

ХІМІЧНІ НАУКИ

УДК 678.743.2:678.027.3-023.846

ВИПРОБОВУВАННЯ ТРУБ З НПВХ І ПВХ-О З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ ТЕНЗОМЕТРІЇ І АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ

Найда А.М.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»

В межах статті подані результати проведених випробовувань властивостей труб з ПВХ і ПВХ-О з використанням методів тензометрії і акустичної емісії. Створена установка безпечного проведення випробовувань підвищеним тиском труб. Наведено методику підготовки взірців труб до випробовувань. Показано ефективність використання труб ПВХ-О порівняно з трубами НПВХ. Отримані дані щодо значень напружень на зовнішній поверхні труб при їх навантаженні внутрішнім тиском.

Ключові слова: полімерний матеріал, труба з ПВХ-О, труба з ПВХ, полівінілхлорид, акустична емісія, тензометрія.

Вступ. В даний час найкращим шляхом вирішення проблем зменшення витрат у прокладанні мереж водопостачання є напрям випуску труб ПВХ з молекулярною орієнтацією або труби з орієнтованого ПВХ (ПВХ-О).

Труби з орієнтованого ПВХ – найдосконаліші труби для транспортування води під тиском, які на сьогоднішній день доступні на ринку.

Завдяки процесу молекулярної орієнтації ці труби виділяються значною кількістю виняткових особливостей серед інших труб, призначених для цієї області застосування. ПВХ за своєю природою – аморфний полімер, молекули якого розташовані безладно. Але за певних умов (тиску, температури і швидкості) при витягці матеріалу можлива орієнтація молекул у напрямку витяжки. В даній статті показані результати експериментальних досліджень порівняння показників труб з НПВХ і ПВХ-О шляхом використання методів тензометрії і акустичної емісії.

Постановка проблеми. В даний час дуже мало інформації про порівняння характеристик труб з ПВХ і ПВХ-О і необхідно створити спеціальні стенди для проведення випробувань даних труб шляхом використання методів тензометрії і акустичної емісії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблему визначення механічних властивостей труб з полівінілхлориду висвітлено в наукових працях видатних науковців, таких як Тугов І.І., Костиркіна Г.І. [5], Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. [6], Михасенок О.Я. [8], Гришин А.Н., Гуткович А.Д., Шебиров В.В. [10], Минскер К.С., Заиков Г.Е. [11], та інші.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Вперше для дослідження напружень, що виникають на зовнішній поверхні труби при навантаженні її внутрішнім тиском використані методи тензометрії і акустичної емісії.

Формулювання цілей статті. Ціллю статті є порівняння характеристик труб з ПВХ-О і ПВХ шляхом використання методів тензометрії і акустичної емісії.

Виклад основного матеріалу. Для проведення експериментів щодо порівняння характеристик труб з ПВХ-О і НПВХ, об'єктами дослідження

були ПВХ-О труба, зовнішнім діаметром 110 мм з товщиною стінки 2 мм і труба з НПВХ, зовнішнім діаметром 90 мм з товщиною стінки 3,5 мм (з якої потім робили трубу ПВХ-О 110*2). З обох кінців до труб були вставлені сферичні заглушки. В одній із них був вмонтований штуцер, через який велось нагнітання труби рідиною і створювався необхідний тиск.

При підготовці до проведення випробувань зразка було вирішено розташувати вздовж зразків сім тензодатчиків КФ 5П1-10-200-Б-12 (див. Рис. 1) та стільки ж вздовж протилежного боку для дублювання та підвищення точності вимірювань, таким чином, щоб крайні датчики розташовувались поблизу торців труби на відстані 15 мм, а решта рівновіддалені один від одного на відстані 60мм, з умовою, що четвертий датчик знаходився б рівно по середині, а два його сусідніх близько країв зони розширення.

У разі нестатку чутливості цих датчиків передбачено додаткові датчики з іншою чутливістю (два датчики з базою 5мм та один з базою 20 мм), які розташовані посередині труби біля датчика 4. Схема розташування тензодатчиків на розгортці труби зображено на рис. 1.

Тензорезистори наклеювались на об'єкт дослідження за допомогою клею «Цианопан», до складу якого входить ціакрін.

Підготовлену та обезжирену поверхню зразка вкривали тонким шаром клею та давали йому підсохнути протягом 5-7 хвилин. Далі вкривали зразок ще раз більш товстим шаром клею з подальшою сушкою протягом 1-2 хвилини при кімнатній температурі.

Покривали контактну поверхню тензодатчика тонким шаром клею і розташовували перпендикулярно осі зразка і одразу ж, притиснувши тензодатчик фторопластовою плівкою, рухом пальців вздовж датчика видаляли з-під нього залишки клею. Іншою плівкою міцно притискували тензодатчик до зразка і витримували 30-40 сек.

