



MOLECOOL

ТРУБЫ ПВХ-О 500
ДЛЯ НАПОРНЫХ СЕТЕЙ

2018

БУДУЩЕЕ НАСТУПИЛО!

2016 год:

В феврале 2016 года введен в эксплуатацию первый и единственный в СНГ завод по производству напорных труб из ПВХ-О класс ориентации 500. Начало успешного применения труб ПВХ-О MOLECOOL на территории Республики Казахстан и Российской Федерации.

2017 год:

Введен в действие ГОСТ Р 56927-2016 «Трубы из ориентированного непластифицированного поливинилхлорида для водоснабжения. Технические условия».

2018 год:

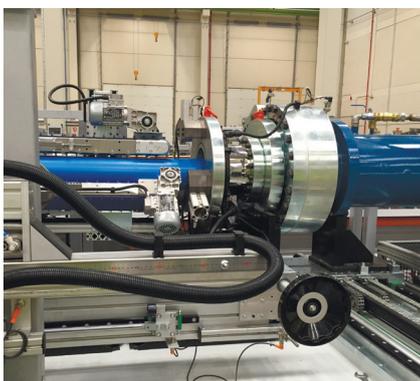
Уровень загрузки производственных мощностей завода MOLETECH ASTANA достиг отметки в 90%.

За два года работы предприятия успешно введены в эксплуатацию более 40 объектов на территории Республики Казахстан и Российской Федерации с применением труб MOLECOOL: в Алматы, Актобе, Караганды, Костанае, Петропавловске, Павлодаре, в Заполярье, Крыму, Поволжье, на Урале.



СОДЕРЖАНИЕ

Производство	4
Область применения	4
Номенклатура	5
Суть молекулярной ориентации	6
Уникальные механические свойства	7
Преимущества труб MOLECOOL	10
Надежное раструбное соединение	12
Технические характеристики	14
Преимущества труб MOLECOOL для строителей	15
Соединительные элементы для труб MOLECOOL	17
Хранение и погрузо-разгрузочные работы	18
Монтаж трубопровода	18
Проектирование водопровода	20



ПРОИЗВОДСТВО

MOLETECH ASTANA — уникальное предприятие, сердцем которого является революционная технология производства труб для напорных сетей водоснабжения из молекулярно-ориентированного поливинилхлорида наивысшей степени молекулярной ориентации (ПВХ-О 500) по лицензии испанской компании MOLECOR TECNOLOGIA S.L.

Наш завод построен по современным европейским стандартам энергосбережения. Производственный процесс полностью построен на инновациях и использует самые передовые из доступных технологий.

На предприятии установлены линии ведущих европейских производителей. Комплекс оборудования включает систему для хранения, смешения и транспортировки сырья, линии экструзии трубных заготовок, установку молекулярной ориентации труб, систему переработки отходов с возможностью стопроцентного их возврата в цикл производства.

Современные технические решения, высококлассное сырье, непрерывный и полностью автоматизированный процесс производства, многоэтапная система контроля качества каждой отдельной трубы — это гарантия высокой надежности трубопроводов MOLECOOL на протяжении всего срока службы — более 100 лет.

В мире всего восемь предприятий, которые производят напорные трубопроводы по технологии MOLECOR. Завод MOLETECH ASTANA — девятый и единственный на территории СНГ.



ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

- ∞ ПИТЬЕВОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ
- ∞ ТЕХНИЧЕСКОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ
- ∞ ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ
- ∞ СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ
- ∞ СЕТИ НАПОРНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ
- ∞ ИРРИГАЦИОННЫЕ СЕТИ

НОМЕНКЛАТУРА

ТРУБЫ MOLECOOL ДЛЯ НАПОРНЫХ СЕТЕЙ

Материал:

ПВХ-О класс ориентации 500

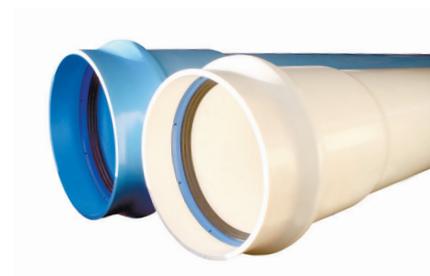
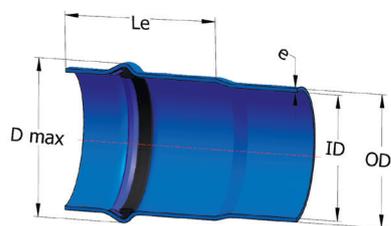
Нормативные документы:

ГОСТ Р 56927-2016 «Трубы из ориентированного непластифицированного поливинилхлорида для водоснабжения. Технические условия».

ISO 16422:2014

ТУ 2248-001-33134879-2016

Трубы MOLECOOL поставляются общей длиной 6 метров (включая раструбу).



В настоящее время трубы MOLECOOL из ПВХ-О 500 на заводе в Казахстане выпускаются в основном цвете — белом.

PN 12,5

Номинальный диаметр (DN), мм	Наружный диаметр (OD), мм	Предельное отклонение среднего наружного диаметра, мм	Толщина стенки (e), мм	Предельное отклонение средней толщины стенки, мм	Внутренний диаметр (ID), мм	Длина трубы с учетом раструбы (L), мм	Глубина раструбы (Le), мм
90	90	0,3	1,8	0,4	86,4	6000±5	165±5
110	110	0,4	2,2	0,5	105,6	6000±5	185±5
160	160	0,5	3,2	0,6	153,6	6000±5	205±5
225	225	0,7	4,4	0,7	216,2	6000±5	230±5
315	315	1,0	6,2	0,9	302,6	6000±5	280±5

PN 16

Номинальный диаметр (DN), мм	Наружный диаметр (OD), мм	Предельное отклонение среднего наружного диаметра, мм	Толщина стенки (e), мм	Предельное отклонение средней толщины стенки, мм	Внутренний диаметр (ID), мм	Длина трубы с учетом раструбы (L), мм	Глубина раструбы (Le), мм
90	90	0,3	2	0,5	86	6000±5	165±5
110	110	0,4	2,4	0,5	105,2	6000±5	185±5
160	160	0,5	3,5	0,6	153	6000±5	205±5
225	225	0,7	5	0,8	215	6000±5	230±5
315	315	1,0	6,9	0,9	301,2	6000±5	280±5

Данные, указанные в таблицах, соответствуют ГОСТ Р 56927-2016 «Трубы из ориентированного непластифицированного поливинилхлорида для водоснабжения. Технические условия».

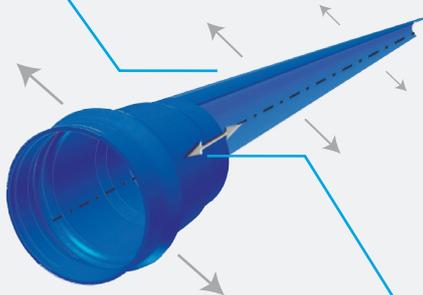


Молекулярно-ориентированный поливинилхлорид обозначается **ПВХ-О**.

ДВУОСНАЯ ОРИЕНТАЦИЯ ТРУБ MOLECOOL

Трубы MOLECOOL являются дуосоориентированными. Молекулярная ориентация выполняется в двух направлениях: кольцевом и осевом.

Кольцевая ориентация придает уникальные механические свойства



Осевая ориентация важна для придания дополнительной прочности и надежности раструбу

Требования к трубам из молекулярно-ориентированного ПВХ указаны в ГОСТ Р 56927-2016 «Трубы из ориентированного непластифицированного поливинилхлорида для водоснабжения. Технические условия».

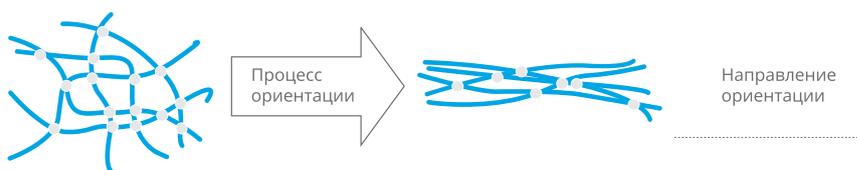
СУТЬ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ОРИЕНТАЦИИ

Ориентация молекул — это физический процесс, который изменяет структуру полимера, улучшая его физические и механические свойства.

Поливинилхлорид (ПВХ) представляет собой аморфный полимер, в котором молекулы расположены случайным образом.

Однако существует уникальная инновационная технология, благодаря которой молекулы полимера можно ориентировать.

