

БУДУЩЕЕ НАСТУПИЛО!

MOLECCOL

ТРУБЫ ПВХ-О  
ДЛЯ НАПОРНЫХ СЕТЕЙ

2016

2016 год:  
Инвестиционный про-  
ект полностью реализо-  
ван и введен в эксплуа-  
тацию. В феврале 2016  
года выпущена первая  
труба.

2015 год:  
В течение 2015 года  
производились подго-  
товительные работы по  
строительству завода.

2014 год:  
Инструментом данной  
Программы является АО  
«БРК-Лизинг» (дочер-  
няя компания АО «Банк  
развития Казахстана»). С  
учетом всех требований  
Проект прошел полную  
банковскую экспертизу  
и был одобрен к финан-  
сированию.

2013 год:  
«Инвестиционный про-  
ект по производству  
пластиковых трубопро-  
водов из двухосноориен-  
тированного ПВХ нового  
поколения по техноло-  
гии MOLECOR» прошел  
одобрение оператора  
государственной инду-  
стриальной программы  
«Производительность  
2020»\*\*\* АО «КИРИ»  
(Казахстанский институт  
развития индустрии)  
Министерства индустрии  
и новых технологий  
Республики Казахстан и  
был включен в перечень  
проектов Программы.



\*\*\* - В рамках исполнения поручений Президента Республики Казахстан Правительством Республики Казахстан разработана госу-  
дарственная индустриальная программа "Производительность 2020".



## СОДЕРЖАНИЕ

Производство	006
Область применения	006
Номенклатура	007
Суть молекулярной ориентации	008
Механические свойства	009
Преимущества труб MOLECOOL	012
Технические характеристики	014
Преимущества для строителей	015
Растворное соединение напорного водопро- вода	016
Хранение и погрузочно-разгрузочные работы	018
Монтаж трубопровода	018
Проектирование водопровода	020



МЕСТОПОЛОЖЕНИЕ:  
Республика Казахстан, г. Астана



Я горжусь тем, что мы сделали за 3 года!

Мы показали пример воплощения инновационной бизнес-идеи, беспрецедентной по сложности, амбициозности и темпу реализации.

Мы предложили новый стандарт в напорном водоснабжении, который должен послужить мощным импульсом для модернизации и развития инженерной инфраструктуры на территории всего СНГ.

Будущее наступило!

Директор «Moletech Astana»  
Омуралиев Айбек Медербекович

# РЕВОЛЮЦИЯ НА РЫНКЕ НАПОРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ



## СЛОЖНАЯ ЗАДАЧА

Осознавая значимость "здоровой" инженерной инфраструктуры для развития народно-хозяйственного комплекса Казахстана, мы понимали, что обязаны найти новое современное решение, которое ускорит процесс модернизации и развития трубопроводов не только в нашей стране, но и на территории соседних стран СНГ. Найти решение, которое удовлетворит одновременно трем существенным требованиям:

- Строить трубопроводы водоснабжения европейского уровня качества.
- Увеличить срок эксплуатации трубопроводов минимум до 100 лет.
- Сократить стоимость строительно-монтажных работ.



## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Современная инновационная технология производства напорных труб из двуосноориентированного ПВХ-О, разработанная испанской компанией "Molecor Technology" - результат многолетней исследовательской работы и новейшее достижение в области молекулярной ориентации.



## СИЛЬНЫЙ БИЗНЕС-ПЛАН

Перспективная инновационная бизнес-идея, в основе которой заложена уникальная технология, в 2013 году нашла поддержку в рамках государственной программы форсирования индустриально-инновационного развития Республики Казахстан "Производительность 2020". Инвестиционный проект по производству пластиковых трубопроводов из двуосноориентированного ПВХ нового поколения по технологии Molecor успешно прошел банковскую экспертизу и был одобрен к финансированию в 2014 году.



## ЭКСКЛЮЗИВНЫЕ ТРУБЫ ДЛЯ РЫНКА СНГ

Трубы "MOLECOOL" - новый современный продукт из молекулярно-ориентированного ПВХ-О с уникальным набором механических свойств и гидравлических характеристик, со сроком службы более 100 лет, высокой производительностью и низкой ремонтопригодностью. Трубопроводы MOLECOOL из ПВХ-О - это революция на рынке напорного водоснабжения и достойная альтернатива любым трубам, работающим при давлении 16 бар.



## УНИКАЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ НА ТЕРРИТОРИИ СНГ

В течение 2015 года мы активно вели подготовительные работы по строительству завода, а в феврале 2016 года уже выпустили первую трубу. На сегодняшний день проект полностью реализован и введен в эксплуатацию.

Заводов, работающих по испанской технологии Molecor в мире всего восемь. Наш - девятый и единственный на территории СНГ.



БУДУЩЕЕ НАСТУПИЛО!



## ПРОИЗВОДСТВО

Новый завод "MOLETECH ASTANA" - уникальное предприятие, сердцем которого является революционная технология производства труб для напорных сетей водоснабжения из молекулярно-ориентированного поливинилхлорида (ПВХ-О) класса 500, разработанная и запатентованная испанской компанией Molecor. Данная технология - результат многолетней исследовательской работы и новейшее достижение в области молекулярной ориентации.

На заводе «Молетех Астана» установлены современные 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 100-процентного их возврата в цикл производства. Во время строительства предприятия была реализована концепция энергосберегающего производства.

Современные линии ведущих европейских производителей, непрерывный автоматизированный процесс производства, сырье высокого уровня качества и обязательный контроль качества каждой трубы на протяжении всего процесса производства - гарантия надежности и долговечности трубопроводной системы на протяжении более 100 лет.

Процесс ориентации нагретым воздухом (AirBased), быстрый, чистый и безопасный, придает трубам невероятные для полимеров механические свойства и гидростатические характеристики.



## ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

🔗 ПИТЬЕВОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

🔗 ТЕХНИЧЕСКОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

🔗 ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

🔗 СИСТЕМЫ ПРОТИВОПОЖАРНОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

🔗 СЕТИ НАПОРНОЙ КАНАЛИЗАЦИИ

🔗 ИРРИГАЦИОННЫЕ СЕТИ



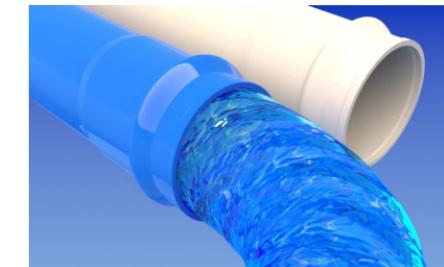
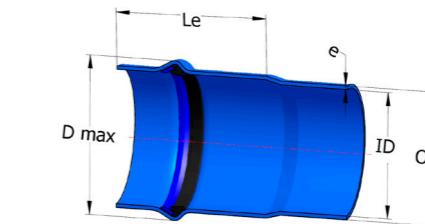
## НОМЕНКЛАТУРА

Трубы MOLECOOL

ПВХ-О, класс 500

ISO 14622-2014

ТУ 2248-001-33134879-2016



В настоящее время напорные трубы MOLECOOL выпускаются в двух основных цветах: синем и белом.

