

7. Дмитриченко, М. Ф. Системологія на транспорті [Текст]. Кн. IV. Організація дорожнього руху: підручник / Е. В. Гаврилов, М. Ф. Дмитриченко, В. К. Доля та ін.; під заг. ред. М. Ф. Дмитриченка. — К.: Знання України, 2007. — 452 с.
8. Мишури, В. М. Психофізіологічні основи праці водіїв автомобілів [Текст]: учеб. посібник / В. М. Мишури, А. Н. Романов, Н. А. Ігнатов. — М.: МАДИ, 1982. — 254 с.
9. Johannsen, G. Nebenaufgaben als Beanspruchungsmeßverfahren in Fahrzeugführungsaufgaben [Text] / G. Johannsen // Zeitschrift für Arbeitswissenschaft. — 1976. — № 30. — P. 45–50.
10. Давідіч, Ю. О. Проектування автотранспортних технологічних процесів з урахуванням психофізіології водія [Текст] / Ю. О. Давідіч. — Харків: ХНАДУ, 2006. — 292 с.
11. Crave, I. E. Pilot's fatigue and emotional problems [Text] / I. E. Crave // Fright Mag. — 1972. — № 2. — P. 161–170.
12. Hale, H. B. Physiologic stress during 50 hour double shift missions in C-141 aircraft [Text] / H. B. Hale, B. O. Hartman, D. A. Datz // Aerospace Med. — 1972. — № 3. — P. 138–148.
13. Полев, Н. У. Модель впливу транспортного затору на функціональне стан водія [Текст] / Н. У. Полев // Восточно-Европейський журнал передових технологій. — 2011. — № 2/6(50). — С. 73–75. — Режим доступу: \www/URL: http://journals.urau.ua/ejet/article/view/1815
14. Френкель, А. А. Многофакторные корреляционные модели производительности труда [Текст] / А. А. Френкель. — М.: Экономика, 1966. — 96 с.
15. Баевский, Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе [Текст] / Р. М. Баевский, О. Н. Кириллов, С. З. Клецкин. — М.: Наука, 1984. — 222 с.
16. Митропольский, А. К. Техника статистических вычислений [Текст] / А. К. Митропольский. — М.: Наука, 1971. — 576 с.
17. Вознесенский, В. А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях [Текст] / В. А. Вознесенский. — М.: Финансы и статистика, 1981. — 264 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УСЛОВИЙ ТРАНСПОРТНОГО ЗАТОРА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДИТЕЛЯ

Обоснована необхідність оцінки впливу транспортної пробки на стан водія. Розглянуті фактори, котрі впливають на функціональний стан водія в транс-

портному заторі. Складена регресійна модель оцінки психофізіологічного стану водія в транспортній пробці. Оцінені статистичні характеристики одержаного регресійного рівняння. Проведено порівняння впливу умов транспортної пробки на групи водіїв за типом нервової системи.

Ключові слова: регресійне рівняння, психофізіологічне стан, транспортна пробка, транспортна система, показник активності регуляторних систем.

Полев Низами Уруджевич, кандидат технічних наук, доцент, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна, e-mail: ngulev@mail.ru.

Доля Віктор Костянтинівич, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна.

Літомін Євген Вікторович, асистент, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Україна, e-mail: last1785@mail.ru.

Полев Низами Уруджевич, кандидат технічних наук, доцент, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. А. Н. Бекетова, Україна.

Доля Віктор Константинович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. А. Н. Бекетова, Україна.

Літомін Євген Вікторович, асистент, кафедра транспортних систем і логістики, Харківський національний університет міського господарства ім. А. Н. Бекетова, Україна.

Gulev Nizami, O. M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv, Ukraine, e-mail: ngulev@mail.ru.

Dolya Victor, O. M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv, Ukraine.

Litomin Eugene, O. M. Beketov National University of Urban Economy, Kharkiv, Ukraine, e-mail: last1785@mail.ru.

УДК 678.027.3

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.41558

Найда А. М.