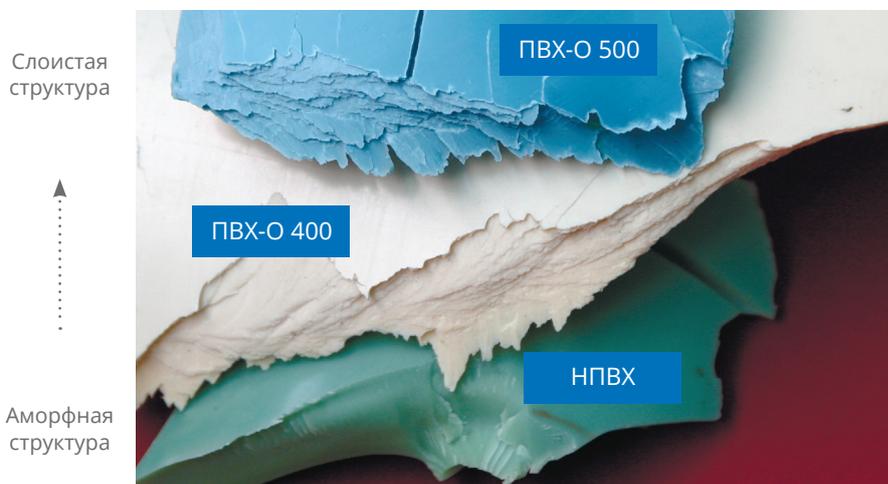
Ориентация структуры полимера



Процесс ориентации молекул изменяет структуру ПВХ, придавая молекулам полимера линейную ориентацию

Молекулярно-ориентированный поливинилхлорид (ПВХ-О) — это пластик с многоуровневой слоистой структурой, слои которой видны невооруженным глазом.

ПВХ-О 500 — наивысшая степень молекулярной ориентации ПВХ



НПВХ. Аморфная структура (внизу).
ПВХ-О класс 400. Появление слоистости (по центру).
ПВХ-О класс 500. Слоистая структура полимера видна невооруженным глазом (вверху)

Именно молекулярная ориентация кардинально улучшает физико-механические свойства ПВХ, не уменьшая достоинств исходного полимера. Однако поистине уникальные характеристики ПВХ приобретает только при высшей степени молекулярной ориентации — классе 500*.

Класс определяется степенью молекулярной ориентации полимера и присваивается по результатам долгосрочных гидростатических испытаний на прочность.

* — Согласно стандарту ISO 16422:2014 ПВХ-О класс 500 — это самый высокий класс ориентации ПВХ. PVC-O 500/ПВХ-О 500 — сокращенное обозначение материала с обозначением десятикратного значения MRS, МПа.

УНИКАЛЬНЫЕ МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Молекулярно-ориентированные трубы MOLECOOL из ПВХ-О 500 отличаются непревзойденными механическими свойствами:

- ↔ ударной прочностью;
- ↔ сопротивлением распространению медленной и быстрой трещины;
- ↔ прочностью на разрыв;
- ↔ эластичностью;
- ↔ усталостной прочностью.

“ ПРИБЛИЖИТЕЛЬНО В ТРУБОПРОВОДАХ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ ТРУБЫ MOLECOOL ИЗ ПВХ-О 500 ПРАКТИЧЕСКИ НЕРАЗРУШИМЫ И ОБЛАДАЮТ ОЧЕНЬ БОЛЬШИМ СРОКОМ СЛУЖБЫ!



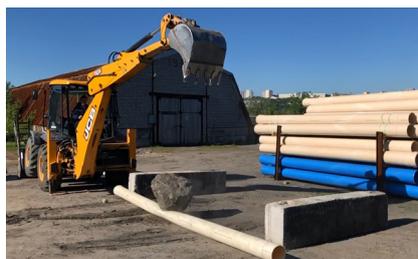
Уникальные механические свойства ПВХ-О 500, приобретенные в процессе молекулярной ориентации

НЕПРЕВЗОЙДЕННАЯ УДАРНАЯ ПРОЧНОСТЬ

Трубы MOLECOOL из ПВХ-О 500 обладают высокой устойчивостью к ударным воздействиям. Их практически невозможно разрушить ударом.

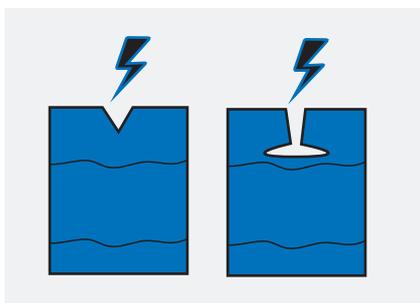
Это означает, что труба не пострадает от падения или ударных воздействий во время хранения, транспортировки и монтажа.

А слоистая структура, достигаемая в процессе молекулярной ориентации, защищает от распространения трещин и царапин.



После удара камнем весом 500 кг, сброшенным с высоты 3 м, на трубе MOLECOOL не осталось никаких повреждений

СТОЙКОСТЬ К РАСПРОСТРАНЕНИЮ ТРЕЩИН



Многоуровневая слоистая структура ПВХ-О 500 «задерживает» трещины в поврежденном первом слое

Слоистая структура ПВХ-О 500, достигаемая в процессе молекулярной ориентации, обеспечивает высокую стойкость труб MOLECOOL к точечным воздействиям и процарапыванию, предотвращает распространение трещин по поверхности трубы.

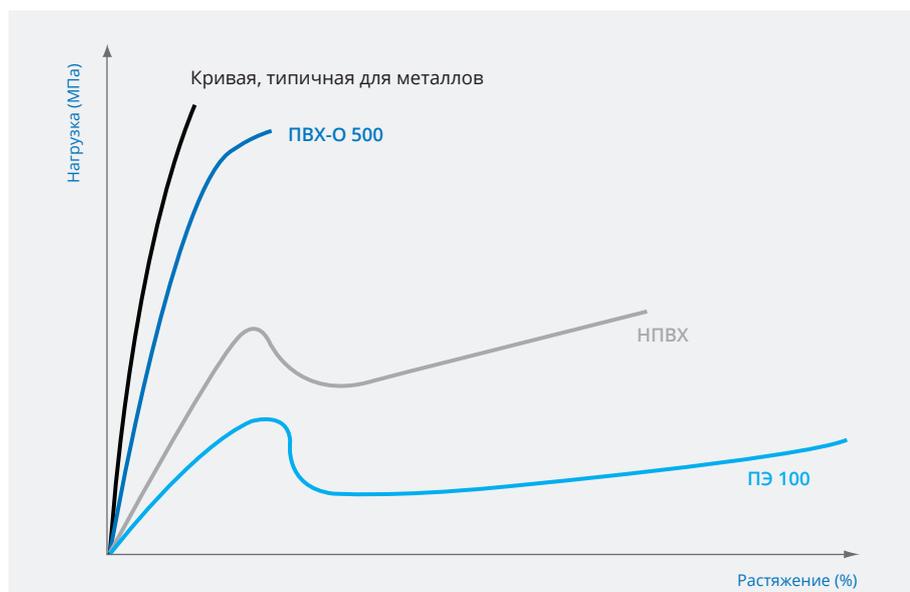
«Развитие» трещин в пластике обусловлено их аморфной структурой. Но многоуровневая слоистая структура ПВХ-О 500 «задерживает» трещины в поврежденном первом слое. Концентрация напряжений расширяется внутри слоя, предотвращая распространение трещины в толщу трубы.

СТОЙКОСТЬ К РАСПРОСТРАНЕНИЮ «БЫСТРЫХ ТРЕЩИН»

Быстрое распространение трещин — RCP (Rapid Crack Propagation) — это явление, которое имеет место быть при определенных условиях температуры и давления. Трещины могут распространяться вдоль продольной оси пластиковых труб на значительные расстояния со скоростью звука — от 100 до 400 метров в секунду. Энергия, необходимая для быстрого распространения трещин, производится жидкостью, которая протекает под давлением внутри трубы. Это явление, очень распространенное для других видов пластиковых труб, исключено для труб MOLECOOL из ПВХ-О 500 из-за слоистой структуры материала. Таким образом технология молекулярной ориентации ПВХ полностью устраняет возможность быстрого распространения трещин.

ВЫСОКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ

Диаграмма растяжения



Кривая растяжения материала ПВХ-О 500 показывает результаты, кардинально отличающиеся от других пластиковых труб. Поведение ПВХ-О 500 аналогично поведению металлов

Прочность на разрыв труб MOLECOOL из ПВХ-О 500 в разы превышает прочность труб из nPVC и ПЭ 100.

Кривая растяжения материала ПВХ-О 500 отличается от кривых других пластмасс и очень близка к кривой металлов: на кривой исчезает зона ползучести. Трубы из ПВХ-О близки к слогану «прочный как сталь».

Этот феномен достигается при самой высокой степени ориентации ПВХ-О — классе 500.

МАКСИМАЛЬНАЯ ГИБКОСТЬ

Благодаря своей эластичности трубы MOLECOOL из ПВХ-О 500 способны стойко переносить деформацию их внутреннего диаметра.

После сжатия или удара труба MOLECOOL моментально принимает первоначальную форму без образования трещин. Благодаря этому качеству отсутствует риск разрушения в результате оседания грунта и прочих воздействий.



