

ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

УДК 628.1 + 625.78

Высоцкий С.П., д.т.н., Сирик А.Г., к.т.н., Грабарь Е.В.

АДИ ДонНТУ, г. Горловка

ЗАЩИТА ГОРОДОВ УКРАИНЫ ОТ ПОДТОПЛЕНИЙ И ПРОСАДОК

В городах Украины, чрезвычайно бедной на водные ресурсы, последние годы наблюдаются значительные потери воды через изношенность коммуникаций. Это приводит к подтоплению территорий и значительному ухудшению экологического состояния населенных пунктов и нехватки питьевой воды. Выходу коммуникаций из строя в значительной мере способствуют проседания лессовых почв и деформации земной поверхности в угледобывающих районах. Предлагаются мероприятия по рациональной реконструкции водоснабжающих сетей в городах.

Постановка проблемы

В последние годы во многих крупных городах Украины отмечается значительное повышение уровня грунтовых вод из-за техногенных подтоплений. В угольных бассейнах это в значительной степени обусловлено закрытием нерентабельных шахт. Более распространены обводнения территорий городов из-за утечек воды из водонесущих коммуникаций – водопроводов, канализации и тепловых сетей. На большей части территории Украины залегают макропористые лессовые грунты (65% площади) [1] – ими сложены Волынская и Подольская возвышенности, междуречье Днепра и Днестра, Причерноморская впадина и Приазовье. Толщина лессовых грунтов составляет от 3 до 35 м, а просадочность при давлении 0,3 МПа составляет от 1 до 15%. В пределах Украины макропористые лессовидные грунты подстилаются глинистыми практически водонепроницаемыми грунтами, поэтому образование водоносного горизонта из местных скоплений грунтовых вод практически неизбежно. Питание таких горизонтов в последнее время обеспечивается утечками из водонесущих коммуникаций, изношенность которых в ряде городов достигает 80%. При малой естественной влажности лесс достаточно прочен, но с увеличением влажности, особенно при замачивании, лессовидные грунты склонны к значительным просадкам. Просадки вызывают деформации трубопроводов и, в свою очередь, еще большее замачивание. Просадочные деформации зданий и промышленных сооружений отмечаются в Запорожье, Днепропетровске, Никополе, Кривом Роге, Херсоне, Краматорске и многих других городах – подтоплению подвержены около 500 городов площадью более 200 тыс. га, из которых 150 тыс. га застроены [2].

В г. Горловке теряется 40-60 % очищенной питьевой воды. Причиной является изношенность водопроводных сетей и их подработанность. В конце 80-х - начале 90-х годов городу удалось свести до минимума количество аварийных зданий путем решительных совместных усилий проектировщиков, строителей, руководства города и ПО «Артемуголь», а также финансовой поддержке Министерства угольной промышленности бывшего СССР.

Состояние инженерных сетей все эти годы ухудшалось, их нормативный срок службы (20 лет) исчерпан повсеместно, есть водопроводы со сроком службы 70 лет. Решение проблемы – капитальные вложения в замену изношенных сетей и установка компенсаторов в местах вероятного образования уступов, как это давно выполняется на газовых сетях.

Анализ последних достижений и публикаций

В опубликованных ранее работах изложена методика определения местоположения уступов (действующие нормативные документы считают определение планового положения

уступа невозможным), принцип и расчетная схема геомеханической модели уступа, которая позволяет рассчитывать его кривизну, прямо связанную с величиной изгибающего момента, возникающего в любом сооружении [3, 4].

Целью данной работы является разработка методики расчета напряжений в трубопроводах на уступах и проверки выносливости трубопроводов, в том числе полиэтиленовых, на уступах любой высоты в любых грунтовых условиях. Это позволит разработать рекомендации по устранению создавшегося сложного экологического и социального положения в городах Украины.

