого этажа

Наивысший уровень обратного потока:

на 0,5 м ниже уровня первого этажа

Уровень поверхности

на 0,5 м ниже уровня первого этажа

Длина напорного трубопровода: 139 м

4. Потери в клапанах и фитингах, $H_{V,A}$

Скорость потока внутри трубы рассчитывается следующим образом:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Скорость потока воды оказывается в пределах допустимого диапазона от 0,7 до 3,0 м/с. Выбрана труба с внутренним диаметром 90 мм.

$$Q = 9,22 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d_i^2} = \frac{9,22 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,09^2} = 1,45 \text{ м/с}$$

Рассчитаем коэффициенты сопротивления ζ клапанов и фитингов, установленных в напорном трубопроводе:

Запорный клапан $1 \times 0,5 = 0,5$

Обратный клапан $1 \times 2,2 = 2,2$

Колено 90° $5 \times 0,5 = 2,5$

Тройник $1 \times 1,0 = 1,0$

Суммарное значение $\zeta = 6,2$

Рассчитаем потери напора в клапанах и фитингах:

$$H_{V,A} = \sum_i \zeta_i \frac{V_i^2}{2g}$$

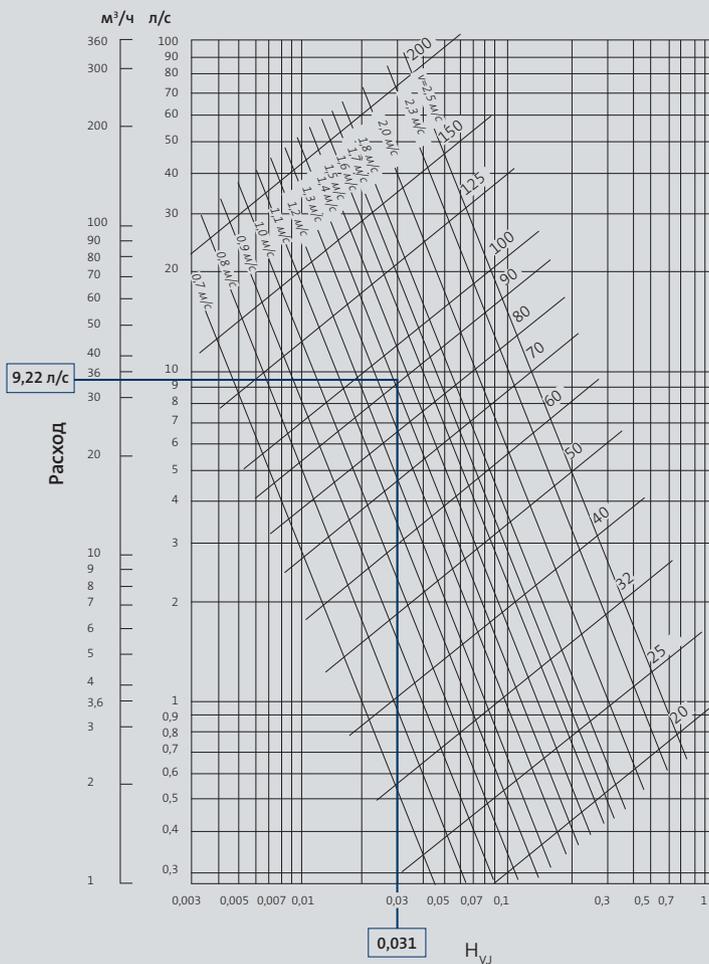
$$H_{V,A} = 6,2 \frac{1,45^2}{2 \cdot 9,81} = 0,7 \text{ м}$$

5. Потери на линейное трение в напорной трубе, $H_{V,R}$

Теперь можно определить суммарные потери давления в напорной трубе:

$$H_{V,R} = H_{V,i} \times L_{V,i} = 0,031 \times 139 \text{ м} = 4,3 \text{ м}$$

Напор $H_{V,i}$ необходимо найти на схеме.