### PN 12,5

Номинальный диаметр (DN), мм	Внешний диаметр (OD), мм	Толщина стенки (e), мм	Внутренний диаметр (ID), мм	D max, мм	Л трубы включая раструб, мм	Le, мм	Вес, кг/м
90	90	2,2	85,6	117	6000	165±5	0,87
110	110	2,7	104,6	140	6000	170±5	1,30
160	160	4,0	152,0	197	6000	200±5	2,76
225	225	5,6	213,8	271	6000	225±5	5,45
315	315	7,8	299,4	374	6000	285±5	10,68
400	400	9,9	380,2	472	6000	356	17,23

### PN 16

Номинальный диаметр (DN), мм	Внешний диаметр (OD), мм	Толщина стенки (e), мм	Внутренний диаметр (ID), мм	D max, мм	Л трубы включая раструб, мм	Le, мм	Вес, кг/м
90	90	2,9	82,4	117	6000	165±5	1,13
110	110	2,9	104,2	140	6000	170±5	1,39
160	160	4,3	151,4	197	6000	200±5	3,01
225	225	6	213,0	271	6000	225±5	5,9
315	315	8,4	298,2	374	6000	285±5	11,56
400	400	10,7	378,6	472	6000	356	18,7

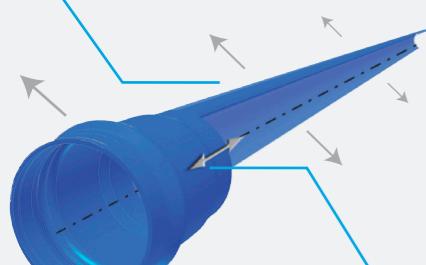
## СУТЬ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ОРИЕНТАЦИИ

Молекулярно-ориентированный ПВХ обозначается ПВХ-О.

### БИОРИЕНТАЦИЯ ТРУБ MOLECOOL

Трубы ПВХ-О являются биориентированными. Молекулярная ориентация выполняется в двух направлениях - кольцевом и осевом.

Кольцевая ориентация придает уникальные механические свойства.



Осевая ориентация важна для придачи дополнительной прочности и надежности раструбу.

### ЧТО ОЗНАЧАЕТ ПВХ-О КЛАСС ОРИЕНТАЦИИ 500?

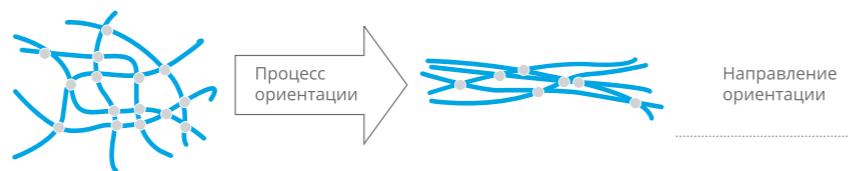
Трубы MOLECOOL производятся из ПВХ-О наивысшего класса - 500. Класс определяется степенью молекулярной ориентации полимера и присваивается по результатам долгосрочного гидростатического испытания на прочность.

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

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

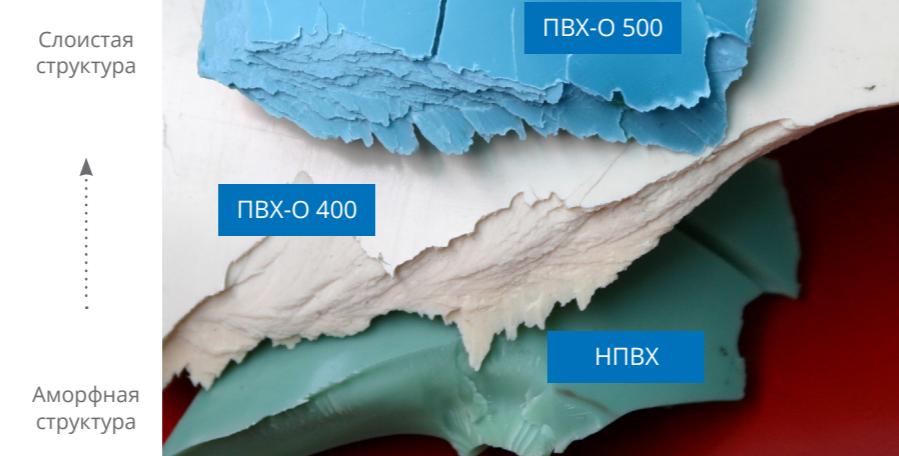
Однако, существует уникальная инновационная технология, благодаря которой можно ориентировать молекулы полимера.

#### Ориентация структуры полимера



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

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



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 и придает ему ряд уникальных характеристик, не уменьшая достоинств исходного полимера.

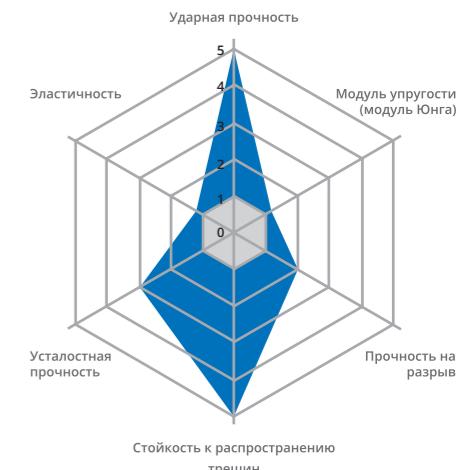
Требования к трубам из молекулярно-ориентированного ПВХ-О указаны в международном стандарте ISO 16422:2014, принятом в большинстве регионов мира.

## МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

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

- ❖ ударной прочности,
- ❖ прочности на разрыв,
- ❖ усталостной прочности,
- ❖ эластичности,
- ❖ сопротивления распространению медленной и быстрой трещины.

При использовании в трубопроводах высокого давления трубы из ПВХ-О практически неразрушимы и обладают очень большим сроком службы!



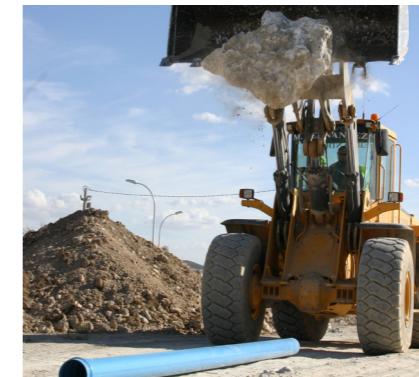
Уникальные механические свойства ПВХ-О, приобретенные в процессе молекулярной ориентации.

