

20

РЕФОРМА ЖКХ – ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ТРУБОПРОВОДОВ с учётом экологической безопасности

И.А. Крамаренко, генеральный директор ОАО «Кубаньгазификация»

А.Н. Ткачев, депутат Государственной Думы РФ

Непосредственное влияние на качество воды оказывают многие факторы: экологические показатели в местах ее забора, минеральный состав, состояние систем очистки и подготовки питьевой воды, технологии и способы ее дезинфекции и транспортировки.

В неменьшей мере, на качество воды оказывает влияние материал трубопровода, предназначенного для транспортировки и подачи воды (в особенности — питьевой) потребителям, его наружное и внутреннее покрытие, а также временные процессы, влияющие на качественные изменения стенок трубы в процессе эксплуатации.

По результатам государственного мониторинга водных объектов, воды таких основных рек как: Волга, Дон, Кубань, Лена, Обь, Печора — относятся к категории «загрязнённые».¹ Аварийные разливы и техногенные катастрофы, в результате которых в воду попадает значительное количество нефтепродуктов, стоков химических производств, способствуют загрязнению водных ресурсов.

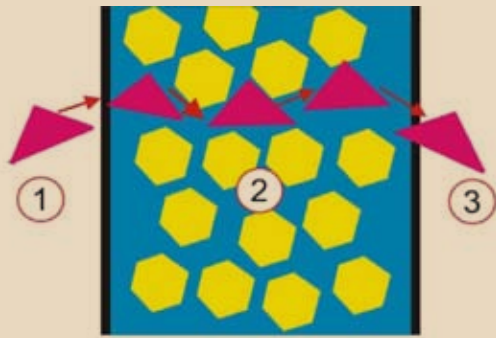
Физико-химические и биохимические процессы, происходящие на границах раздела: вода — стенка трубы, изготавливаемая из различных материалов, по настоящее время являются объектом изучения. Знание и грамотное использование положительных качеств конструктивных материалов труб, учет их недостатков и положительных свойств — позволяют проектировать и прокладывать надежные и экологически безопасные сети водоснабжения, с учетом реальных местных условий.

В настоящее время, научным миром пристально изучается тема диффузионной проницаемости полимерных труб, которые за последнее время нашли широкое применение в системах водоснабжения. Диффузионные процессы — это процессы установления равновесия концентраций веществ в системе: вода — стенка трубы — затрубное пространство. (рис. 1).

В результате установлено, что стенка полимерной трубы проницаема, а интенсивность проницаемости зависит от химической структуры используемого полимера, степени его полимеризации, а также от химической активности молекул и концентрации проникающего вещества.^{2, 3, 4}

Установлено, что наибольшей проницаемостью полимерных труб обладают вещества ароматических и алифатических углеводов, а также отдельных органических химикалий, что приводит к недопустимому загрязнению воды и негативным последствиям для здоровья населения.

Сегодня, в век космических скоростей и нанотехнологий проектирование и строительство сетей питьевого водоснабжения и систем канализации в РФ производится по требованиям СНиП и ГОСТ, разработанным в еще в 70-80-х г.г., без учёта возможности применения современных тех-



1 - Сорбция молекул пенетранта на наружной поверхности стенки полимерной трубы
 2 - Диффузия сорбированных молекул пенетранта через стенку полимерной трубы
 3 - Дисорбция молекул пенетранта в питьевую воду от противоположной (внутренней) поверхности стенки полимерной трубы

Рисунок 1

нологий и материалов, в условиях существующих и возможных новых экологических загрязнений.

Растущие темпы промышленного производства привели к значительному загрязнению окружающей среды, что не может не учитываться сегодня при проектировании питьевых водоводов.

Учитывая актуальность проблемы обеспечения экологической безопасности трубопроводных систем питьевого водоснабжения, специалисты ОАО «Научно-исследовательский институт Коммунального водоснабжения и очистки воды»¹⁶ по поручению Комитета Государственной Думы по экологии (решение Комитета от 22.02.2006 г, № 70-1) изучили практику регламентации систем питьевого водоснабжения как в России, так и в ряде западных стран, а также исследования, публикации и регламенты по диффузионной проницаемости полимерных трубопроводов питьевого водоснабжения, выявлению и изучению загрязнённых территорий и выбору материалов трубопроводов водоснабжения в загрязнённых территориях, подтверждается, что технические и экологические стандарты западных стран, касающиеся применения того или иного конструкционного материала труб, зависят от конкретных условий предстоящей прокладки трубопроводов водоснабжения и, особенно, в отношении к системам водоводов из полиэтиленовых труб.

В любом случае, при выборе материала строящегося питьевого водовода, приоритетом должно выступать состояние здоровья населения, которое не должно ухудшаться из-за качества питьевой воды, подаваемой по новому водоводу за время его длительной эксплуатации.