6. Напор на выходе, H_p

Напор насоса, H_p , должен быть равен или превышать суммарный напор в системе, H_{tot}

Суммарный напор рассчитывается следующим образом:

$$H_{tot} = H_{geo} + H_V, \quad \text{где} \quad H_V = H_{VA} + H_{VR}$$

$$H_{tot} = H_{geo} + H_{VA} + H_{VR} = 4,5 \text{ м} + 0,7 \text{ м} + 4,3 \text{ м} = 9,5 \text{ м}$$

7. Окончательный выбор насосной установки

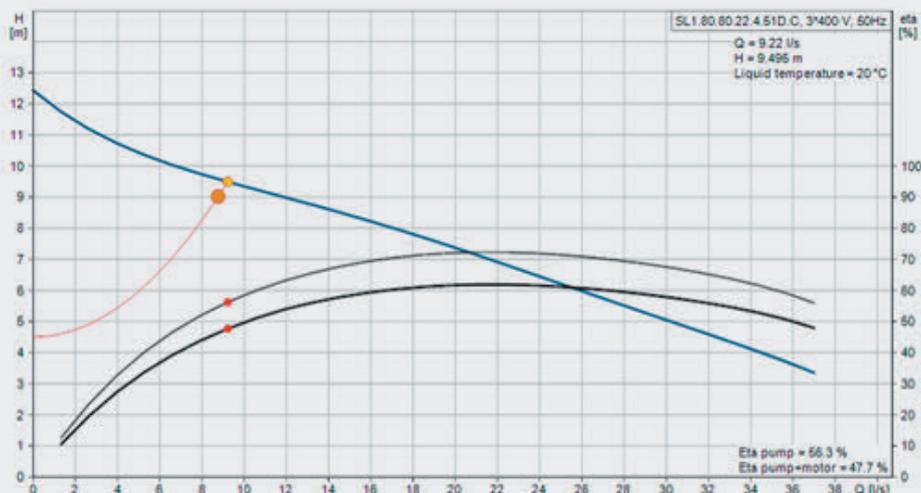
Поскольку в установке должен быть 100%-но резервный насос, выбрано решение с двумя насосами, в котором оба насоса обладают полной производительностью и работают в повторно-кратковременном режиме, с одним насосом, работающим одновременно.

Решение насосной установки подобрано с помощью приложения Grundfos Product Center. В Grundfos Product Center выбран насос SL1.80.80.22.4.51.C.

Размер свободного прохода насосов составляют 80 мм, размеры напорных патрубков — DN 80.

Выбор установки MD1.80.80.22.4 с одним резервуаром и двумя насосами SL 2,2 кВт обусловлен высоким КПД насосов.

Подбор Multilift MD1.80.80.22.4 с помощью рекомендаций, приведённых в разделе 8 с подробным описанием установок Multilift.



Критерии выбора станции MD1.80.80.22.4

Суммарный объем воды в течение часа:	260 л	$H_{\text{geo}} = 4,5 \text{ м}$
Значение Q_{max} , ч для одного насоса должно быть не менее:	13 275 л/ч	$H_{\text{geo}} = 4,5 \text{ м}$
Необходимая производительность насоса:	9,22 л/с	Внутренний диаметр напорной трубы: 90 мм
Размер напорной трубы:	DN 80	Длина напорного трубопровода: 139 м

Водоподъемная станция	Производительность при пиковом притоке***			Макс. эффективный объем резервуара [л]	Макс. производительность дренажа* [л/ч] = макс. приток	
	DN 40 [л/с]	DN 80 [л/с]	DN 100 [л/с]		1 насос**	с 2 работающими насосами
Multilift MSS	н/д	3,5–8	5,6–8	28	1 680	н/д
Multilift M	н/д	3,5–16	5,6–16	62	3 720	н/д
Multilift MOG	0,5–4,5	н/д	н/д	50	3 000	н/д
Multilift MD	н/д	3,5–16	5,6–16	86	5 160	10 320
Multilift MLD	н/д	3,5–16	5,6–16	190	11 400	22 800
Multilift MDG	0,5–4,5	н/д	н/д	50	3 000	6 000
Multilift MD1/MDV	н/д	3,5–18	5,6–28	240–720	14 400	28 800

