

Грабарь Е.В.

АДИ ДонНТУ, г. Горловка

ВОДОСНАБЖЕНИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПОДРАБОТАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ДОНБАССА

Показано критическое состояние сетей водоснабжения на подрабатываемых горными работами территориях Донбасса. Предлагается методика расчета напряжений в трубопроводах на уступах. Обосновывается необходимость замены стальных трубопроводов на полиэтиленовые на всех участках образования уступов вместо установки дорогостоящих компенсаторов.

Постановка проблемы

Коммунальное хозяйство многих городов Украины находится в настоящее время в довольно затруднительном положении. Сложная история развития страны – войны, восстановление разрушенного хозяйства, индустриализация – обусловила становление объектов инфраструктуры по окончательному принципу, заключающемуся в создании отдельной системы прокладки подземных коммуникаций, мало пригодной для их реконструкций, ремонтов, в низком качестве выполнения самих строительно-монтажных работ, в отсутствии средств на своевременные ремонтные работы. Все это привело к массовому износу подземных трубопроводных коммуникаций, к частому созданию аварийных ситуаций, к невозможности местными коммунальными службами исправить ситуацию.

К этому можно добавить, что, по далеко не полным данным, в Горловке больше 100 км сетей укладки 1934-1960 г. г. (общая протяженность сетей 1300 км). Количество порывов, по результатам обследования «Днепрогипрошахта», в 1989 г. составило 5000 в год – 13-14 в сутки, а по современным данным (газета «Кочегарка») – 200 в сутки.

Неудовлетворительное состояние водопроводных сетей во многом объясняется подработанностью территории горными работами. Весь подработанный массив десятки лет давал осадки около 5-10 см в год. Но наибольший вред сетям наносят уступы – террасообразные сосредоточенные деформации высотой до 50 см. Город до 1971 г. проектировался без учета этой деформации, которая для районов Центрального Донбасса создает основные нагрузки от подработок территории.

Изложение основного материала исследований

В нормативных документах, на основе которых выполнялись проектирования сооружений на подработанных территориях, уступ рассматривается как результат неравномерных оседаний сопредельных блоков горных пород. Основной расчетный параметр уступа - его высота – вычисляется из геометрических позиций, т.е. через величину максимального наклона в полумульде сдвижений.

По результатам тридцатилетних исследований, проводимых в АДИ ДонНТУ, фактические высоты уступов почти всегда оказывались меньше прогнозируемых по формулам. Это обусловлено тем, что уступ, который фиксируется на поверхности, является результатом взаимодействия ступеньки, образованной коренными породами при их консольном прогибании и пластом наносов четвертичного периода. Этот пласт служит основой и средой для размещения в нем и на его поверхности фундаментов зданий, дорожной одежды автомобильных дорог, верхнего строения железных дорог, трубопроводов и кабелей подземных коммуникаций.

Необходимость и возможность учета влияния наносов дали основания для разработки усовершенствованной модели образования уступов. Нами создана геомеханическая модель образования уступа в толще наносов. Она позволяет при известных грунтовых характеристиках определять кривизну на уступах любой ожидаемой высоты. В результате были получены радиусы кривизны для любых грунтовых условий и для всех характерных высот уступов от 5 до 50 см [1].