Полиэтиленовые трубы

Несомненно, у полиэтиленовых труб,

особенно диаметром до 500 мм, с рабочим давлением до 12 кг/см², есть неоспоримые преимущества: лёгкий вес; катушечная укладка в траншею (диаметры до 160 мм) коррозионная устойчивость отсутствие зарастания проходного сечения высокая морозостойкость; длительный срок эксплуатации (не менее 50 лет); устойчивость к большинству химических соединений; надёжность сварного соединения, не уступающая надёжности самой трубы; относительно небольшая стоимость; возможность укладки без применения спецтехники, такой как трубоукладчики.

В результате, в Краснодарском крае решением Технического совета № 01-ТС от 28.02.2006 г. запрещено использовать металлические трубы диаметром до 225 мм, рабочим давлением до 10 кг/см² подземной прокладки.

Исходя из вышеизложенного, прослеживается область применения полиэтиленовых труб, в качестве разводящих и подводящих систем в сфере ЖКХ. Однако, применять полиэтиленовые трубы даже небольших диаметров следует только в том случае, когда имеется уверенность в том, что территория не загрязнена углеводородами и другими отходами жизнедеятельности человека.

В любом случае требуется тщательное изучение и подготовка трассы на предмет отсутствия загрязнений. Однако, учитывая небольшой объём работ в области применения небольших диаметров труб, в случае обнаружения старого или нового загрязнения, его проще и дешевле нейтрализовать, что крайне затруднительно и очень дорого сделать на магистральном водоводе.

Трубы из стеклопластика

Некоторое распространение в водопроводных сетях получили трубы из



Рисунок 2

стеклопластика. При всех плюсах труб из этого материала, таких как сравнительно невысокий вес и удобство соединения в раструб, особого распространения стеклопластиковые трубы не получили из-за большей гигроскопичности материала, значительно меньшей устойчивости труб в нестабильных грунтах, а также худшей ремонтпригодности и высокой стоимости соединительных деталей, по сравнению с трубами из полиэтилена.

Трубы из стеклопластика имеют ряд недостатков, наиболее существенными среди которых являются гигроскопичность, что существенно снижает их работоспособность, а также недостаточная стойкость стеклопластика к истиранию, что обуславливает износ внутреннего слоя смолы и появление оголенного стекла. С гигиенической позиции, трубы из стеклопластика имеют ряд недостатков. Имеются сведения о раздражающем и фиброгенном действии стекловолокон при попадании в организм человека¹⁶. Используемые при производстве труб эпоксидная и фенолформальдегидная смолы при попадании в воду также будут оказывать вредное воздействие на организм человека. В этой связи, в процессе эксплуатации возможно попадание в поток воды (под давлением) остатков веществ, вредных для здоровья. В соответствии с рекомендациями производителей труб, гарантийный срок хранения на открытых площадках составляет всего 6 месяцев

Трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ)

К числу наиболее надежных труб, используемых для целей водоснабжения городов, в последние годы как за рубежом, так и в России относятся трубы из высокопрочного чугуна с шаровидным графитом (ВЧШГ). Но и эти трубы имеют свои слабые сторо-

ны. Трубы из ВЧШГ сочетают в себе уникальные свойства: коррозионную стойкость чугуна, механические свойства стали (пластичность, прочность на разрыв, ударпрочность, высокое относительное удлинение). Они стойки к пиковым нагрузкам под давлением, грунтовыми нагрузкам и подвижке грунта при подземной прокладке, ударным нагрузкам при автомобильных и железнодорожных перевозках, также выдерживают знакопеременные нагрузки. Поступают, как правило, уже с внутренней заводской песчано-цементной и наружной битумно-цинковой изоляцией.

Исследование коррозии труб из ВЧШГ ГУП «Академия коммунального хозяйства» им. К.Д. Памфилова были выполнены на образцах, вырезанных из труб производства Липецкого металлургического завода «Свободный сокол». Проведённые сравнительные коррозионные испытания образцов из ВЧШГ, серого чугуна и углеродистой стали в лабораторных ячейках показали, что скорость коррозии при экспонировании в грунтах только наружной поверхности литых труб из ВЧШГ меньше, чем серого чугуна. Что касается стали, то её средняя скорость общей коррозии либо равна, либо даже меньше, чем ВЧШГ.^{7, 17}

Для защиты от коррозии подземных трубопроводов из ВЧШГ и стали в зависимости от условия эксплуатации (коррозионной агрессивности грунтов и наличия блуждающих токов) используются: защитные покрытия (как изоляционные, так и протекторного типа); электро-химическая защита; специальная постель под трубопровод и засыпка грунтом, как правило, песком для снижения коррозионной агрессивности грунта.

Обязательно применение защитных покрытий в соответствии с ГОСТ 9.602-2005 «Сооружения подземные. Общие требования к защите от коррозии». Применение битумного и цинк+битумно-мастичного защитного покрытия возможно в грунтах с низкой коррозионной активностью, в случае средней, высокой или высокой+биокоррозионной активности – обязательно применение усиленных или весьма усиленных полимерных изоляционных покрытий заводского нанесения с толщиной 1,8-3,5 мм.