6 м	-	2 365	670	260	130	73	44	27	16	DN 100	MD1.80.80.75	
	785	745	205	80	39	21	-	-	-	DN 80		
	-	1 875	505	193	90	48	26	13	-	DN 100		MD1.80.80.55
	630	590	155	58	26	13	-	-	-	DN 80		
	-	1 260	325	110	46	20	7	-	-	DN 100		MD1.80.80.40
	430	395	98	32	12	-	-	-	-	DN 80		
	-	830	200	65	20	-	-	-	-	DN 100		MD1.80.80.30
	280	260	60	18	-	-	-	-	-	DN 80		
	-	740	164	42	6	-	-	-	-	DN 100		MD1.80.80.22
260	230	48	11	-	-	-	-	-	DN 80			
-	190	6	-	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.15		
78	54	-	-	-	-	-	-	-	DN 80			

3 м	-	2 810	810	325	166	96	60	39	25	DN 100	MD1.80.80.75	
	925	885	250	100	50	28	-	-	-	DN 80		
	-	2 320	645	255	126	71	43	25	-	DN 100		MD1.80.80.55
	775	730	200	78	37	21	-	-	-	DN 80		
	-	1 710	465	174	82	43	23	12	-	DN 100		MD1.80.80.40
	570	535	142	52	24	12	-	-	-	DN 80		
	-	1 275	340	129	56	25	-	-	-	DN 100		MD1.80.80.30
	425	400	104	38	16	6	-	-	-	DN 80		
	-	1 190	305	106	41	-	-	-	-	DN 100		MD1.80.80.22
	405	370	92	31	11	-	-	-	-	DN 80		
-	635	145	42	-	-	-	-	-	DN 100	MD1.80.80.15		
220	195	42	11	-	-	-	-	-	DN 80			

Q [л/с]	3,5	5,5	10	15	20	25	30	35	40
---------	-----	-----	----	----	----	----	----	----	----

В рекомендациях по под-
бору можно видеть, что
установка MD1.80.80.22.4
может работать с рас-
ходом 10 л/с в напорный
трубопровод DN 100, если
геометрический напор ра-
вен 4 м. Геометрический
напор несколько ниже
фактического значения
4,5 м, но расход выше
требуемого и напорный
трубопровод длиннее
требуемого.



ПРИМЕР 7. ВЫБОР НАСОСА С РЕЖУЩИМ МЕХАНИЗМОМ

На стоянке автомобилей, расположенной вдоль автотрассы, четыре туалета. Сток из туалетов необходимо отводить в канализационную магистраль с другой стороны автотрассы. Насосная станция, расположенная за пределами здания с туалетами, оснащена только одним насосом, т. е. резервирование производительности не предусмотрено.



1. Определение расхода сточных вод, Q_{ww}:

Чтобы определить потери в клапанах и фитингах и измерить скорость потока воды в напорном трубопроводе, необходимо рассчитать расход сточных вод в соответствии с требованиями стандарта EN 12056-2.

В соответствии с EN12050-2 Система 2	DU л/с	Количество	Итого л/с
Умывальник	0,3	4	1,2
Унитаз с бачком 6,0 л	1,8	4	7,2
Сумма, DU			8,4

В стандарте EN 12056-2 указана следующая формула расчета фактических или ожидаемых значений расхода в системах в целом или в частичных канализационных системах, к которым присоединены только бытовые сантехнические приборы.

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum DU} \quad \text{где}$$

- Q_{ww} = Расход сточных вод (л/с)
- K = Коэффициент неравномерности
- DU = Сумма значений расхода устройств, присоединенных к канализации (л/с)

Коэффициент неравномерности K определяется в соответствии со следующей таблицей. В данном случае рассматривается пример с общественными туалетами, поэтому коэффициент неравномерности K равен 1,0.

Применение приборов	K
Повторно-кратковременный режим работы, например, в частном доме, в доме для гостей, в офисе	0,5
Частое использование, например, в больнице, школе, ресторане, гостинице	0,7
Интенсивное использование, например, в туалетах и/или в душевых, открытых для общественного пользования	1,0
Специальное использование, например, в лаборатории	1,2

Суммарное значение расхода Q_{tot}, т. е. расчетное значение расхода, рассчитывается по формуле:

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c + Q_p, \text{ где}$$

- Q_{tot} = Расчетный расход (л/с)
- Q_{ww} = Расход сточных вод (л/с)
- Q_c = Непрерывный расход (л/с)
- Q_p = Расход перекачиваемой воды (л/с)