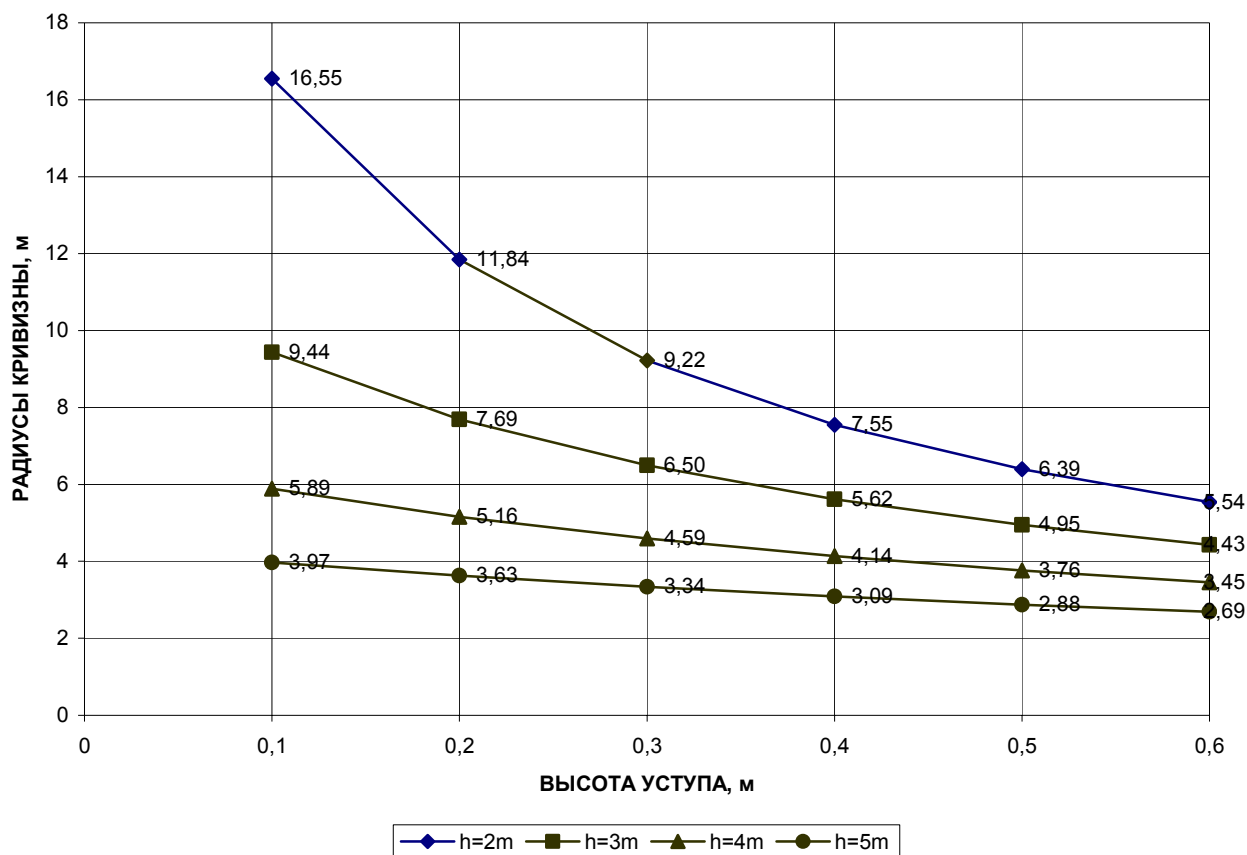


Рис. 1. Радиусы кривизны при $E = 70 \text{ МПа}$

Зная радиусы кривизны, переходим к напряжениям в трубопроводах любых диаметров, учитывая их геометрические характеристики.

Напряжение в трубопроводе при любой нагрузке исчисляется по формуле [1]:

$$\sigma = \frac{E_{gr} J_{gr}}{R W K'_{СП}}, \quad (1)$$

где E_{gr} – модуль упругости грунта засыпки, МПа ;

J_{gr} – момент инерции грунтовой засыпки траншеи над трубой;

R – минимальный радиус кривизны уступа;

W – осевой момент сопротивления трубопровода;

$K'_{СП}$ – коэффициент соотношения жесткостей трубопровода и грунтовой призмы над ним.

Вычисленные по формуле (1) напряжения ряда трубопроводов диаметром от 108 до 1020 мм для уступов высотой от 5 до 50 см приведены на графиках рис. 1. При этом принято, что мощность наносов в два раза превышает глубину закладки трубопровода и для заданного

ряда составляет 2,8 – 4,0 м, что в среднем отвечает условиям подработанных территорий городов Центрального Донбасса.

