

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

НАЙДА АНДРІЙ МИХАЙЛОВИЧ



УДК 678. 743.2:678.027.3-023.846 (043.3)

**ОРІЄНТАЦІЙНА МОДИФІКАЦІЯ ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ ПРИ
ВИГОТОВЛЕННІ НАПІРНИХ ТРУБ**

05.17.06 – Технологія полімерних і композиційних матеріалів

АВТОРЕФЕРАТ
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2017

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі хімічної технології композиційних матеріалів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» Міністерства освіти і науки України

Науковий керівник: доктор технічних наук, професор
Петухов Аркадій Дем'янович,
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського», професор кафедри хімічної технології
композиційних матеріалів

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, доцент
Савченко Богдан Михайлович,
Київський національний університет технологій і дизайну,
професор кафедри прикладної екології, технології полімерів
і хімічних волокон

кандидат технічних наук, доцент
Гриценко Олександр Миколайович
Національний університет «Львівська політехніка»,
доцент кафедри хімічної технології переробки пластмас,

Захист відбудеться «27» червня 2017 р. о 16³⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.002.24 у Національному технічному університеті України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» за адресою: 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37, корп. 21, ауд 209.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», за адресою: 03056, м. Київ, пр. Перемоги, 37.

Автореферат розісланий «26» травня 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради Д 26.002.24
к.т.н., доцент



Глуховський В. В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Декілька десятків років тому внутрішні і зовнішні водопровідні системи монтувались зі сталевих оцинкованих труб, постійно була і є проблема їх надійності в мережах. На зміну зруйнованим трубам в діючі мережі прийшли напірні полімерні труби, а в нових застосовуються в основному тільки полімерні, зокрема труби з непластифікованого полівінілхлориду (НПВХ). Опираючись на теоретичні досягнення в фізико-хімії полімерів і технології переробки ПВХ триває пошук шляхів подальшого покращення експлуатаційних властивостей труб з НПВХ. Відомо, що теоретична міцність полімерів, і, відповідно, полімерних композиційних матеріалів на їх основі, на два-три порядки більше їх технічної (реальної) міцності. Тому один зі шляхів використання потенціальних можливостей полімерів – їх модифікація орієнтацією, у тому числі і полівінілхлориду. Створюється можливість значно знизити товщину труб, знизити витрати вихідної сировини на них, розширити сферу їх впровадження.

Роботи з орієнтації ПВХ паралельно з нашими (з 2013 року в НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського і на Калуському трубному заводі (КаТЗ)) ведуть декілька закордонних фірм, у тому числі "MOLECOR" (Іспанія), "Berkeplastik" (Німеччина). До загалу доводиться тільки рекламна інформація, вся інша – "ноу-хау". Найкращим вирішенням проблеми в Україні – проведення наукових досліджень, створення вітчизняних рецептур, технологій і обладнання для одержання труб з орієнтованого полівінілхлориду (ПВХ-О).

ПВХ за своєю природою – аморфний полімер, молекули якого розташовані безладно. Але за певних умов розтягу (тиску, температури і швидкості) можлива значна орієнтація елементів макромолекул ПВХ у напрямку розтягу удосконалених композицій, режимів їх переробки в труби. А безладний стан макромолекул ПВХ та їх елементів сприяє утворенню більш розвиненої сітчастої структури в основному завдяки міжмолекулярним зв'язкам.

Процес молекулярної орієнтації значно покращує експлуатаційні властивості труб і тим самим надає їм значну кількість виняткових властивостей, зберігаючи при цьому переваги вихідного полімеру. Це виражається в поліпшенні інших таких властивостей труб, як опір розтягуванню, стійкості до удару та ін. З цього і складається актуальність теми дисертації.

Труби з ПВХ-О будуть найкращим рішенням для застосування в мережах водопостачання, що працюють під високим і середнім тиском, в зрошувальних системах, насосних системах. Це майбутнє водопровідного транспорту України.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційна робота є складовою частиною науково-дослідної роботи з наукового напрямку кафедри хімічної технології композиційних матеріалів Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» «Розробка технології одержання полімерних плівок з підвищеними фізико-механічними властивостями в процесі їх просторового структурування» № Д.Р. №0110U006030.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є вирішення на підставі теоретичних уявлень та результатів експериментальних досліджень важливої для промисловості проблеми по створенню вітчизняних рецептур, технологій і обладнання для виготовлення труб з ПВХ-О, впровадження їх в промислове виробництво.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити такі завдання:

1. Обґрунтувати теоретично можливість модифікування ПВХ орієнтацією;
2. Визначити склад композиційного полімерного матеріалу на основі ПВХ, здібного орієнтуватися (ПКМО) і здатного перероблятися у труби;
3. Розробити технологію переробки ПКМО в заготовку труби для орієнтації, технологію орієнтації ПВХ при розтягуванні заготовки, технологію термостабілізації орієнтованого ПВХ у трубі;
4. Обґрунтувати вибраний роздільний (однотадійний) метод орієнтації заготовки труби з непластифікованого ПВХ;
5. Створити дослідне обладнання для проведення експериментальних досліджень орієнтації;
6. Експериментально встановити основні параметри технології одержання двовісноорієнтованих водонапірних труб зі створеного ПКМО;
7. Зробити порівняння фізико-механічних і експлуатаційних характеристик труб з НПВХ і модифікованих орієнтацією труб з ПВХ-О. Обґрунтувати перевагу труб з ПВХ-О;
8. Розробити технічні умови (ТУ) на труби з ПВХ-О;
9. На основі діючих трубних ліній та обладнання для виробництва труб з НПВХ створити лінію для промислового виготовлення напірних труб з ПВХ-О;
10. Розробити технологію виготовлення напірних труб з ПВХ-О, технологічний регламент (ТР) виробництва труб і проект ДСТУ на труби напірні з ПВХ-О.
11. Провести промислове впровадження труб з ПВХ-О, виготовлених на удосконалених трубних лініях Калуського трубного заводу.

Об'єкт дослідження – оптимальне використання природних ресурсів полімерів, підвищення співвідношення їх технічних і теоретичних властивостей.

Предмет дослідження – орієнтаційна модифікація полівінілхлориду при виготовленні напірних труб.

Методи дослідження. Теоретичні посилки дисертації базуються на фундаментальних положеннях хімії високомолекулярних сполук, фізичної хімії полімерів; основних положеннях технологій виробництва полімерів, ПКМ на їх основі, технологій переробки ПКМ у вироби. При виконанні експериментальних досліджень використовували комплекс фізико-хімічних методів аналізу і технологічних тестувань: аналіз хімічного складу рецептур, аналіз фізико-механічних і хімічних властивостей заготовок труб та труб, реологічних та фізичних властивостей розплавів ПКМО, відповідності труб вимогам чинних стандартів. При виконанні експериментальних досліджень використовувалися методи акустичної емісії і тензометрії.

Фізичні експериментальні дослідження здійснювалися на спеціально розроблених установках і стендах формування заготовок труб з ПКМО, одновісної

та двовісної їх орієнтації, стабілізації структури труб, які оснащені необхідними датчиками і приладами.

Достовірність теоретичних досліджень доведена аналітичними та експериментальними методами, а також підтверджена практичною реалізацією результатів досліджень.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в наступному:

- вперше розроблена і обґрунтована рецептура ПКМО на основі ПВХ, здібного до орієнтування і здатного до переробки в напірні труби;
- вперше обґрунтовано і реалізовано спосіб одностадійної двовісної орієнтації кільцевого товстостінного циліндричного полімерного тіла в відрізках на кіль-дорні;
- вперше запропоновано технологічну схему одержання періодичним (роздільним) методом високонапірних труб з орієнтованого полівінілхлориду;
- вперше встановлені оптимальні ступені повздовжньої і радіальної орієнтації труби, умови їх здійснення;
- удосконалено чинну технологію виготовлення труб з НПВХ, за якою з рецептури ПКМО отримані труби з ПВХ-О;
- вперше встановлені властивості труб з ПВХ-О, а саме міцність, ударостійкість, тріщиностійкість труб, їх характеристики, які відповідають вимогам чинних стандартів.

Практичне значення одержаних результатів. На основі виконаних досліджень:

- створено комплекс обладнання для виготовлення труб роздільним методом з орієнтованого полівінілхлориду;
- розроблено технічні умови на труби з орієнтованого полівінілхлориду;
- розроблено технологічний регламент на виробництво труб з орієнтованого полівінілхлориду;
- технологічна лінія для виробництва труб з орієнтованого полівінілхлориду впроваджена на ТОВ «Калуський трубний завод», акт №9 від 30 січня 2015 р.;
- практична цінність отриманих результатів підтверджена 4 патентами України на корисні моделі № 97723 № 97724, № 100889, № 100890.

Особистий внесок здобувача полягає у виборі теми дисертації, предмету і методів досліджень, постановці та вирішенні основних теоретичних і експериментальних завдань. Основні результати роботи отримані і проведена обробка результатів експериментів автором самостійно. Ним визначено вплив орієнтації на механічні властивості ПВХ-О труб, отримані результати дослідження властивостей труб з НПВХ і ПВХ-О, використані методи випробовування труб з НПВХ і ПВХ-О з використанням методів тензометрії і акустичної емісії, розроблено спосіб орієнтаційного одержання труби з полівінілхлориду, створено пристрій орієнтаційного одержання труби з полівінілхлориду, створено пристрій одержання труб з полівінілхлориду. Персональний внесок здобувача у співавторських опублікованих наукових працях полягає у вирішенні теоретичних і експериментальних завдань. Автор приймав безпосередню участь в експериментальних і промислових випробуваннях.