РЕЛАКСАЦІЯ НАПРУЖЕНЬ ТРУБ З ПВХ-О НА УСТАНОВЦІ ВИГОТОВЛЕННЯ ТРУБ З ПВХ-О

В межах статті запропонований спосіб для отримання труб з ПВХ-О, що містить: пристрій для протяжки труб; пристрій для формування другого зовнішнього діаметру; пристрій калібрування зовнішнього діаметру труб. Визначено, при яких мінімальних швидкостях протяжки релаксація напружень в трубі при виробництві труб з ПВХ-О проходить швидше. Визначені оптимальні технологічні параметри.

Ключові слова: полімерний матеріал, труба з ПВХ-О, труба з ПВХ, полівінілхлорид, релаксація напружень.

1. Вступ

Деякі десятиліття років системи внутрішньої і зовнішньої водопровідної системи монтувались із сталевих оцинкованих труб. Сьогодні їх вивірено витісняють полімерні труби, зокрема труби із непластифікованого полівінілхлориду (НПВХ). В даний час найкращим шля-

хом вирішення проблеми 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. Беручи до уваги, що ПВХ-О проявляє виняткову втому міцність і дуже

хорошу хімічну стійкість, подібно до традиційного ПВХ, що не буде перебільшенням сказати, що цей тип труб здатний витримувати роботу під тиском більше сотні років. ПВХ-О труби стійкі до удару. Завдяки цій якості при падінні труби або в результаті падіння на неї каменя в процесі монтажу або при випробуванні руйнування труби не відбувається. Крім того, молекулярна орієнтація запобігає поширенню тріщин і подрипин і виключає небезпеку швидкого поширення тріщини. Як результат — помітне збільшення терміну служби труб.

На підставі всього цього можна говорити про те, що ПВХ-О труби є найкращим рішенням для застосування в мережах водопостачання, що працюють під високим і середнім тиском, в зрошувальних системах, системах пожежогасіння та насосних системах, а також в інших областях. Це є майбутнє водопровідного транспорту України.

На Україні відсутні технології виготовлення труб з ПВХ-О. Тому слід розробити і впровадити установки виробництва труб з ПВХ-О. Але не тільки розробити установки, а також визначити на них оптимальні параметри технологічного процесу, при яких труба з ПВХ-О буде мати кращі характеристики, ніж аналогічна труба з НПВХ.

2. Аналіз літературних даних

Методи визначення характеристик і властивостей труб з полівінілхлориду, викладені в стандартах [1–4]. Теоретичні основи з залежностей властивостей і характеристик від вимог до виробів з полівінілхлориду, умов переробки розглянуто в наукових працях Тугова І. І., Костиркіної Г. І. [5], Гусева В. В. [6], Мінскера К. С., Заикова Г. Є. [7], Уїлки Ч. [8], Володіна В. П. [9], Уїлоубі [10], Робейнс Дж. [11], були використані при проведенні досліджень.

3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єкт дослідження — труба з полівінілхлориду, отримана методом молекулярної орієнтації.

Метою статті є створення установки для отримання труб з ПВХ-О, що містить: пристрій для протяжки труб; пристрій для формування другого зовнішнього діаметру; пристрій калібрування зовнішнього діаметру труб; визначення, при яких мінімальних швидкостях протяжки релаксація напружень в трубі при виробництві труб з ПВХ-О проходить швидше, визначення оптимальних значень таких технологічних параметрів, як швидкість протяжки, температура нагріву труби, що призводить до релаксації напружень в трубі ПВХ-О при її виготовленні.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:

1. Створити установку для отримання труб з ПВХ-О.
2. Провести дослідження труб з ПВХ-О на визначення оптимальних технологічних параметрів її виготовлення.

3. Дослідити напруження, що виникають при виготовленні труб з ПВХ-О.

4. Результати дослідження напружень труб з ПВХ-О

При будь-якому зовнішньому впливі на систему, що знаходиться в рівновазі, в ній відбувається перебудова, що приводить до зміни всіх її властивостей, що прагнуть до значень, відповідним нового стану рівноваги (рис. 1).