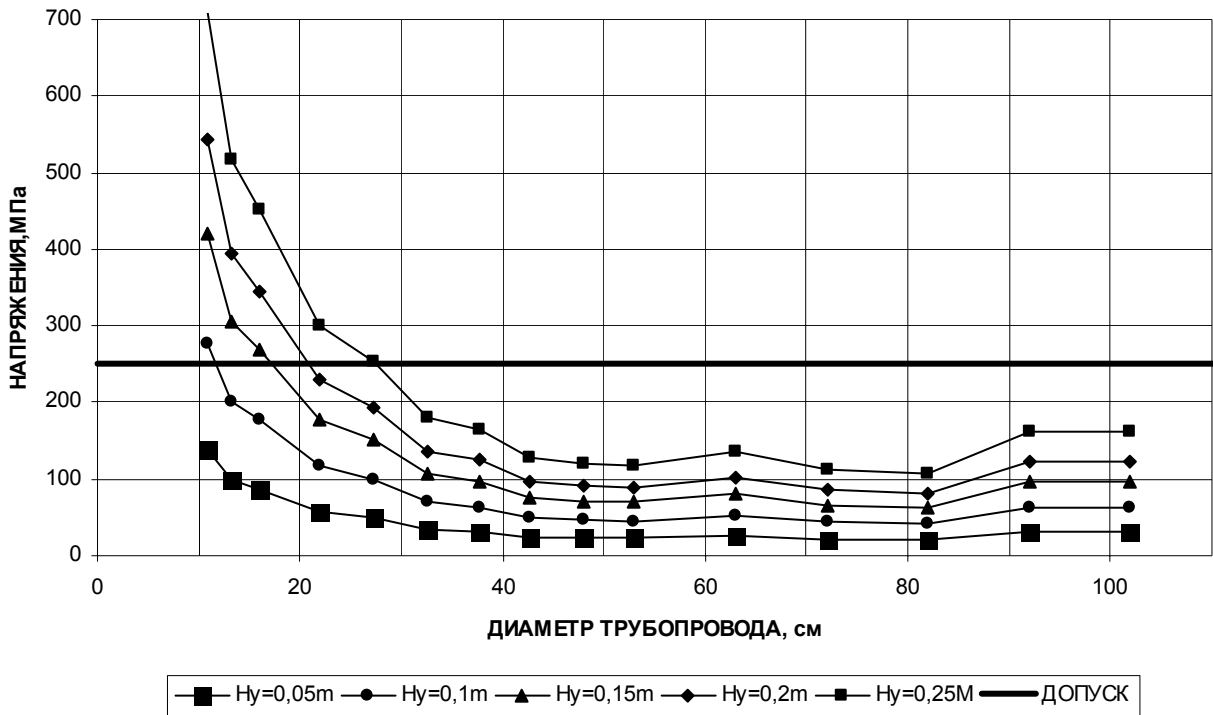


Рис. 2. Напряжения в трубопроводах на уступах от 5 до 25 см

Улицы, дороги и трубопроводы – это линейно протяженные сооружения, и в зависимости от угла пересечения на 1 км трубопроводов может попасть от 2 до 13 больших уступов. Имея планы трасс уступов, разрабатываемые в АДИ ДонНТУ на протяжении 25 лет, можно указать точки пересечения сооружения уступами для принятия верного технического решения, например, установки на трубопроводах резиноканевых компенсаторов. Но, как показывает опыт эксплуатации газовых сетей г. Горловка, количество компенсаторов при этом будет исчисляться сотнями и даже тысячами, что удорожает и без этого капиталоемкие коммуникации.

Выход из создавшегося в городе положения с сетями водоснабжения мы видим в применении полиэтиленовых труб. Обладая модулем упругости в 200 раз меньшим, чем у стальных, они могут без возникновения опасных деформаций вписываться в образуемую уступом кривизну.