Для внутреннего покрытия труб ВЧШГ^{5, 6} используется цементно-песчаное покрытие (ЦПИ), которое наносится методом центрофугирования. Толщина покрытия для труб D_y = 80-1420 мм колеблется от 3,5 до 9 мм

в зависимости от диаметра. Прочность облицовки на сжатие после твердения — не менее 50МПа. Уникальные свойства этого покрытия состоят в наличии как пассивного, так и активного защитного эффекта. Пассивный защитный эффект достигается за счёт чисто механической изоляции стенки трубы слоем раствора. Эффективность раствора тем больше, чем плотнее структура цемента.

Активный защитный эффект заключается в том, что при гидратации цемента в порах возникает насыщенный раствор гидроксида кальция, рН, которого около 12,6. При этих условиях низколегированное железо пассивируется за счёт образования субмикроскопического покровного слоя из оксидов железа. Этот чрезвычайно тонкий слой механически изолирован цементным покрытием от протекающей воды, удерживается на месте и предотвращает дальнейшую коррозию металла. В тоже время следует отметить что прочностные характеристики ЦПИ не позволяют иметь большие скорости движения воды в трубопроводе и соответственно рабочее давление.

Стальные трубопроводы

Практика эксплуатации показала, что качество изготавливаемых в СССР стальных труб не соответствовало требованиям, которые должны к ним предъявляться при использовании в системах централизованного водоснабжения. Одной из важнейших причин повреждаемости стальных трубопроводов подземной прокладки является их нестойкость против внешней и внутренней коррозии. Стальные трубопроводы сравнительно дешевы в строительстве и большая часть трубопроводов строилась из низкосортных сталей без АКП не только внутри, но и снаружи. Катастрофические последствия их коррозии проявляются через несколько лет эксплуатации.

Трубная продукция, выпускаемая сегодня кардинально отличается от той, что производилась 15-20 лет назад. По данным Фонда развития трубной промышленности, трубные заводы провели масштабную реконструкцию на сумму 1,7 млрд. долл. США. Трубы проходят полный контроль на качество самого металла, УЗК сварного шва, проводятся гидроиспытания каждой трубы. На всех заводах освоено заводское нанесение АКП. В связи с тем, что сроки службы стального трубопровода определяются, в основном, состоянием АКП, в соответствии

с ГОСТ 9.602-89 (51164), такие структуры как ОАО «ГАЗПРОМ» и ОАО «РОСНЕФТЬ», а также зарубежные компании в настоящий момент категорически запрещают строительство трубопроводов в битумной или пленочной изоляции трассового нанесения из-за низкого качества таких покрытий. При применении заводских АКП значительно уменьшаются эксплуатационные затраты на электрооборудование станции катодной защиты в связи с повышенным в десятки раз переходным электрическим сопротивлением заводских АКП.

В 2000-2005 годах фирмами: «E. Wood» (Coron 169) Великобритания, «PPG Industries Netherlands B.V.» (Amercoat 391) Голандия были разработаны безрастворительные со 100% сухим остатком эпоксидные покрытия. В 2007 году материал Amercoat 391 (соответствует ISO 12944) получил санитарно-эпидемиологическое заключение Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека на применение в качестве защитного покрытия в трубопроводах и резервуарах с питьевой водой. Материал Amercoat 391 обладает не только высокими антикоррозийными свойствами, но и представляет из себя гладкостное покрытие с очень высокой твердостью и абразивостойкостью. ГУП «Академия коммунального хозяйства» им. К.Д. Памфилова согласовало ТУ139000-006-79580093-07 «Трубы стальные диаметром 114-1420 мм с внутренним изоляционным покрытием на основе высоковязких материалов». Данные покрытия производятся на ООО «Завод по изоляции труб» г. Тимашевск Краснодарского края.

Влияние материалов на технико-экономические показатели трубопровода

Что касается шероховатости трубопроводов из различных материалов, то вопрос об их эффективности нуждается в специальном анализе. Прежде всего отметим, что расчетный коэффициент эквивалентной равномернозернистой шероховатости K_z пластмассовых труб равен — 0,20 мм, чугунных — 0,47 мм, бетонных и железобетонных — 1,22 мм, стальных с внутренним эпоксидным (гладкостным) покрытием — 0,005 мм. Это влияет на уклон трубопровода и, следовательно, стоимость земляных работ определяется по формулам гидравлического расчёта трубопроводов СНИП 2.04.01-85, СНИП 02.04.02-84,

СП 40-102-2000 (3).