В этой зоне нет сантехнического оборудования с постоянным расходом Q_c и других насосных станций. Следовательно значения Q_c и Q_p не учитываются. Поэтому расчетное значение расхода Q_{tot} будет равно Q_{ww}.

$$Q_{ww} = K \sqrt{\sum DU} = 1,0 \sqrt{8,4} = 2,9 \text{ л/с}$$

- Прочие данные:
- Уровень поверхности насосной станции 0,0 м.
- Впуск из напорного трубопровода в канализационную магистраль находится выше уровня поверхности на 5,0 м.
- Наивысший уровень обратного потока на 5,0 м выше уровня поверхности.
- Уровень подвода сточных вод на 1,5 м ниже уровня поверхности.
- Уровень останова насоса на 3,0 м ниже уровня поверхности.

Длина напорного трубопровода: 315 м.

2 Статический напор:

H_{geo} = Уровень выпуска напорной трубы – уровень останова насоса

$$H_{\text{geo}} = 5,0 \text{ м} + 3,0 \text{ м} = 8 \text{ м}$$

3. Потери в клапанах и фитингах, $H_{V,A}$

Скорость потока внутри трубы рассчитывается следующим образом:

$$V = \frac{Q}{A}$$

Выбрана труба 2" с внутренним диаметром 50 мм.

Скорость потока воды оказывается в пределах допустимого диапазона от 0,7 до 3,0 м/с.

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2} = \frac{2,9 \cdot 10^{-3}}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,05^2} = 1,45 \text{ м/с}$$

Рассчитаем коэффициенты сопротивления ζ клапанов и фитингов, установленных в напорном трубопроводе:

Запорная задвижка 1 x 0,5 = 0,5

Обратный клапан 1 x 2,2 = 2,2

Расширение 1 x 1,0 = 1,0

Колено 90° 2 x 0,5 = 1,0

Колено 45° 4 x 0,3 = 1,2

Выпуск 1 x 1,0 = 1,0

Суммарное значение $\zeta = 6,9$

Рассчитаем потери напора в клапанах и фитингах:

$$H_{V,A} = \sum_i \zeta_i \frac{V_i^2}{2g}$$

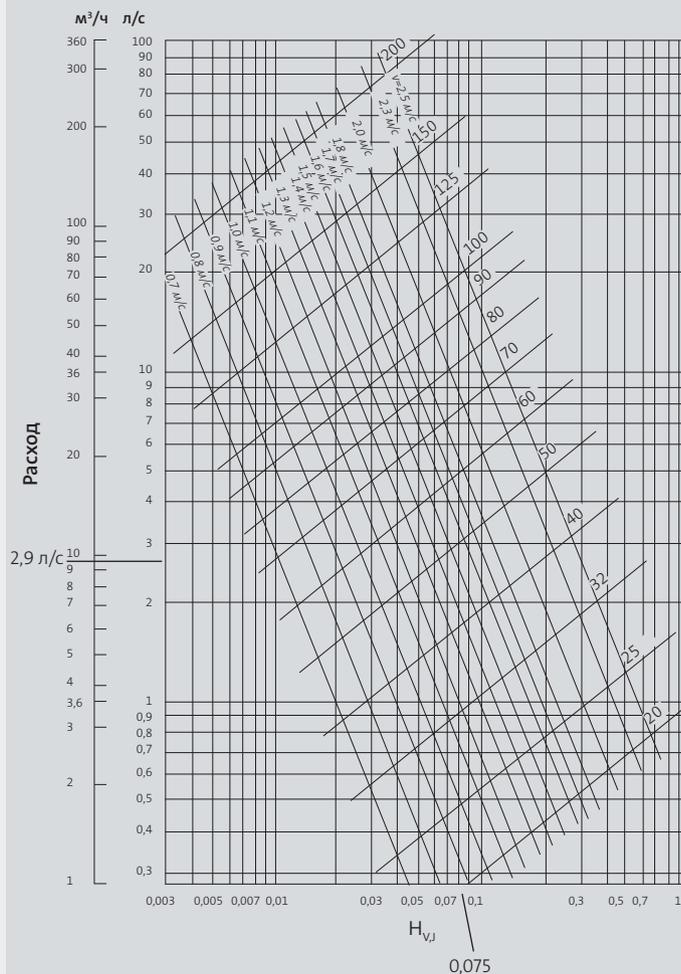
$$H_{V,A} = 6,9 \frac{1,45^2}{2 \cdot 9,81} = 0,51 \text{ м}$$