Конкретний внесок автора в опубліковані у співавторстві наукові праці наведено в авторефераті дисертації у списку основних опублікованих праць за темою дисертації.

Апробація результатів дисертації. Основні результати роботи доповідалися і обговорювалися на III Міжнародній науково-практичній конференції «Перспективи розвитку сучасної науки», що проходила 6-7 травня 2016 р. в м. Чернігів; на IX-й Міжнародній науково-технічній WEB-конференції «Композиційні матеріали», що проходила в м.Київ в травні 2016 р.; на III-й Всеукраїнській науково-практичній конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки», що проходила в м.Київ, 9-10 червня 2016 р.; на IV-й українсько-німецькій конференції «Інформатика.Культура.Техніка», що проходила в м.Одеса 30.06-02.07.2016 р.; на Міжнародній науково-технічній конференції «Сучасні технології одержання та переробки полімерних матеріалів», що проходила у Львові 21-23 вересня 2016 р.; на засіданнях рад директорів підприємств, що випускають труби з полімерних матеріалів в Україні: ТОВ «Калуський трубний завод», ТОВ «Рубіжанський трубний завод», ТОВ «Торговий дім «Євротрубпласт», на конференції: «КАРПАТНАФТОХІМ-2017» у м.Київ 19 квітня 2017 р.

Публікації. Основні положення і наукові результати дисертаційної роботи опубліковано в опубліковано 18 наукових працях, в тому числі 1 монографія, 5 статей у наукових фахових виданнях України, з них 3 статті у виданнях України, включених до міжнародних наукометричних баз; 1 стаття у інших виданнях; 4 патенти України на корисну модель; 7 тез і доповідей на конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг становить 180 с. Обсяг основного тексту становить 120 сторінок. Всього в дисертації 74 рисунків, 44 таблиці, 138 найменувань у списку використаних джерел, 5 додатків.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі визначено сучасний стан наукової і практичної проблеми розвитку технології виробництва напірних труб з полівінілхлориду, обґрунтовано актуальність теми дослідження, показано зв'язок роботи з науковими програмами і темами, сформульовано мету, основні завдання дослідження, представлена наукова новизна і практичне значення одержаних результатів, наведено особистий внесок здобувача, інформацію про апробацію та публікації результатів дослідження.

У першому розділі приведено результати аналізу науково-технічної літератури і патентних джерел за темою дисертації. Розглянуто питання більш ефективного використання природних фізико-хімічних властивостей полімерів, залежних як від хімічної природи вихідних мономерів, так і від диференціально-інтегральної їх зміни в полімерних ланцюгах та взаємодії останніх в надмолекулярних утвореннях; від сировинної бази синтезу суспензійного ПВХ, інгредієнтів ПКМ на основі ПВХ; перспективи поширення використання труб з орієнтованого непластифікованого полівінілхлориду для водопостачання, у тому числі для транспортування питної води, інших рідин під високим тиском.

Проаналізовані можливі методи модифікації властивостей і характеристик виробів з ПВХ, реальність орієнтації аморфних полімерів і її залежність від особливостей їх конфігураційної і конформаційної просторової будови. Визначено прийоми реалізації орієнтаційної модифікації, їх обґрунтування. А безладний стан макромолекул ПВХ та їх елементів може сприяти утворенню більш розвиненої просторової сітчастої структури завдяки міжмолекулярним зв'язкам. Однак, встановлюючи певні значення тиску, температури і швидкості екструзії матеріалу, можна орієнтувати молекули полімеру в напрямку екструзії. Процес молекулярної орієнтації кардинально покращує фізичні та механічні характеристики ПВХ і надає йому ряд унікальних властивостей, при цьому він не втрачає своїх споконвічних властивостей. Обґрунтований одностадійний метод орієнтації заготовки труби з НПВХ.

Таким чином, виконаний у роботі аналіз наявних досліджень показав необхідність вирішення на підставі теоретичних уявлень та результатів експериментальних досліджень важливої для промисловості України проблеми по створенню вітчизняних рецептур, технології і обладнання для виробництва труб з ПВХ-О, які б мали кращі характеристики за труб з НПВХ. На основі аналізу викладених даних сформульовано мету та поставлені завдання для наступних досліджень.

У другому розділі обґрунтовується напрям досліджень; наводяться загальна методика проведення дисертаційних досліджень та методи вирішення поставлених завдань, методики фізико-хімічних досліджень та технологічних тестувань: формулюються аналітичні посилання до вибору об'єктів досліджень, зазначаються їх вихідні характеристики; описуються конструкції устаткування, яке застосовується при дослідженнях, принципи його дії, зазначаються технічні характеристики.

Основними матеріальними об'єктами обрані композиції на основі полівінілхлориду з регульованим доданням стабілізаторів, змашуючих речовин,

барвників, наповнювачів, модифікаторів переробки і удароміцності. До складу обраних рецептур входять полівінілхлорид суспензійний марки ПВХ-С-6768М; комплексний стабілізатор LFD 0074; крейда природна тонкодисперсна ТУ 5743-001-22242270-2002 марки Мікрокарб-90Т (М-90Т); змашувальна речовина Baerlub PA-L; барвник сажа; модифікатор удароміцності Acrylan AM7; модифікатор переробки Degalan 10F.

Вплив складу композицій на властивості ПКМ, на характеристики одержаних труб з ПВХ-О визначався при дослідженні п'яти рецептур, які змінювали за результатами отриманих фізико-механічних випробувань та технологічних тестувань труб з ПВХ-О і даних результатів акустичної емісії і тензометрії.

Вихідною рецептурою, яку брали за основу, була рецептура на базі непластифікованого ПВХ, з якої отримували напірну трубу з НПВХ для водопостачання, а саме:

НПВХ ($\kappa=67$) – 100 м.ч;

Крейда CaCO_3 (до 2 мк) – 3 м.ч.;

Стабілізатор комплексний (LFD 0074) – 2,4 м.ч.;

Барвник-сажа – 0,12 м.ч.

Для визначення значень міцності і деформації, їх супровідних похідних – макроскопічних властивостей (механічних: межі плинності при розтягуванні, ударного навантаження; деформаційних, релаксаційних і термічних) полівінілхлориду і ПКМ на їх основі при експериментальних дослідженнях та технологічних тестуваннях застосовувалися прилади та стенди як в лабораторних умовах, так і на натурних зразках.

Підготовка сумішей композицій ПВХ-О і трубних заготовок з них для орієнтації здійснювалася на автоматизованому комплексі підготовки полімерних порошкоподібних сумішей і на двочерв'ячній екструзійній лінії для виготовлення труб з НПВХ ТОВ «КаТЗ», відповідно технологічному регламенту з урахуванням особливостей вимог для експериментальних сумішей, у тому числі і з їх обмеженою порційною ємністю. Змішування композицій відбувається на двостадійному змішувачі з використанням псевдозрідженого шару суміші.

Фізичні експериментальні дослідження здійснювалися на спеціально розроблених установках і стендах формування заготовок труб з ПКМО, одновісної та двовісної їх орієнтації, стабілізації структури труб, які оснащені необхідними датчиками і приладами. Основні експериментальні дослідження орієнтації труб з ПВХ-О і одержання зразків з них для визначення властивостей і характеристик проводилися на стенді одностадійної орієнтації (рис. 1).

Принцип роботи стенда наступний. Заготовка труби з полівінілхлориду 4 довжиною 6 м, насаджують на трубку-тримач 3 і закріплюють за допомогою кріпючого елементу 2 до нерухомої опори 1. З іншого боку трубка-тримач 3 кріпиться до конічної оправки 8. Далі заготовка труба полівінілхлориду 4 подається на нагріту конічну оправку 8 за допомогою штовхаючого пристрою 5. Конічна оправка містить в собі 5 секторів з верхніми і нижніми рядами. Кожний сектор верхнього ряду має датчики температури 12, повітродувки 10 і нагрівальні елементи 11, включення і регулювання роботою яких здійснюється з блоку керування 15 по кабелях 6, які поступають в блок керування всередині трубки-тримача 3. Кожний

сектор нижнього ряду має датчики температури 22, повітродувки 20 і нагрівальні елементи 23, включення і регулювання роботою яких здійснюється з блоку керування 15 по кабелях 7, які поступають в блок керування всередині трубки-тримача 3. За допомогою нагрівальних елементів, оправка нагріває трубу до температури 100°C, забезпечуючи при цьому посекторний контроль за температурою оправки.