Величина напора $H_{тр}$, необходимая для подачи воды потребителю, определяется по формуле

$$H_{тр} = \sum h_l + \sum h_{м.с} + h_{геом} + h_{св.} \quad (1)$$

Потери напора на единицу длины трубопровода h_l без учёта гидравлического сопротивления стыковых соединений следует определять по формуле

$$h_l = \frac{\lambda V^2}{2gd} \quad (2)$$

$$\sqrt{\lambda} = \frac{0,5 \left[\frac{b}{2} + \frac{1,312(2-b)\lg(3,7d/K_s)}{\lg Re_{\phi} - 1} \right]}{\lg(3,7d\epsilon)} \quad (3)$$

где

λ – коэффициент гидравлического сопротивления по длине трубопровода

i_l – удельные потери напора при температуре воды $t, ^\circ\text{C}$ (потери напора на единицу длины трубопровода), м/м;

l – длина участка трубопровода, м;

$h_{м.с}$ – потери напора в стыковых соединениях и в местных сопротивлениях, м;

$h_{геом}$ – геометрическая высота (отметка самой высокой точки расчётного участка трубопровода), м;

$h_{св}$ – свободный напор на изливе из трубопровода, м (для санитарно-технических приборов принимаются по приложению 2 СниП 2.04.01);

V – средняя скорость движения воды, м/с;

g – ускорение свободного падения, м/с²;

d – расчётный (внутренний) диаметр трубопровода, м;

b – число подобия режимов течения воды;

Re_{ϕ} – число Рейнольдса фактическое;

K_s – коэффициент эквивалентной шероховатости, м.

В качестве примера для расчета возьмем расход сточной жидкости 160 л/с, наполнение трубопровода $H/D_p = 0,8$, скорость течения жидкости $V = 2,41$ м/с. При этих параметрах расчётный диаметр пластмассовой трубы равен 315 мм, чугунной 300 мм, бетонной 300 мм (в соответствии с сортаментом труб).

Уклон соответствует для пластмассовой трубы $i = 0,01$, чугунной – 0,0175, железобетонной – 0,0266. В результате, объем земляных работ на 100 метров трассы при ширине траншеи 2 м в первом случае равен 100 м³, во втором – 175 м³, в третьем – 266 м³. Кроме того, следует отметить, что при необходимости уменьшения

уклонов во втором и третьем случаях вынужденным решением будет увеличение диаметров (а следовательно и стоимости) труб.

По мнению японской фирмы Ниппон Стил Корпорейшн, степень неровности покрытия напрямую зависит от типа применяемого материала. Для максимального эффекта степень неровности покрытия должна быть порядка 5-10 мкм. В свою очередь, конкретный эффект от применения гладких покрытий зависит от степени шероховатости трубы без покрытия. Для трубы с исходной степенью шероховатости 0,045мм, которая является типичной для серийных труб, снижение её на 90% даёт снижение коэффициента трения на 33%. Максимальное увеличение фактора трансмиссии составляет 22%. Уменьшение коэффициента трения на 33% снижает диаметр трубы на 8%. Пропускная способность трубопровода повышается на 24%. Если исходный коэффициент шероховатости ниже указанного, эффективность применения гладких покрытий снижается.

Потери напора сказываются на необходимом количестве потребления электроэнергии:

$$E = 10^3 k \frac{q_{n+1}}{q^m} = qh$$

где q – расход, транспортируемый по участку трубопровода, л/с;

h – потеря напора в этой линии на единицу длины, м:

$$h = k \frac{q^n}{d^m}$$

Средний годовой расход энергии, вызываемый потерями напора на единицу длины рассматриваемого трубопровода, может быть выражен формулой:

$$E_r = \gamma \frac{8760}{102\eta} 10^3 k \frac{q^{n+1}}{d^m}$$

здесь γ – коэффициент неравномерности затрат энергии, зависящий от неравномерности водопотребления и режима работы системы подачи и распределения воды в течении года;

8760 – число часов в году (для непрерывно работающего трубопровода);

102 – коэффициент перехода от кгм/с к кВт.

η – КПД насосных агрегатов.

Общая стоимость строительства

В нижеуказанных таблицах приведены расчёты укладки трубопроводов из различных материалов, без учёта стоимости земляных работ и песча-

ной постели. Расчет стоимости укладки трубопроводов выполнен в ценах 2001 года по Краснодарскому краю ТЕР-2001 с переводом в цены 4 квартала 2007 года согласно письма Федерального агентства по строительству и ЖКХ «Об индексах на 4 квартал 2007 года» (переводной индекс изменения стоимости на оплату труда составляет – 8,311, на эксплуатацию машин – 4,034, на материалы – 4,151).

Следует отметить, стоимость антикоррозийного покрытия (АКП) нанесенного в заводских условиях держится на одном уровне уже много лет и с 2001 года составляет 14-18 у.е. за 1 кв.м., тогда как стоимость АКП нанесенного в полевых условиях подвержено росту инфляции и постоянно повышается. К примеру, в случае проектирования и последующего строительства трубопроводов с нанесением битумно-резиновой АКП трубы Д219 в полевых условиях стоимость работ по нанесению АКП (с учетом стоимости материалов) составит – 448 руб за м/п, а затраты по нанесению антикоррозионной изоляции полимерными липкими лентами 828,36 руб м/п. (ТЭР22-02-010-06), стоимость нанесения АКП в заводских условиях по ГОСТ 9.602- 287 руб м/п.