4. Потери на линейное трение в напорной трубе, $H_{V,R}$

Суммарные потери давления в напорном трубопроводе определяются по формуле:

$$H_{V,R} = H_{V,j} \times L_{V,i} = 0,075 \times 315 \text{ м} = 23,6 \text{ м}$$

Напор $H_{V,j}$ необходимо найти на номограмме в зависимости от расхода и диаметра трубы.



5. Напор на выпуске, H_p

Напор на выпуске насоса, H_p , должен быть не ниже суммарного напора в системе, H_{tot} .

Суммарный напор рассчитывается следующим образом:

$$H_{tot} = H_{geo} + H_v, \text{ где } H_v = H_{v,A} + H_{v,R}$$

$$H_{tot} = H_{geo} + H_{v,A} + H_{v,R}$$

$$H_{tot} = 8,0 \text{ м} + 0,51 \text{ м} + 23,5 \text{ м} = 32 \text{ м}$$

Насос с оптимальными характеристиками подобран с помощью приложения Grundfos Product Center в разделе подбора оборудования.

В качестве входных параметров для подбора используются значения расхода, статического напора (геометрического напора) и потерь на трение:

Расход, $Q_{tot} = 2,9 \text{ л/с}$

Статический напор, $H_{geo} = 8,0 \text{ м}$

Потери на трение: $H_{v,A} + H_{v,R} = 24,0 \text{ м}$

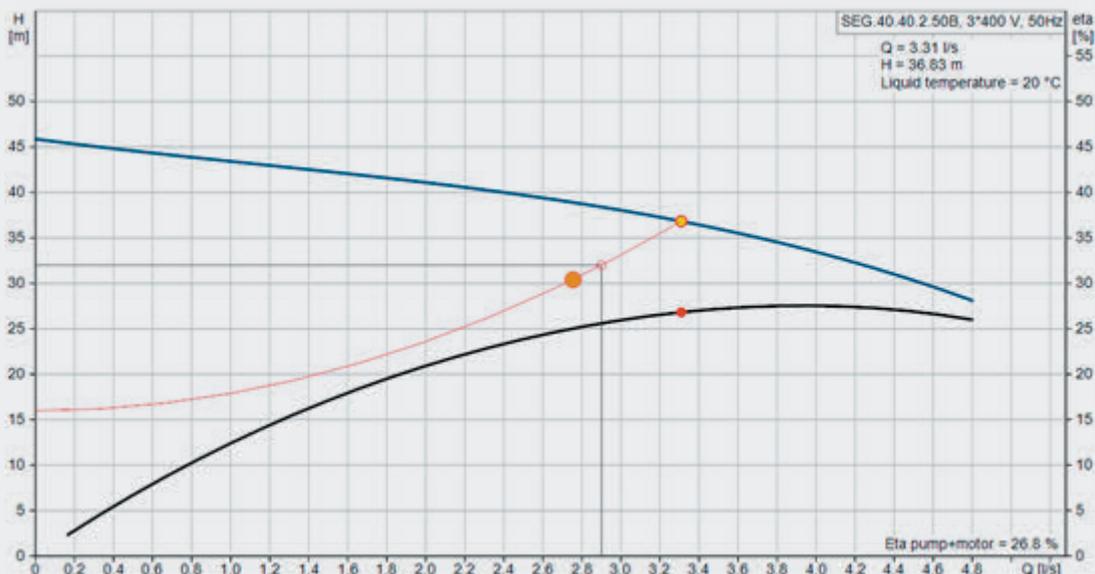
В приложении Grundfos Product Center выбран насос SEG.40.40.2.50B — насос с режущим механизмом с двигателем мощностью 4 кВт, 50 Гц, напорный патрубок 40 мм.