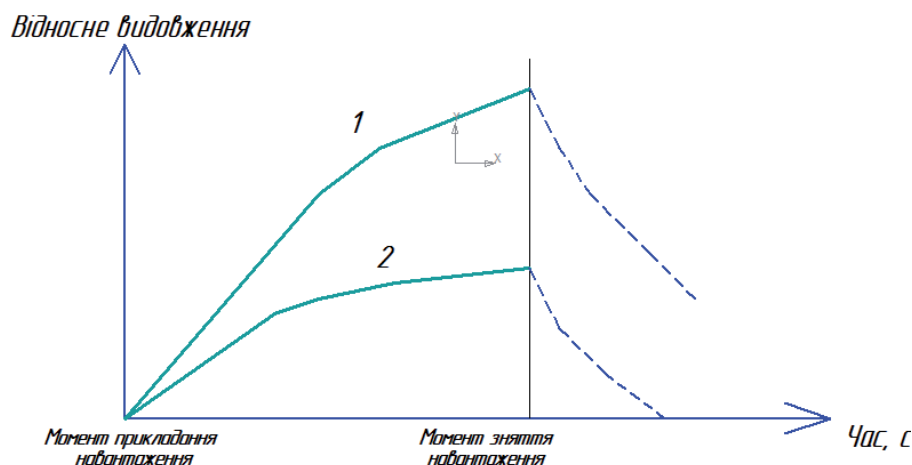


Рис. 1. Зміна відносного видовження аморфного полімеру при $\sigma = \text{const}$: 1 — лінійний полімер; 2 — тримірний полімер

Для низькомолекулярних речовин тривалість цих перебудов складає 10^{-8} – 10^{-10} с. В основі цих перебудов лежить тепловий рух. В полімерах для здійснення конформаційних переходів потрібен час, який залежить від молекулярної маси, міжмолекулярних взаємодій, температури.

Всі явища, пов'язані з переходом систем з нерівноважних станів у рівноважні в результаті теплового руху кінетичних одиниць, називаються релаксаційними.

За швидкість релаксації зазвичай приймають величину, що зворотна часу $1/\tau$, необхідного для зміни властивостей системи в e разів, порівняно з вихідним станом.

Релаксацію полімерів вивчають шляхом реєстрації якоїсь властивості (високоеластичної деформації, діелектричної постійної, і т. д.) полімерної системи в часі:

$$y = y_0 e^{-t/\tau}, \quad (1)$$

де t — період часу, протягом якого параметр змінюється від y_0 до y ; τ — час релаксації системи.

На установці для виготовлення труб з ПВХ-О (рис. 2) вимірювання релаксації проводили за методом релаксації напружень. Для цього на трубу з НПВХ діаметром 110 і товщиною стінки 2,7 мм, поз. 7 (рис. 3) наносилися датчики тензовимірювальної апаратури горизонтально (розміщені 1, 3, 5) і вертикально (розміщені 2, 4, 6).

Використовували тензометричний вимірювальний перетворювач, що являв собою параметричний резистивний перетворювач, який перетворює деформацію твердого тіла, викликану дією на нього механічного напруження, в електричний сигнал.

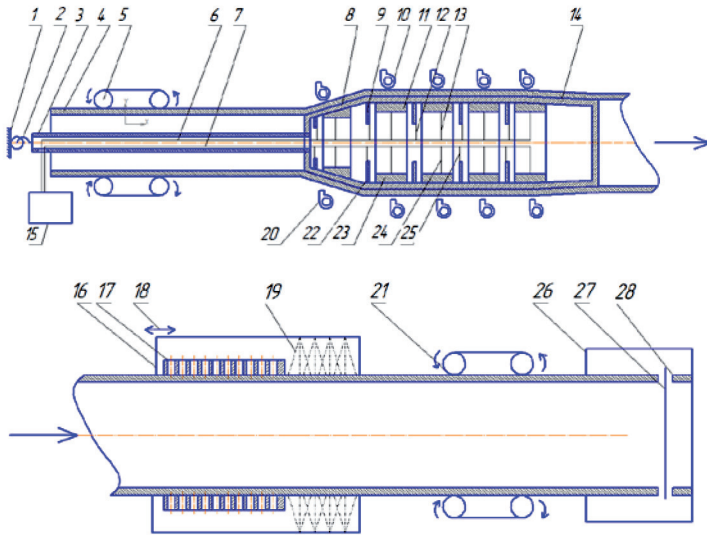


Рис. 2. Установка для изготовления труб из ПВХ-О:

1 — нерухома опора; 2 — кріплячий елемент; 3 — трубка-тримач; 4 — труба з ПВХ; 5 — перший тягучий пристрій; 6, 7 — кабели; 8 — конічна оправка; 9 — датчик температури; 10 — повітродувки; 11 — нагрівальний елемент; 12 — кабель зв'язку; 13 — кабель живлення; 14 — спадаюча частина конічної оправки; 15 — блок керування; 16 — вакуумна ванна; 17 — калібр; 18 — переміщувач; 19 — форсунки охолодження; 20 — повітродувки; 21 — другий тягучий пристрій; 22 — датчики температури; 23 — нагрівальний елемент; 24 — кабель живлення; 25 — кабель зв'язку; 26 — відрізний пристрій; 27 — відрізний елемент; 28 — труба з ПВХ-О, після відрізу

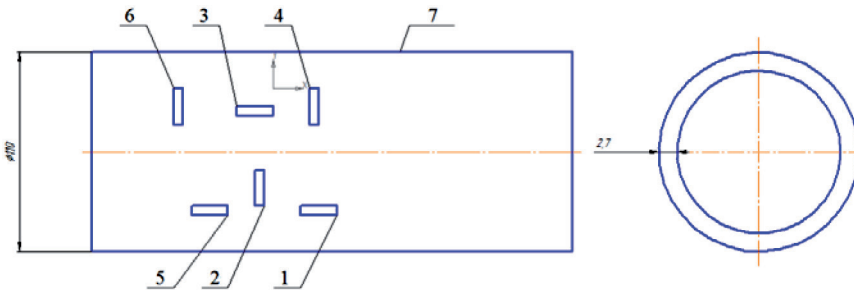


Рис. 3. Схема нанесення датчиків тензовимірювальної апаратури на трубу з НПВХ:
1, 5, 3 — горизонтальні датчики; 2, 4, 6 — вертикальні датчики; 7 — труба з ПВХ-О

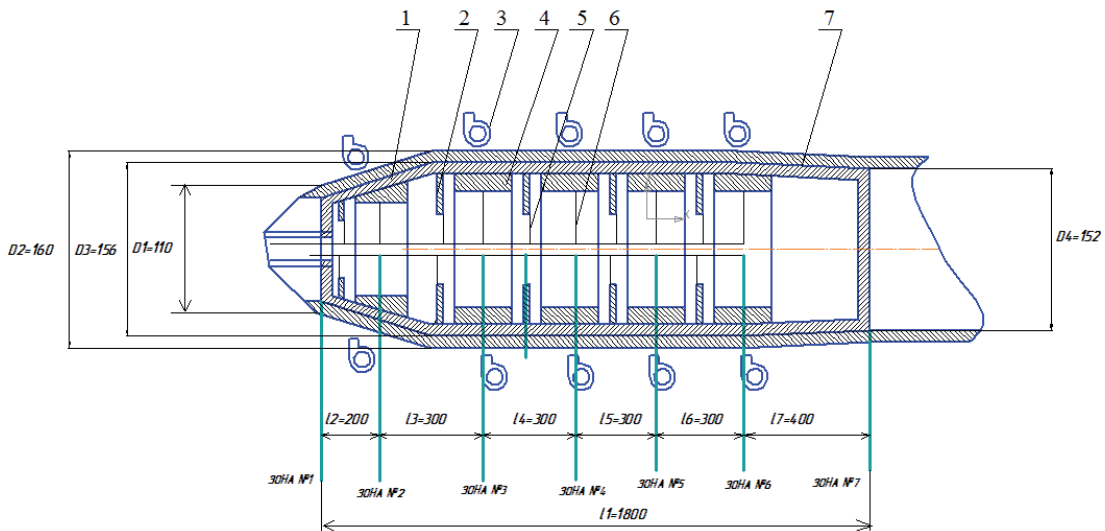


Рис. 4. Схема розміщення зон випробовування тензодатчиками:

1 — конічна оправка; 2 — датчик температури; 3 — повітродувка; 4 — нагрівальний елемент; 5 — кабель зв'язку; 6 — кабель живлення; 7 — спадаюча частина конічної оправки

Резистивний тензодатчик представляє собою підставку із закріпленим на ньому чутливим елементом. Принцип вимірювання деформацій за допомогою тензометричного перетворювача полягає в тому, що при деформації змінюється активний опір тензорезистора. Тензометричний вимірювальний перетворювач конструктивно являє собою тензорезистор, чутливий елемент якого виконаний з тензочутливого матеріалу (дроту, фольги та ін.), закріпленій за допомогою клею на трубі. Для приєднання чутливого елемента в електричний ланцюг в тензорезисторах є вивідні провідники.

