

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Шосткинський інститут Сумського державного університету  
Управління освіти Шосткинської міської ради  
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

# **ОСВІТА, НАУКА ТА ВИРОБНИЦТВО: РОЗВИТОК І ПЕРСПЕКТИВИ**

## **МАТЕРІАЛИ**

### **І Всеукраїнської науково-методичної конференції,**

*присвяченої*

*15-й річниці заснування Шосткинського інституту  
Сумського державного університету*

**(Шостка, 21 квітня 2016 року)**



**Суми  
Сумський державний університет**

УДК 678.742

## ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ВОДОПРОВОДНЫХ ТРУБ ИЗ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Д.Р. Закусило, Р.В. Закусило

Шосткинский институт Сумского Государственного университета

41100, г. Шостка, ул. Институтская, 1

[nis@ishostka.sumdu.edu.ua](mailto:nis@ishostka.sumdu.edu.ua)

Развитие народного хозяйства и урбанизация населения влечет за собой необходимость в постоянном водоснабжении. При этом штатные металлические водопроводные трубы обладают низкой долговечностью и невысокими эксплуатационными характеристиками.

Исходя из данной проблемы, возникает необходимость в поиске материала, который обеспечил бы большую долговечность водопроводных труб.

В ходе исследования было рассмотрено 3 типа водопроводных труб: металлические, металлопластиковые и полимерные из поливинилхлорида.

Определено, что долговечность наиболее распространенных водопроводных труб из стали, чугуна, металлопластика и полиэтилена колеблется в пределах 30-90 лет, но они имеют ряд недостатков, связанных с коррозионнотойкостью, стоимостью, сложностью сборки разветвленных конструкций [1, 2].

Поливинилхлоридные трубы (для исследований были выбраны трубы из суспензионного ПВХ [3]) имеют хорошие технико-экономические показатели, непосредственно связанные с низкой себестоимостью эксплуатации, низкими затратами на установку и монтаж, значительным сроком службы, а также возможностью утилизации трубопровода, чей срок эксплуатации истек.

Испытания на долговечность не входят в перечень обязательных испытаний для полимерных изделий и потому для определения характеристик труб из ПВХ были проведены расчеты долговечности по методу Бройдо.

Расчетная долговечность ( $\tau_{T_3}$ ) в годах для подземных труб при конкретном значении температуры эксплуатации ( $T_3$ ) определялась с учетом следующих значений величин для труб:

$$E_D = (E - \Delta E_{\text{м.в.}} - \gamma \sigma_p)$$

расчетная долговечность ( $\tau_{T_3}$ ) в годах определяется по формуле

$$\tau_{T_3} = \left( 10^{\alpha(E - \Delta E_{\text{м.в.}} - \gamma \sigma_p) + \beta} e^{\frac{(E - \Delta E_{\text{м.в.}} - \gamma \sigma_p)}{RT_3}} \right) / m,$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  - эмпирические коэффициенты, принимаются для ПВХ  $\alpha = -0,1176$  и  $\beta = -0,1360$  [4];

$E$  - минимальное значение энергии активации по [5, 6]  $E = 128$  кДж/моль;

$\Delta E_{\text{м.в.}}$  - уменьшение энергии активации испытываемого материала при постоянном воздействии жидкой среды (уменьшение энергии межмолекулярных взаимодействий на поверхности труб вследствие эффекта Ребиндера), кДж/моль, равное для систем канализации из поливинилхлоридных труб - 6,0;

$\gamma$  - структурно-чувствительный коэффициент материала трубы, кДж/(моль·МПа), принимаемый для труб из ПВХ - 2,20;

$\sigma_p$  - расчетное напряжение в стенке трубы, МПа,  $\sigma_p = 0,35$  МПа;

$P_p$  - рабочее давление среды (теплоносителя, воды, газа) в трубе, 0,6 МПа;

$d$  - наружный диаметр трубы, 600 мм (с учетом того, что полимерное покрытие является лишь внутренней частью толщины трубы);

$s$  - толщина стенки трубы, 10 мм;

$SF$  - коэффициент запаса прочности, принимаемый для систем холодного водоснабжения - 1,0.

Следовательно

$E_d = 121,23$  кДж.

$R$  - универсальная газовая постоянная,  $R = 8,314 \cdot 10^{-3}$  кДж/(моль·К);

$T_0$  - температура эксплуатации (температура транспортируемой среды), в среднем 293 К;

$m$  - коэффициент перевода долговечности в годы (для ПВХ  $m = 8760$ ).

Подставив указанные данные в формулу для расчета получаем:

$\tau_{T_0} = 1896$  лет.

Следует отметить, что присутствие кислорода ускоряет термическую деструкцию поливинилхлорида и снижает энергию активации. Так, при нагревании образца поливинилхлорида в токе кислорода за 2 часа выделяется хлористого водорода в 3 раза больше по сравнению с инертной атмосферой, причем скорость выделения хлористого водорода увеличивается со временем. Возможно, что такой автокаталитический характер реакции связан с возникновением новых активных центров в результате распада образующихся гидроперекисей. Увеличение длины кинетических цепей по сравнению с обычной термодеструкцией, а также вероятности разрыва углеродного скелета макромолекул приводит к образованию растворимых остатков.

Однако данные процессы протекают лишь при температурах, превышающих температуру стеклования ПВХ 75-80 °С, и возникновение их в водопроводных трубах не возможно, а потому дополнительное исследование не актуально.

Исходя из расчетов долговечность труб из стандартного суспензионного ПВХ составляет 1896 лет. Они более технологичны и экологически чисты, так как не подвержены окислению при заданных температурах. Использование труб водопроводных из суспензионного ПВХ является перспективным направлением развития водоснабжения.

Использованная литература:

1. Абрамов Н. Н. Водоснабжение. Учебник для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. - Москва: Стройиздат, 1974. - 480 с.
2. Проектирование и монтаж трубопровод из ПВХ и ХПВХ, соединяемых методом холодной сварки, для холодного/горячего водоснабжения и отопления. Указания по проектированию и монтажу. / Под общей ред. док. тех. наук П. И. Оржекаускаса: 3-е изд., перераб. и доп. Genova Products (США). - Каунас: 2002. - 75 с.
3. ГОСТ 14322-78. Поливинилхлорид суспензионный. Технические условия. - Москва, ИПК Издательство стандартов, 1998 г. - 24 с.
4. Государственный стандарт республики Беларусь СТБ 1333.2-2002. Изделия полимерные для строительства. Метод определения долговечности труб полимерных для инженерно-технических систем.- Минск, 2002. - 11 с.
5. Эмануэль Н.М., Бучаченко А.Л. Химическая физика молекулярного разрушения и стабилизации полимеров. М.: Наука. 1988. - 368 с.
6. Тагер А.А. Физико-химия полимеров. - М: Научный мир, 2007. - 574 с.