Изложение основного материала исследований

Уступ на земной поверхности представляет собой террасообразную локальную сдвигку соседних блоков горных пород с выпукло-вогнутым профилем (рис.1) из-за наличия на коренных скальных породах чехла четвертичных отложений, чаще всего, суглинков. Высота уступов достигает 50-60 см, они разрушают любые сооружения, под которыми образовались. На 1 км створа вкрест простирания на подработанной территории в среднем приходится около 60 уступов, 78% из них – малые, меньше 10 см [3], практически безопасны для сооружений и коммуникаций. Но 22% уступов -- большие, на километр створа вкрест простирания это около 13 уступов. Строительство любых сооружений не допускается без особых мероприятий, если ожидаемая высота уступов 25 см и более.

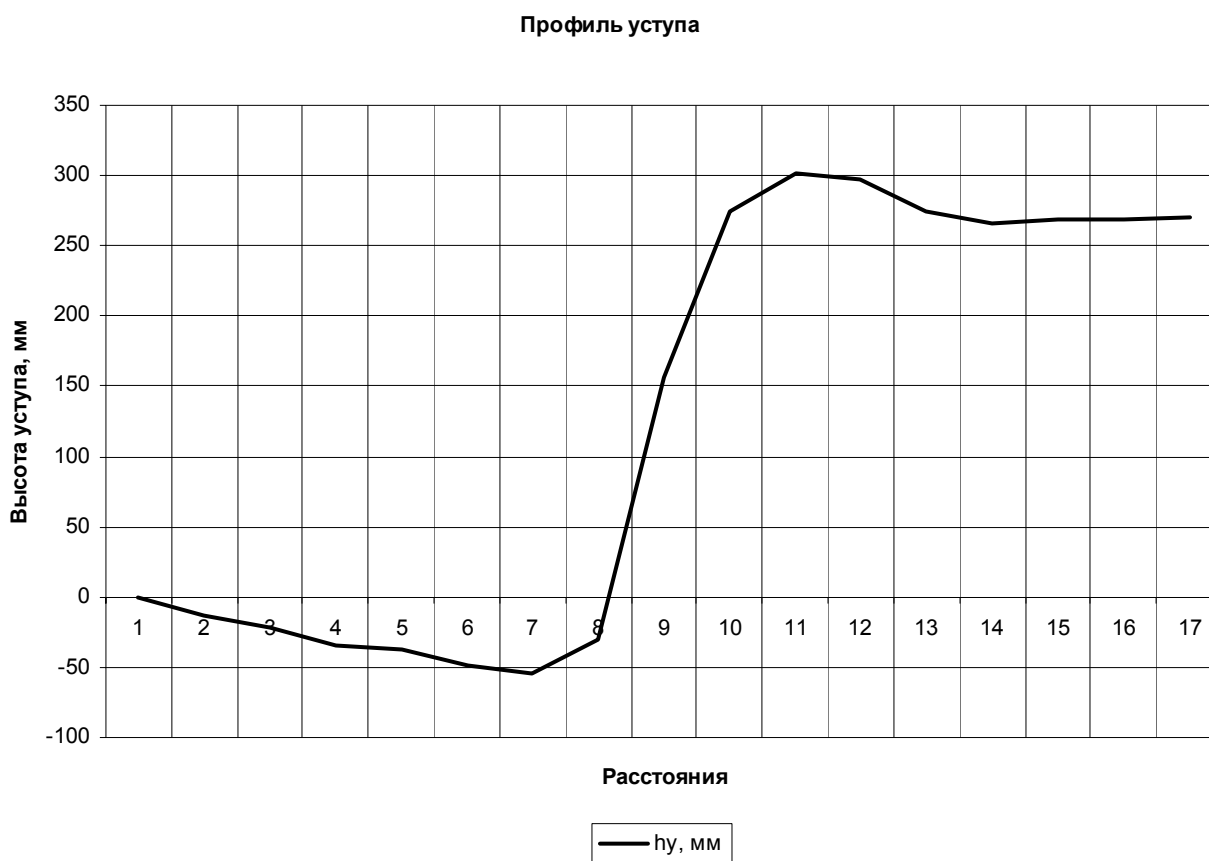


Рис. 1. Уступ высотой 35 см на улице Болотникова (тротуар)