Після нанесення датчиків і підключення їх до тензовимірювальної апаратури, з НПВХ труби на установці (рис. 4) робили трубу ПВХ з регульованою температурою, але з різними швидкостями витяжки і знімали параметри з датчиків. Трубу протягували через конічну оправку 1 таким чином, щоб датчики ніде не контактували з різними елементами установки і знімали покази до того, як труба зійде з оправки 1 перед вакуумною ванною (рис. 4). В кожній зоні знімали покази датчиків тензометрії. Розташування датчиків на трубі зображено на рис. 3.

Зміна напружень при виготовленні з труби НПВХ труби ПВХ-О, її релаксація зображені на графіках рис. 5–10.

Аналізуючи вищенаведені графіки (рис. 5–10) видно, що релаксація напружень в трубі при виробництві труб з ПВХ-О проходить швидше при мінімальних швидкостях протяжки, в результаті чого застосування вакуумної ванни після конічної оправки може бути не обов'язковим, однак враховуючи те, що швидкість випуску труби

повинна бути достатньою для промислових масштабів, звичайно для цього слід застосовувати вакуумну ванну, де йде подальше формування зовнішнього діаметру труби і закінчення релаксаційних процесів в трубі. Отже, цим випробуванням доведено необхідність включення в склад технологічної лінії випуску труб з ПВХ-О додаткової вакуумної ванни після кінчної оправки, а також визначено динаміку зміни напружень в трубі при різних швидкостях витяжки труби.