Трубы MOLECOOL выдерживают любые деформации без повреждения структуры

ДЛИТЕЛЬНЫЙ СРОК ЭКСПЛУАТАЦИИ

Известно, что пластики под воздействием внутреннего давления, которое образуется циркуляцией жидкости и действует в течение длительного периода времени, подвергаются пластической деформации под воздействием циклических нагрузок. На срок службы трубы оказывают влияние такие факторы, как амплитуда колебания между минимальным и максимальным рабочим давлением, частота и сила гидроударов.

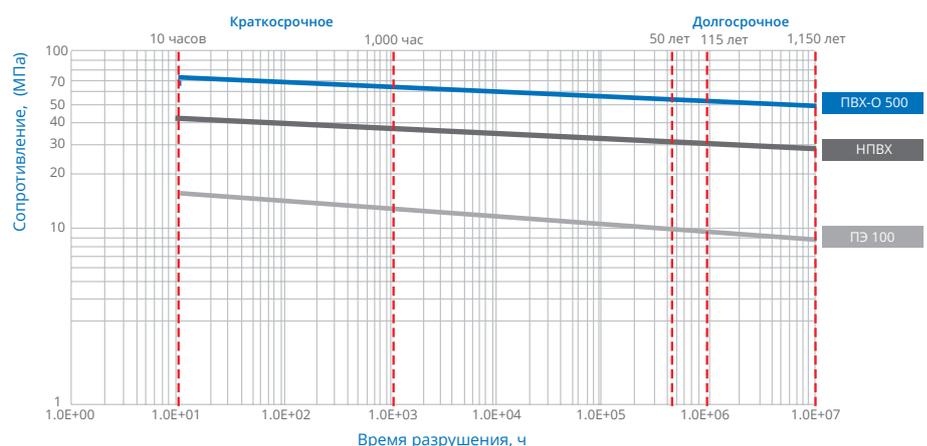
ПВХ-О 500 в отличие от других пластмасс обладает исключительной **усталостной прочностью** и позволяет трубе MOLECOOL, работающей в штатном режиме, сохранять свои эксплуатационные качества на протяжении более 100 лет.

ВЫСОКОЕ КРАТКОВРЕМЕННОЕ И ДОЛГОВРЕМЕННОЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

Трубы MOLECOOL из ПВХ-О 500 в краткосрочном периоде способны выдержать внутреннее давление до двух раз превышающее номинальное (до 32 бар в трубах, рассчитанных на 16 бар, и до 25 бар в трубах, рассчитанных на 12,5 бар), благодаря чему они спокойно переносят резкие скачки давления: гидравлические удары и другие неполадки в сети.

При воздействии давления в течение длительного периода времени трубы ПВХ-О 500 практически не теряют своих свойств благодаря низкой ползучести материала. Таким образом, срок службы труб, работающих в штатном режиме, превышает 100 лет.

График падения долговременного гидростатического сопротивления



Трубы MOLECOOL производятся из поливинилхлорида наивысшей степени молекулярной ориентации — из ПВХ-О 500. Класс молекулярной ориентации 500 — это минимальная длительная прочность MRS = 50 МПа, что в 5 раз выше, чем у ПЭ 100, и в 2 раза выше, чем у НПВХ (см. раздел «Технические характеристики»).

УМЕНЬШЕННАЯ ТОЛЩИНА СТЕНКИ ТРУБЫ

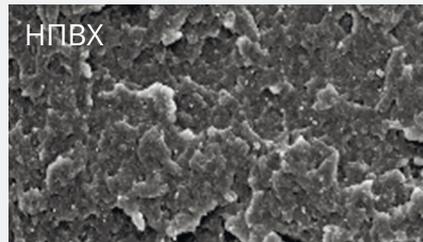
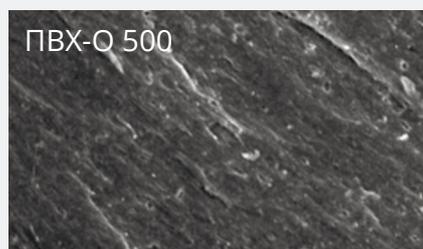
Молекулярная ориентация позволяет уменьшить толщину стенки трубы MOLECOOL из ПВХ-О 500 в 1,5–3 раза и, соответственно, увеличить ее проходное сечение и пропускную способность.



Сравнение толщины стенок труб (DN225, PN16), изготовленных из разных пластиков

ЧРЕЗВЫЧАЙНО ГЛАДКАЯ ВНУТРЕННЯЯ ПОВЕРХНОСТЬ

Трубы MOLECOOL из ПВХ-О 500 имеют чрезвычайно гладкую внутреннюю поверхность по сравнению с металлическими трубами и трубами из других пластиков, что также способствует увеличению пропускной способности трубы.



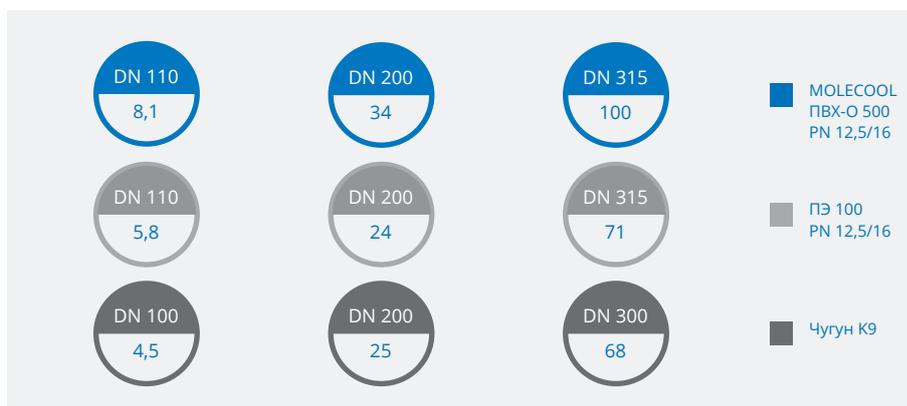
Шероховатость материала ПВХ-О 500 по сравнению с НПВХ (увеличение под микроскопом)

ПРЕИМУЩЕСТВА ТРУБ MOLECOOL

ПОВЫШЕННАЯ ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ

Пропускная способность труб MOLECOOL из ПВХ-О 500 в разы выше, чем у труб из ПЭ 100, НПВХ и чугуна с тем же наружным диаметром и классом номинального давления.

Максимальный расход воды (л/с)



Расчет проводится по формуле Маннинга в зависимости от шероховатости трубы, внутреннего диаметра и сечения трубы

Трубы MOLECOOL по сравнению с трубами из других пластиков способны транспортировать наибольший объем воды с наименьшим энергопотреблением, что положительно сказывается на рентабельности проекта и способствует снижению эксплуатационных расходов.



ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ВОДЫ

ПВХ-О 500 не подвержен коррозии и воздействию природных химически активных веществ, а также микроорганизмов. ПВХ-О 500 не способствует размножению бактерий, не выделяет никаких химических веществ, не влияет на органолептические свойства воды. Трубопроводы MOLECOOL соответствуют международным гигиеническим и санитарным стандартам.

ВЫДАЮЩЕЕСЯ ПОВЕДЕНИЕ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

УКЛАДКА ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ: -40 °С до +50 °С

Трубы из ПВХ-О отлично ведут себя в условиях экстремальных температур. В то время как некоторые виды пластмасс могут становиться хрупкими при -10 °С, молекулярно-ориентированный ПВХ-О 500 не проявляет изменений механических свойств при крайне низких температурах, например при -40 °С, что подтверждено испытаниями в лаборатории «МИПП НПО Пластик».



1. Проведены испытания в ОАО «МИПП НПО Пластик» на ударную прочность при отрицательной температуре -40 °С, которые труба выдержала. Отклонений в способности поглощать удары отмечено не было. Труба ПВХ-О 500 испытывалась в замороженном виде, хотя норма для проведения испытания — 0 °С.

2. Проведены испытания, подтверждающие отсутствие изменения свойств после выдержки образцов труб ПВХ-О 500 в жидком азоте (отрицательная температура -196 °С). После возвращения трубы к температуре окружающей среды испытания на ударную прочность труба выдержала.

3. Температура размягчения по Вика для труб из ПВХ-О 500 превышает 80 °С.

СТОЙКОСТЬ К ГИДРАВЛИЧЕСКИМ УДАРАМ

Трубы MOLECOOL из ПВХ-О 500 обеспечивают меньшую скорость распространения волны по ним (в 4 раза меньшую, чем по чугунным трубам), что практически до нуля сокращает риск повреждения трубопровода вследствие гидравлического удара при пуске и остановке подачи воды и обеспечивает защиту всех элементов водопроводной сети.



Избыточное давление, созданное при резком перекрытии трубопровода со скоростью потока 2,5 м/с

Гидравлический удар вызывается резким и быстрым увеличением объема или давления воды.