Выполненные нами расчеты по действующей методике ДонпромстройНИИпроекта показывают, что в зависимости от характеристик грунтов на уступах высотой от 10 до 50 см будут деформироваться трубопроводы диаметром 133 – 530 мм. Трубопроводы – линейно протяженные сооружения, и в зависимости от угла пересечения на 1 км их может попасть от

2 до 13 больших уступов. Имея планы трасс уступов, разработанные в АДИ ДонНТУ на протяжении 25 лет, мы можем указать точки пересечения трубопровода уступами, как места вероятной установки компенсаторов. Но как показывает опыт эксплуатации газовых сетей города, количество компенсаторов при этом будет исчисляться сотнями и даже тысячами.

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

Нами разработана геомеханическая модель образования уступа в толще наносов[4]. Она позволяет при известных грунтовых характеристиках определять кривизну на уступах любой ожидаемой высоты. При этом были получены радиусы кривизны для любых грунтовых условий и для всех характерных высот уступов от 5 до 50 см. Зная кривизну, мы переходим к напряжениям в трубопроводах любых диаметров, учитывая их геометрические характеристики. При этом нами получена формула напряжений

$$\sigma = \frac{E_{gr} \cdot J_{gr}}{R \cdot W \cdot K_{СП}^I},$$

где E_{gr} – модуль упругости грунта засыпки; 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.

Все эти параметры нами рассчитаны для любых грунтовых характеристик и для всех типоразмеров как стальных, так и полиэтиленовых труб. Практика расчетов показала, что метод геомеханической модели уступа с расчетами радиусов кривизны наилучше подходит для оценки напряжений в трубопроводах на уступах. Близкую по характеру деформацию испытывают трубопроводы на просадочных грунтах на участках локального замачивания, например на вводах в здания.

На рис. 2 приведены графики напряжений на уступах высотой 10, 20 и 30 см в полиэтиленовых трубах компании «ЭЛЬПЛАСТ» для подачи холодной воды типоряда SRD-11 диаметрами от 110 до 630 мм с давлением воды 1,6 МПа. При этом модуль упругости принят $E=1000$ МПа, а разрушающее напряжение при изгибе $\sigma = 30$ МПа [5].

Как видно из графиков на рис. 2, весь типоряд труб будет работать без разрушений на уступах высотой до 30 см. Следует отметить, что на перспективу, согласно расчетам УкрНИМИ, уступов выше 25 см в городе не ожидается даже при условии полной выемки всех оставшихся запасов угля, в том числе и закрытых шахт.

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.

Согласно информации из официальных источников, в городах Донбасса, как и во многих больших городах Украины, огромные потери очищенной воды вызваны износом сетей. Так, в Горловке теряется около двух третей воды, подаваемой из фильтровальных станций в разводящую сеть. Для устранения потерь необходимы огромные масштабы работ по реконструкции сетей. На западе разработаны передовые технологии реконструкции сетей водоснабжения без разрытия улиц. Их применение очень перспективно, но требует больших капиталовложений. Необходимо начинать с малого – с замены разводящих сетей малого диаметра, среди которых еще много чугунных водопроводов с раструбным соединением, на полиэтиленовые трубопроводы. Сравнивая стоимости трубопроводов полиэтиленовых и стальных, можно отметить, что для диаметров до 400 мм и давления 0,6 МПа (6 атм) они примерно одинаковы.