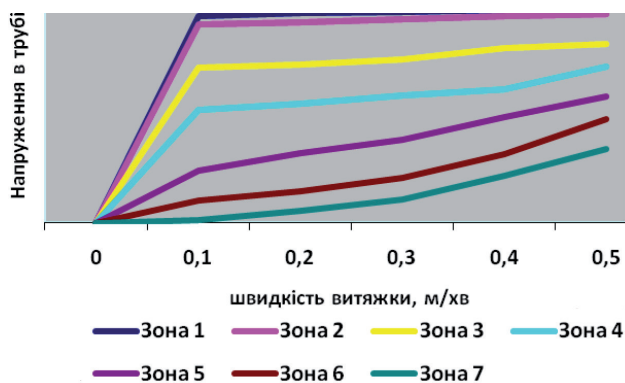


Рис. 5. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 1

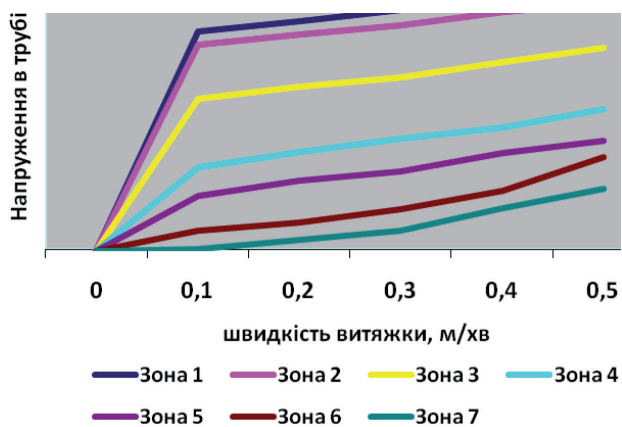


Рис. 6. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 2

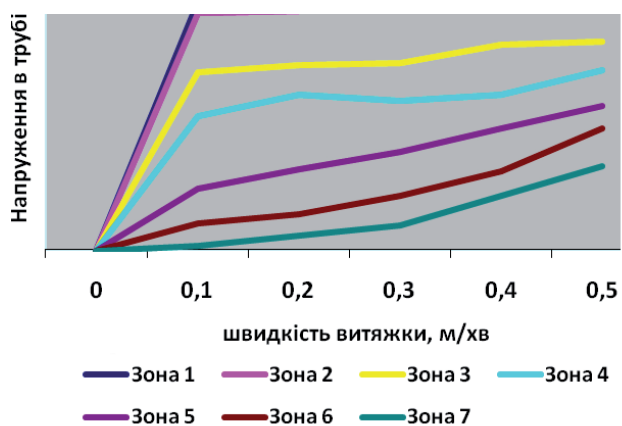


Рис. 7. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 3

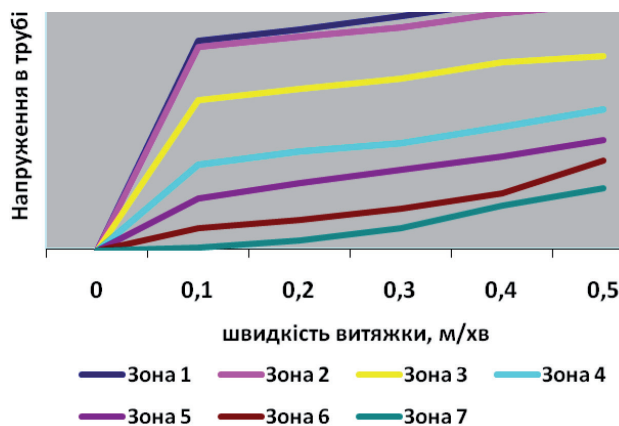


Рис. 8. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 4

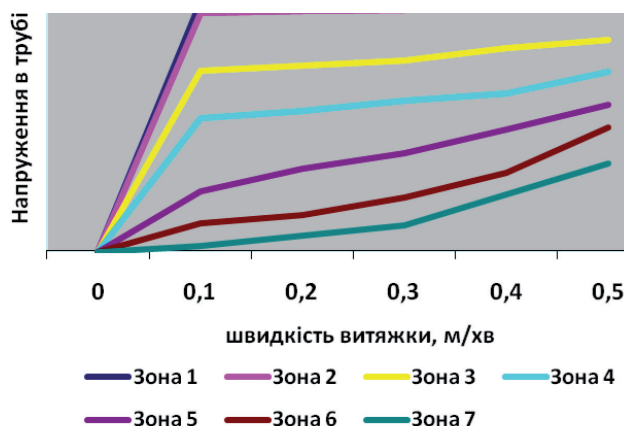


Рис. 9. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 5

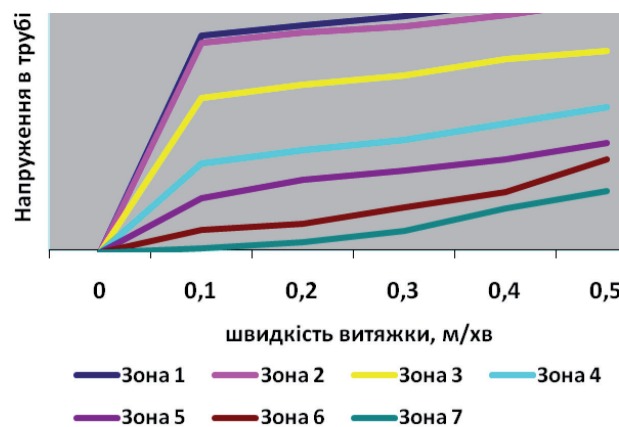


Рис. 10. Графік зміни напружень в трубі для датчика № 6

5. Обговорення результатів дослідження напружень труб з ПВХ-О

Переважа дослідження полягають у визначенні оптимальних параметрів виробництва труб з ПВХ-О на створеній установці; недоліком є складність її виготовлення.

Дане дослідження корисне тим, що проектні організації, керуючись даними досліджень зможуть проводити проектування мінімально необхідного обладнання для виготовлення труб з ПВХ-О.

Дослідження є новими і далі вони будуть вдосконалюватись.

6. Висновки

В результаті проведених досліджень:

1. Створена установка отримання труб з полівінілхлориду, що містить:

— пристрій для протяжки труб;

— пристрій для формування другого зовнішнього діаметру;

— пристрій калібрування зовнішнього діаметру труб, який відрізняється тим, що в пристрої для формування другого зовнішнього діаметру додатково включений вузол нагріву оправки зсередини з допомогою нагрівальних елементів, що регулюються з блоку керування і вузол кінцевого формування в калібрі вакуумної ванни, що знаходиться за оправкою і має можливість повздовжнього регулювання відстані калібрування.