Гидравлический удар возникает при внезапной остановке проходящей по трубопроводу жидкости в результате срабатывания затвора или из-за присутствия в трубопроводе воздушной пробки.

Гидравлические удары могут резко повысить давление в трубе сверх номинального и привести к ее разрушению.

$$P = \frac{a \cdot V}{g}; \quad a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{k}{E}\right) \cdot \left(\frac{D_e}{e_{\min}} - 2\right)}}$$

Сила гидравлического удара (P) зависит от скорости движения волны в трубе (a) и падения скорости потока (V). Чем ниже скорость движения волны, тем выше устойчивость трубы к гидравлическому удару.

Скорость движения волны в трубе зависит от физических размеров трубы (отношения внутреннего диаметра к наименьшей толщине) и модуля упругости материала трубы (E).

СТОЙКОСТЬ К УФ-ИЗЛУЧЕНИЮ

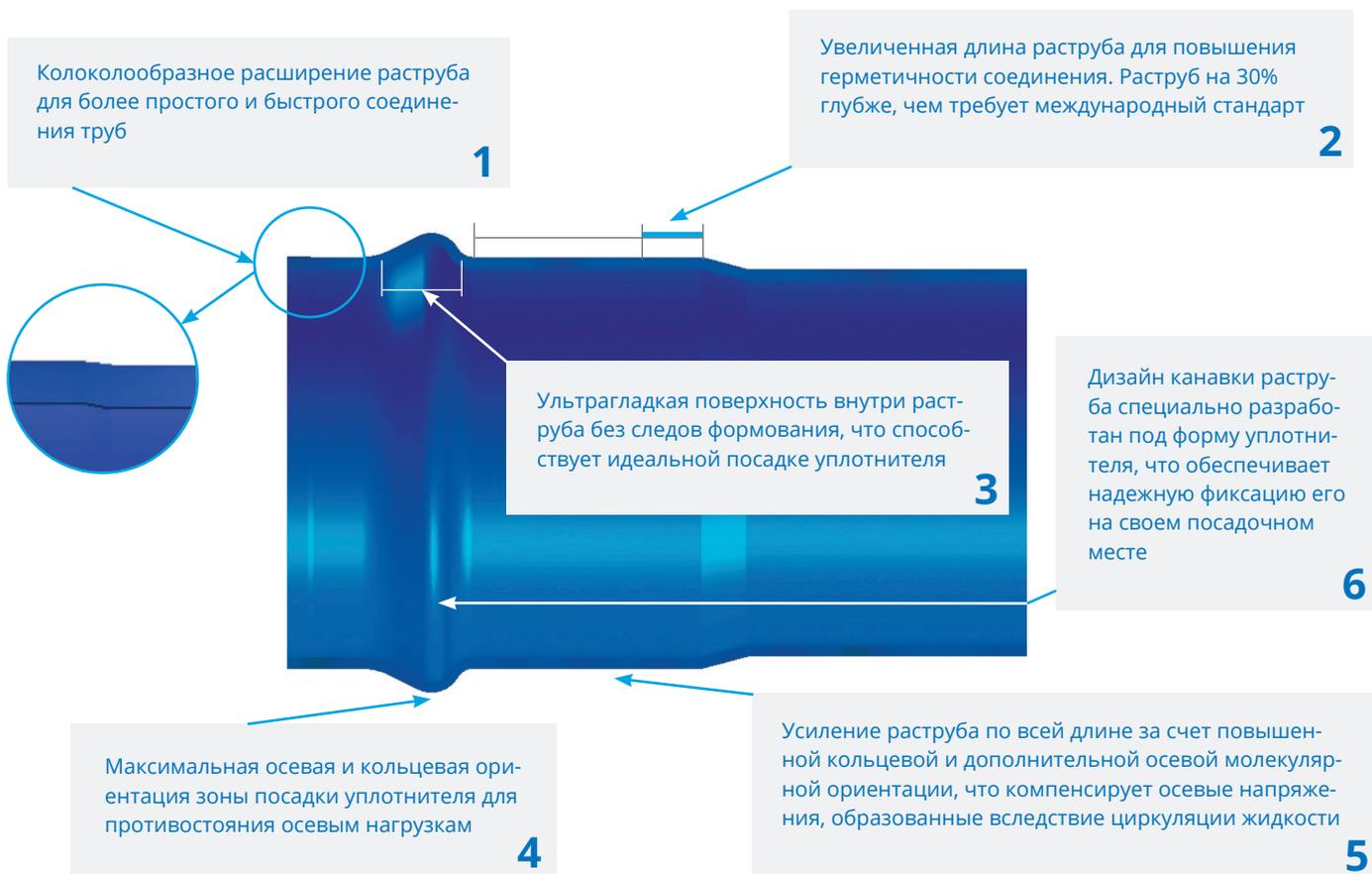
Воздействие солнечного света в течение длительного периода времени провоцирует появление микротрещин на поверхности пластиковых труб. Эти трещины могут распространяться по поверхности труб из НПВХ, ПЭ 100 и т.д., только не по трубе MOLECOOL из ПВХ-О 500. Слоистая структура труб MOLECOOL из ПВХ-О 500 блокирует распространение трещин, и они остаются в первом слое.

Испытания трубы ПВХ-О 500, при которых труба подвергалась воздействию солнечного света более года, показали, что УФ-излучение не меняет свойств трубы.



НАДЕЖНОЕ РАСТРУБНОЕ СОЕДИНЕНИЕ

УСИЛЕННЫЙ ДВУОСНООРИЕНТИРОВАННЫЙ РАСТРУБ, ФОРМУЕМЫЙ ВМЕСТЕ С ТРУБОЙ



ЭФФЕКТИВНАЯ УПЛОТНИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ANGER-LOCK: НАДЕЖНАЯ ЗАЩИТА ОТ ПРОТЕЧЕК

Конструкция уплотнителя Anger-Lock имеет уникальный «трехлепестковый» дизайн, в котором уплотнительное кольцо из синтетического каучука и усиливающее полипропиленовое кольцо скреплены вместе, образуя цельный уплотнитель.

Уплотнители Anger-Lock разработаны специально для соединения напорных труб MOLECOOL из ПВХ-О 500 между собой и для соединения труб MOLECOOL со специальными чугунными фитингами.

Уплотнители Anger-Lock производятся из полипропилена и специального EPDM компаунда. Химический состав уплотнителей обеспечивает исключительно высокое сопротивление к воздействию УФ-излучения, атмосферным воздействиям, окислению и озону, способен дать отпор большинству кислотных и щелочных растворов. Срок службы уплотнителей Anger-Lock — более 100 лет. Материал одобрен для контакта с питьевой водой в соответствии с BS 6920-1:2014*.



«Трехлепестковый» дизайн уплотнителя Anger-Lock

* — BS 6920-1:2014 «Материалы и изделия неметаллические, используемые в контакте с питьевой водой. Оценка пригодности с учетом влияния на качество воды. Технические требования».

НОВЫЙ СТАНДАРТ ГЕРМЕТИЧНОГО СОЕДИНЕНИЯ



При соединении двух труб уплотнительное «трехлепестковое» EPDM-кольцо деформируется, создавая уплотнительное давление, направленное и на раструб, и на введенный конец трубы

НАДЕЖНАЯ ЗАЩИТА ОТ ПРОНИКНОВЕНИЯ ТВЕРДЫХ ЧАСТИЦ

Давление в трубопроводе может изменяться. При таких обстоятельствах уплотнитель неизбежно движется. Многие традиционные уплотнительные кольца допускают при этом вход твердых частиц (песка и камешков) внутрь раструба. Однако «трехлепестковый» дизайн уплотнителя Anger-Lock не допускает подобных проникновений, поскольку все твердые частицы задерживаются первым лепестком. Это подтверждают специальные испытания на герметичность.

УПЛОТНИТЕЛЬ — ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЧАСТЬ ТРУБЫ

Вместе с уникальным дизайном канавки раструба специальная форма уплотнителя позволяет предотвращать смещения уплотнителя во время хранения, транспортировки и монтажа труб, поскольку уплотнитель надежно фиксируется на своем посадочном месте.



Полипропиленовое кольцо позволяет надежно и быстро установить уплотнитель в раструб при производстве на заводе или вручную на объекте

ВЫСОКАЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ

Простое и надежное раструбное соединение, обладающее высокой компенсирующей способностью, позволяет использовать трубы MOLECOOL из ПВХ-О 500 при строительстве трубопроводов в районах с высокой сейсмичностью.

Высокая сейсмостойкость трубопроводов MOLECOOL обусловлена также слоистой структурой самого полимера ПВХ-О 500, которая обеспечивает трубопроводу гибкость и устойчивость к точечным воздействиям.

ГАРАНТИРОВАННАЯ 100% ГЕРМЕТИЧНОСТЬ СИСТЕМЫ ДАЖЕ ВО ВРЕМЯ АВАРИЙ!