## НЕПРЕВЗОЙДЕННАЯ УДАРНАЯ ПРОЧНОСТЬ

Трубы из ПВХ-О обладают высокой устойчивостью к ударным воздействиям и их практически невозможно разрушить ударом.

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

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 ТОМ не осталось никаких повреждений.

## МАКСИМАЛЬНАЯ ГИБКОСТЬ

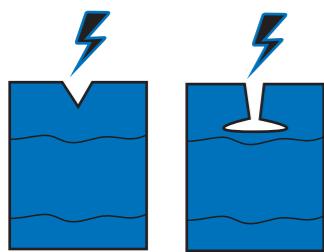
Благодаря своей эластичности трубы ПВХ-О способны переносить деформацию вплоть до 100% их внутреннего диаметра.

После сжатия или удара трубы MOLECOOL немедленно принимает первоначальную форму. Благодаря этому качеству отсутствует риск разрушения в результате оседания грунта, резких ударных воздействий в ходе монтажных работ или от падения камней.



Трубы MOLECOOL выдерживают любые деформации без повреждения структуры.

## СТОЙКОСТЬ К РАСПРОСТРАНЕНИЮ ТРЕЩИН



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

“Развитие” трещин в пластиках обусловлено их аморфной структурой. Но многоуровневая слоистая структура ПВХ-О “задерживает” трещины в поврежденном первом слое. Концентрация напряжений расширяется внутри слоя, предотвращая распространение трещины в толще 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 из ПВХ-О из-за слоистой природы материала. Таким образом, технология молекулярной ориентации ПВХ-О полностью устраняет возможность быстрого распространения трещин.

## 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 воздействие циклических нагрузок. На срок службы трубы оказывают влияние такие факторы, как амплитуда колебания между минимальным и максимальным рабочим давлением, частота и сила гидроударов.

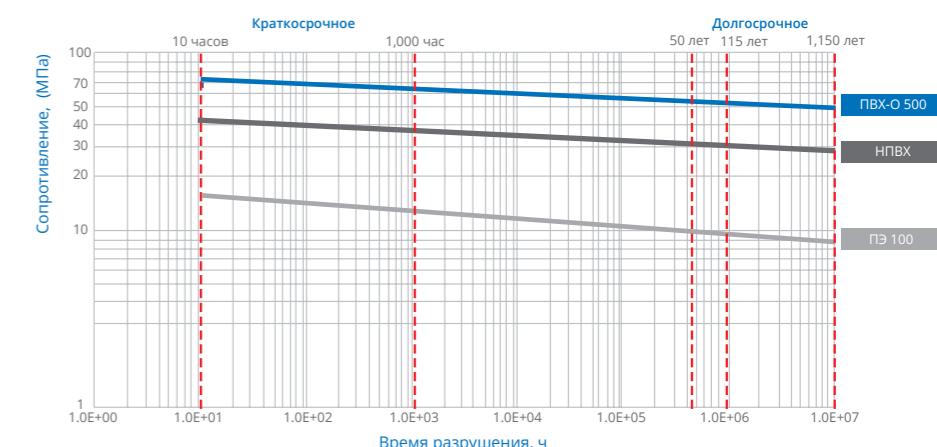
ПВХ-О 500 в отличие от других пластмасс обладает исключительной **усталостной прочностью** и позволяет трубе, работающей в штатном режиме, сохранять свои эксплуатационные качества на протяжении более 100 лет.

## ВЫСОКОЕ КРАТКОВРЕМЕННОЕ И ДОЛГОВРЕМЕННОЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ

Трубы 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 практически не теряют своих свойств благодаря низкой ползучести материала. Таким образом, срок службы труб, работающих в штатном режиме, превышает 100 лет.

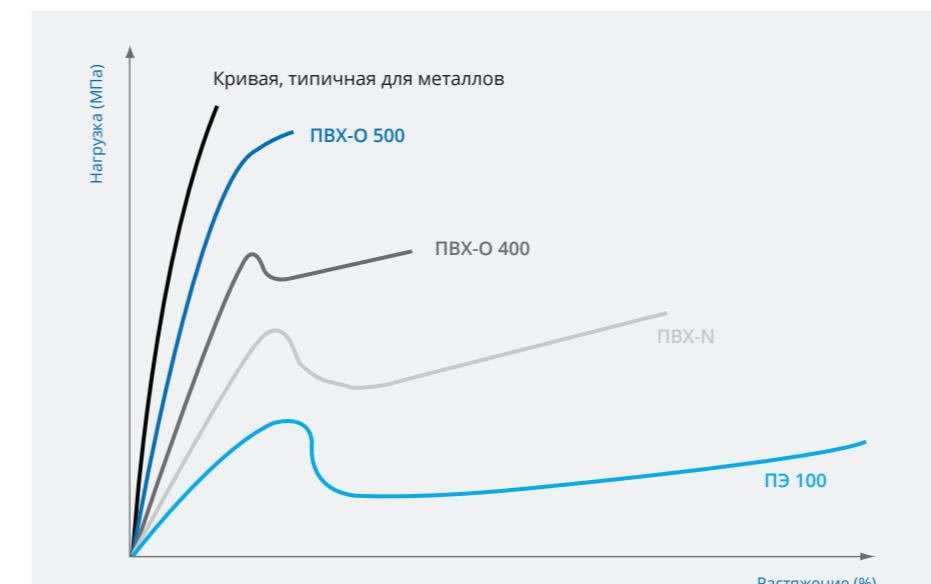
График падения долговременного гидростатического сопротивления



“ Трубы MOLECOOL производятся с наивысшим классом молекулярной ориентации 500. Класс 500 – это минимальная длительная прочность MRS более 50 МПа, что в два раза выше обычного НПВХ и в пять раз выше полиэтилена.

## ВЫСОКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ

Диаграмма растяжения



Кривая растяжения материала ПВХ-О класса 500 показывает результаты кардинально отличающиеся от других пластиковых труб, в том числе из ПВХ-О более низкой степени ориентации. Поведение ПВХ-О класса 500 аналогично поведению металлов.

Прочность на разрыв труб из ПВХ-О в разы превышает прочность труб из НПВХ.

Кривая растяжения материала ПВХ-О класса 500 отличается от кривых других пластмасс и очень близка к кривой металлов, пропадая в «изгибе ползучести». Трубы из ПВХ-О близки к слогану «прочный как сталь».