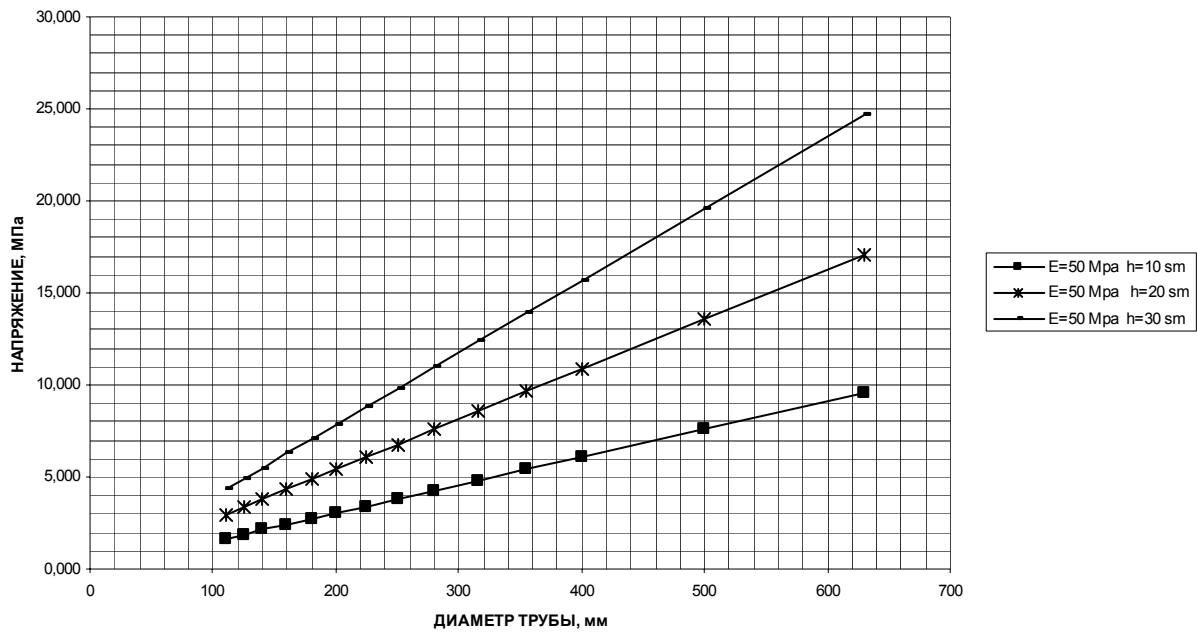


Рис. 2. Напряжения в полиэтиленовых трубах на уступах 10-30 см

На рис. 3 приведены графики сравнения стоимости стальных труб по ГОСТ 10705 и полиэтиленовых компании ЭЛЬПЛАСТ (г. Киев) для давлений 1,6; 1,0 и 0,6 МПа.

Анализ схемы водопроводных сетей города и места массовых утечек воды из порывов водопроводов на территории горных отводов шахт объединения «Артемуголь» показывает,

