

УДК 678.643.42.5

О.Г.КАРАНДАШОВ, В.Л.АВРАМЕНКО, Л.П.ПІДГОРНА,
Г.М.ЧЕРКАШИНА, кандидати техн. наук, В.Г.ДАНІЛЬЦЕВ
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ОТРИМАННЯ СКЛОПЛАСТИКОВИХ ВИРОБІВ НА ЇХ ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ВЛАСТИВОСТІ

Досліджено залежність експлуатаційних властивостей склопластикових труб, отриманих в умовах гарячого тверднення методом безперервної кососарової поздовжньо-поперечної намотки, від технологічних параметрів виробництва.

Исследована зависимость эксплуатационных свойств стеклопластиковых труб, полученных в условиях горячего отверждения методом непрерывной косослойной продольно-поперечной намотки, от технологических параметров производства.

The dependence of the performance properties of fiberglass pipe, obtained under conditions of continuous hot-curing method kososharovoyi longitudinal transverse winding on the technological parameters of production.

Ключові слова: склопластик, анізотропія, руйнівне напруження, епоксидний олігомер, тверднення.

Використання склопластиків у промисловості та народному господарстві дозволяє підняти технічний рівень та ефективність виробництва, більш повно забезпечити народне господарство високоякісними виробами, обладнанням, підвищити їх надійність та строки використання, а також знизити витрати чорних та кольорових металів.

Широке розповсюдження знайшли композиційні матеріали на основі епоксидних матриць та армуючих елементів у вигляді високоміцних та високомодульних безперервних волокон, де армуючі елементи несуть основне навантаження, в той час як матриця передає напругу волокнам [1].

Одним з найперспективніших методів формування виробів з склопластиків є метод намотки, тому що він дозволяє створювати орієнтовану структуру наповнювача у виробках з урахуванням їх форми і особливостей експлуатації, наприклад, у комунальному господарстві при транспортуванні холодної та гарячої питної та технічної води.

Отримані при намотці склопластикові труби та ємності мають ряд переваг порівняно з аналогічними виробами з традиційних матеріалів.

У першу чергу це: висока міцність при малій власній вазі, що значно знижує витрати при транспортуванні, вантажних операціях та монтажних роботах; висока надійність в експлуатації при температурі від мінус 40 до +50⁰С; висока атмосферостійкість, хімічна стійкість;

труби не піддаються корозії та гниттю; їх фланцеве або муфтове з'єднання виключає витрати на зварні роботи при монтажі.

У даній роботі досліджували вплив різних технологічних параметрів та складу зв'язного на процес отримання та експлуатаційні показники склопластикових труб методом безперервної косошарової поздовжньо-поперечної намотки труби.

В якості армуючого матеріалу в даному технологічному процесі використовували склоровінг та базальтові волокна.

Задачою наших досліджень було підвищення експлуатаційних властивостей епоксидних склопластикових труб гарячого тверднення, які призначені для транспортування гарячої та холодної води і різних хімічних середовищ [2].

Вивчали вплив таких технологічних показників, як температура та час тверднення, умови тверднення (дія електричних або інфрачервоних нагрівачів), товщина стінки та діаметр труби, ширина бази укладки поздовжнього армуючого матеріалу, кількість примоточного і підмоточного поперечного армуючого матеріалу, а головне – вплив показника коефіцієнту анізотропії K_a на експлуатаційні властивості виробів.

В результаті досліджень було встановлено, що на міцносні характеристики склопластикових труб крім показників режиму тверднення впливають і розмірні показники труб, а також характер укладки армуючого матеріалу. Зміною цих показників можна підвищити фізико-механічні властивості виробів на 5-10 %.

Показник K_a визначається як відношення маси армуючого матеріалу, укладеного в поперечному напрямі, до маси армуючого матеріалу, укладеного в поздовжньому напрямі.

Як правило, склопластики – це анізотропні матеріали. Однак вплив значення K_a на експлуатаційні властивості виробів уявляє значний інтерес і є важливим з точки зору умов використання труб. Так, наприклад, при транспортуванні рідини чи газу під тиском у стінці склопластикової труби в поперечному напрямі виникає напруження в два рази більше, ніж в поздовжньому. При використанні склопластикових труб в якості водопідйомних колон напруження в поздовжньому і поперечному напрямі практично рівні. Якщо використовувати їх як стійки або як флаштки, то поздовжня складова на порядок більша, ніж поперечна.

Але K_a не може варіюватися до безкінечності, так при зниженні K_a , а значить при збільшенні кількості поздовжнього армуючого матеріалу, погіршується просочування, а відповідно, і монолітність та якість виробу, тому що в даному методі зв'язне подається на оправ-

лення разом з поперечним армуючим матеріалом, а поздовжній просочується вже на оправці. А якщо знизити кількість армуючого матеріалу в поздовжньому напрямі до мінімуму, то все навантаження в поздовжньому напрямі буде приймати зв'язне, яке значно поступається за показниками міцності композиційному матеріалу. Тому в процесі досліджень були обрані межі для коефіцієнту анізотропії, при яких склопластикові вироби будуть мати високі і стабільні фізико-механічні показники. Мінімальне значення K_a становило 0,6, а максимальне – 5.

Результати досліджень фізико-механічних властивостей отриманих виробів на основі композиції вихідного складу в залежності від значення K_a надані в таблиці.

Вихідна композиція вміщувала такі компоненти: епоксидний олігомер СНS-Ероху 520, твердник гарячого затверднення модифікованийметилтетрагідрофталевий ангідрид, прискорювач 2,4,6-трис (діметиламінометил)фенол.

До складу ПКМ вводили також модифіковані теплостійкі зв'язні, типу КДА-ХІт, а також різні модифікатори на поліуретановій основі.