ВЫВОДЫ

1. Учитывая объективную необходимость строительства новых водоводных систем питьевого снабжения и реконструкции выработавших свой ресурс, угрожающих своим технологическим и экологическим состоянием, с учётом новых технологий, материалов, применяемых в трубной промышленности и условий эксплуатации, необходимо рекомендовать закладывать в проектные решения применение пластиковых труб на диаметрах менее 500 мм и давлении до 10 кг/см² технологически и экономически целесообразно применять пластиковые трубы широко представленные на рынке.

2. Для безнапорной канализации и ливневых систем соответствуют гофрированные двухслойные трубы типа КОРСИС, производимые лидером в России по применению новейших технологий производства труб – группой «Полипластик», которой освоено производство полиэтиленовых гофрированных двухслойных труб типа КОРСИС для канализации диаметром до 2000 мм. Это принципиально новый российский продукт более легкий по сравнению с традиционной полиэтиленовой трубой и при этом обладающий лучшими характери-

Укладка 100 м стальных водопроводных труб

Состав работ: 01. Сварка труб в звенья. 02. Укладка звеньев и отдельных труб в траншее. 03. Сварка звеньев и отдельных труб в траншее. 04. Гидравлическое испытание трубопровода.

Наименование затрат	Ед. изм.	Диаметр трубопровода, мм											
		150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000
Затраты труда рабочих-строителей	чел.-ч	46,80	48,90	51,20	59,40	71,30	74,50	97,30	115	132	142	171	187
Оплата труда рабочих-строителей	руб.	448	468	490	568	682	713	931	1101	1263	1359	1636	1790
Эксплуатация машин	руб.	567	1275	1357	1701	1970	2262	2988	3850	4523	5295	8940	9152
Прочие материальные ресурсы	руб.	252	361	416	460	540	595	671	905	1165	1497	1937	2405
Всего, прямые затраты в ценах ТЕР-2001	руб.	1267	2104	2263	2729	3192	3570	4590	5856	6951	8151	12513	13347
Всего, прямые затраты в ценах 4 кв. 2007 г.	руб.	7055	10530	11274	13495	15860	17522	22577	28437	33578	38870	57703	61778
Накладные расходы	руб.	5253	6251	6595	7805	9310	9981	12969	15715	18148	19859	26608	28451
Сметная прибыль	руб.	3826	4552	4803	5684	6781	7270	9446	11445	13217	14463	19379	20721
Итого в ценах 4 кв. 2007 г. без НДС	руб.	16134	21333	22672	26984	31951	34773	44992	55597	64943	73192	103690	110950

Укладка 100 м водопроводных чугунных напорных раструбных труб

Состав работ: 01. Опускание и укладка труб. 02. Заделка раструбов смоляной прядью и асбестоцементным раствором. 03. Гидравлическое испытание трубопровода с устройством и разборкой временных упоров.

Наименование затрат	Ед. изм.	Диаметр трубопровода, мм											
		150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000
Затраты труда рабочих-строителей	чел.-ч	45,40	51,00	56,10	63,90	71,40	80,20	109,00	130,00	155,00	176,00	212,00	232,00
Оплата труда рабочих-строителей	руб.	375	422	464	528	590	663	901	1075	1282	1456	1753	1919
Эксплуатация машин	руб.	62	271	907	1632	1850	2174	3302	4325	4908	5887	6120	6602
Прочие материальные ресурсы	руб.	247	348	501	592	742	947	1304	1820	2338	2958	3705	5254
Всего, прямые затраты в ценах ТЕР-2001	руб.	684	1041	1872	2752	3182	3784	5507	7220	8528	10301	11578	13775
Всего, прямые затраты в ценах 4 кв. 2007 г.	руб.	4395	6046	9594	13431	15450	18210	26225	33937	40159	48124	54638	64388
Накладные расходы	руб.	3858	4557	5761	7276	8165	9296	12480	15296	17950	19917	23110	25178
Сметная прибыль	руб.	2810	3319	4195	5299	5947	6770	9090	11140	13073	14506	16832	18338
Итого в ценах 4 кв. 2007 г. без НДС	руб.	11063	13922	19550	26006	29562	34276	47795	60373	71182	82547	94580	107904

Укладка 100 м трубопроводов из полиэтиленовых труб

Состав работ: 01. Торцовка концов труб. 02. Сварка труб в плети. 03. Опускание и укладка плетей труб в траншею. 04. Гидравлическое испытание. 05. Присыпка трубопровода слоем грунта толщиной 10 см.