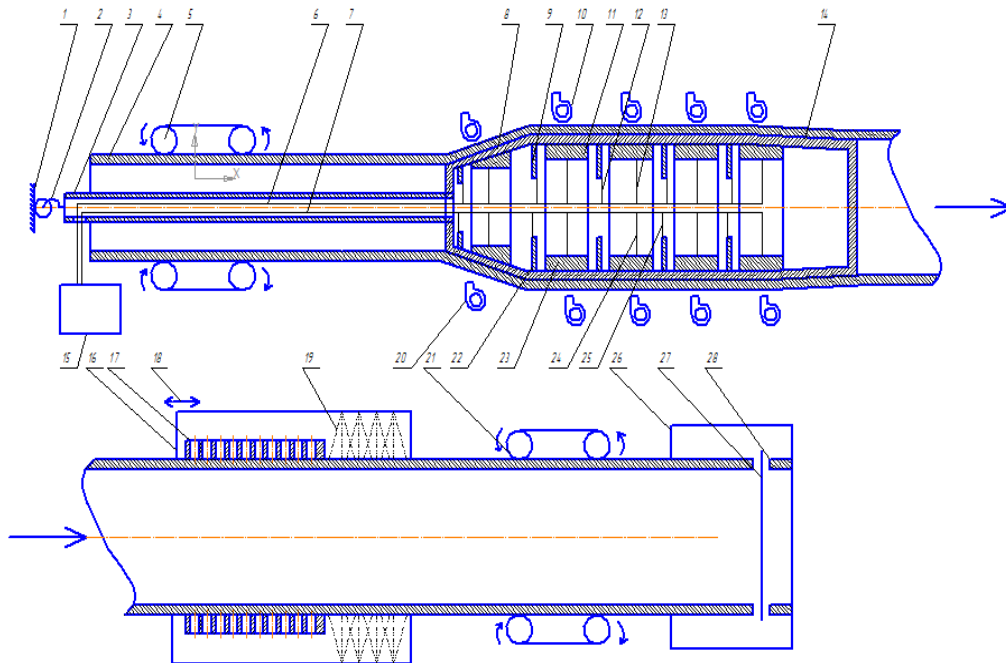


Рис. 1 – Експериментальний стенд одностадійної орієнтації труб з полівінілхлориду:

1 – нерухома опора, 2 – кріплячий елемент, 3 – трубка-тримач, 4 – труба з НПВХ, 5 – штовхаючий пристрій, 6, 7 – кабелі зв'язку, 8 – конічна оправка, 9 – датчики температури верхнього ряду, 10 – повітродувки верхнього ряду, 11 – нагрівальні елементи верхнього ряду, 12 – кабелі датчиків температури верхнього ряду, 13 – кабелі нагрівальних елементів верхнього ряду, 14 – спадаюча частина конічної оправки, 15 – блок керування, 16 – вакуумна ванна, 17 – калібр, 18 – переміщувачі вакуумної ванни, 19 – форсунки охолодження, 20 – повітродувки нижнього ряду, 21 – тягнучий пристрій, 22 – датчики температури нижнього ряду, 23 – нагрівальні елементи нижнього ряду, 24 – кабелі нагрівальних елементів нижнього ряду, 25 – кабелі датчиків температури нижнього ряду, 26 – відрізний пристрій 26, 27 – відрізний елемент 27, 28 – труби з ПВХ-О

Посекторний контроль в оправці потрібен для забезпечення однакового значення температур в кожній частині оправки, що дозволить зробити витяжку труби однаковою у всіх напрямках, а також забезпечити відсутність різновтовщинності при орієнтації труб. Також нагріта оправка забезпечує вільний прохід труби через неї, чинячи мінімальний опір руху труби, що дуже впливає на якість орієнтації і однакою товщину стінки труби. Після оправки, труба з полівінілхлориду, досягши збільшених розмірів в результаті орієнтації поступає

після спадаючої частини конічної оправки 14 в вакуумну ванну 16. Вакуумна ванна призначена для релаксації напружень в стінці труби, закріплення зовнішнього діаметру труби за допомогою калібру 17. Регулювання швидкості процесу релаксації напружень в трубі здійснюється шляхом зміни температурних параметрів води, що поступає на охолодження через форсунки охолодження 19 і відстанню між вакуумною ванною 16 і оправкою 8, що досягається з допомогою переміщувача 18. Після вакуумної ванни, труба з полівінілхлорида відводиться з допомогою тянучого пристрою 21. Тянучий пристрій 21 забезпечує аксіальну витяжку труби, тобто орієнтацію в аксіальному напрямку. І насамкінець, труба проходить відрізний пристрій 26, де з допомогою відрізного елементу 27 проходить її порізка на необхідні відрізки. Контроль параметрів товщини стінки труби здійснюється за допомогою ультразвукового товщиноміра після відрізного пристрою. За результатами вимірювань товщини стінки в різних місцях перерізу труби регулюється температура оправки з блоку керування 15.

Обробка результатів експериментальних досліджень здійснювалась із застосуванням сучасної інтегрованої системи Excell, за критерієм Стюдента.

Третій розділ присвячено експериментальному дослідженню основних процесів технології одержання двовісноорієнтованих водонапірних труб зі створеного ПКМ, а саме труб з ПВХ-О, порівняння фізико-механічних і експлуатаційних характеристик труб з НПВХ і модифікованих орієнтацією труб з ПВХ-О, дослідження покращення, оптимізації рецептур композицій з НПВХ, технологічних параметрів її приготуванні і виробництва труб з ПВХ-О.

Для дослідження характеристик труб з ПВХ-О створювали декілька рецептур, які змінювали в результаті отриманих фізико-механічних аналізів труб з ПВХ-О і даних результатів акустичної емісії і тензометрії.

Дослідження методами акустичної емісії і тензометрії проводилися на експериментальній установці (рис. 2), з певним розташуванням датчиків тензовиміральної і акустичної апаратури на трубі.

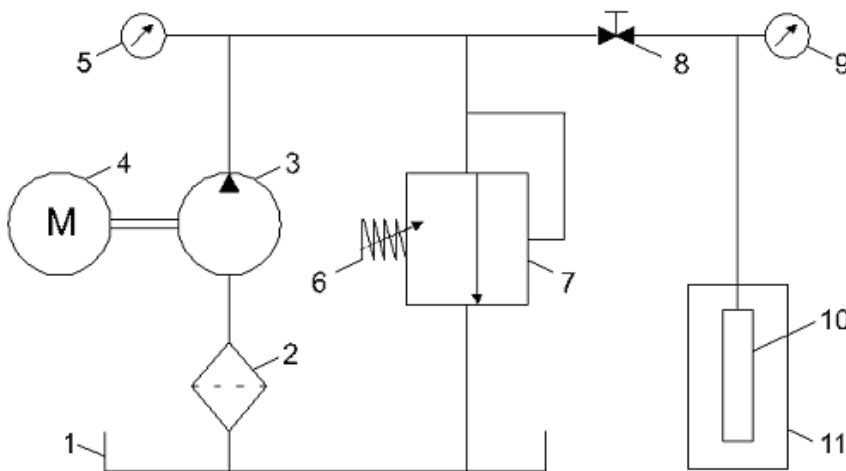
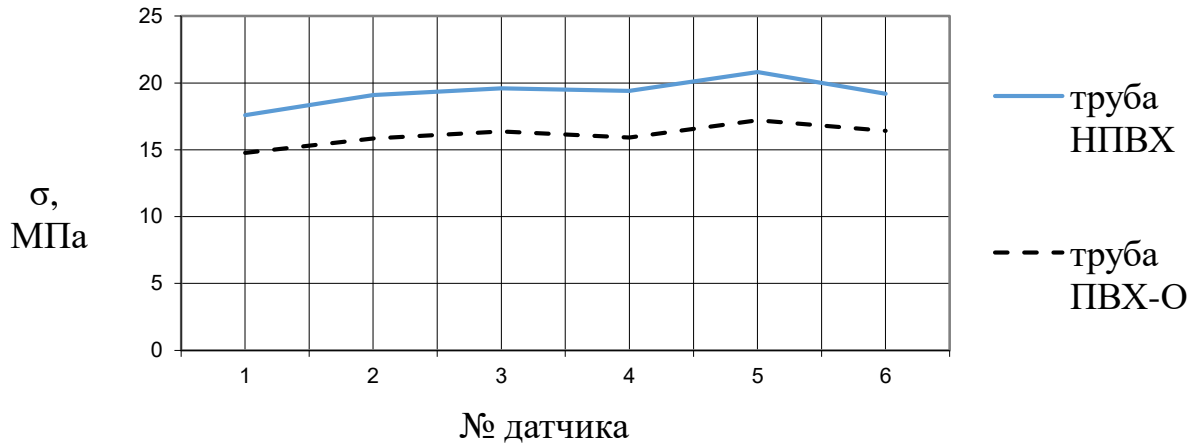


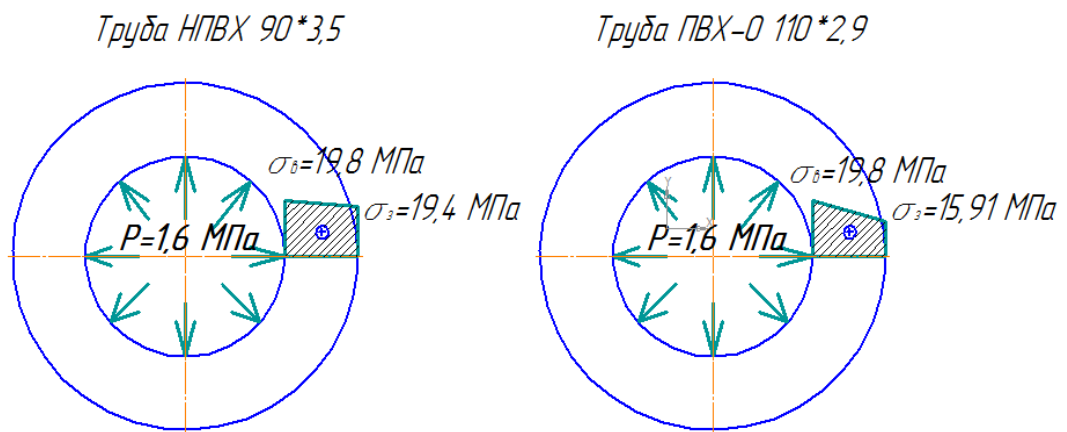
Рис. 2 – Схема установки нагнітання тиску:

1 – бак з робочою речовиною; 2 – фільтр; 3 – насос Г12-31М; 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

В процесі досліджень труби з ПВХ-О і НПВХ вівся контроль показів датчиків акустичної емісії і тензометрії при різних змінах тиску в межах до 1,6 МПа з метою визначення напружень на поверхні труб з НПВХ і ПВХ-О, результати яких показані на рис. 3.