Раструб труб MOLECOOL формируется в процессе производства одновременно с остальной частью трубы. Молекулярная двуслойная ориентация раструба обеспечивает его прочность и надежность.



Раструб имеет уникальную конструкцию, которая играет фундаментальную роль в вопросе герметичности соединения.



Надежные «трехлепестковые» гидравлические уплотнители Anger-Lock разработаны специально для напорных труб и гарантируют надежное и герметичное соединение.



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Механические свойства материала

		ПВХ-О 500	НПВХ	ПЭ 100	ПЭ 80
Минимальная длительная прочность MRS	МПа	50,0	25,0	10,0	8,0
Коэффициент срока службы (с)	---	1,4	2,0*	1,25	1,25
Расчетная прочность (σ)	МПа	36,0	12,5	8,0	6,3
Модуль кратковременной упругости (E)	МПа	> 4.000	> 3.000	1.100	900
Сопротивление осевому растяжению	МПа	> 48	> 48	19	19
Сопротивление поперечному растяжению	МПа	> 90	> 48	19	19
Твердость по Шору	---	81 - 85	70 - 85	60	65

* - для труб DN 110 мм

Другие (не механические) свойства

Характеристика	Ед. изм.	Значение
Плотность	кг/дм ³	1,35–1,46*
Значение к ПВХ смолы	-	>64
Твердость по Шору при 20 °С	-	81–85
Коэффициент Пуассона	-	0,35–0,46
Теплостойкость по Вика	°С	>80
Коэффициент линейного расширения	°С ⁻¹	0,8 x 10 ⁻⁴
Теплопроводность	ккал/м°С	0,14–0,18
Удельная теплоемкость при 20 °С	кал/г°С	0,20–0,28
Диэлектрическая жесткость	кВ/мм	20–40
Диэлектрическая проницаемость	-	3,2–3,6
Сопротивление сдвигу при 20 °С	Ω/см	>10 ¹⁶
Абсолютная шероховатость (ka)	мм	0,007
Абсолютная шероховатость (по Хазену-Вильямсу)	-	150
Коэффициент шероховатости Маннинга	-	0,009

* — хотя стандарты допускают этот диапазон плотности, в реальности плотность ПВХ-О лежит в диапазоне 1,39-1,43 кг/дм³.

Свойства труб MOLECOOL из ПВХ-О 500

	PN 12,5	PN 16
Класс ориентации	500	500
MRS (МПа)	50,0	50,0
Номинальное давление (бар)	12,5	16,0
Давление разрыва, 50 лет, при 20°С (бар)*	17,5	22,4
Давление разрыва, 10 ч, при 20°С (бар)*	25,0	30,0
Максимальное давление при испытаниях на месте (бар)*	17,5	21,0
Цвет	белый, голубой	белый, голубой

* — согласно стандарту EN 805 2000 «Водоснабжение. Требования к системам водоснабжения и их компонентам, устанавливаемым вне зданий».

Характеристики герметичного соединения

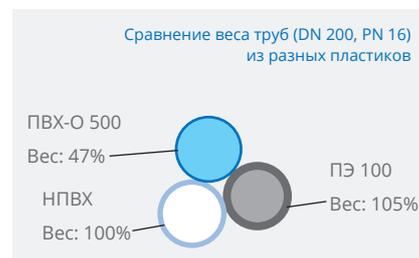
Характеристика	Ед.изм	Значение
Твердость эластомера	IRHD	60±5

ПРЕИМУЩЕСТВА ТРУБ MOLECOOL ДЛЯ СТРОИТЕЛЕЙ

НИЗКИЙ ВЕС: легко поднять

Низкий вес позволяет переносить трубы MOLECOOL вручную без использования техники и механических средств: лебедок, кранов и т.д..

Трубы MOLECOOL из ПВХ-О 500 более чем в 2 раза легче труб из НПВХ и ПЭ 100 и в 6-12 раз легче чугунных труб с таким же номинальным давлением.

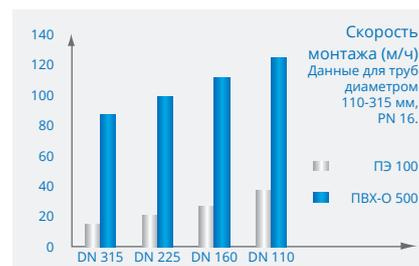


НЕ ПОДДАЮТСЯ РАЗРУШЕНИЮ: безопасная разгрузка, укладка в траншею и монтаж

Высокая стойкость к точечным воздействиям и процарапыванию, высокая гибкость и ударопрочность позволяет хранить, транспортировать и монтировать трубы без особых хлопот в любых условиях.

ВЫСОКАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ МОНТАЖНЫХ РАБОТ

Раструбное соединение труб MOLECOOL из ПВХ-О 500 обеспечивает высокую скорость сборки трубопровода. Сварочное оборудование не требуется. Простота соединения позволяет выполнять установку рабочим с любым уровнем квалификации. В то время как сварка ПЭ труб требует высокой профессиональной подготовки персонала.



СБОРКА БЕЗ УСИЛИЙ

Уникальный дизайн раструба труб MOLECOOL уменьшает усилие при сборке, способствует центрированию и стыковке труб. Трубы соединяются легко и быстро, снижая время и стоимость монтажа.

Уплотнитель Anger-Lock облегчает труд монтажников в траншее. Уплотнитель нельзя потерять в процессе хранения, транспортировки и монтажа. Также его нельзя установить неверно. Нет риска совершить ошибку при сборке.



На гладком конце трубы должна быть фаска, снятая под углом 15°. Нанесите смазку на желоб раструба и на резиновое уплотнительное кольцо



Состыкуйте трубы по оси, продвигайте трубу, пока не перестанет быть видной метка на гладком конце трубы

НЕВЫСОКИЕ ЗАТРАТЫ НА МОНТАЖ



Применение труб MOLECOOL из ПВХ-О 500 позволяет более чем в три раза сократить объем затрат на монтаж трубопровода, поскольку для проведения монтажных работ не требуется специальная погрузо-разгрузочная техника, сварочное оборудование и высококвалифицированные сварщики.

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ДЛЯ ТРУБ MOLECOOL ИЗ ПВХ-О 500

В 2017 году компанией MOLECOR TECHNOLOGIA S.L. было запущено производство фитингов Eco Fitom из ПВХ-О 500 для применения в системах напорных водопроводов, подходящих к трубам MOLECOOL из ПВХ-О 500.



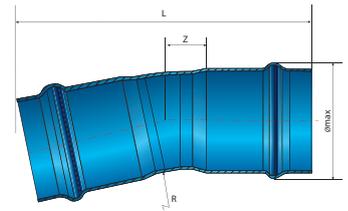
Фитинги ECO-FITТОМ® являются уникальным продуктом, применяются в системах водоснабжения и водоотведения, ирригационных сетях, системах пожарного водоснабжения, технического и питьевого водоснабжения.



ФИТИНГИ ECO-FITТОМ® ИЗ ПВХ-О 500

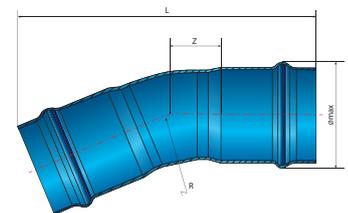
УГОЛ 11,25° PN 16

DN (мм)	ømax (мм)	L (мм)	Z (мм)	Радиус (мм)	Вес (кг)
110	140	455	55	165	1,0
160	200	535	70	240	2,2
200	245	595	80	300	4,0
250	305	690	95	375	6,0
315	375	790	115	475	13,0
400	475	925	140	600	24,4



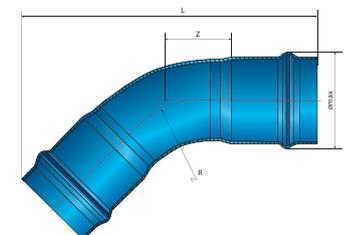
УГОЛ 22,5° PN 16

DN (мм)	ømax (мм)	L (мм)	Z (мм)	Радиус (мм)	Вес (кг)
110	140	490	70	165	1,0
160	200	585	95	240	2,4
200	245	655	110	300	4,3
250	305	765	135	375	6,4
315	375	885	160	475	14,5
400	475	1045	200	600	27,5



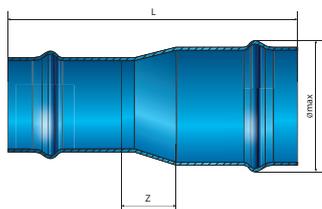
УГОЛ 45° PN 16

DN (мм)	ømax (мм)	L (мм)	Z (мм)	Радиус (мм)	Вес (кг)
110	140	555	105	165	1,1
160	200	680	145	240	2,9
200	245	770	175	300	5,1
250	305	910	215	375	7,7
315	375	1070	265	475	17,5
400	475	1280	330	600	33,7



ПЕРЕХОД PN 16

DN / DN (мм)	ømax (мм)	L (мм)	Z (мм)	Вес (кг)
110 / 75	140	405	80	0,8
110 / 90	140	390	60	0,8
160 / 110	200	485	110	2,0
160 / 140	200	460	65	1,9
200 / 160	245	530	105	3,5
250 / 200	305	600	130	5,0
315 / 250	375	695	165	11,4
400 / 250	475	860	290	22,7
400 / 315	475	810	200	21,3



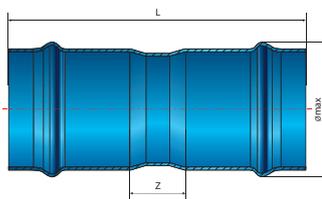
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ СПОСОБЫ СОЕДИНЕНИЯ

Для соединения труб MOLECOOL из ПВХ-О 500 могут быть использованы чугунные фитинги для напорных водопроводов разных производителей.