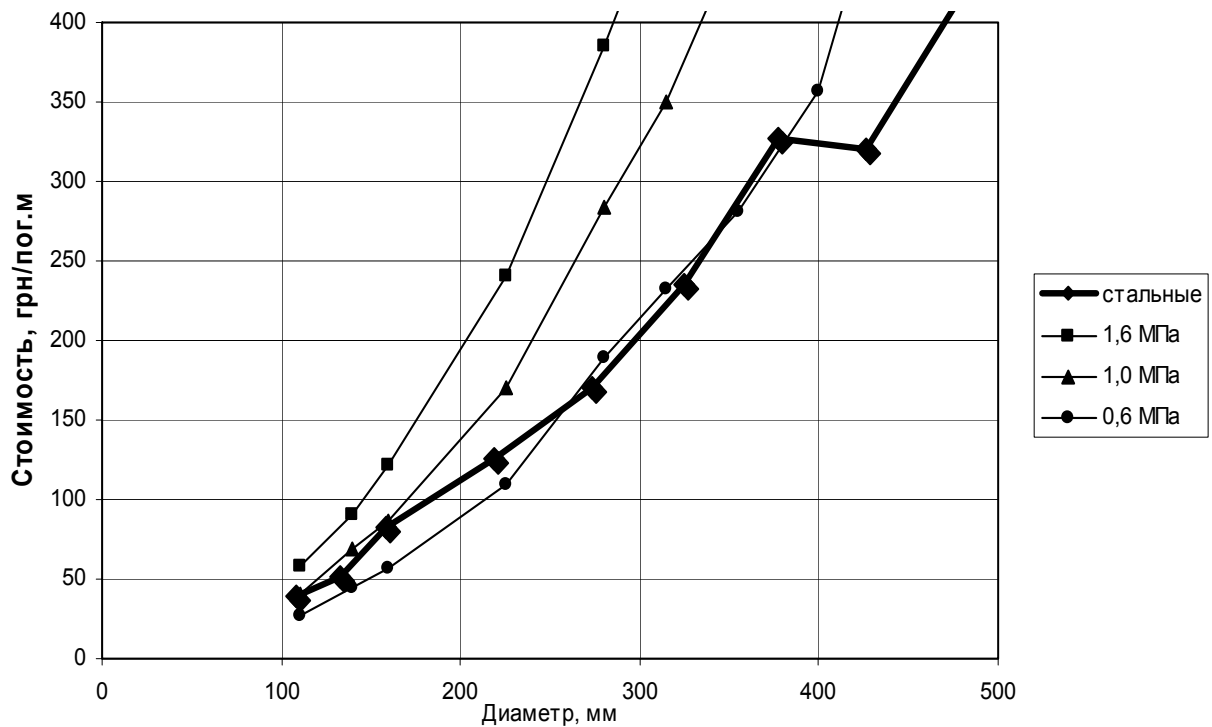


Рис. 3. Сравнение стоимости стальных и полиэтиленовых труб

что в массовой замене нуждаются сети с водопроводами малых диаметров – 108, 159, 219, 273 мм.

С увеличением диаметров стоимость полиэтиленовых труб становится больше стоимости стальных. Но сроки службы полиэтиленовых труб для подачи холодной воды, лежащих в грунте, в несколько раз превышают сроки службы стальных труб. Кроме того, при сравнении необходимо учесть стоимость устройства защиты стальных труб от вихревых токов, которая не требуется для полимерных труб. Полиэтиленовые трубы намного легче, что дает экономию при их перевозке, а монтаж их происходит значительно проще и быстрее. Они имеют меньшие гидравлические сопротивления, что даст экономию электроэнергии на насосных станциях. Поэтому применение полиэтиленовых труб экономически окупится за 2 – 3 года.

Выводы

1. Необходимо начать реконструкцию водопроводных сетей на участках горных отводов действующих шахт.
2. Замену водопроводов диаметром до 250 мм выполнять полиэтиленовыми трубами.
3. Укладывать полиэтиленовые трубы на участках образования уступов вместо установки дорогостоящих компенсаторов.

Список литературы

1. Абелев Ю.М., Абелев М.Ю. Основы проектирования и строительства на просадочных макропористых грунтах. – М.: Стройиздат, 1979. – 271 с.
2. Непошивайленко Н.О. Еколого-соціальні наслідки підтоплення міських територій та розробка заходів до його зменшення (на прикладі міста Дніпродзержинська): Автореф. дис... канд. техн. наук. – Харків, 2005. – 20 с.
3. Сирик А.Г. Прогноз геометрических параметров уступов на земной поверхности при разработке свит крутых пластов в Донбассе: Автореф. дис... канд. техн. наук. – Л., 1990. – 17 с.
4. 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.
5. Технические свойства полимерных материалов/ В.К.Крыжановский, В.В.Бурлов, А.Д.Паниматченко, Ю.В.Крыжановская. – СПб.: Профессия, 2005. – 248 с.

© Высоцкий С.П., Сирик А.Г. Грабарь Е.В., 2005