а)



б)

Рис.3 – а) графік змін значень колового напруження σ , МПа на зовнішній поверхні труб з НПВХ і ПВХ-О при внутрішньому тиску в трубі $P=1,6$ МПа в різних місцях розташування тензометричних датчиків; (схема установки датчиків на рис. 4); б) епюри змін значень колового напруження σ , МПа на зовнішній і внутрішній поверхні труб з НПВХ і ПВХ-О при внутрішньому тиску в трубі $P=1,6$ МПа для 4-го датчика

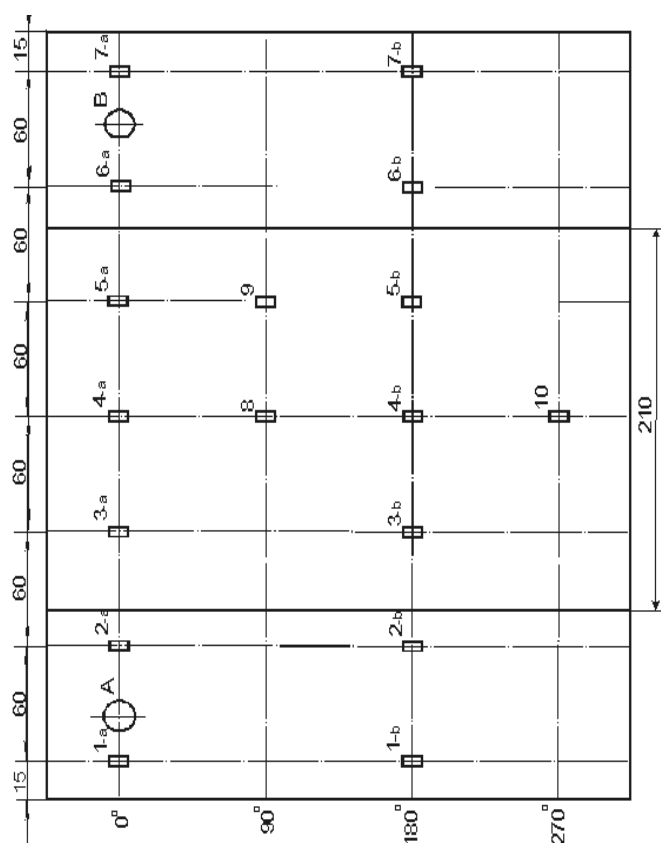


Рис. 4 – Схема препарирования датчиками досліджуваної труби: 1-а, 1-б, 2-а, 2-б, 3-а, 3-б, 4-а, 4-б, 5-а, 5-б, 6-а, 7-а, 7-б – тензодатчики; А, В – датчики акустичної емісії

Порівнюючи значення колових напружень на зовнішній поверхні досліджуваних труб на різних ділянках, де розташовувались тензометричні датчики при внутрішньому тиску $P=1,6$ МПа, дослідили певну ефективність у використанні труб з ПВХ-О. Визначено, що колові напруження на зовнішніх поверхнях труб з ПВХ-О в середньому на 18% менше за аналогічні напруження на трубах з НПВХ при однаковому внутрішньому тиску $P=1,6$ МПа. Це показує, 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 труб з ПВХ-О менші і дозволить експлуатувати труби з ПВХ-О з середовищем при більших тисках, а отже дані труби будуть мати довший термін служби.

Результати досліджень труб з ПВХ-О і НПВХ на опір падаючого вантажу зображено на рис. 3. Результати випробовування визначення відносного подовження труб при розриві і межі плинності при розтягуванні труб з НПВХ і ПВХ-О наведені на графіку рис. 5, 6.

З графіку на рис. 5 досліджено, що опір удару падаючого вантажу труб з ПВХ-О набагато більший опору удару падаючого вантажу труб з НПВХ. В зону А- (випробовування витримано) повністю попала труба з ПВХ-О до 80 ударів, в той час як труба з НПВХ в зону А попала лише при 25 ударах, що показано в таблиці 1. Отже, доведено, що труби з ПВХ-О мають кращі показники по ударній міцності, порівняно з трубами з НПВХ, де h – висота падіння вантажу, m – маса вантажу.

З графіка на рис. 6 впливає, що межа плинності при розтязі труби з ПВХ-О більша за межу плинності при розтязі труби з НПВХ на 81%, а відносне видовження менше на 30-35%.

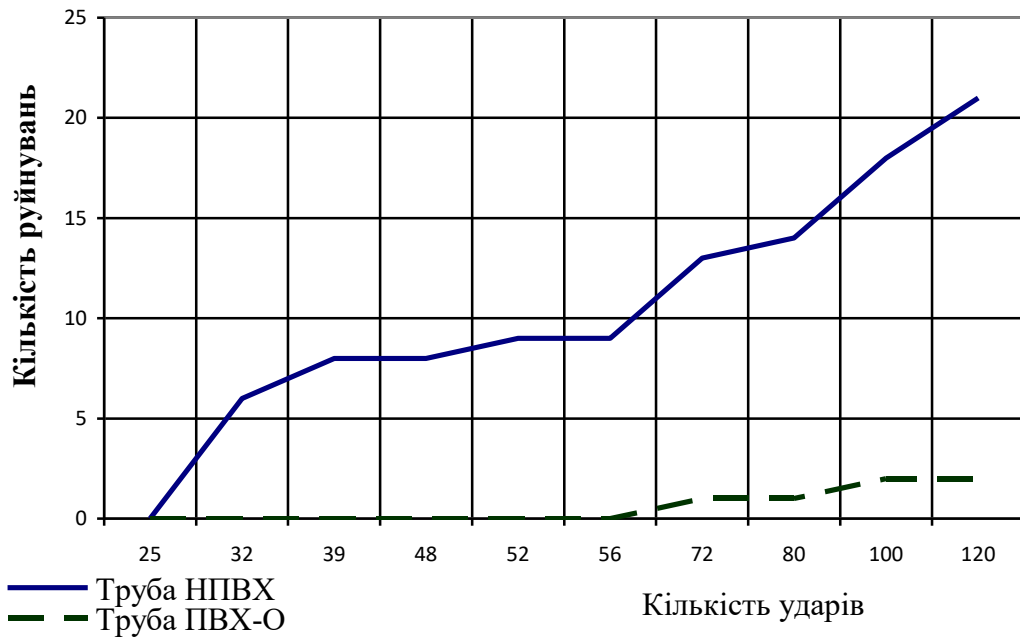


Рис. 5 – Графік руйнувань труб з НПВХ і ПВХ-О на опір удару падаючого вантажу

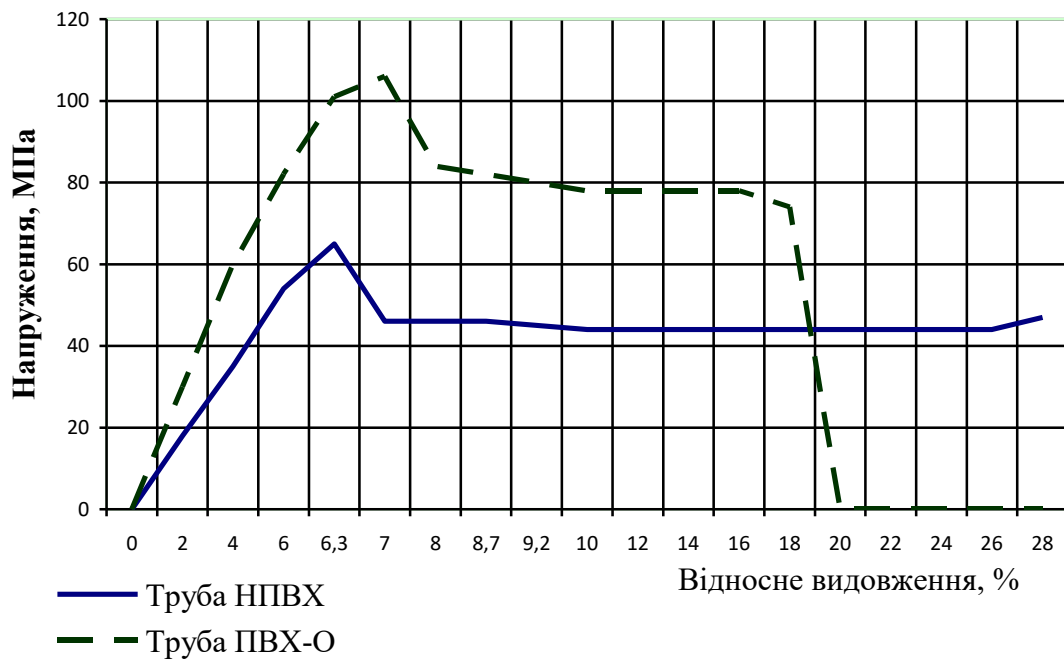


Рис. 6 – Графік значення відносного подовження при розриві і межі плинності при розтягуванні труб з НПВХ і ПВХ-О

Результати аналізу опору удару падаючого вантажу для труб
з НПВХ і ПВХ-О

Тип труби	h, мм	m, кг	Кількість руйнувань при наступній кількості ударів									
			25	32	39	48	52	56	64	66	72	80
90*3,5 мм НПВХ	1600	0,5	0	6	8	8	9	9	11	12	13	14
110*2,9 мм ПВХ-О	1600	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Результати визначення зміни довжини труб з НПВХ і ПВХ-О після прогрівання при температурі 150 °С на протязі 20 хв наведені на графіку рис. 7, визначення температури розм'якшення за Віка труб з НПВХ і ПВХ-О наведені на графіку рис. 8.