Номінальний час сушки тензодатчиків складав 2-3 доби при кімнатній температурі.

Після сушки тензодатчики перевіряли омметром з вихідною напругою не більше 0,5 вольт

та виконували приєднання відводів до комутаційних кабелів.

Загальний вигляд препарованої труби зображено на рис. 2.

Кожен з датчиків з'єднували із своїм каналом тензоапаратури 8АНЧ-26 за допомогою кабелів. Оброблений та підсилений сигнал від тензоапаратури надходив на свій окремий канал осцилографа.

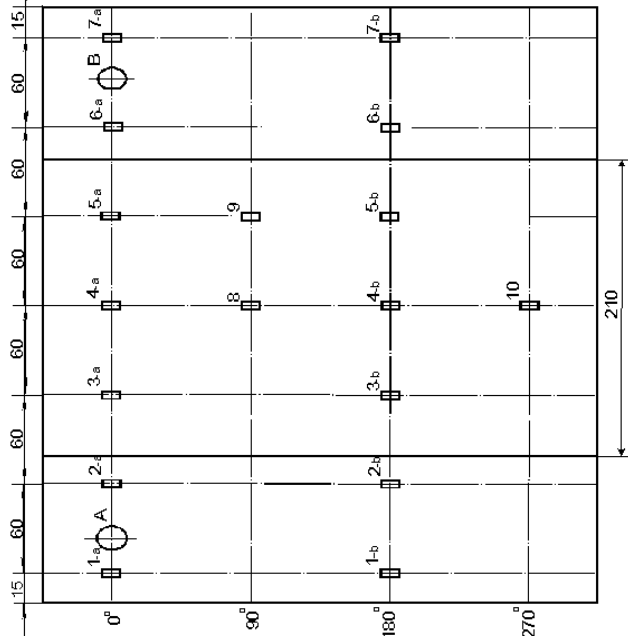


Рис. 1. Схема препарування датчиками досліджуваної труби:

1-а, 1-б, 2-а, 2-б, 3-а, 3-б, 4-а, 4-б, 5-а, 5-б, 6-а, 7-а, 7-б-тензодатчики; А, В-датчики акустичної емісії

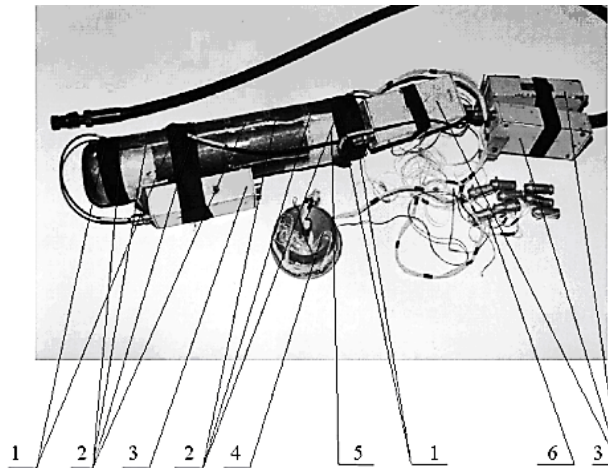


Рис. 2. Загальний вид препарованого зразка

Загальний вигляд комплексу тензоапаратури зображено на рис. 3.

Для контролю за початком руйнівних процесів навантаженого зразка встановлювали апаратуру акустичної емісії. Датчики акустичної емісії П113 розташовували на краях труби, що давало змогу контролювати всю поверхню досліджуваного зразка. Попередньо змащені мастилом типу ЦІАТІМ робочі частини датчиків акустичної емісії приєднували до зразка за допомогою ізоляційної стрічки. Далі датчики приєднувались за допомогою кабелів до апаратури АФ-15, яка

оброблювала отримані сигнали та надсилала їх через модуль паралельного цифрового інтерфейсу Р10-48 на вхід персонального комп'ютера, де вони остаточно оброблювались.

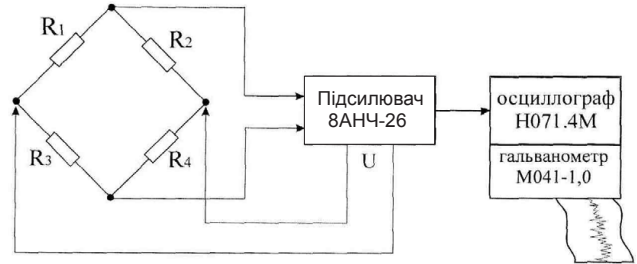


Рис. 3. Блок-схема підключення тензометричної апаратури

Загальний вигляд апаратури акустичної емісії зображено на рис. 4.