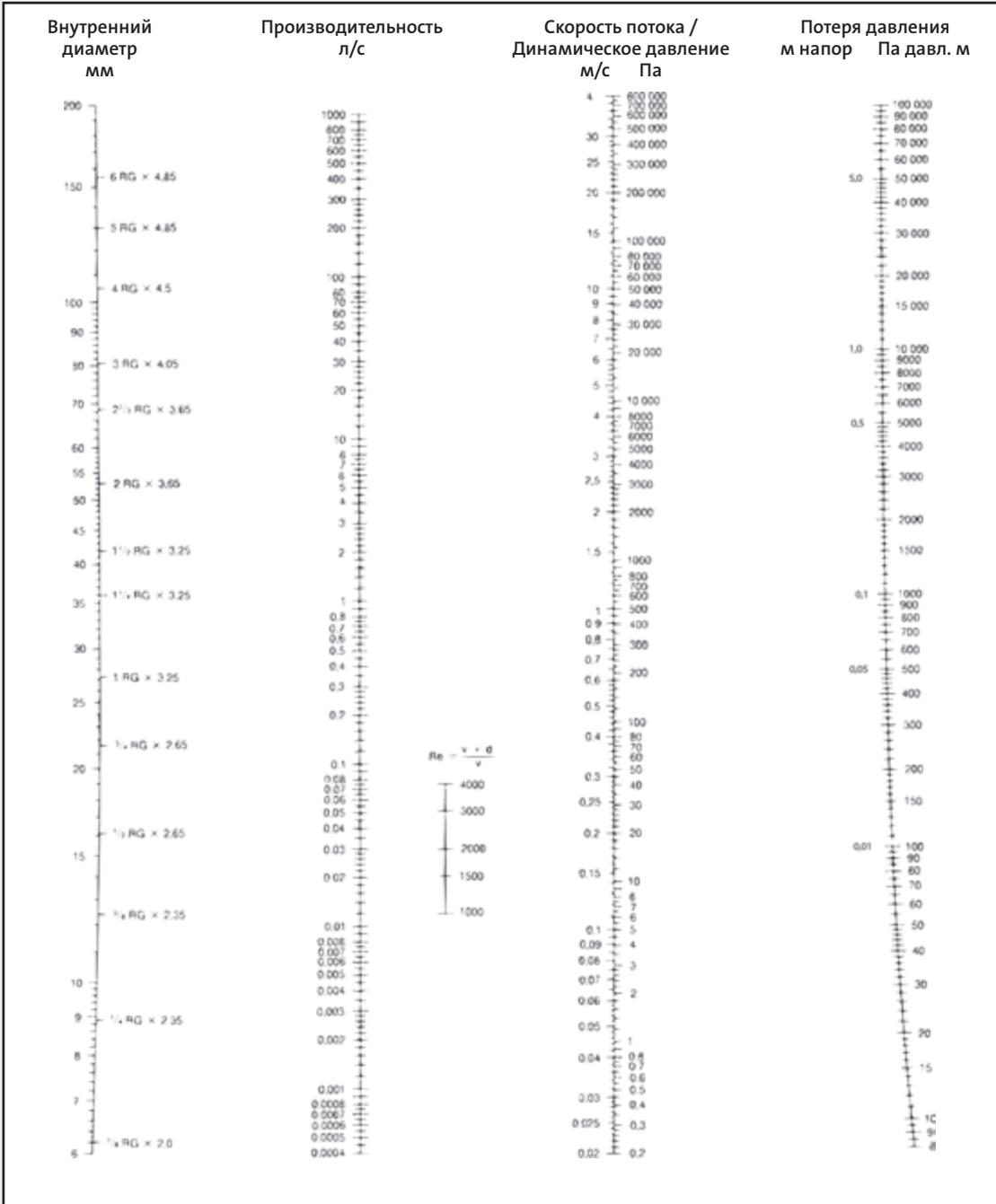
Выбран насос, несколько более мощный в сравнении с рабочей точкой, со следующими параметрами:

Расход 3,3 л/с

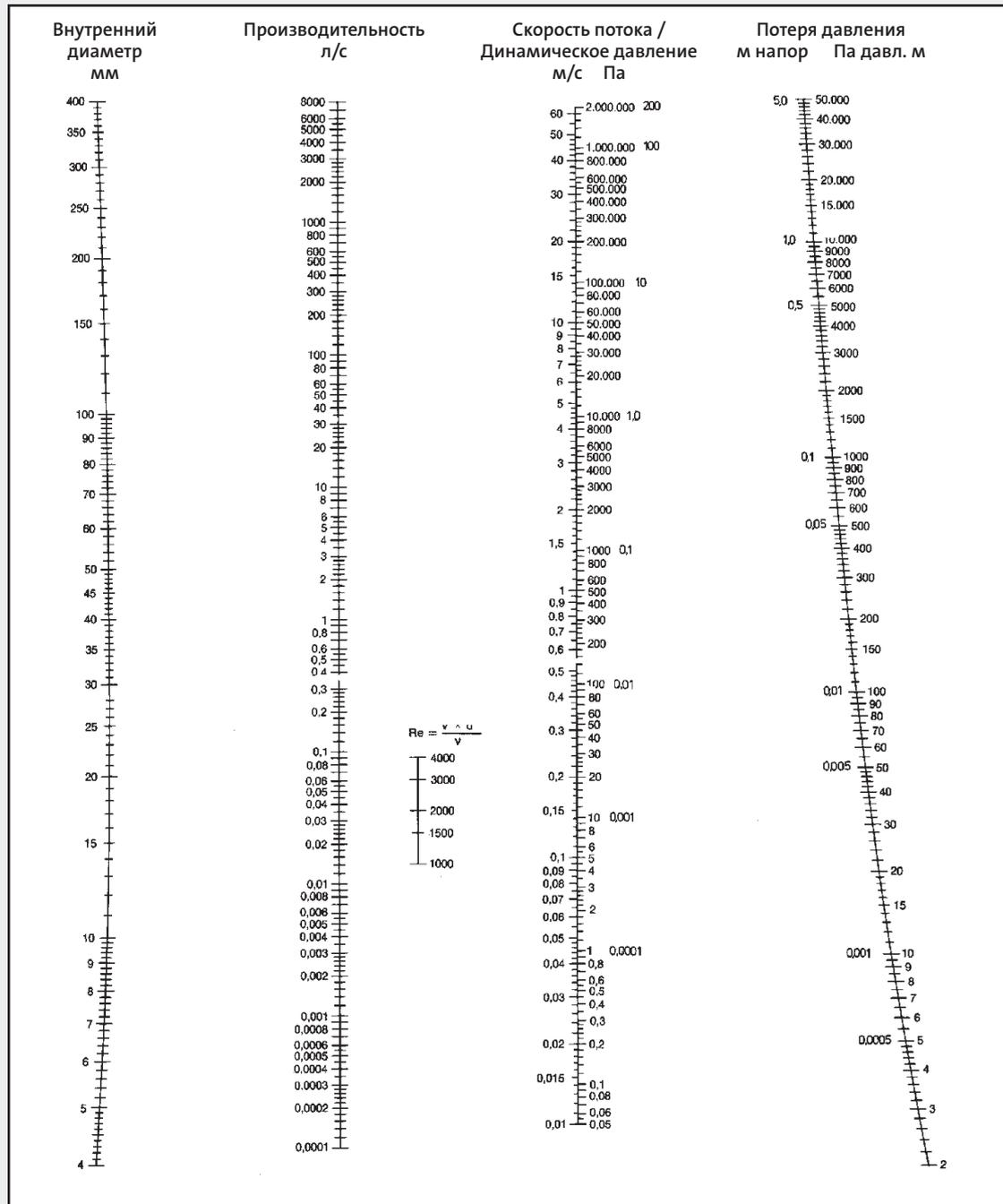
Напор 36,8 м

Скорость потока в напорной трубе приблизительно 1,6 м/с.





Номограмма, показывающая потери на трение в прямой трубе из оцинкованной стали с отложениями.



Номограмма, показывающая потери на трение в трубах для отведения грунтовых вод, материал ПВХ, с отложениями.



be think innovate

ООО «ГРУНДФОС»
ул. Школьная, д. 39-41,
г. Москва, 109544
Тел.: +7 495 737-30-00
www.grundfos.ru

GRUNDFOS 

70065192 0819
Возможны технические изменения.
Товарные знаки, представленные в этом материале, в том числе Grundfos, логотип Grundfos и «be think innovate», являются зарегистрированными товарными знаками, принадлежащими The Grundfos Group. Все права защищены. © 2019 Grundfos Holding A / S, все права защищены.