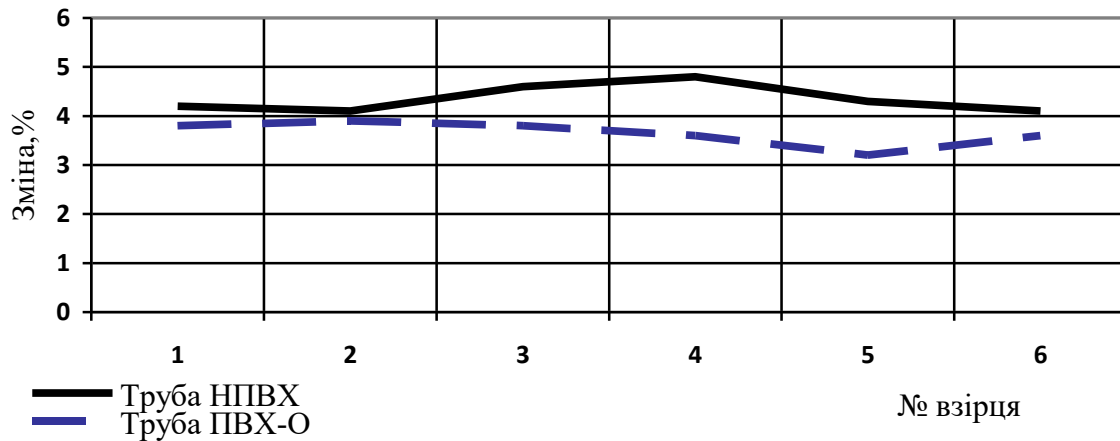


Рис. 7 – Графік визначення зміни довжини труб з НПВХ і ПВХ-О труб після прогрівання при температурі 150 °С на протязі 20 хв

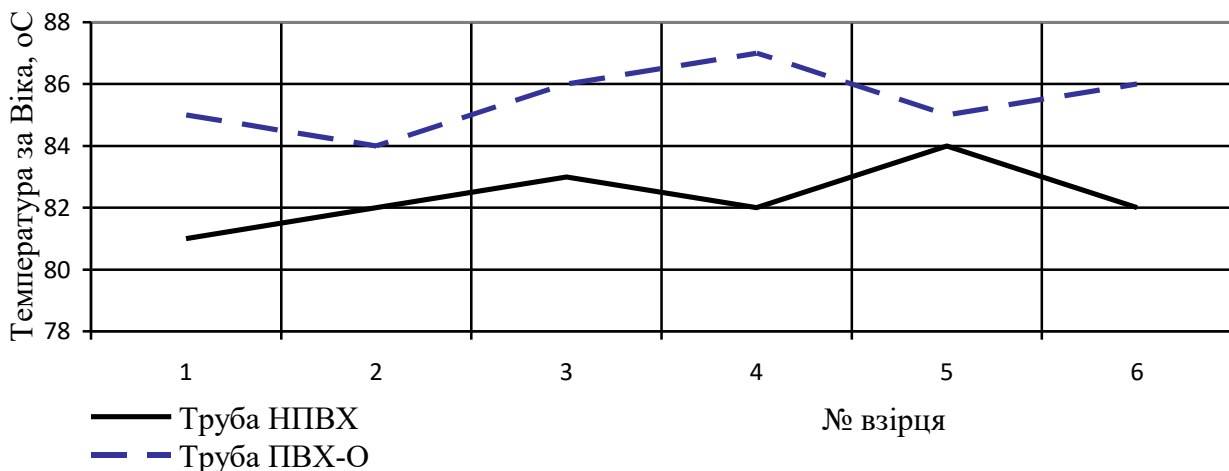


Рис. 8 – Графік значень температури розм'якшення за Віка для труб з НПВХ і ПВХ-О

З графіку на рис. 7 видно, що відмінність значень зміни довжин труб з НПВХ і ПВХ-О після прогрівання при температурі 150 °С на протязі 20 хв незначна, зміна довжини при нагріві труби НПВХ в середньому на 10-15% більше за зміну довжини при нагріві труби з ПВХ-О.

З графіку на рис. 8 видно, що відмінність значень температури розм'якшення за Віка труб з НПВХ і ПВХ-О незначна, значення температури розм'якшення за Віка труби НПВХ в середньому на 5% менше за значення температури розм'якшення за Віка труби з ПВХ-О.

Досліджено, що як труби з НПВХ, так і з ПВХ-О стійкі до дії дихлоретану при витримували при температурі $(15 \pm 0,5)$ °С на протязі 30 хв.

Досліджено, що труба ПВХ-О позитивно проходить випробовування на стійкість до постійного внутрішнього тиску при однакових умовах експлуатації з трубою з НПВХ (на які розрахована труба), а також позитивно проходить випробовування на стійкість до постійного внутрішнього тиску при ускладнених умовах експлуатації порівняно з трубою з НПВХ, а саме збільшеному номінальному тиску, в той час як труба з НПВХ має негативні результати випробовування.

Визначення оптимальних ступенів витяжки труби з ПВХ-О проводили з використанням методів акустичної емісії. При проведенні дослідження всі взірці труб навантажували внутрішнім гідростатичним тиском 4 МПа і витримувались певний час. На трубі кріпились відповідні заглушки і датчики акустичної емісії акустично-емісійної системи 8КОР-8.

Проаналізувавши відповідні графіки залежностей значень сум рахунків сигналів акустичної емісії і сум емісії амплітуд сигналів акустичної емісії для труби з НПВХ дослідили, що при отриманні труби з ПВХ-О з труби з НПВХ з допомогою метода акустичної емісії можна визначити оптимальну ступінь витяжки, що дозволить одночасно зменшити товщину стінки труби і мати більший ресурс часу експлуатації до руйнування. Всі вище проведені дослідження обґрунтували переваги труб з ПВХ-О над трубами з НПВХ.

Проведено експериментальне дослідження оптимізації рецептур композицій з НПВХ, технологічних параметрів її приготуванні і виробництва труб з ПВХ-О, склад яких показаний в таблиці 2.

Із всіх вищевказаних рецептур отримували трубу з ПВХ-О і досліджували технологічні параметри процесу переробки з метою їх оптимізації і зменшення собівартості виготовлення труби.

Склад композицій рецептур на основі НПВХ для отримання труб ПВХ-О

Склад	Рецептура композиції №1	Рецептура композиції №2	Рецептура композиції №3	Рецептура композиції №4	Рецептура композиції №5
	1.НПВХ, к=67 - 100 м.ч; 2.Крейда Мікрокарб 90Т - 3м.ч.; 3.Стабілізатор комплексний – (LFD 0074) - 2,4 м.ч.; 4.Барвник - сажа - 0,12 м.ч.	1.НПВХ, к=67 - 100 м.ч; 2.Крейда Мікрокарб 90Т - 3м.ч.; 3.Стабілізатор комплексний – (LFD 0074) - 2,1 м.ч.; 4.Барвник - сажа - 0,12 м.ч. 5.Модифікатор переробки Degalan 10F - 0,8 м.ч.	1.НПВХ, к=67 - 100 м.ч; 2.Крейда Мікрокарб 90Т - 3м.ч.; 3.Стабілізатор комплексний – (LFD 0074) - 2,4 м.ч.; 4.Барвник - сажа - 0,12 м.ч. 5.Модифікатор удароміцності Acrylan AM71 - 4 м.ч.	1.НПВХ, к=67 - 100 м.ч; 2.Крейда Мікрокарб 90Т - 3м.ч.; 3.Стабілізатор комплексний – (LFD 0074) - 2,3 м.ч.; 4.Барвник - сажа - 0,12 м.ч. 5.Модифікатор переробки Degalan 10F - 0,5 м.ч. 6.Модифікатор удароміцності Acrylan AM71 - 3 м.ч.	1.НПВХ, к=67 - 100 м.ч; 2.Крейда Мікрокарб 90Т - 3м.ч.; 3.Стабілізатор комплексний – (LFD 0074) - 2,3 м.ч.; 4.Барвник - сажа - 0,12 м.ч. 5.Модифікатор переробки Degalan 10F - 0,5 м.ч. 6. Модифікатор удароміцності Acrylan AM71 - 3 м.ч. 7. Лубрікант: Baerlub PA-L- 0,5 м.ч.