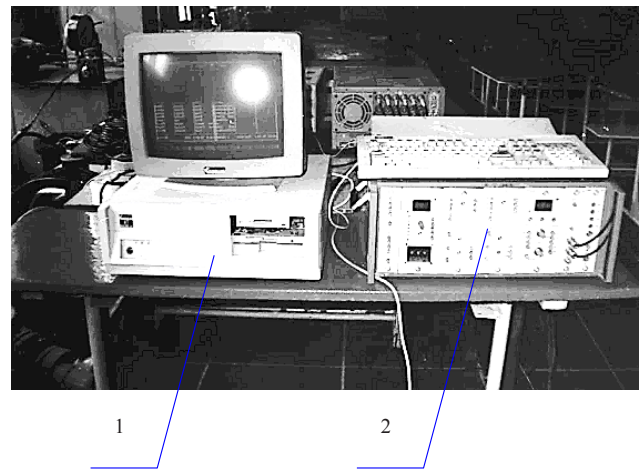


Рис. 4. Акусто-емісійна апаратура: 1-персональний комп'ютер; 2-апаратура АФ-15

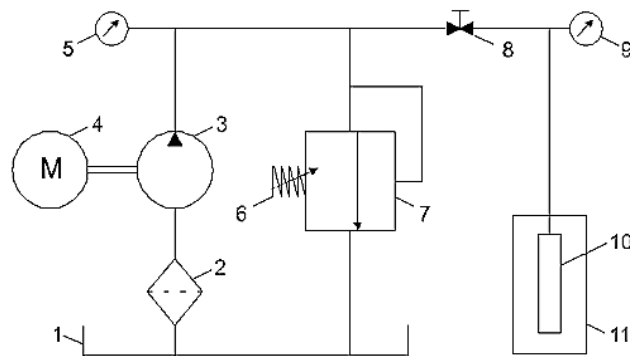


Рис. 5. Схема установки нагнітання тиску: 1-бак з робочою речовиною; 2-фільтр; 3-насос 12-31М; 4-електромотор; 5-манометр з межею до 10 МПа; 6-пружина запобіжного клапана; 7-клапан ПГ66-12; 8-кран; 9-манометр з межею до 4 МПа; 10-труба; 11-стальний кожух

Для зручності та з умовою необхідної точності було сформовано наступну конструкцію, зображену на рис. 2.8, устаткування для нагнітання тиску в досліджувану трубу.

Установка здатна поступово утворювати тиск від 0 до 4,0 МПа із зупинкою на будь-якому значенні за допомогою крана. Манометр із межею до 10 МПа. контролює тиск у системі, а інший ма-

нометр із межею до 4 МПа-тиск у досліджуваній трубі. Клас точності обох манометрів дозволяє виконувати вимірювання із достатньою точністю випробувань.

Так як робота виконувалась з трубою із підвищеним тиском, то для безпечного проведення дослідів передбачено ряд запобіжних заходів:

– використання захисного металевого кожуха, в якому розташовували об'єкт дослідження;

– замість газу трубу наповнювали машинним мастилом, яке має значно більшу густину, а отже більш безпечно при можливому руйнуванні труби.

Загальний вигляд установки зображено на рис. 5.

Далі проводили дослідження. Результати досліджень зображені на рис. 6.

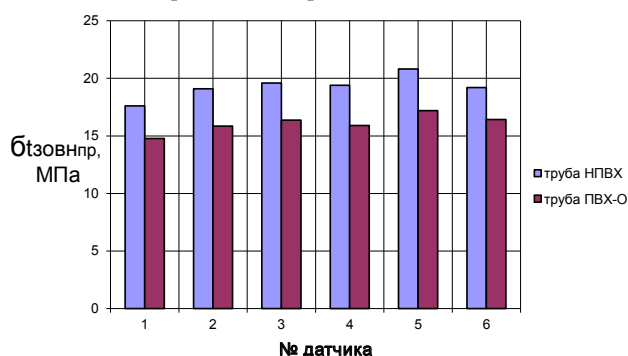


Рис. 6. Діаграма ефективності використання ПВХ-О труб порівняно з трубами НПВХ

Порівнюючи значення напружень на поверхні досліджуваної труби на різних ділянках помітили певну ефективність у використанні труб з ПВХ-О. Результати порівняння занесли у таблицю 1.