Наименование затрат	Ед. изм.	Диаметр трубопровода, мм											
		160	200	250	300	350*	400*	500*	600*	700*	800*	900*	1000*
Затраты труда рабочих-строителей	чел.-ч	28,65	33,18	34,04	35,19	39,10	43,42	53,59	66,16	81,68	100,82	124,43	153,60
Оплата труда рабочих-строителей	руб.	237	274	282	291	323	359	443	547	675	834	1029	1270
Эксплуатация машин	руб.	476	633	721	806	895	995	1228	1515	1871	2309	2850	3518
Прочие материальные ресурсы	руб.	44	70	108	156	174	192	237	294	362	447	551	681
Всего, прямые затраты в ценах ТЕР-2001	руб.	757	977	1111	1253	1392	1546	1908	2356	2908	3590	4430	5469
Всего, прямые затраты в ценах 4 кв. 2007 г.	руб.	4072	5122	5700	6317	7019	7796	9621	11877	14663	18099	22338	27575
Накладные расходы	руб.	2943	3488	3648	3833	4257	4730	5837	7205	8896	10981	13552	16730
Сметная прибыль	руб.	2143	2540	2657	2792	3101	3445	4252	5247	6479	7998	9870	12185
Итого в ценах 4 кв. 2007 г. без НДС	руб.	9158	11150	12005	12942	14377	15971	19710	24329	30038	37078	45760	56490

Примечание. Расчет стоимости произведен на основе ТЕР-2001 (ГЭСН-2001) с учетом писем Федерального агентства по строительству и ЖКХ № ЮТ-260\06 от 31.01.2005г. и № АП-5536\06 от 18.11.2004г. накладные расходы определены по МДС 81-33.2004, сметная прибыль по МДС 81-25.2001. Расчет стоимости диаметров помеченных *, в связи с отсутствием государственных нормативов был произведен методом экстраполяции.

ками, как по кольцевой, так и по продольной жесткости и самая низкая стоимость одного погонного метра труб. Геометрическая форма профиля ее стенки обеспечивает высокую сопротивляемость деформации. Преимущества таких труб очевидны: это простой и быстрый монтаж, легкая транспортировка, высокая стойкость к истиранию, долговременная герметичность соединений, хорошие, длительно обеспечиваемые гидравлические характеристики. Высокая гибкость трубы позволяет сравнительно легко обходить препятствия при прокладке трубопровода. Одним из важнейших преимуществ труб типа КОР-СИС является возможность их соединения с помощью сварки благодаря достаточной толщине стенки и расстоянию между гофрами. Также возможно соединение муфтовым и раструбным способом.

3. Существующая отечественная и зарубежная практика строительства и эксплуатации трубопроводов подтверждает следующее:

- классическая стальная или труб ВЧШГ трубопроводная система наиболее безопасна для здоровья человека, а процессы ее деградации (химическая или электрическая коррозия) достаточно изучены и решаемы;
- современные технологии нанесения внешней как 2-х и 3-х слойной изоляции на основе экструдированных полимерных композиций, так и внутренней на основе эпоксидных композиций, в заводских условиях обеспечивают сохранение магистральным стальным водоводом первоначальных, природных свойств питьевой воды от источника до потребителя в течение длительного срока эксплуатации водовода — 40 и более лет.

Используемые методы дезинфекции воды в стальном водоводе наиболее изучены и проверены на практике и безопасны для здоровья людей.

Магистральный водовод диаметром от 500 мм до 1420 мм, построенный из стальной трубы с применением низколегированных сталей с внутренней и внешней изоляцией, нанесенной в заводских условиях, способен выдерживать любое загрязнение жизнедеятельности человека, кроме радиоактивного (в этом случае полиэтилен вообще подвержен быстрому разрушению), что обеспечит сохранность питьевой воды и жизнедеятельность потребляющего региона. Пропускная способность сварного стального магистрального водовода имеет значительный резерв в случае необходимости увеличения объема подачи воды

на перспективу развития экономики и роста населения. Потребуется только замена насосного оборудования или подключения дополнительного.

Пропускная способность сварного стального магистрального водовода имеет значительный резерв до 60 кг/см² (стальная труба Д 820 x 8мм Гост 10706, 20295-85 сталь 17Г1с имеет заводское гарантированное гидротестирование 130 кг/см²) в случае необходимости увеличения объема подачи воды на перспективу развития экономики и роста населения потребуется только замена насосного оборудования, запорно-регулирующей арматуры и регуляторов давления.

Также стоит отметить, что стоимость труб сильно зависит от материала (см. табл.1).

В процессе строительства трубопровода из труб с раструбами соединениями обязательно применение песчаной постели с минимальной толщиной не менее 40 см. Устройство траншеи в соответствии со СНиП 3.02.01-87 для сварных трубопроводов должны разрабатываться из расчета D+ 0,2-0,5 м, при раструбном и фланцевом D+ 0,6-1,4 м, соответственно объем земляных работ при раструбном соединении может возрасти на 40-100% в зависимости от диаметра. Укладку отдельных участков заглубленного (стеклопластик или чугун ВЧШГ) трубопровода необходимо проводить через минимальные временные интервалы, чтобы упростить проблемы материального обеспечения и контроля качества.

Конструкция стенки траншеи зависит от типа почвы (стабильная, не стабильная или др.).