На рис. 9-10 зображені гістограми залежностей змін технологічних параметрів залежно від рецептур композицій з НПВХ для отримання труби з ПВХ-О 125*2,5 мм.

Аналізуючи нижченаведені гістограми видно, що кращі технологічні параметри для виробництва труби з ПВХ-О 125*2,5 мм є при використанні рецептури №2, а саме: менші температури по зонах екструдера, адаптера, голови, в середньому на 10%, менший тиск розплаву в середньому на 20%, менше навантаження на двигун екструдера, в середньому на 18%, порівнюючи, наприклад з рецептурою №1.

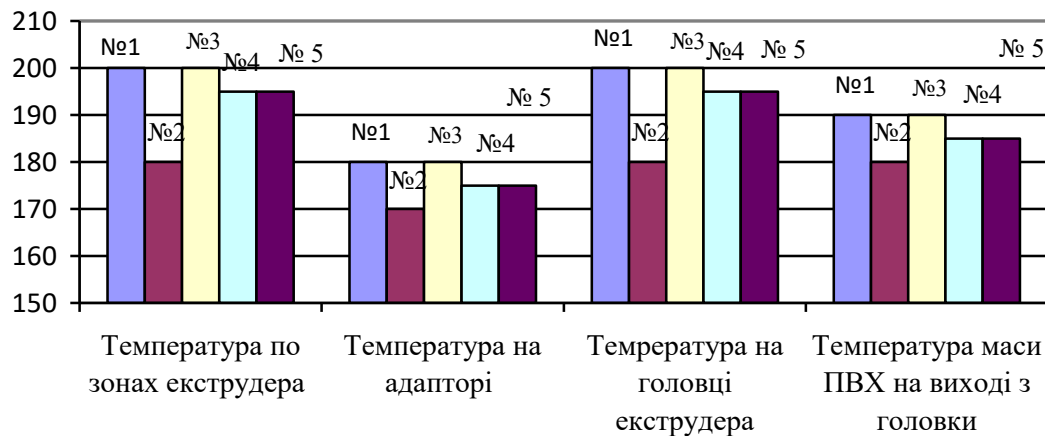


Рис. 9 - Гістограма залежностей змін середніх температур при переробці композиції НПВХ в екструдері і головці залежно від рецептур №1-5

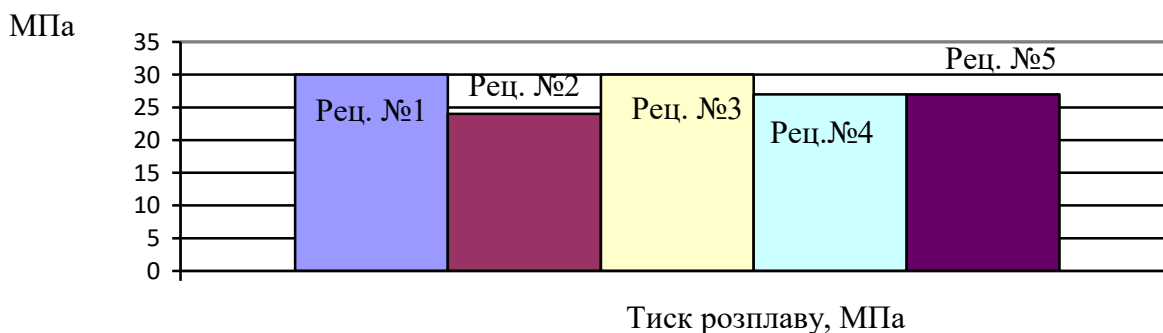


Рис. 10 - Гістограма залежностей змін середнього значення тиску розплаву при переробці композиції НПВХ в екструдері залежно від рецептур №1-5

У четвертому розділі викладено результати досліджень технологічних параметрів при виготовленні труб з ПВХ-О. Визначено також вплив температури при виготовленні труб 110*2,7 мм з ПВХ-О і НПВХ. Дослідження проводили на експериментальному стенді одностадійного виготовлення орієнтованих труб з ПВХ-О (рис. 1). Даний стенд дозволяє проводити виробництво труб ПВХ-О в промислових масштабах, забезпечує орієнтацію молекул в аксіальному і радіальному напрямках, дозволяє регулювати температуру витяжки в кожному секторі оправки, зменшує опір руху труби через оправку і дозволяє регулювати релаксаційними процесами при усадці труби з допомогою вакуумної ванни, що переміщається.

Після дослідженні отримали наступні результати :

1. При температурі нагріву оправки у всіх зонах до 100°C, різновтовщинність труби після орієнтації (ступінь орієнтації за напрямками) не залишається однорідною, як була до орієнтації, в результаті чого товщина в деяких замірах стінки стає недопустимою (не відповідають вимогам чинних стандартів), що може призвести до руйнування труби в процесі її експлуатації.

2. При температурі нагріву оправки у всіх зонах з регульованими параметрами температури у межах 100-116°C, різновтовщинність труби після

орієнтації (ступінь орієнтації 1,45) залишається майже незмінною, як була до орієнтації, в результаті чого зберігається однакова по всіх замірах труби ступінь витяжки і збереження товщини стінки труби в межах допуску.

3. Зі збільшенням швидкості витяжки труби до 0,5 м/хв (при швидкості заготовки 0,3 м/хв) при орієнтації, різнотовщинність труби після орієнтації приводить до того, що товщина в деяких замірах стінки стає недопустимою, що може призвести до руйнування труби в процесі її експлуатації.

4. Релаксація напружень, а отже і усадка лінійних розмірів, 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 дослідженням доведено необхідність включення в склад технологічної лінії випуску труб з ПВХ-О додаткової вакуумної ванни після конічної оправки, а також визначено динаміку зміни напружень в трубі при різних швидкостях витяжки труби.

Для отримання якісної труби з ПВХ-О методом орієнтації температура орієнтації повинна бути якомога нижча до температури скловання ПВХ, яка складає 81°C і не вища за температуру плавлення ПВХ, що складає $150-180^{\circ}\text{C}$. Проведені дослідження для різних типорозмірів труб з ПВХ-О, що дозволили підібрати оптимальні діапазони температури орієнтації, щоб забезпечити міцнісні характеристики труб не нижче вимог розроблених і затверджених ТУ і ТР на орієнтовані труби з ПВХ-О.

Результати дослідження наведені на термомеханічних кривих рис. 11 і 12 .

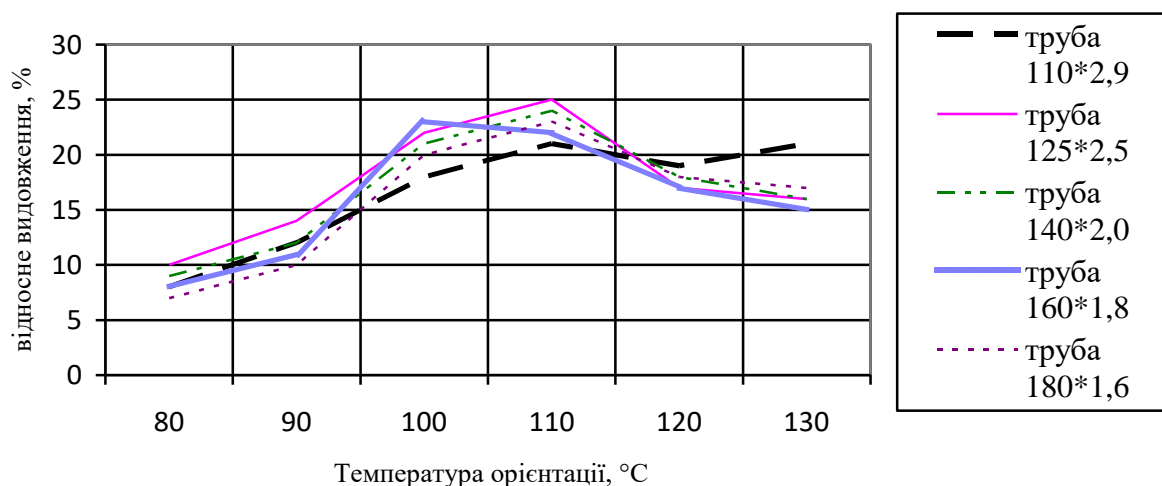


Рис. 11 - Термомеханічна крива залежності температури орієнтації від відносного видовження при розтязі

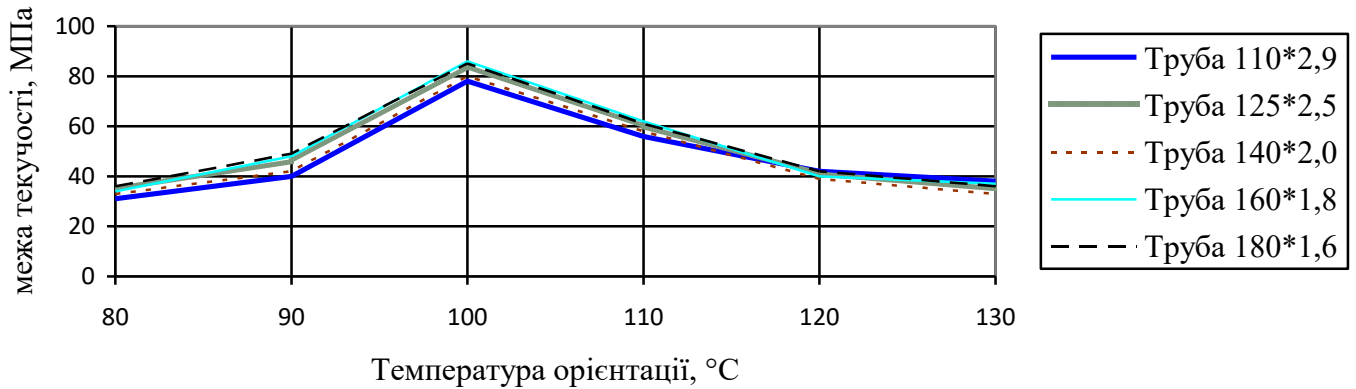


Рис. 12 - Термомеханічна крива залежності температури орієнтації від межі плинності при розтягу

Досліджено, що оптимальною температурою орієнтації труби з ПВХ-О є температура в діапазоні 100-110 °C, де спостерігаються кращі міцнісні характеристики.