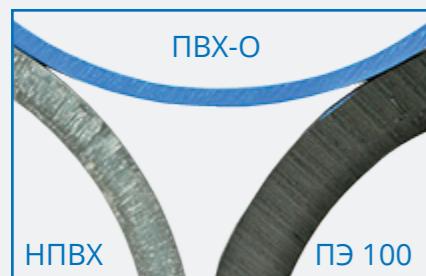
Этот феномен достигается только при самой высокой степени ориентации - классе ПВХ-О 500.

Важно отметить различия в кривой растяжения между ПВХ-О класса 500 и остальными ПВХ с наименьшими классами ориентации, в чьих кривых растяжения можно увидеть, что предел текучести не исчезает.

## ПРЕИМУЩЕСТВА ТРУБ MOLECOOL

### УМЕНЬШЕННАЯ ТОЛЩИНА СТЕНОК ТРУБЫ

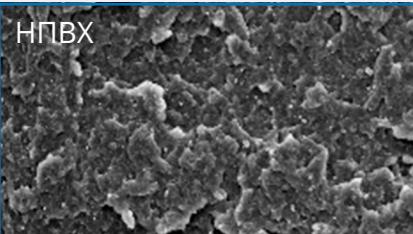
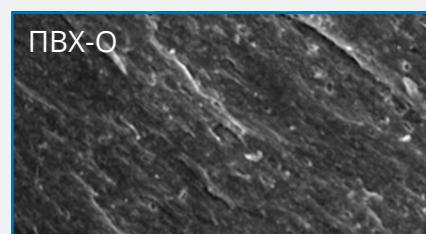
Молекулярная ориентация позволяет уменьшить толщину стенок трубы из ПВХ-О в 1,5-3 раза и, соответственно, увеличить ее проходное сечение и пропускную способность.



Трубы (диаметр 225 мм, PN 16), изготовленные из разных пластиков.

### ЧРЕЗВЫЧАЙНО ГЛАДКАЯ ВНУТРЕННЯЯ ПОВЕРХНОСТЬ

Трубы MOLECOOL 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 по сравнению с НПВХ.

### ПОВЫШЕННАЯ ПРОПУСКНАЯ СПОСОБНОСТЬ

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

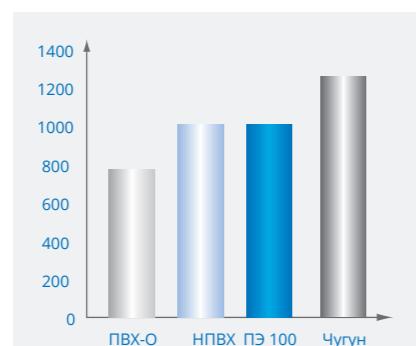
Максимальный расход воды (л/ч)



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

### Энергия, затрачиваемая на транспортировку одинакового объема воды (кВт)

Трубы транспортируют наибольший объем воды с наименьшим энергопотреблением



### ВЫСОКОЕ КАЧЕСТВО ВОДЫ

ПВХ-О не способствует размножению бактерий, не выделяет никаких химических веществ, не влияет на органолептические свойства воды.

Молекулярно-ориентированный ПВХ-О не подвержен коррозии и воздействию природных химически активных веществ, а также микроорганизмов. Таким образом, трубы MOLECOOL не подвержены биологическому и химическому разложению.

### ВЫДАЮЩЕСЯ ПОВЕДЕНИЕ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

#### ТЕПЛО: до 45 °С ХОЛОД: до -40 °С

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

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

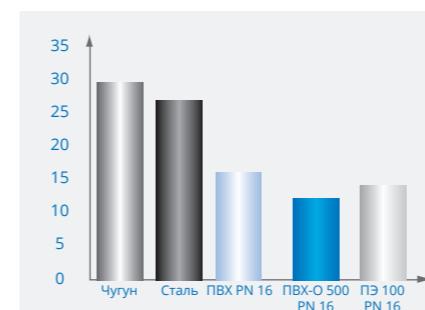
2. Проведены испытания, подтверждающие отсутствие изменения свойств после выдержки образцов труб в жидким азотом (отрицательная температура -196 °C). После возвращения трубы к температуре окружающей среды испытания на ударную прочность труба выдержала.

3. Температура размягчения по Вика превышает 80 °C.

### СТОЙКОСТЬ К ГИДРАВЛИЧЕСКИМ УДАРАМ

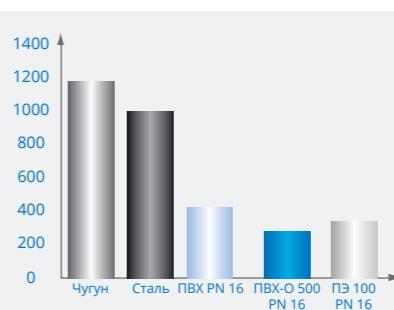
Трубы из ПВХ-О обеспечивают меньшую скорость распространения волны по ним (в 4 раза меньшую, чем по чугунным трубам), что сокращает практически до нуля риск повреждения трубопровода в следствии гидравлического удара при пуске и остановке подачи воды и обеспечивает защиту всех элементов водопроводной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

#### Сила гидравлического удара (бар)



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

#### Скорость движения волны (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 изза присутствия в трубопроводе воздушной пробки.

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

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

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 (отношение 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 из ПВХ-О. Слоистая структура труб ПВХ-О блокирует распространение трещин и они остаются в наружном слое.

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

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## Механические свойства материала

		MOLECOOL ПВХ-О 500	НПВХ	ПЭ 100	ПЭ 80
Стандарт продукции		ISO 16422	EN 1452	EN 12201	EN 12201
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 ( $\sigma$ )	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) характеристики

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

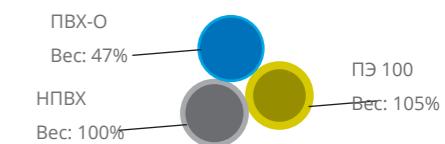
\* - хотя стандарты допускают этот диапазон плотности, в реальности плотность ПВХ-О лежит в диапазоне 1,39-1,43 кг/дм<sup>3</sup>

## ПРЕИМУЩЕСТВА ДЛЯ СТРОИТЕЛЕЙ

## НИЗКИЙ ВЕС: легко поднять

Небольшой вес позволяет переносить их вручную без использования техники и механических средств: лебедок, кранов и т.д.

Трубы MOLECOOL более, чем в два раза легче труб из ПВХ и ПЭ и в 6-12 раз легче чугунных труб с таким же номинальным давлением.