Залежність експлуатаційних показників від значення K_a

Показник	Коефіцієнт анізотропії, K_a		
	1,2	2	3
Руйнівне напруження при стиску, поздовжнє, МПа	409	349	233
Руйнівне напруження при розтягу, поздовжнє, МПа	320	262	165
Руйнівне напруження при розтягу, кільцеве, МПа	362	475	507
Руйнівне напруження при сти-ску, кільцеве, МПа	180	160	150
Модуль пружності осьовий, МПа	14110	13465	12285

Як видно, руйнівні напруження в поздовжньому і поперечному напрямі мають близькі значення і практично максимальні при K_a , рівному 1,2. Тому не має сенсу випускати продукцію з коефіцієнтом анізотропії нижче одиниці, тому що значного приросту в міцності нема, а якість виробу значно погіршується. Також можна зробити висновок про те, що для горизонтального транспортування рідини чи газу під тиском підходять вироби, отримані з K_a , рівним 2, оскільки значення кільцевого руйнівного напруження в цьому випадку в два рази більше, ніж поздовжнього. При зміні K_a від 2 до 3 зростання кільцевого руйнівного напруження сповільнюється, а напруження, що прикладене в поздовжньому напрямі, починає різко зменшуватися. Із усього цього

впливає, що отримання склопластикових виробів з K_a більше 3 недоцільно.

Модуль пружності також залежить від K_a , але ця залежність не настільки істотна.

Крім того, вивчали залежність експлуатаційних показників від складу композицій. З метою можливості використання отриманих труб для транспортування рідин під високим тиском вирішували проблему поліпшення герметичності труб та зниження їх крихкості. Для цього до складу вихідного зв'язного додавали поліуретанові модифікатори типу Пластур та УРЕП.

Герметичність та крихкість труб оцінювали при випробуваннях на гідростенді СГІ-99. На цьому заключному етапі моделюють реальні умови експлуатації склопластикових виробів. Під час випробувань фіксуються два показники:

1) показник напруження «першого тріску» – внутрішнє напруження у трубопроводі, при якому зразок виробу утворює характерний звук, що свідчить про порушення цілісності виробу. Однак дане мінімальне початкове руйнування може не вести за собою втрату герметичності;

2) при подальшому підвищенні напруження, заміряється значення, при якому на поверхні склопластикової труби виявляються перші сліди випотівання або поява свищів, що сигналізує про втрату герметичності і неможливості подальшого випробування та використання виробу при більш високому напруженні.

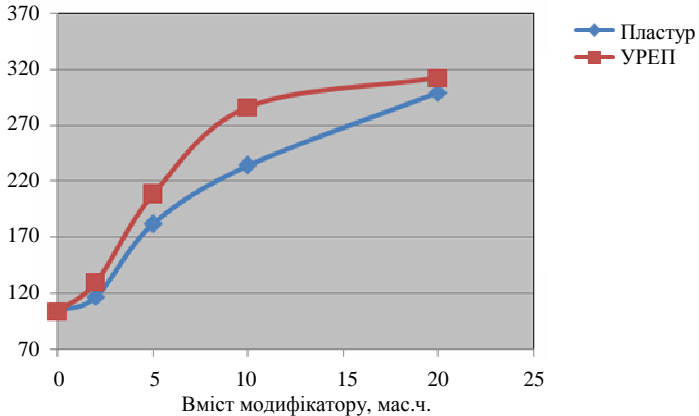
Руйнівне напруження при кільцевому розтягу визначали шляхом розтягнення кільцевих зразків склопластикових труб по їх площині за допомогою внутрішнього тиску, який створюється жорсткими напівдисками пристрою випробувальної машини (стандарт ASTM D 2290-76).

Визначали також показник ударної в'язкості зразків труб.

Наявність в складі композицій модифікаторів Пластур і УРЕП дозволяє значно підвищити показник ударної в'язкості затвердених зв'язних на 50-100 %. Тому заключні випробування фізико-механічних властивостей проводили для композицій, які вміщували ці модифікатори.

Результати досліджень руйнівного напруження при кільцевому розтягу, напруження втрати герметичності та напруження «першого тріску» для склопластиків на основі композицій з модифікаторами Пластур та УРЕП (рисунок) показали, що вказані модифікатори позитивно впливають на ці показники.

Оптимальним вмістом цих модифікаторів є кількість 5-10 % мас.



Залежність напруження втрати герметичності склопластикових труб від типу та кількості модифікатора в зв'язках

Показник ударної в'язкості збільшується з 7 до 20-25 кДж/м², напруження «першого тріску» – з 70 до 170 МПа, а напруження втрати герметичності – зі 100 до 280-300 МПа.

Також визначено, що додавання модифікаторів Пластур та УРЕП підвищує деформаційну теплостійкість затвердених зв'язків зі 110 °С до 170 °С.

Таким чином встановлені оптимальні технологічні параметри та склади композицій, які дозволяють отримати склопластикові труби з найкращими експлуатаційними властивостями.

Такі труби пропонується експлуатувати в комунальному господарстві та промисловості при транспортуванні різних холодних та гарячих рідин та газів під тиском до 6,7 МПа.

1. Чернин И.З. Эпоксидные полимеры и композиции / И.З. Чернин, Ф.М. Смехов, Ю.В. Жердев. – М.: Химия, 1982. – 232 с.

2. Клеевые составы для монтажа эпоксидных стекло- и базальтопластиковых труб / В.Л. Авраменко, Л.Ф. Подгорная, А.Н. Черкашина, О.Г. Карандашов, В.Г. Данильцев // Застосування пластмас у будівництві та міському господарстві: X Міжнародна науково-технічна інтернет-конференція; матер. конф. – Х.: ХНАМГ, 2012. – С. 152-154.

Отримано 29.11.2013