Полиэтиленовые трубы являются незаменимыми при укладке в оползневых зонах, в местах горных выработок, где стальные и чугунные трубы ломаются под влиянием деформаций грунта.

Напряжения от воздействия уступов, рассчитанные нами для любых грунтовых характеристик и для всех типоразмеров полиэтиленовых труб, приведены на графиках рис. 2. При этом допустимое напряжение в трубах принято 30 МПа [2].

На графике видно, что весь типоряд труб будет работать без разрушений на уступах высотой до 30 см. Следует отметить, что в перспективе, согласно расчетам УкрНИМИ, уступы выше 25 см в городе не предвидятся даже при условии полной выемки всех запасов угля, в том числе и оставленных балансовых запасов закрытых шахт.

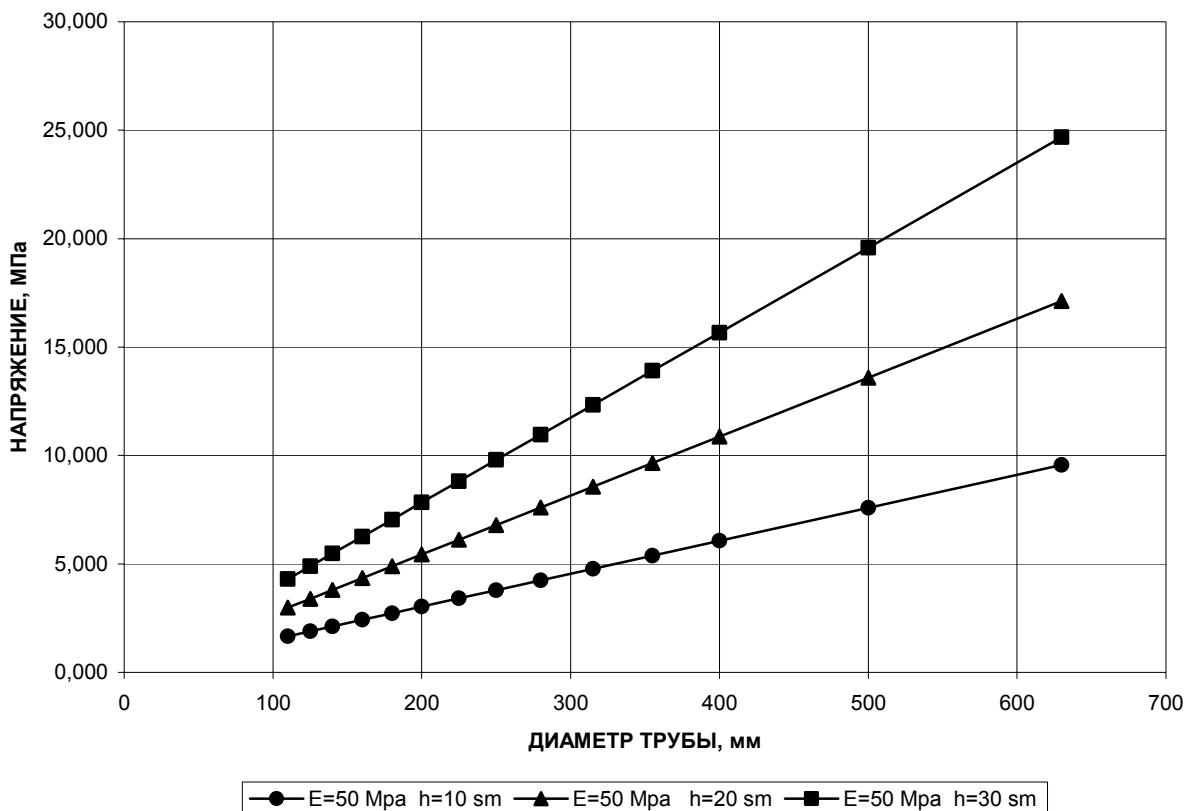


Рис. 3. Напряжения в полиэтиленовых трубах на уступах 10-30 см

Приведенные расчеты касаются только напряжений от влияния подработки, где деформации от уступа являются решающими, поскольку на участках между уступами происходит разрядка величин горизонтальных деформаций и наклонов. К ним при конкретном проектировании необходимо добавить напряжения от действия внутреннего давления.