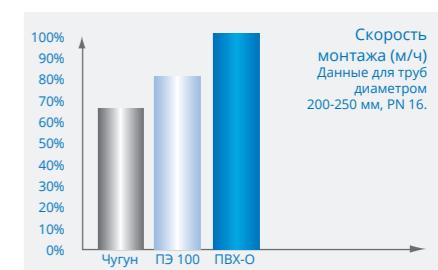


## НЕ ПОДДАЮТСЯ РАЗРУШЕНИЮ: безопасная разгрузка, укладка в траншее и монтаж

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

Простота раструбного соединения 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 уменьшает усилие при сборке, способствует центрированию и стыковке труб. Трубы соединяются легко и быстро, снижая время и стоимость монтажа.

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



## 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°C (бар)*	25,0	30,0
Давление разрыва, 10 ч, при 20°C (бар)*	17,5	22,4
Максимальное давление при испытаниях на месте (бар)*	17,5	21,0
Цвет	голубой, белый	голубой, белый

\* - согласно стандарту EN 805 2000

## Характеристики герметичного соединения

Характеристика	Ед.изм	Значение
Твердость эластомера	IRHD	60±5

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

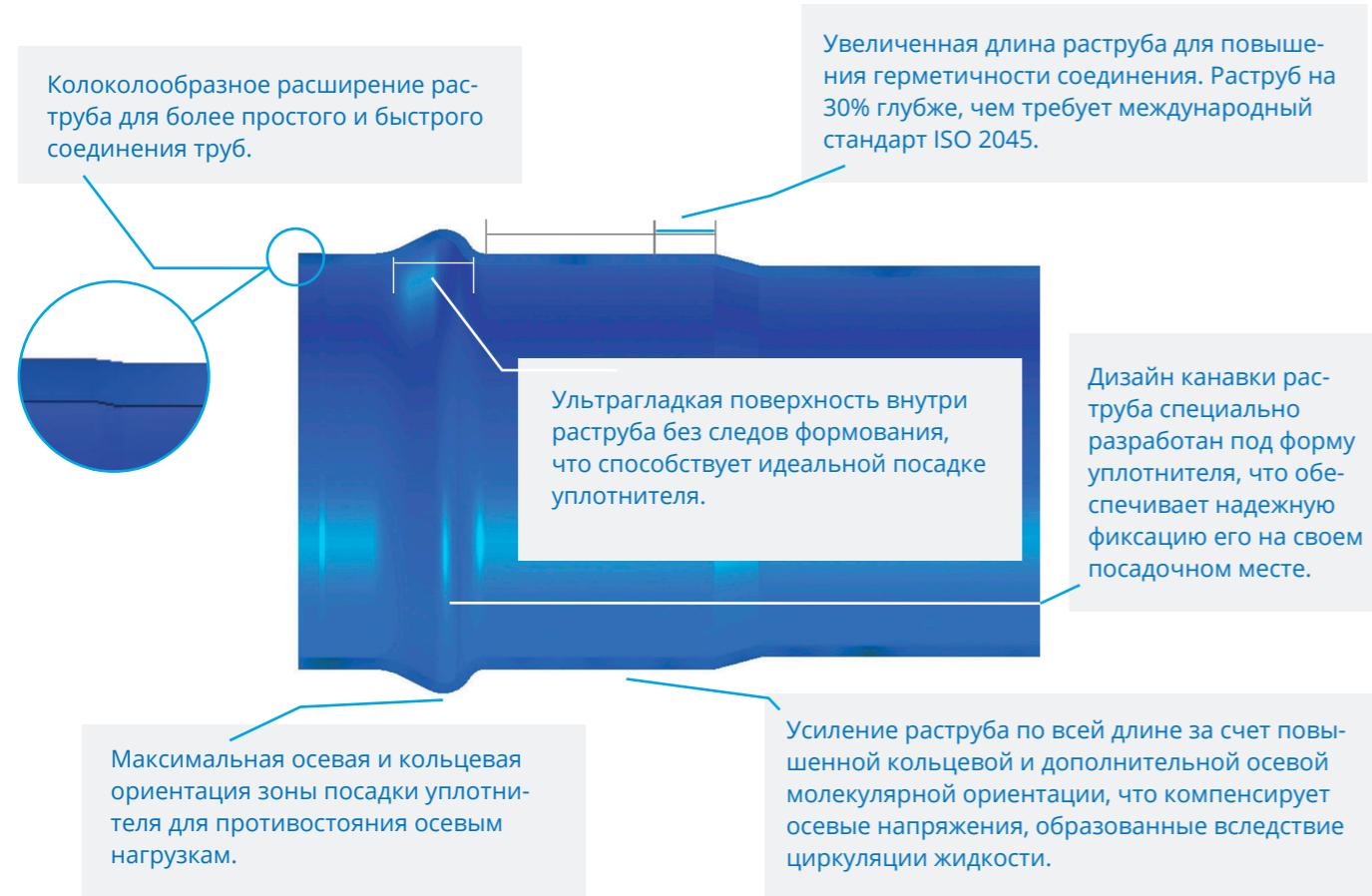
Состыкуйте трубы по оси, продвигайте трубу пока не перестанет быть видной метка на гладком конце трубы.

## НЕВЫСОКИЕ ЗАТРАТЫ НА МОНТАЖ



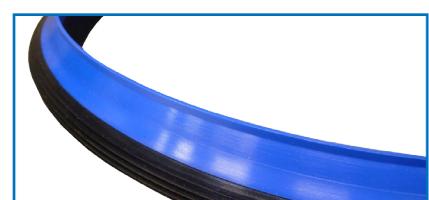
## РАСТРУБНОЕ СОЕДНЕНИЕ НАПОРНОГО ВОДОПРОВОДА

## МОЛЕКУЛЯРНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ РАСТРУБ



## 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.



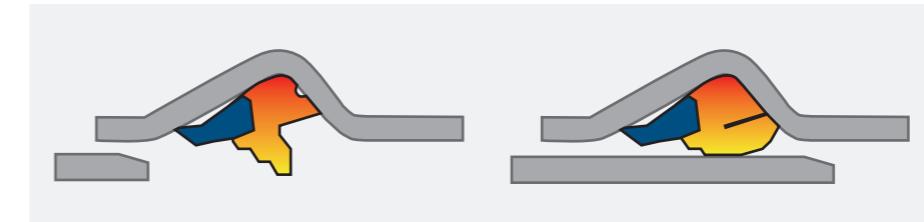
Уплотнители Anger-Lock производятся из специального EPDM компаунда. Химический состав уплотнителей обеспечивает исключительно высокое сопротивление к воздействию УФ-излучения, атмосферным воздействиям, окислению и озону, способен дать отпор большинству кислых и щелочных растворов. Срок службы уплотнителей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

Уплотнители Anger-Lock разработаны специально для соединения напорных труб из ПВХ-О между собой и для соединения труб из ПВХ-О со специальными чугунными фитингами. Уплотнители соответствуют требованиям стандарта EN 1452 'Plastic piping systems for the supply of water'.