При стабильной почве стенка траншеи может быть сделана вертикально от дна к верхней части трубы без использования усиления или шпунтовой стенки. Труба укладывается на подложку (основание) и должна быть засыпана грунтом, как показано на рисунке 3.

Трубы из стеклопластика и чугуна ВЧШГ целесообразно применять в условиях глубокого залегания в земле когда нужна большая кольцевая жесткость и подготовлено основание из песчаной постели такие условия присутствуют в случае прокладки коммуникаций в городских условиях. Необходимо отметить что при строительстве водопроводов в случае применения новых материалов в соответствии со СНИП 02.04.02-84 необходимо обеспечить наличие обученного персонала в аварийно-диспетчерской службе эксплуатирующей в дальнейшей организации, передачу техноло-

гий ремонта и наличие аварийного запаса труб.

Сварной стальной или пластиковый водовод наиболее безопасен в эксплуатации в условиях возможных геологических и механических нагрузок в зонах повышенной сейсмичности, каким является Краснодарский край, в случае обводненных почв или затопления водой траншей во время строительства нет опасности всплытия и разъединения труб.

В частности, при строительстве водопровода к г. Ейску согласно технико-экономическому обоснованию (ТЭО) проекта при длине водопровода – 39,075 км из стеклопластиковых труб потребуется в соответствии с технологией укладки – 109778 м³ песка фракции 3-5 мм для засыпки трубы из стеклопластика (стоимость песка составит 100-130 млн. рублей и это еще без учета временных дорог к месту засыпки и последующую их рекультивацию так как водопровод пройдет по землям сельхозназначения).

В случае применения стальных труб и наружным полиэтиленовым АКП толщиной 3,5 мм по ГОСТ 9602 с внутренним эпоксидным покрытием Amercoat 391 по ТУ139000-006-79580093-07, учитывая уменьшение диаметра трубы из-за снижения коэффициента трения с 900 мм стеклопластиковых труб (стоимость — 14000 руб. м пог) на 820 мм стальных ГОСТ 10706, 20295-85 сталь 17Г1С (стоимость – 8624 руб. м пог.), экономия на строительстве 39,075 км может составить на поставке труб 238 млн. руб., на отсутствие постели из песка 120 млн. руб. на уменьшении стоимости укладки трубопровода 9,22 млн. руб. Всего ориентировочно 367,22 млн. руб. Таким образом, общая стоимость строительства с заявленных по проекту стеклопластикового водовода – 956 млн.руб (в ценах 4 квартал 2006 г.) может уменьшиться на 38% до -588 млн. руб. и это без учета значительного уменьшения земляных работ устройства временных дорог для подвоза песка.

Расходы по строительству могут быть еще более уменьшены в случае уменьшения диаметра трубопровода, что повлечет за собой увеличение скорости движения воды и соответственно потерю напора. В случае уменьшения диаметра трубы в два раза потребуется, исходя из ранее приведенных формул, потребление электроэнергии в трубопроводе из-за потери напора воды на транспортировку возрастет в 4 раза, но стоимость строительства 1 км снизится более чем в 5 раз.

Таблица 1

Диаметр	Стенка	Материал	Вес 1 п.м. (кг)	Цена трубы руб/п.м. с НДС
200	6,3	чугун ВЧШГ	33,20	542,20
219	5	сталь с АКП	26,39	870,94
225	13,4	ПЭ 100SDR 17	9,12	1 003,59
200	1,1	труба КОРСИС	2,50	332,76
250	1,4	труба КОРСИС	3,70	533,95
500	9	чугун ВЧШГ	111,50	4 023,00
530	7	сталь с АКП	91,20	3 284,67
500	29,7	ПЭ 100SDR 17	44,80	4 925,91
514	9	стеклопластик	23,00	5 000,00
500	2,8	труба КОРСИС	13,20	1 760,00
1000	13,5	чугун ВЧШГ	336,17	16 983,00
1020	9	сталь с АКП	224,39	9 045,23
1000	59,3	ПЭ 100SDR 17	178,90	20 374,47
1000	17	стеклопластик	85,00	16 700,00
1000	5,0	труба КОРСИС	51,70	7 112,00
1200	5,0	труба КОРСИС	66,90	9 151,00

В любом случае приведенные примеры показывают, насколько технические решения, определяемые на этапе ТЭО службой заказчика, определяют дальнейшую стоимость объекта для инвестора, его годовые эксплуатационные затраты, амортизационные отчисления и т.д., что в конечном итоге определяет сроки окупаемости строительства и конечный тариф на услуги ЖКХ, одним из составляющих которого будет являться данный трубопровод.

Отдельно бы хотелось обратить внимание на усиление роли технического надзора при строительстве. Привле-

чению службами заказчиков-застройщиков на конкурсной основе (Федеральный закон от 21 июля 2005 года N 94-ФЗ «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд» позволяет это делать) к выполнению этих функций специализированных организаций, имеющих большой опыт работы в этой сфере и способных оценить качество работ подрядных организаций, а также выявить участвовавшие в последнее время попытки поставок некачественной продукции, в том числе, б/у труб.