Трубопроводы из пластических материалов в системах водоснабжения стали применяться сравнительно недавно, поэтому дать полную технико-экономическую оценку пластмассовым трубопроводам в данное время тяжело. Тем не менее, уже имеющиеся данные говорят о целесообразности использования таких изделий в системах водоснабжения.

Расчеты показывают, что применение пластмассовых труб для устройства систем холодного водоснабжения в жилых зданиях обеспечивает экономию металла в количестве 800 кг на 1000 м^2 жилой площади при пятиэтажной застройке.

Согласно опубликованным в литературе материалам, самыми выгодными являются полиэтиленовые трубы. Капитальные затраты на производство полиэтиленовых труб в 1,3-2 раза ниже, чем на изготовление труб из стали. Этим объясняется неуклонный рост мирового производства полиэтиленовых труб.

Экономическая целесообразность применения пластмассовых труб в основном определяется стоимостью самих труб, затратами на их транспортирование, монтаж и эксплуатацию, а также сроком службы труб.

Зарубежная практика использования полиэтиленовых труб давно показала, что для устройства из них подземных линий трубопроводов нужно времени в 10-15 раз меньше, чем при укладке стальных и чугунных труб. Особенно рекомендуется применять полиэтиленовые трубы для устройства трубопроводов, которые проходят через болота, оползневые зоны и при пересечении водных потоков. В этих случаях стоимость сооружения трубопровода в большей степени определяется местными условиями (необходимостью сооружения свайных оснований, водонепроницаемых креплений, интенсивного водоотлива).

Большим преимуществом пластмассовых труб по сравнению с металлическими является их высокая пропускная способность. Такие трубы не «зарастают» внутри и сохраняют высокую пропускную способность на все время эксплуатации. Можно считать, что срок службы пластмассовых труб в 2 раза больше, чем металлических.

Потери напора в полиэтиленовых трубах значительно меньше, чем в стальных. Это дает возможность уменьшить расчетные сечения труб и тем самым понизить стоимость строительства пластмассовых трубопроводов.

Меньшие потери напора в пластмассовых трубах в сравнении с металлическими дают возможность понизить давление, которое развивается насосами.

Опыт применения пластических материалов, который есть у нас, при строительстве водопроводов пока незначительный. Тем не менее, несмотря на это, можно с уверенностью сказать, что широкое использование изделий из пластмасс даст возможность улучшить качество систем водопроводов, значительно сократить сроки их строительства.

Пластмассы надо рассматривать не как заменители, а как новые материалы, которые открывают огромные перспективы в строительстве.

Выводы

Для повышения надежности водоснабжения необходима замена изношенных трубопроводов и реконструкция сетей водоснабжения городов Донбасса. При замене трубопроводов диаметром до 250 мм предпочтительнее и экономически выгоднее применять полиэтиленовые трубы, например, фирмы «ЭЛЬПЛАСТ». В первую очередь необходимо производить замену изношенных водопроводов на полях действующих шахт, и укладывать полиэтиленовые трубы на всех участках образования уступов вместо установки дорогостоящих компенсаторов.

Список литературы

1. Сірик О.Г., Пеньков В.О., Грабар О.В., Васечкін М.В. Вдосконалення моделі утворення уступу // Містобудування та територіальне планування.— К.: КНУБА, 2004. — Вип. 18. — С. 149 – 157.
2. Технические свойства полимерных материалов / В.К. Крыжановский, В.В. Бурлов, А.Д. Паниматченко, Ю.В. Крыжановская. — СПб.: Профессия, 2005. — 248 с.

Стаття надійшла до редакції 30.10.06
© Грабар О.В., 2006