У **додатках** наведено перелік апаратури та обладнання, що використовувались для дослідження труб ПВХ-О, результати експериментальних досліджень, розрахунок похибок вимірювання фізичних величин, і документи, що підтверджують впровадження результатів досліджень.

ВИСНОВКИ

У дисертації вирішено важливе наукове технічне завдання – орієнтація полівінілхлориду, аморфного полімеру, при виготовленні циліндричного кільцевого виробу – труби. Результат досліджень – вирішення на підставі теоретичних уявлень і результатів експериментальних досліджень важливої для промисловості проблеми створення вітчизняних рецептури полімерного композиційного матеріалу ПВХ-О, технології і обладнання для виготовлення з нього орієнтованих труб, впровадження процесу в промислове виробництво.

1. Обґрунтована можливість модифікування аморфного полівінілхлориду в складі композиції орієнтацією при виготовленні труб екструзією.

2. Визначений склад композиційного полімерного матеріалу на основі ПВХ (ПВХ-О), здібного орієнтуватися і здатного перероблятися у труби. Розроблена технологія підготовки сумішей композицій ПВХ-О.

3. Обґрунтований роздільний (одностадійний) метод орієнтації заготовки труби з непластифікованого ПВХ.

4. Розроблена загальна технологія роздільного одностадійного виробництва орієнтованих труб з полівінілхлориду, котра складається з наступних локальних технологій:

- екструзійної безперервної технології переробки порошкоподібної композиції ПВХ-О на двочерв'ячному пресі в неорієнтовану трубу;
- технології порізки неорієнтованої труби на штучні заготовки-відрізки для одностадійної орієнтації;
- технології так званої одностадійної (точніше одночасної) орієнтації полівінілхлориду при розтягуванні трубної заготовки в подовжньому і радіальному напрямках;
- технологія термостабілізації орієнтованого ПВХ у тілі труби;
- технологія утворення раструбів на трубі з ПВХ-О.

5. Для проведення експериментальних досліджень одностадійної орієнтації заготовок труб з ПВХ-О були створені спеціальні стенди.

6. Експериментально встановлені основні технологічні режими одержання труб з ПВХ-О, у тому числі режими підготовки сумішей композицій ПВХ-О; режими екструзії труби-заготовки; режими одностадійної орієнтації ПВХ заготовок-відрізків труби; режими термостабілізації ПВХ в тілі труби; режими раструбівки відрізків орієнтованих труб з ПВХ-О.

7. Виконано порівняння фізико-механічних і експлуатаційних характеристик труб з НПВХ і модифікованих орієнтацією труб з ПВХ-О. Показана перевага двовісноорієнтованих водонапірних труб з ПВХ-О.

8. Розроблені технічні умови (ТУ), технологічний регламент (ТР), проект ДСТУ на двовісноорієнтовані водонапірні труби з ПВХ-О.

9. На базі ТОВ «Калуський трубний завод» створена і впроваджена технологічна лінія для виготовлення труб з ПВХ-О.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Підвищення надійності газотранспортних систем: монографія / (Б.В. Копей, А. Бенмуна, А.М. Найда та ін.) – Івано-Франківськ: Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, Україна; Університет М'амед Буггара, м. Бумердес, Алжир, 2012. – 302 с.

Здобувачем поставлені задачі дослідження та виконані методики визначення залишкового ресурсу трубопроводів.

2. Найда А.М. Вплив орієнтації на механічні властивості труб з ПВХ / А.М.Найда // Східно-Європейський журнал передових технологій. –2015. – №1/1(73). – С. 23–27. (Входить до міжнародних наукометричних баз CrossRef, IndexCopernicus, American Chemical Society, РИНЦ, WorldCat, Ulrich's Periodicals Directory, BASE, ResearchBib, CiteFactor).

Здобувачем поставлені задачі дослідження, теоретично описано дослідження механічних властивостей труб з ПВХ-О.

3. Найда А.М. Релаксація напружень труб з ПВХ-О на установці виготовлення труб з ПВХ-О / А.М. Найда // Технологический аудит и резервы производства. – 2015. №2/3 (22). С.51-55. (Входить до міжнародних наукометричних баз Ulrich's Periodicals Director, DRIVER, BASE, Index Copernicus, РИНЦ, Research Bib, DOAJ, World Cat, EBSCO, Directory Indexing of International Research Journals, DRJI, OAJI, Sherpa / Romeo, Open Access Articles).

Здобувачем поставлені задачі дослідження, експериментально визначені оптимальні технологічні параметри виготовлення труб з ПВХ-О.

4. Найда А.М. Випробовування полівінілхлоридних труб, отриманих методом орієнтації щодо оптимального ступеня витяжки /А.М. Найда // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – №5/3(31). – С. 4–7. (Входить до міжнародних наукометричних баз Ulrich's Periodicals Director, DRIVER, BASE, Index Copernicus, РИНЦ, Research Bib, DOAJ, World Cat, EBSCO, Directory Indexing of International Research Journals, DRJI, OAJI, Sherpa/Romeo, Open Access Articles).

Здобувачем поставлені задачі дослідження, досліджено, яким чином розподіляються сигнали акустичної емісії при проведенні гідровипробовування труб для труб з ПВХ-О з різними ступенями витяжки, досліджено ефективність застосування способу акустичної емісії для визначення оптимальної ступені витяжки труб з ПВХ-О.

5. Найда А.М. Порівняльні дослідження властивостей труб з непластифікованого полівінілхлориду (НПВХ) і орієнтованого полівінілхлориду (ПВХ-О) / А.М. Найда // Будівельні матеріали та вироби. – 2015. – №1(88). – С. 40 – 43.

Здобувачем поставлені задачі дослідження, досліджені фізико-механічні властивості труб з НПВХ і ПВХ-О на опір падаючого вантажу, межу текучості, відносне видовження та ін.

6. Найда А.М. Порівняльні дослідження властивостей труб з непластифікованого та орієнтованого полівінілхлориду (ПВХ-О) / А.М. Найда // Науковий вісник НЛТУ України. – 2015. – №25.2. – С. 150–157.

Здобувачем поставлені задачі дослідження, досліджені переваги труб з НПВХ і ПВХ-О при різних режимах експлуатації.

7. Найда А.М. Випробовування труб з НПВХ і ПВХ-О з використанням методів тензометрії і акустичної емісії /А.М. Найда // Молодий вчений. –2016. – №6 (33). – С. 175–178. (Хімічні науки).

Здобувачем поставлені задачі дослідження, досліджені властивості труб з НПВХ і ПВХ-О з використанням методів тензометрії і акустичної емісії.

8. Пат. № 97723 У Україна, МПК В29С 55/00. Спосіб орієнтаційного одержання труб з полівінілхлориду / А.М. Найда, А.Д. Петухов.– № u201500012 ; заявл. 05.01.2015 ; опубл. 25.03.2015, Бюл. № 6.

Здобувачем експериментально оцінено вплив режимів отримання орієнтаційної труби, наведені рекомендації щодо його застосування, підготовлено та оформлено пакет документів для отримання патенту.

9. Пат. № 100889 У Україна, МПК В29С 55/26. Спосіб одержання труб з полівінілхлориду / А.М. Найда.– № u201502405; заявл. 18.03.2015; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 15.

Здобувачем експериментально оцінено вплив режимів отримання орієнтаційної труби, наведені рекомендації щодо його застосування, підготовлено та оформлено пакет документів для отримання патенту.

10. Пат. № 100890 У Україна, МПК В29С 55/26. Пристрій одержання труб з полівінілхлориду / А.М. Найда. – № u201502406; заявл. 18.03.2015 ; опубл. 10.08.2015, Бюл. № 15.

Здобувачем експериментально оцінено вплив режимів отримання орієнтаційної труби, наведені рекомендації щодо його застосування, підготовлено та оформлено пакет документів для отримання патенту.

11.Пат. № 97724 У Україна, МПК В29С 55/26. Пристрій орієнтаційного одержання труб з полівінілхлориду / А.М. Найда, А.Д. Петухов. – № u2015000014 ; заявл. 05.01.2015; опубл. 25.03.2015, Бюл. № 6.

Здобувачем експериментально оцінено вплив режимів отримання орієнтаційної труби, наведені рекомендації щодо його застосування, підготовлено та оформлено пакет документів для отримання патенту.

12. Порівняльні дослідження властивостей труб з НПВХ і ПВХ-О/ А.М. Найда, А.Д. Петухов, В.А. Свідерський / Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної WEB-конференції «Композиційні матеріали» технічний інститут». – Київ, 2016. – С. 100–103.