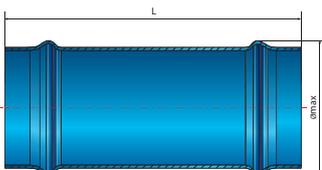
СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ МУФТА PN 16

DN (мм)	ømax (мм)	L (мм)	Z (мм)	Вес (кг)
110	140	425	80	0,8
160	200	495	90	2,1
200	245	535	100	3,5
250	305	630	125	5,3
315	375	720	155	11,8
400	475	850	195	22,3



РЕМОНТНАЯ МУФТА PN 16

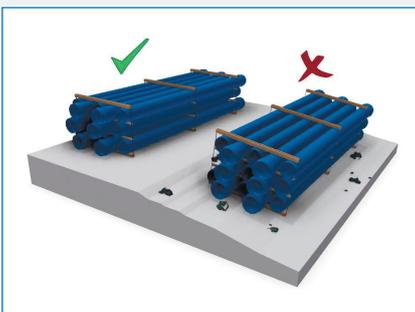
DN (мм)	ømax (мм)	L (мм)	Z (мм)	Вес (кг)
110	140	425	-	0,8
160	200	495	-	2,1
200	245	535	-	3,5
250	305	630	-	5,3
315	375	720	-	11,8
400	475	850	-	22,3



ХРАНЕНИЕ И ПОГРУЗО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ

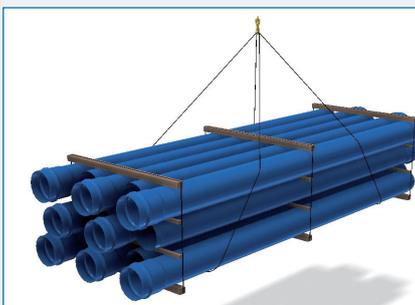
1) Рекомендуется хранить трубы MOLECOOL в горизонтальном положении на твердой плоской поверхности на деревянных опорах, размещенных так, чтобы избежать возможного изгиба труб.

2) Раструбы должны быть свободны от нагрузки. Рекомендуется укладывать трубы поочередно гладким концом и раструбом.



3) Трубы необходимо защитить от длительного воздействия солнечных лучей (при хранении более года).

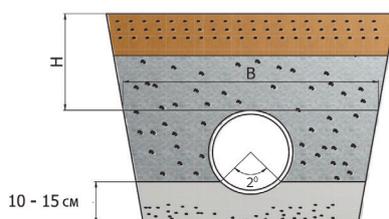
4) Погрузо-разгрузочные работы рекомендуется выполнять с помощью строп, как показано на рисунке ниже.



МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДА

ПОДГОТОВКА ТРАНШЕИ

Размеры траншеи



DN (мм)	Минимальная ширина траншеи В (м)
90-225	0,60
315	0,85
400	1,10

1. Рекомендуется прокладка труб MOLECOOL под землей.

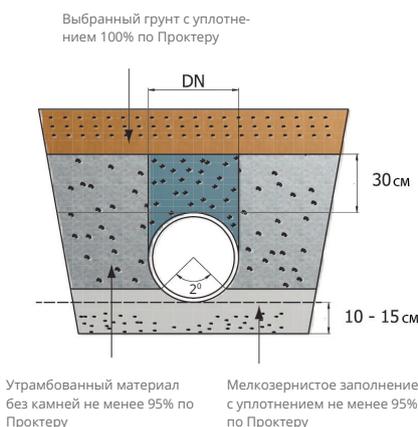
2. Глубина заложения трубы зависит от интенсивности дорожного движения, глубины промерзания грунта, типа почвы и т.д..

3. Минимальная ширина траншеи может быть рассчитана по следующим таблицам.

Глубина траншеи Н (м)	Минимальная ширина траншеи В (м)
$h < 1,00$	0,60
$1,00 < h < 1,75$	0,80
$1,75 < h < 4,00$	0,90
$h < 4,00$	1,00

ПОДГОТОВКА К УКЛАДКЕ ТРУБ И ЗАСЫПКА ТРАНШЕИ

Схема засыпки траншеи



1. Дно траншеи должно быть твердым, ровным и однородным, чтобы служить надежной опорой трубам по всей длине. Чтобы гарантировать это, нужно сделать подложку толщиной 10-15 см из гранулированного материала (песка или другого мелкозернистого материала, в том числе из выбранного грунта, если он не содержит острых камней размером более 10-20 мм).

2. Засыпка траншеи осуществляется вдоль трубы (но ни в коем случае не сверху трубы) мелкозернистым материалом без камней с послойным уплотнением не менее 95% по Проктеру на высоту 30 см над трубой.

3. После этого для засыпки можно использовать выбранный грунт с послойным уплотнением 100% по Проктеру.

ХОЛОДНЫЙ ИЗГИБ ТРУБЫ (23 °С)

Труба в траншее может быть изогнута в пределах, определенных в таблице. Изгиб трубы должен производиться в холодном состоянии при температуре примерно 23 °С. Применять нагрев нельзя.

Изгиб выполняется вручную или с помощью подручных средств (для труб DN 315 и DN 400), не допуская повреждения геометрии раструба.

Нельзя нарушать требования, приведенные в таблице, чтобы избежать нарушения расчетов запаса прочности трубы.

При изгибе трубы нельзя превышать допустимое угловое отклонение в раструбе (2°).

\varnothing = Наружный диаметр трубы

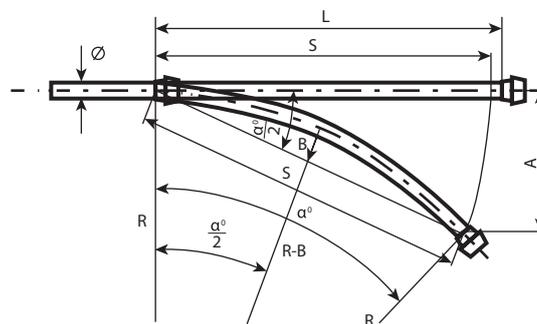
$$R = 200 \varnothing$$

$$\alpha^\circ = \frac{180L}{\pi R}$$

$$S = 2R \times \sin \frac{\alpha^\circ}{2}$$

$$A = S \times \sin \frac{\alpha^\circ}{2}$$

$$B = R - R \times \cos \frac{\alpha^\circ}{2}$$



DN (мм)	L (м)	Изгиб трубы			Угол в раструбе (°)	Общий угол (°)
		R (м)	a/2 (°)	A (м)		
90	5,84	18	9,3	0,94	2	11,3
110	5,83	22	7,6	0,77	2	9,6
160	5,80	32	5,2	0,52	2	7,2
225	5,75	45	3,7	0,37	2	5,7
315	5,68	63	2,6	0,26	2	4,6
400	5,64	80	2,0	0,20	2	4,0

УСИЛИЯ, ПРОИЗВОДИМЫЕ ИЗГИБОМ ТРУБЫ

Как правило, при прокладке трубопровод изгибается. В связи с этим возникает некоторое противодействие в земле, как показано в таблице. В нормальных условиях данное противодействие компенсируется уплотненным грунтом. Но в случае необходимости при больших изгибах данные места должны быть укреплены с помощью упоров.

DN (мм)	Сила в изогнутой трубе (a/2) *					
	бар	бар	бар	бар	бар	бар
	1 (кН)	5 (кН)	10 (кН)	15 (кН)	20 (кН)	25 (кН)
90	0,10	0,52	1,03	1,55	2,06	2,58
110	0,13	0,63	1,26	1,89	2,52	3,15
160	0,18	0,91	1,82	2,73	3,64	4,55
225	0,25	1,27	2,54	3,81	5,08	6,35
315	0,35	1,76	3,51	5,27	7,03	8,78
400	0,44	2,21	4,43	6,64	8,86	11,07

* Усилие в каждой трубе 6000 мм.