Полипропиленовое кольцо позволяет надежно и быстро установить уплотнитель в раструб при производстве или вручную.

## НОВЫЙ СТАНДАРТ БЕЗОПАСНОГО СОЕДИНЕНИЯ



При соединении двух труб уплотнительное 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 камушков) 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.

ГАРАНТИРОВАННАЯ 100% ГЕРМЕТИЧНОСТЬ СИСТЕМЫ ДАЖЕ ВО ВРЕМЯ АВАРИЙ!

Конструкция раструба играет фундаментальную роль в вопросах герметичности соединения.



Раструб формируется в процессе ориентации одновременно с остальной частью трубы.



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

## “ ВЫСОКАЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ

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

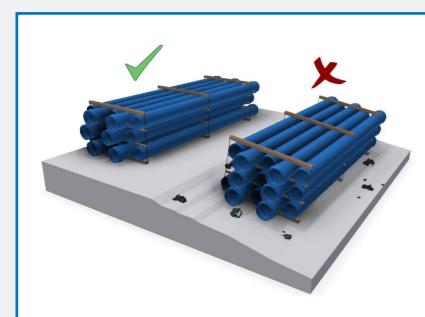
Кроме этого высокая сейсмостойкость трубопроводов ПВХ-О обусловлена слоистой структурой самой трубы, обеспечивая гибкость и устойчивость к точечным воздействиям.

## ХРАНЕНИЕ И ПОГРУЗО- РАЗГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ

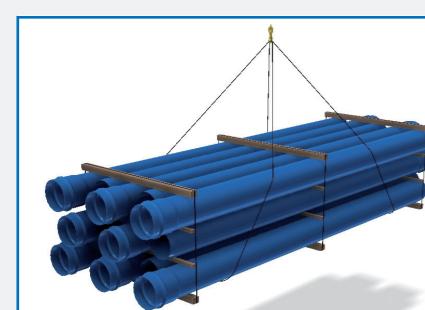
1) Рекомендуется хранить трубы ПВХ-О в горизонтальном положении на плоской поверхности на опорах, размещенных каждые полтора метра, чтобы избежать возможного изгиба труб.

2) Растворы должны быть свободны от нагрузки. Рекомендуется укладывать трубы поочередно гладким концом и раствором.

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

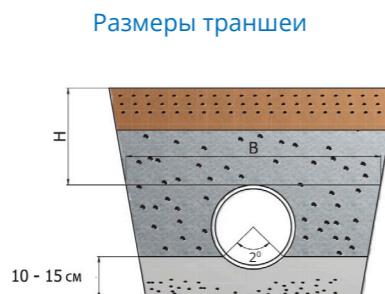


4) Погрузо-разгрузочные работы рекомендуется выполнять с помощью строп, как показано на рисунке.



## МОНТАЖ ТРУБОПРОВОДА

### ПОДГОТОВКА ТРАНШЕИ



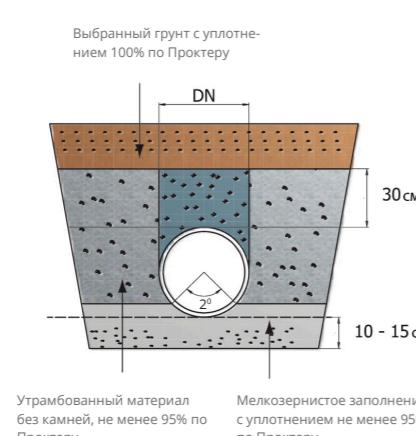
DN (мм)	Минимальная ширина траншеи B (м)
90-250	0,60
315	0,85
400	1,10

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 H (м)	Минимальная ширина траншеи B (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 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 мелко-зернистого материала, в MOLECOOL числе из выбранного грунта, если он не содержит острых камней размером более 10-20 мм).

2. Засыпка траншеи осуществляется вдоль трубы, но и в коем случае не сверху трубы, мелкозернистым материалом без камней с послойным уплотнением не меньше 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 °C)

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

Изгиб выполняется вручную или с помощью подручных средств (для труб DN 315 и DN 400), не повреждая геометрию раствора.

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

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

$\emptyset$  = Наружный диаметр трубы

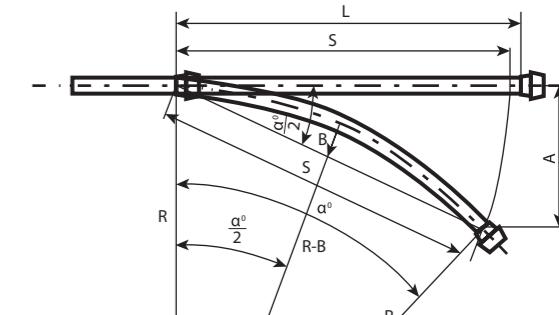
$R = 200 \emptyset$

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

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

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

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



DN (мм)	L (м)	R (м)	Изгиб трубы		Угол в растворе	Общий угол
			a/2 (градусы)	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 изгибаются. В связи с этим возникает некоторое противодавление в земле, как показано в таблице ниже. В нормальных условиях данное противодавление компенсируется уплотненным грунтом. 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
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 6 м.

## ДОПУСТИМОЕ УГЛОВОЕ ОТКЛОНение В РАСТРУБЕ

Трубы не более 6 метров в длину



DN (мм)	Максимальное угловое отклонение (угол (градусы))	Перемещение в растворе (D) м
90-400	2	0,2

## УСТАНОВКА УПОРА

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

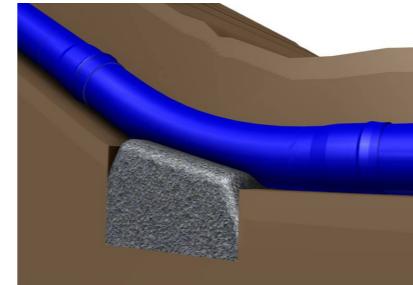
$$\text{Сила (кг)} = k * \text{давление (бар)} * \text{сечение трубы (см}^2\text{)}$$

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

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

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

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 напора, объема и скорости потока.

Есть несколько методов вычисления этих значений. Чаще всего используются формулы Хазена-Вильямса и Прандтля-Колброка-Уайта

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

Формула Хазена-Вильямса:

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

Формула Прандтля-Колброка-Уайта:

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

$V$  = средняя скорость (м/с)

$D_i$  = внутренний диаметр (м)

$J$  = падение давления (м/м)

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

$g$  = ускорение свободного падения (м/с<sup>2</sup>)

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

$v$  = кинематическая вязкость (м<sup>2</sup>/с) (для воды при 20° С  $v = 1,0 \cdot 10^{-6}$ )

Еще один фактор, который необходимо учитывать - потери напора, производимые арматурой (коленами, переходниками, тройниками и т. п.) и вентилями.