Здобувачем проаналізовано властивості труб з ПВХ-О при різних випробовуваннях.

13. Експериментальний модуль для досліджень орієнтування труб із НПВХ / А.М. Найда, А.Д. Петухов, В.А. Свідерський // Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної WEB-конференції «Композиційні матеріали», травень 2016 р. / М-во освіти і науки України, Націон. техн. універс. «Київський політехнічний інститут».– Київ, 2016. – С. 104–106.

Здобувачем досліджено одностадійне орієнтування труб із непластифікованого полівінілхлориду з пропонуванням експериментального модуля.

14. Вплив орієнтування ПВХ на релаксацію видовження зразків після випробовувань / А.М. Найда, О.М. Шнирук, О.В. Тимошенко та ін. // Матеріали ІХ Міжнародної науково-технічної WEB-конференції «Композиційні матеріали», травень 2016 р. / М-во освіти і науки України, Націон. техн. універс. «Київський політехнічний інститут». – Київ, 2016. – С. 111–113.

Особистий внесок автора полягає в проведенні аналізу наявності первинної релаксації деформованих взірців з орієнтаційних ПВХ труб, статистичній обробці даних, написанні тез.

15. Порівняльні дослідження властивостей труб з НПВХ і ПВХ-О / А.М. Найда // Матеріали ІІІ міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи розвитку сучасної науки», 6–7 травня 2016 р. – Чернігів, 2016. – С.25-28.

Особистий внесок автора полягає в проведенні експериментальних досліджень структури та фізико-механічних властивостей труб з НПВХ і ПВХ-О.

16. Вплив орієнтації на опір удару напірних труб НПВХ / А.М. Найда, А.Д. Петухов, Л.І. Мельник та ін. // Матеріали ІІІ Всеукраїнської науково-практичної конференції «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки», 9-10 червня 2016 р. / М-во освіти і науки України, Націон. техн. універс. «Київський політехнічний інститут». – Київ, 2016. – С. 73–75.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні експериментальних досліджень структури та фізико-механічних властивостей орієнтаційних ПВХ труб при їх ударі.

17. Порівняльні показників труб з непластифікованого полівінілхлориду і орієнтаційного полівінілхлориду / А.М. Найда // Матеріали ІV Українсько-Німецької конференції «Інформатика. Культура. Техніка», 30 червня–02 липня 2016 р. – Одеса, 2016. – С.71–72.

Особистий внесок автора полягає в проведенні експериментальних досліджень структури та фізико-механічних властивостей труб з НПВХ і ПВХ, написанню тез.

18. Вплив орієнтації на опір удару напірних труб НПВХ / Найда А.М., Петухов А.Д., Свідерський В.А. // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Сучасні технології одержання та переробки полімерних матеріалів», 21-23 вересня 2016 р. / М-во освіти і науки України, Націон. універс. «Львівська політехніка». – Львів, 2016. – С.12.

Особистий внесок здобувача полягає в проведенні експериментальних досліджень та аналізі орієнтаційних ПВХ труб при проектуванні виробництв, статистичній обробці даних, написанні тез.

АНОТАЦІЯ

Найда А.М. Орієнтаційна модифікація полівінілхлориду при виготовленні напірних труб. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.17.06 - технологія полімерних та композиційних матеріалів. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» МОН України, Київ, 2017.

Дисертацію присвячено створенню вітчизняної технології і обладнання для виготовлення орієнтованих труб з ПВХ-О, дослідженню і впровадженню їх в промислове виробництво.

Розроблені технологічні основи створення композиційного матеріалу на основі непластифікованого полівінілхлориду для орієнтованих труб з ПВХ-О. Використані нові рецептури композицій на основі непластифікованого полівінілхлориду при різних технологічних параметрах процесу змішування компонентів композиції, введення додаткових технологічних добавок, дослідження їх впливу на фізико-механічні і експлуатаційні властивості та характеристики труб з ПВХ-О.

Проведено експериментальне дослідження основних процесів технології одержання орієнтованих водонапірних труб зі створеного полімерно-композиційного матеріалу, а саме труб з ПВХ-О, здійснено порівняння фізико-механічних і експлуатаційних властивостей і характеристик труб з НПВХ і труб з ПВХ-О, показана перевага труб з ПВХ-О.

Створена промислова установка виробництва труб з ПВХ-О. Підібрані і обґрунтовані оптимальні технологічні режими випуску труб з ПВХ-О.

Ключові слова: полівінілхлорид, екструзія, орієнтація, напорна труба, ефективність.

АННОТАЦИЯ

Найда А.М. Ориентационная модификация поливинилхлорида при изготовлении напорных труб. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 - технология полимерных и композиционных материалов. - Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского», МОН Украины, Киев, 2017.

Диссертация посвящена созданию отечественной технологии и оборудования для изготовления ориентированных труб из ПВХ-О, их исследованию и внедрению в промышленное производство.

Разработаны технологические основы создания композиционного материала на основе непластифицированного поливинилхлорида для ориентированных труб из ПВХ-О. Используются новые рецептуры композиций на основе непластифицированного поливинилхлорида при разных технологических параметрах процесса смешения компонентов композиции, введения

дополнительных технологических добавок, исследование их влияния на физико-механические и эксплуатационные свойства и характеристики труб из ПВХ-О.

Проведено экспериментальное исследование основных процессов технологии получения ориентированных водонапорных труб из созданного полимерно-композитного материала, а именно труб из ПВХ-О, проведено сравнение физико-механических и эксплуатационных свойств труб из НПВХ и труб из ПВХ-О, обоснованно преимущество труб из ПВХ-О.

Создана промышленная установка производства труб из ПВХ-О, подобраны и обоснованы оптимальные технологические режимы выпуска труб из ПВХ-О.

Ключевые слова: поливинилхлорид, экструзия, ориентация, напорная труба, эффективность.

ABSTRACT

Naida A. M. Orientation modification in the manufacture of polyvinyl chloride pressure pipe." - As manuscript.

Candidate thesis in Engineering Science according to specialization 05.17.06 - technology of polymeric and composite materials. - National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute named Igor Sikorsky", MSE of Ukraine, Kyiv, 2017.

The thesis is concerned with creation of domestic technology and equipment for production of oriented PVC pipes, researching and implementing into industrial production.

Developed technological basis for the creation of composite materials based on unplasticized polyvinyl chloride for oriented PVC-O pipes.

Used new formulation of compositions based on unplasticized PVC at different technological parameters of mixing components of the composition, the introduction of additional technological additives, research into their influence on physical-mechanical and operational properties and characteristics of PVC-O pipes.

Justified the use of discrete method of producing made of PVC-O pipes, as one that will allow to explore the necessary parameters of the workpiece of PVC-O formulations for PVC-O pipe.

Conducted studies that showed the effectiveness of the selection of the formulation composition manufacturing of PVC pipes, selection of technological parameters of its production that will allow to obtain a pipe with improved physical-mechanical parameters and cheaper than pipe made from PVC.

Created industrial equipment for manufacturing PVC-O pipes, optimal technological parameters of production of PVC-O pipes have been selected and substantiated.

The results of the analysis of scientific literature and patent have been done.

Considered issues of more efficient use of natural physico-chemical properties of polymers, which are depended as of the chemical nature of the original monomers so of their differential integrated changes in the polymer chains and the interaction of the latter in supramolecular formations, from the raw material base for the synthesis of PVC, ingredients on the basis of PVC; the prospects for extending the use of use of pipes made

of oriented unplasticized PVC for water supply, including transportation of drinking water, other liquids.

Analyzed possible methods of modification of properties and characteristics of products from PVC, reality of orientation of amorphous polymers and its dependence on the peculiarities of their configuration and conformation of the spatial structure. Methods of implementation of the orientation modifications, their justification have been done.

Justified the possibility of modifying the amorphous polyvinylchloride in the composition by orientation in the manufacture of pipes by extrusion.

Justified separate (one-step) method of the orientation of the workpiece pipes from unplasticized PVC.

Showed the advantages of PVC-O pipes.

Developed the technology of separate single-stage production of oriented pipes made of polyvinyl chloride, which consists of the following local technologies:

- continuous extrusion technology for the processing of powdery PVC composition to unoriented pipe;
- technology of cutting unoriented pipe on pieces for one-step orientation;
- technology of one-step orientation of PVC in the longitudinal and radial directions;
- technology of thermal stabilization of oriented PVC in the pipe body;
- technology of manufacturing beelling parts in the PVC-O pipe.

Experimentally established the basic technological modes of receiving PVC-O pipes, including the modes of preparation of the mixtures of the PVC-O compositions; modes of extrusion, modes of single-stage orientation of PVC pieces of the pipe; the modes of thermal stabilization of PVC in the pipe body; the modes of manufacturing beelling parts in the PVC-O pipe.

Compared of physico-mechanical and operational characteristics of pipes made from UPVC and modified orientation PVC-O pipes.

Key words: polyvinylchloride, extrusion, orientation, pressure pipe, efficiency.

Підп. до друку 23.05.2017. Формат 60х90/16.
Папір офс. Друк цифровий. Гарн. Times New Roman.
Авт. арк. 0,9. Наклад 100.

Видавець та виготівник «Симфонія форте»
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Крайківського, 2
тел. (0342) 77-98-92

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців
та виготівників видавничої продукції: серія ДК № 3312 від 12.11. 2008 р.