ДОПУСТИМОЕ УГЛОВОЕ ОТКЛОНЕНИЕ В РАСТРУБЕ

Раструбное соединение позволяет производить отклонения труб на некоторый угол, что дает возможность прокладки труб по нужному маршруту.

Рекомендуется не превышать этот предел, чтобы избежать нарушения герметичности трубопровода при высоком давлении.



DN	Максимальное угловое отклонение	Смещение в раструбе (D)
мм	(°)	мм
90-400	2	200

УСТАНОВКА УПОРА

Трубы подвергаются внутреннему гидростатическому давлению, которое усиливается в местах изменения направления трубопровода (повороты, изгибы и пр.), а также в компонентах, которые изменяют сечение потока (вентили, сливы и пр.) Эти силы могут быть очень велики и даже вызвать подвижки грунта и разъединение труб. Осевые силы можно вычислить по следующей формуле:

$$\text{Сила (кг)} = k \cdot \text{давление (бар)} \cdot \text{сечение трубы (см}^2\text{)}$$

В заглушках и тройниках под углом 90°: $k=1$

В переходниках: $k=1$ — (большее сечение / меньшее сечение)

В местах изменения направления: $k=2 \cdot \sin^2/2$

Места изменения направления при необходимости должны быть укреплены с помощью упоров. Важно убедиться, что бетон заливается непосредственно на предварительно подготовленный грунт и что он обладает требуемой прочностью. При проектировании упоров помните, что для проведения гидравлических испытаний все места стыков должны быть свободными.



ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОДОПРОВОДА

ГИДРАВЛИКА

При проектировании водопровода выбор диаметра труб зависит от расчетных потерь давления, объема и скорости потока. Есть несколько методов вычисления этих значений. Чаще всего используются формулы Хазена-Вильямса и Прандтля-Колбрука-Уайта.

$$\text{Объем потока (л/с)} = \text{скорость (м/с)} \cdot \text{сечение (м}^2\text{)} \cdot 10^3$$

Формула Хазена-Вильямса:

$$V = 0.355 \cdot C \cdot D_i^{0.63} \cdot J^{0.54}$$

Формула Прандтля-Колбрука-Уайта:

$$V = -2 \sqrt{2 \cdot g \cdot D_i \cdot J} \cdot \log \left(\frac{k_a}{3.71 \cdot D_i} + \frac{2.51 \cdot \nu}{D_i \sqrt{2 \cdot g \cdot D_i \cdot J}} \right)$$

V = средняя скорость (м/с)

D_i = внутренний диаметр (м)

J = падение давления (м/м)

C = коэффициент шероховатости Хазена-Вильямса (для ПВХ-О 500 $C=150$)

g = ускорение свободного падения (м/с²)

k_a = абсолютная шероховатость (м) (для ПВХ-О 500 $k_a = 0,007 \cdot 103$ м)

ν = кинематическая вязкость (м²/с) (для воды при 20° $\nu = 1,0 \cdot 10^{-6}$)

Еще один фактор, который необходимо учитывать — потери давления, производимые фасонными изделиями (отводами, переходами, тройниками и т. п.) и запорной арматурой.

Существуют таблицы для оценки потерь давления, объема и скорости потока по формуле Хазена-Вильямса.

При расчетах потерь нужно учитывать и экономический фактор (оптимизацию затрат на водоснабжение), а также допустимые значения гидравлических ударов.

В целом минимальная скорость, позволяющая избежать образования отложений, — 0,5 м/с, максимальная — 2,0–2,5 м/с, в зависимости от диаметра трубы.

ТАБЛИЦЫ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ. ТРУБЫ MOLECOOL ПВХ-О 500 PN12,5

Внутренний диаметр	DN110		DN160		DN225		DN315		DN400	
	104,6		152,0		213,8		299,4		380,2	
скорость	расход	падение давления	расход	падение давления	расход	падение давления	расход	падение давления	расход	падение давления
(м/с)	л/с	м/км	л/с	м/км	л/с	м/км	л/с	м/км	л/с	м/км
0,1	0,86	0,12	1,81	0,08	3,58	0,05	7,03	0,04	11,3	0,03
0,2	1,71	0,45	3,63	0,29	7,17	0,20	14,1	0,13	22,7	0,10
0,3	2,57	0,95	5,44	0,62	10,8	0,41	21,1	0,28	34,0	0,21
0,4	3,42	1,62	7,26	1,05	14,3	0,70	28,1	0,48	45,3	0,36
0,5	4,28	2,46	9,07	1,58	17,9	1,07	35,2	0,72	56,6	0,54
0,6	5,14	3,44	10,9	2,22	21,5	1,49	42,2	1,01	68,0	0,76
0,7	5,99	4,58	12,7	2,95	25,1	1,99	49,2	1,34	79,3	1,01
0,8	6,85	5,86	14,5	3,78	28,7	2,54	56,2	1,72	90,6	1,30
0,9	7,70	7,29	16,3	4,71	32,3	3,16	63,3	2,13	102,0	1,62
1,0	8,56	8,87	18,1	5,72	35,8	3,84	70,3	2,59	113,3	1,96
1,1	9,42	10,6	20,0	6,82	39,4	4,59	77,3	3,10	124,6	2,34
1,2	10,3	12,4	21,8	8,02	43,0	5,39	84,4	3,64	136,0	2,75
1,3	11,1	14,4	23,6	9,30	46,6	6,25	91,4	4,22	147,3	3,19
1,4	12,0	16,5	25,4	10,7	50,2	7,17	98,4	4,84	158,6	3,66
1,5	12,8	18,8	27,2	12,1	53,8	8,15	105,5	5,50	169,9	4,16
1,6	13,7	21,2	29,0	13,7	57,3	9,18	112,5	6,20	181,3	4,69
1,7	14,6	23,7	30,8	15,3	60,9	10,27	119,5	6,93	192,6	5,25
1,8	15,4	26,3	32,7	17,0	64,5	11,4	126,6	7,71	203,9	5,83
1,9	16,3	29,1	34,5	18,8	68,1	12,6	133,6	8,52	215,3	6,45
2,0	17,1	32,0	36,3	20,6	71,7	13,9	140,6	9,37	226,6	7,09
2,1	18,0	35,0	38,1	22,6	75,3	15,2	147,6	10,3	237,9	7,76
2,2	18,8	38,2	39,9	24,6	78,8	16,6	154,7	11,2	249,2	8,46
2,3	19,7	41,5	41,7	26,7	82,4	18,0	161,7	12,1	260,6	9,19
2,4	20,5	44,9	43,6	28,9	86,0	19,5	168,7	13,1	271,9	9,94
2,5	21,4	48,4	45,4	31,2	89,6	21,0	175,8	14,2	283,2	10,7
2,6	22,3	52,0	47,2	33,6	93,2	22,6	182,8	15,2	294,6	11,5
2,7	23,1	55,8	49,0	36,0	96,8	24,2	189,8	16,3	305,9	12,4
2,8	24,0	59,7	50,8	38,5	100,3	25,9	196,9	17,5	317,2	13,2
2,9	24,8	63,7	52,6	41,1	103,9	27,6	203,9	18,6	328,5	14,1
3,0	25,7	67,8	54,4	43,7	107,5	29,4	210,9	19,8	339,9	15,0
3,1	26,5	72,1	56,3	46,5	111,1	31,3	218,0	21,1	351,2	16,0
3,2	27,4	76,4	58,1	49,3	114,7	33,1	225,0	22,4	362,5	16,9
3,3	28,2	80,9	59,9	52,2	118,3	35,1	232,0	23,7	373,9	17,9
3,4	29,1	85,5	61,7	55,2	121,8	37,1	239,1	25,0	385,2	18,9
3,5	30,0	90,2	63,5	58,2	125,4	39,1	246,1	26,4	396,5	20,0
3,6	30,8	95,1	65,3	61,3	129,0	41,2	253,1	27,8	407,9	21,1
3,7	31,7	100,0	67,1	64,5	132,6	43,4	260,1	29,3	419,2	22,2
3,8	32,5	105,1	69,0	67,8	136,2	45,6	267,2	30,7	430,5	23,3
3,9	33,4	110,2	70,8	71,1	139,8	47,8	274,2	32,3	441,8	24,4
4,0	34,2	115,5	72,6	74,5	143,3	50,1	281,2	33,8	453,2	25,6

ТАБЛИЦЫ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ. ТРУБЫ MOLECOOL ПВХ-О 500 PN16