Существуют таблицы для подсчета потерь напора, 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.

Вообще говоря, 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 КЛАСС 500 PN 12.5

D.interior	DN110		DN140		DN160		DN200		DN225		DN250		DN315		DN355		DN400		
	velocidad	caudal	J	caudal	J														
(m/s)	l/s	m/km	l/s	m/km	l/s	m/km	l/s	m/km	l/s	m/km	l/s	m/km	l/s	m/km	l/s	m/km	l/s	m/km	l/s
0,1	0,86	0,12	1,39	0,09	1,81	0,08	2,84	0,06	3,58	0,05	4,43	0,05	7,03	0,04	8,94	0,03	11,3	0,03	
0,2	1,71	0,45	2,78	0,34	3,63	0,29	5,67	0,22	7,17	0,20	8,85	0,17	14,1	0,13	17,9	0,11	22,7	0,10	
0,3	2,57	0,95	4,17	0,72	5,44	0,62	8,51	0,47	10,8	0,41	13,3	0,37	21,1	0,28	26,8	0,24	34,0	0,21	
0,4	3,42	1,62	5,56	1,22	7,26	1,05	11,3	0,81	14,3	0,70	17,7	0,62	28,1	0,48	35,8	0,41	45,3	0,36	
0,5	4,28	2,46	6,95	1,85	9,07	1,58	14,2	1,22	17,9	1,07	22,1	0,94	35,2	0,72	44,7	0,62	56,6	0,54	
0,6	5,14	3,44	8,34	2,59	10,9	2,22	17,0	1,71	21,5	1,49	26,6	1,32	42,2	1,01	53,6	0,88	68,0	0,76	
0,7	5,99	4,58	9,73	3,45	12,7	2,95	19,8	2,28	25,1	1,99	31,0	1,76	49,2	1,34	62,6	1,16	79,3	1,01	
0,8	6,85	5,86	11,1	4,42	14,5	3,78	22,7	2,92	28,7	2,54	35,4	2,25	56,2	1,72	71,5	1,49	90,6	1,30	
0,9	7,70	7,29	12,5	5,50	16,3	4,71	25,5	3,63	32,3	3,16	39,8	2,80	63,3	2,13	80,5	1,86	102,0	1,62	
1,0	8,56	8,87	13,9	6,68	18,1	5,72	28,4	4,41	35,8	3,84	44,3	3,40	70,3	2,59	89,4	2,26	113,3	1,96	
1,1	9,42	10,6	15,3	7,97	20,0	6,82	31,2	5,26	39,4	4,59	48,7	4,06	77,3	3,10	98,3	2,69	124,6	2,34	
1,2	10,3	12,4	16,7	9,37	21,8	8,02	34,0	6,18	43,0	5,39	53,1	4,76	84,4	3,64	107,3	3,16	136,0	2,75	
1,3	11,1	14,4	18,1	10,9	23,6	9,30	36,9	7,17	46,6	6,25	57,5	5,53	91,4	4,22	116,2	3,67	147,3	3,19	
1,4	12,0	16,5	19,5	12,5	25,4	10,7	39,7	8,22	50,2	7,17	62,0	6,34	98,4	4,84	125,2	4,21	158,6	3,66	
1,5	12,8	18,8	20,8	14,2	27,2	12,1	42,5	9,34	53,8	8,15	66,4	7,20	105,5	5,50	134,1	4,78	169,9	4,16	
1,6	13,7	21,2	22,2	16,0	29,0	13,7	45,4	10,5	57,3	9,18	70,8	8,12	112,5	6,20	143,1	5,39	181,3	4,69	
1,7	14,6	23,7	23,6	17,9	30,8	15,3	48,2	11,8	60,9	10,27	75,2	9,08	119,5	6,93	152,0	6,03	192,6	5,25	
1,8	15,4	26,3	25,0	19,8	32,7	17,0	51,0	13,1	64,5	11,4	79,7	10,1	126,6	7,71	160,9	6,70	203,9	5,83	
1,9	16,3	29,1	26,4	21,9	34,5	18,8	53,9	14,5	68,1	12,6	84,1	11,2	133,6	8,52	169,9	7,40	215,3	6,45	
2,0	17,1	32,0	27,8	24,1	36,3	20,6	56,7	15,9	71,7	13,9	88,5	12,3	140,6	9,37	178,8	8,14	226,6	7,09	
2,1	18,0	35,0	29,2	26,4	38,1	22,6	59,5	17,4	75,3	15,2	93,0	13,4	147,6	10,3	187,8	8,91	237,9	7,76	
2,2	18,8	38,2	30,6	28,8	39,9	24,6	62,4	19,0	78,8	16,6	97,4	14,6	154,7	11,2	196,7	9,71	249,2	8,46	
2,3	19,7	41,5	32,0	31,3	41,7	26,7	65,2	20,6	82,4	18,0	101,8	15,9	161,7	12,1	205,6	10,5	260,6	9,19	
2,4	20,5	44,9	33,3	33,8	43,6	28,9	68,0	22,3	86,0	19,5	106,2	17,2	168,7	13,1	214,6	11,4	271,9	9,94	
2,5	21,4	48,4	34,7	36,5	45,4	31,2	70,9	24,1	89,6	21,0	110,7	18,5	175,8	14,2	223,5	12,3	283,2	10,7	
2,6	22,3	52,0	36,1	39,2	47,2	33,6	73,7	25,9	93,2	22									