2. Визначені оптимальні значення таких технологічних параметрів, як швидкість протяжки, температура нагріву труби, що призводить до релаксації напружень в трубі ПВХ-О при її виготовленні.

3. Визначено, що релаксація напружень в трубі при виробництві труб з ПВХ-О проходить швидше при мінімальних швидкостях протяжки, в результаті чого застосування вакуумної ванни після кінцевої оправки може бути не обов'язковим, однак враховуючи те, що швидкість випуску труби повинна бути достатньою для промислових масштабів, звичайно для цього слід застосовувати вакуумну ванну, де йде подальше формування зовнішнього діаметру труби і закінчення релаксаційних процесів в трубі.

Література

1. ДСТУ Б.В.2.7-147:2007. Труби з непластифікованого полівінілхлориду та фасонні вироби до них для холодного водопостачання. Технічні умови [Текст]: Національний стандарт України. — К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва, 2007. — 88 с.
2. ISO 9969:1995. Thermoplastics pipes — Determination of ring stiffness [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.3403/00487717>
3. EN 744: 1995. Plastics piping and ducting systems. Thermoplastics pipes. Determination of resistance to external blows by the staircase method [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.3403/00650491>
4. EN 1452-1:1999. Plastics piping systems for water supply. Unplasticized poly (vinyl chloride) (PVC-U). General [Electronic resource]. — Available at: \www/URL: <http://dx.doi.org/10.3403/02151876>
5. Тугов, И. И. Химия и физика полимеров [Текст] / И. И. Тугов, Г. И. Костыркина. — М.: Химия, 1989. — 432 с.
6. Гузеев, В. В. Исследование и разработка композиционных материалов на основе поливинилхлорида [Текст]: дисс. ... д. т. н. / В. В. Гузеев. — М., 1979. — 36 с.
7. Минскер, К. С. Достижения и задачи исследований в области старения и стабилизации ПВХ [Текст] / К. С. Минскер, Г. Е. Заиков // Пластические массы. — 2001. — № 4. — С. 27–35.
8. Уилки, Ч. Поливинилхлорид [Текст] / Ч. Уилки, Дж. Саммерс, Ч. Даниэлс; пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова. — СПб.: Профессия, 2007. — 728 с.
9. Володин, В. П. Экструзия пластиковых труб и профилей [Текст] / В. П. Володин. — СПб.: Профессия, 2010. — 240 с.
10. Уилоуби, Д. Полимерные трубы и трубопроводы [Текст] / Д. Уилоуби. — СПб.: Профессия, 2010. — 485 с.
11. Robeyns, J. Molecular-oriented PVC (MOPVC) and PVC-U pipes for pressure applications in the water industry [Text] / J. Robeyns, P. Vanspeybroeck // Plastics, Rubber and Composites. — 2005. — Vol. 34, № 7. — P. 318–323. doi:10.1179/174328905x59782

РЕЛАКСАЦИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ТРУБ ИЗ ПВХ-О НА УСТАНОВКЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ТРУБ ИЗ ПВХ-О

В рамках статьи предложен способ получения труб из ПВХ-О, содержащий: устройство для протяжки труб; устройство для формирования второго наружного диаметра; устройство калибровки внешнего диаметра труб. Определено, при каких минимальных скоростях протяжки релаксация напряжений в трубе при производстве труб из ПВХ-О проходит быстрее. Определены оптимальные технологические параметры.

Ключевые слова: полимерный материал, труба из ПВХ-О, труба из ПВХ, поливинилхлорид, релаксация напряжений.

Найда Андрій Михайлович, директор, ТзОВ «Калуський трубний завод», Калуш, Україна, e-mail: zettarok@gmail.com.

Найда Андрей Михайлович, директор, ООО «Калушский трубный завод», Калуш, Украина.

Naida Andriy, LLD «Kalush pipe plant», Kalush, Ukraine, e-mail: zettarok@gmail.com