Внутренний диаметр	DN90		DN110		DN160		DN225		DN315		DN400	
	82,4		104,2		151,4		213,0		298,2		378,6	
скорость	расход	падение давления	расход	падение давления	расход	падение давления	расход	падение давления	расход	падение давления	расход	падение давления
(м/с)	л/с	м/км	л/с	м/км	л/с	м/км	л/с	м/км	л/с	м/км	л/с	м/км
0,1	0,55	0,16	0,85	0,13	1,80	0,08	3,56	0,05	6,97	0,04	11,2	0,03
0,2	1,11	0,58	1,70	0,45	3,60	0,29	7,11	0,20	13,9	0,13	22,5	0,10
0,3	1,66	1,23	2,55	0,96	5,40	0,62	10,7	0,42	20,9	0,28	33,7	0,21
0,4	2,22	2,09	3,40	1,63	7,20	1,05	14,2	0,71	27,9	0,48	45,0	0,36
0,5	2,77	3,17	4,25	2,47	9,00	1,59	17,8	1,07	34,9	0,72	56,2	0,55
0,6	3,33	4,44	5,10	3,46	10,8	2,23	21,3	1,50	41,8	1,01	67,5	0,77
0,7	3,88	5,90	5,95	4,60	12,6	2,97	24,9	1,99	48,8	1,35	78,7	1,02
0,8	4,43	7,56	6,80	5,89	14,4	3,80	28,5	2,55	55,8	1,72	90,0	1,30
0,9	4,99	9,40	7,65	7,33	16,2	4,73	32,0	3,18	62,8	2,14	101,2	1,62
1,0	5,54	11,43	8,49	8,91	18,0	5,75	35,6	3,86	69,7	2,61	112,5	1,97
1,1	6,10	13,6	9,34	10,6	19,8	6,85	39,1	4,61	76,7	3,11	123,7	2,35
1,2	6,7	16,0	10,2	12,5	21,6	8,05	42,7	5,41	83,7	3,65	135,0	2,77
1,3	7,2	18,6	11,0	14,5	23,4	9,34	46,2	6,28	90,7	4,24	146,2	3,21
1,4	7,8	21,3	11,9	16,6	25,2	10,7	49,8	7,20	97,6	4,86	157,4	3,68
1,5	8,3	24,2	12,7	18,9	27,0	12,2	53,3	8,18	104,6	5,52	168,7	4,18
1,6	8,9	27,3	13,6	21,3	28,8	13,7	56,9	9,22	111,6	6,23	179,9	4,71
1,7	9,4	30,5	14,4	23,8	30,6	15,4	60,5	10,32	118,6	6,96	191,2	5,27
1,8	10,0	33,9	15,3	26,4	32,4	17,1	64,0	11,5	125,5	7,74	202,4	5,86
1,9	10,5	37,5	16,1	29,2	34,2	18,9	67,6	12,7	132,5	8,56	213,7	6,48
2,0	11,1	41,2	17,0	32,1	36,0	20,7	71,1	13,9	139,5	9,41	224,9	7,12
2,1	11,6	45,1	17,8	35,2	37,8	22,7	74,7	15,3	146,5	10,3	236,2	7,79
2,2	12,2	49,2	18,7	38,4	39,6	24,7	78,2	16,6	153,4	11,2	247,4	8,50
2,3	12,7	53,4	19,5	41,6	41,4	26,9	81,8	18,1	160,4	12,2	258,7	9,23
2,4	13,3	57,8	20,4	45,1	43,2	29,1	85,4	19,5	167,4	13,2	269,9	9,98
2,5	13,9	62,4	21,2	48,6	45,0	31,4	88,9	21,1	174,4	14,2	281,1	10,8
2,6	14,4	67,1	22,1	52,3	46,8	33,7	92,5	22,7	181,3	15,3	292,4	11,6
2,7	15,0	71,9	22,9	56,0	48,6	36,2	96,0	24,3	188,3	16,4	303,6	12,4
2,8	15,5	76,9	23,8	59,9	50,4	38,7	99,6	26,0	195,3	17,5	314,9	13,3
2,9	16,1	82,1	24,6	64,0	52,2	41,3	103,1	27,7	202,3	18,7	326,1	14,2
3,0	16,6	87,4	25,5	68,1	54,0	43,9	106,7	29,5	209,2	19,9	337,4	15,1
3,1	17,2	92,9	26,3	72,4	55,8	46,7	110,3	31,4	216,2	21,2	348,6	16,0
3,2	17,7	98,5	27,2	76,8	57,6	49,5	113,8	33,3	223,2	22,5	359,9	17,0
3,3	18,3	104,3	28,0	81,3	59,4	52,4	117,4	35,2	230,2	23,8	371,1	18,0
3,4	18,8	110,2	28,9	85,9	61,2	55,4	120,9	37,2	237,1	25,1	382,4	19,0
3,5	19,4	116,3	29,7	90,6	63,0	58,5	124,5	39,3	244,1	26,5	393,6	20,1
3,6	20,0	122,5	30,6	95,5	64,8	61,6	128,0	41,4	251,1	28,0	404,9	21,2
3,7	20,5	128,9	31,4	100,5	66,6	64,8	131,6	43,6	258,1	29,4	416,1	22,3
3,8	21,1	135,4	32,3	105,5	68,4	68,1	135,2	45,8	265,0	30,9	427,3	23,4
3,9	21,6	142,1	33,1	110,7	70,2	71,4	138,7	48,0	272,0	32,4	438,6	24,5
4,0	22,2	148,9	34,0	116,1	72,0	74,9	142,3	50,3	279,0	34,0	449,8	25,7

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ УДАР

Чтобы посчитать возможное избыточное давление (P), производимое гидравлическими ударами, нужно определить скорость движения волны (a), которая зависит от трубы и типа жидкости, а также падение скорости потока (V), вызванное открытием / закрытием вентиля или пуском / остановкой насоса.

$$P = \frac{a \cdot V}{g}; \quad a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \left(\frac{k}{E}\right) \left(\frac{D_e}{e_{\min}} - 2\right)}}$$

ТРУБЫ MOLECOOL PN16			
V	a	P	Гидравлический удар
м/с	м/с	м	бар
0.5	293	15	1.5
1.0	293	30	3.0
1.5	293	45	4.5
2.0	293	60	6.0
2.5	293	75	7.5
3.0	293	90	9.0
3.5	293	105	10.5
4.0	293	119	11.9

ТРУБЫ ИЗ ЧУГУНА			
V	a	P	Гидравлический удар
м/с	м/с	м	бар
0.5	1100	56	5.6
1.0	1100	112	11.2
1.5	1100	168	16.8
2.0	1100	224	22.4
2.5	1100	280	28.0
3.0	1100	336	33.6
3.5	1100	392	39.2
4.0	1100	449	44.9

Воздушные пробки, образующиеся в трубе при ее наполнении, могут быть крайне опасны и при возникновении гидравлического удара могут вызвать избыточное давление сверх того, что указано в таблицах. Поэтому важно следовать рекомендациям:

- Заполнение трубы нужно производить при низкой скорости (около 0,05 м/с), начиная с самой низкой точки трубопровода.
- Устройства отсоса воздуха нужно устанавливать в верхней точке каждой секции трубы.
- При наполнении необходимо оставить открытыми все элементы, способные отводить воздух (вентили), и закрывать их по мере наполнения трубы, начиная с самых нижних.

ЗАВИСИМОСТЬ РАБОЧЕГО ДАВЛЕНИЯ ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ И УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

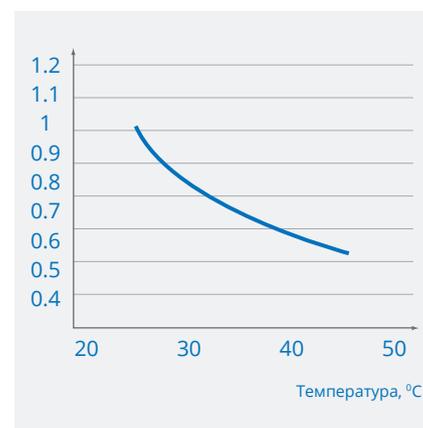
При эксплуатации в жестких условиях или при высоких температурах (выше 25 °C) допустимое рабочее давление (PFA) может быть снижено относительно номинального (PN):

$$PFA = PN \cdot f_T \cdot f_A$$

Понижающий коэффициент f_T как функция рабочей температуры может быть определен по графику справа.

Понижающий коэффициент, связанный с условиями эксплуатации f_A , должен быть установлен руководителем проекта или главным инженером.

Внимание: ответственность за разработку проекта и за его исполнение лежит, соответственно, на руководителе проекта и подрядчике.



MOLETECH ASTANA



ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ТРУБ MOLECOOL ИЗ ПВХ-О 500
MOLETECH ASTANA

010000, Республика Казахстан,
г. Астана, ул. Жетыген, д. 27
Тел.: +7 7172 67 76 76
E-mail: info@moletech-astana.kz

www.moletech-astana.kz

ЭКСКЛЮЗИВНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ООО «МОЛТЕКС»

191119, Россия, г. Санкт-Петербург,
Лиговский пр., д. 92, лит. Д
Тел.: +7 (812) 702 80 32
E-mail: info@moletex.ru

www.moletex.ru