Таблиця 1

Ефективність використання труб з ПВХ-О

	№ датчика					
	1	2	3	4	5	6
$\Delta\sigma_t$, МПа	2,82	3,25	3,23	3,49	3,61	2,77
% ефективн.	16,02	17,02	16,48	17,99	17,35	14,43

де, $\Delta\sigma_t = \sigma_{t \text{ НПВХ}} - \sigma_{t \text{ ПВХ-О}}$;

$$\% \text{ ефект.} = \frac{\Delta\sigma_t}{\sigma_{t \text{ НПВХ}}} \cdot 100\%$$

З приведеної таблиці слідує, що максимальна ефективність використання труб з ПВХ-О порівняно з трубою НПВХ по датчику № 4 складає приблизно 18%.

По цьому ж датчику видно, що напруження в трубі з ПВХ-О при тиску знизилось на 3,49 МПа порівняно з трубою з НПВХ.

Висновок. Отже дослідження показали, що напірні трубопроводи з ПВХ-О труб в процесі експлуатації ефективніші від трубопроводів з труб з НПВХ, оскільки зовнішні напруження на поверхні труб при однакових умовах експлуатації у ПВХ-О труб менші, що дозволяє експлуатувати ПВХ-О труби з середовищем при більших тисках, а також дані труби будуть мати довший термін служби.

Список літератури:

1. ДСТУ Б.В.2.7-147:2007 «Будівельні матеріали. Труби із непластифікованого полівінілхлориду та фасонні виробу до них для холодного водопостачання. Технічні умови».
2. ISO 9969:1994 Thermoplastics pipes – Determination of ring stiffness (Труби з термопластів. Визначення кільцевої жорсткості)
3. EN 744: 1995 Thermoplastics pipes. Test method for resistance to external blows by the round-the-clock method (Труби з термопластів. Метод тестування на стійкість до дії зовнішніх ударів рівномірно розподілених по периметру)
4. EN 1452 -1 Plastics piping systems for water supply- Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U) – Part 1: General (Системи пластмасових трубопроводів для водопостачання – не пластифікований полівінілхлорид (НПВХ) – Частина 1. Загальна.
5. Тугов И.И., Костыркина Г.И. Химия и физика полимеров. М.: Химия, 1989.- 432 с.
6. Гуль В.Е., Кулезнев В.Н. Структура и механические свойства полимеров. М.: Высшая школа, 1979.- 351 с.
7. Основы физики и химии полимеров. Под ред. В.Н. Кулезнева. М.: Высшая школа, 1979.- 248 с.
8. Михасенок О.Я. Тенденции индустрии пластмасс //Полимерные материалы. – 2003. – № 1. – С. 6-9.
9. Беренфельд В.А. Изделия из поливинилхлорида в современном зарубежном строительстве //Строительство и архитектура. Вып. 4: ВНИИИ- ТПИ- 1995. – С. 45.
10. Гришин А.Н., Гуткович А.Д., Шебырев В.В. Современные тенденции развития производства ПВХ //Пластик. – 2004. – № 1. – С. 29-33.
11. Минскер К.С., Заиков Г.Е. Достижения и задачи исследований в области старения и стабилизации ПВХ // Пластические массы. – 2001. – № 4. – С. 27-35.
12. Минскер К.С., Федосеева Г.Т. Деструкция и стабилизация ПВХ. – М.: Химия, 1972.- 424 с.

Найда А.М.

Национальный технический университет Украины
«Киевский политехнический институт»

ИСПЫТАНИЯ ТРУБ ИЗ НПВХ И ПВХ-О С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ТЕНЗОМЕТРИИ И АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ

Аннотация

В рамках статьи представлены результаты проведенных испытаний свойств труб из ПВХ и ПВХ-О с использованием методов тензометрии и акустической эмиссии. Создана установка безопасного проведения испытаний повышенным давлением труб. Приведена методика подготовки образцов труб к испытаниям. Показана эффективность использования труб ПВХ-О по сравнению с трубами НПВХ. Получены данные относительно значений напряжений на наружной поверхности труб при их нагрузке внутренним давлением.

Ключевые слова: полимерный материал, труба из ПВХ-О, труба из ПВХ, поливинилхлорид, акустическая эмиссия, тензометрия.

Naida A.M.

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

TEST PIPES OF UNPLASTICIZED PVC-O USING THE METHODS STRAIN GAUGES AND ACOUSTIC EMISSION

Summary

Within the article the results of testing the properties of PVC pipes and PVC-O using the methods strain gauges and acoustic emission. Established safe installation of high pressure pipes testing. The method of preparation of models to test tubes. The efficiency of the use of PVC-O pipes compared to pipes of unplasticized PVC. The data on the values of the stress on the outside of the pipes in their internal pressure loading.

Keywords: polymeric material, PVC-O pipe, polyvinylchloride, strain gauges, acoustic emission.