## ТАБЛИЦЫ ПОТЕРЬ ДАВЛЕНИЯ. ТРУБЫ MOLECOOL ПВХ-О КЛАСС 500 PN 16

D.interior	DN90		DN110		DN140		DN160		DN200		DN225		DN250		DN315		DN355		DN400	
	84,0	104,0	132,4	151,4	189,2	212,8	236,4	298,0	336,0	378,4	2,0	2,2	2,5	2,8	3,0	3,5	3,8	4,0	4,2	
velocidad	caudal	J	caudal	J	caudal	J	caudal	J	caudal	J										
(m/s)	l/s	m/km	l/s	m/km	l/s	m/km	l/s	m/km	l/s	m/km										
0,1	0,55	0,16	0,85	0,13	1,38	0,09	1,80	0,08	2,81	0,06	3,56	0,05	4,39	0,05	6,97	0,04	8,87	0,03	11,2	0,03
0,2	1,11	0,58	1,70	0,45	2,75	0,34	3,60	0,29	5,62	0,22	7,11	0,20	8,78	0,17	13,9	0,13	17,7	0,12	22,5	0,10
0,3	1,66	1,23	2,55	0,96	4,13	0,72	5,40	0,62	8,43	0,48	10,7	0,42	13,2	0,37	20,9	0,28	26,6	0,24	33,7	0,21
0,4	2,22	2,09	3,40	1,63	5,51	1,23	7,20	1,05	11,2	0,81	14,2	0,71	17,6	0,63	27,9	0,48	35,5	0,42	45,0	0,36
0,5	2,77	3,17	4,25	2,47	6,88	1,86	9,00	1,59	14,1	1,23	17,8	1,07	21,9	0,95	34,9	0,72	44,3	0,63	56,2	0,55
0,6	3,33	4,44	5,10	3,46	8,26	2,61	10,8	2,23	16,9	1,72	21,3	1,50	26,3	1,33	41,8	1,01	53,2	0,88	67,5	0,77
0,7	3,88	5,90	5,95	4,60	9,64	3,47	12,6	2,97	19,7	2,29	24,9	1,99	30,7	1,76	48,8	1,35	62,1	1,17	78,7	1,02
0,8	4,43	7,56	6,80	5,89	11,0	4,44	14,4	3,80	22,5	2,93	28,5	2,55	35,1	2,26	55,8	1,72	70,9	1,50	90,0	1,30
0,9	4,99	9,40	7,65	7,33	12,4	5,53	16,2	4,73	25,3	3,64	32,0	3,18	39,5	2,81	62,8	2,14	79,8	1,86	101,2	1,62
1,0	5,54	11,43	8,49	8,91	13,8	6,72	18,0	5,75	28,1	4,43	35,6	3,86	43,9	3,42	69,7	2,61	88,7	2,27	112,5	1,97
1,1	6,10	13,6	9,34	10,6	15,1	8,02	19,8	6,85	30,9	5,28	39,1	4,61	48,3	4,08	76,7	3,11	97,5	2,70	123,7	2,35
1,2	6,7	16,0	10,2	12,5	16,5	9,42	21,6	8,05	33,7	6,21	42,7	5,41	52,7	4,79	83,7	3,65	106,4	3,18	135,0	2,77
1,3	7,2	18,6	11,0	14,5	17,9	10,9	23,4	9,34	36,5	7,20	46,2	6,28	57,1	5,55	90,7	4,24	115,3	3,68	146,2	3,21
1,4	7,8	21,3	11,9	16,6	19,3	12,5	25,2	10,7	39,4	8,26	49,8	7,20	61,4	6,37	97,6	4,86	124,1	4,23	157,4	3,68
1,5	8,3	24,2	12,7	18,9	20,7	14,2	27,0	12,2	42,2	9,39	53,3	8,18	65,8	7,24	104,6	5,52	133,0	4,80	168,7	4,18
1,6	8,9	27,3	13,6	21,3	22,0	16,0	28,8	13,7	45,0	10,6	56,9	9,22	70,2	8,16	111,6	6,23	141,9	5,41	179,9	4,71
1,7	9,4	30,5	14,4	23,8	23,4	18,0	30,6	15,4	47,8	11,8	60,5	10,32	74,6	9,13	118,6	6,96	150,7	6,05	191,2	5,27
1,8	10,0	33,9	15,3	26,4	24,8	20,0	32,4	17,1	50,6	13,2	64,0	11,5	79,0	10,1	125,5	7,74	159,6	6,73	202,4	5,86
1,9	10,5	37,5	16,1	29,2	26,2	22,1	34,2	18,9	53,4	14,5	67,6	12,7	83,4	11,2	132,5	8,56	168,5	7,44	213,7	6,48
2,0	11,1	41,2	17,0	32,1	27,5	24,3	36,0	20,7	56,2	16,0	71,1	13,9	87,8	12,3	139,5	9,41	177,3	8,18	224,9	7,12
2,1	11,6	45,1	17,8	35,2	28,9	26,5	37,8	22,7	59,0	17,5	74,7	15,3	92,2	13,5	146,5	10,3	186,2	8,95	236,2	7,79
2,2	12,2	49,2	18,7	38,4	30,3	28,9	39,6	24,7	61,9	19,1	78,2	16,6	96,6	14,7	153,4	11,2	195,1	9,76	247,4	8,50
2,3	12,7	53,4	19,5	41,6	31,7	31,4	41,4	26,9	64,7	20,7	81,8	18,1	101,0	16,0	160,4	12,2	203,9	10,6	258,7	9,23
2,4	13,3	57,8	20,4	45,1	33,0	34,0	43,2	29,1	57,5	22,4	85,4	19,5	105,3	17,3	167,4	13,2	213,8	11,5	269,9	9,98
2,5	13,9	62,4	21,2	48,6	34,4	36,7	45,0	31,4	70,3	24,2	88,9	21,1	109,7	18,6	174,4	14,2	221,7	12,4	281,1	10,8
2,6	14,4	67,1	22,1	52,3	35,8	39,4	46,8	33,7	73,1	26,0	92,5	22,7	114,1	20,0	181,3	15,3	230,5	13,3	292,4	11,6
2,7	15,0	71,9	22,9	56,0	37,2	42,3	48,6	36,2	75,9	27,9	96,0	24,3	118,5	21,5	188,3	16,4	239,4	14,3	303,6	12,4
2,8	15,5	76,9	23,8	59,9	38,5	45,2	50,4	38,7	78,7	29,8	99,6	26,0	122,9	23,0	195,3	17,5	248,3	15,3	314,9	13,3
2,9	16,1	82,1	24,6	64,0	39,9	48,3	52,2	41,3	81,5	31,8	103,1	27,7	127,3	24,5	202,3	18,7	257,1	16,3	326,1	14,2
3,0	16,6	87,4	25,5	68,1	41,3	51,4	54,0	43,9	84,3	33,9	106,7	29,5	131,7	26,1	209,2	19,9	266,0	17,3	337,4	15,1
3,1	17,2	92,9	26,3	72,4	42,7	54,6	55,8	46,7	87,2	36,0	110,3	31,4	136,1	27,8	216,2	21,2	274,9	18,4	348,6	16,0
3,2	17,7	98,5	27,2	76,8	44,1	57,9	57,6	49,5	90,0	38,2	113,8	33,3	140,5	29,4	223,2	22,5	283,7	19,5	359,9	17,0
3,3	18,3	104,3	28,0	81,3	45,4	61,3	59,4	52,4	92,8	40,4	117,4	35,2	14							



MOLETECH ASTANA



WWW.MOLETECH-ASTANA.KZ