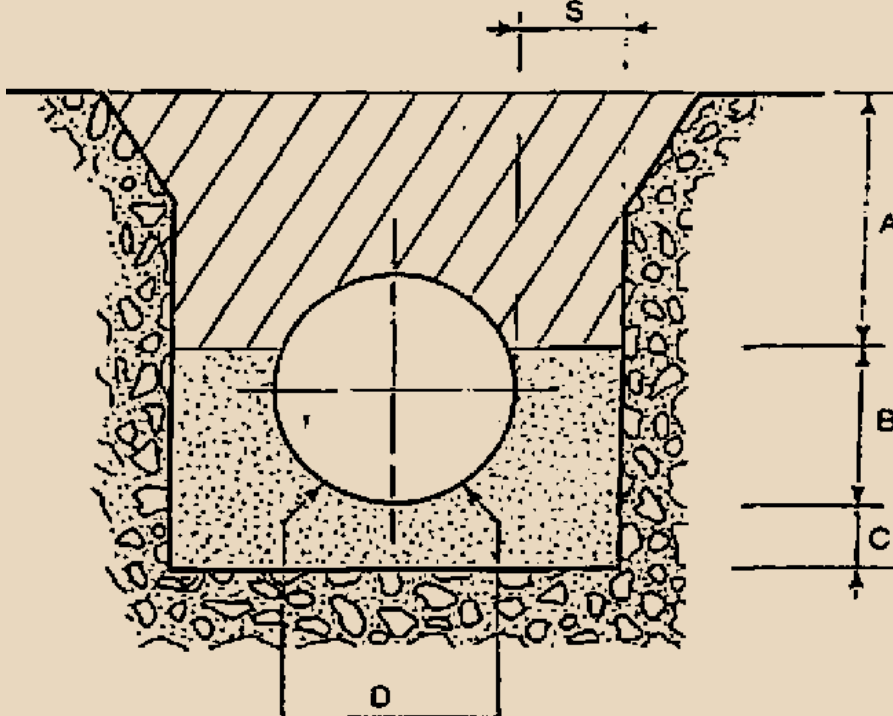


Рисунок 3. А – природный материал засыпки; В – подложка, минимум 70% от диаметра трубы; С – подушка, минимум 15 см; D – устойчивая опора должна обеспечиваться в этих точках; S – 60 см. минимум

ЛИТЕРАТУРА

1. Ромейко В.С., Добромислов А.Я., Баймуханов М.Н. Пластмассовые трубы в России / Сантехника, №4 2002.
2. Migration of Organic Compounds from Plastic Pipes. Literature study. Dipl.-Chem. Andreas Koch, Hygiene Institute of the Ruhr Area, Gelsenkirchen, Germany, 2003.
3. «СтройПРОФИль» №5/12.11.2003 16, «Долговечность пластиковых труб. Миф и реальность».
4. Plastic pipes contaminate drinking water. Svenska Dagbladet, 12.09.2003.
5. Информационно-аналитический журнал «Полимерные трубы» стр. 26 №2 июль 2005.
6. Храменков С.В. «Стратегия модернизации водопроводной сети» - М.: ОАО «Издательство «Стройиздат» стр. 270, 2005. - 400 с.: с ил.
7. СНиП 02.04.02-84 «Водопроводы наружные сети и сооружения»
8. СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»
9. СНиП 2.04.05-91* «Отопление, вентиляция и кондиционирование»
10. СНиП 2.04.01-85* «Внутренний водопровод и канализация зданий»
11. ГОСТ 10706-76 «Трубы стальные электросварные прямошовные»
12. ГОСТ 20295-85 «Трубы стальные сварные для магистральных газонефтепроводов»
13. ГОСТ 30732-2001 «Трубы и фасонные изделия стальные с тепловой изоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке»
14. СП 41-105 2002 «Проектирование и строительство тепловых сетей бесканальной прокладки из стальных труб с индивидуальной теплоизоляцией из пенополиуретана в полиэтиленовой оболочке»
15. СП 40-1108-2004 «Проектирование и монтаж внутренних систем водоснабжения и отопления зданий из медных труб»
16. «Краткий отчет по изучению исследований и публикаций по проницаемости полимерных труб, выявлению и изучению загрязнённых территорий и выбору материалов трубопроводов водоснабжения в загрязнённых территориях» ОАО «Научно-исследовательский институт «Коммунального водоснабжения и очистки воды» - М.: март, 2007 г. 19 с.
17. Разработка методики выбора материала труб и наружного изоляционного покрытия в зависимости от степени агрессивности грунтов, грунтовых вод и наличия блуждающих токов /АКХ им. К.Д. Памфилова. - М2004.

ОАО «КУБАНЬГАЗИФИКАЦИЯ»

350020, Краснодарский край,
г. Краснодар, ул. Бабушкина 283/2
тел./факс: +7 (861) 251-22-10,
253-87-92
e-mail: kubgf@mail.ru
www.kubangaz.nm.ru