

До високочастотних методів, окрім мостових, які розглянуто вище, відносять резонансні методи з використанням активних (LC) або пасивних (RC) коливальних контурів. Ці методи досить поширені, тому що вимірювання можна проводити як аналоговими, так частотними методами за частот до 10^8 Гц [5].

Методи надвисокої частоти (НВЧ) застосовують головним чином для вимірювання діелектричної проникності добре провідних розчинів електролітів. На цей час широко використовують, незважаючи на порівняно з іншими методами складну апаратури. Ці методи можна поділити на дві групи:

- методи з коаксіальною лінією, які використовуються у діапазоні частот від 10^8 до 10^{11} Гц ;
- методи з об'ємним резонансним контуром, які застосовуються в діапазоні частот 10^9 - 10^{11} Гц.

У першому випадку досліджуваній зразок поміщається в коаксіальну лінію або хвилевід, в якому створюється стояча або біжуча хвиля, в другому випадку застосовують циліндричний об'ємний резонансний контур, всередині якого знаходиться досліджуваній розчин, який виконує роль навантаження цього контуру. З використанням НВЧ-методів можна вимірювати діелектричну проникність розчинів, що мають провідність до $1 \text{ См}\cdot\text{см}^{-1}$ з точністю до $\pm 1\%$ [7].

Недоліком методів НВЧ є потреба витримувати точні розміри коливальних контурів, оскільки вони визначають точність розмірів досліджуваного зразка, потреба високої стабільності роботи НВЧ-генератора.

Висновки. Всебічне дослідження різноманітних діелектричних речовин дало змогу зробити висновок, що для виявлення їх структури та складу необхідно здійснювати вимірювання діелектричної проникності у широкому діапазоні частот (від 0 до 10^{13} Гц). Такий широкий частотний діапазон не можна охопити єдиним методом вимірювання. У кожному піддіапазоні частот існує свій пріоритетний метод (рис. 2).

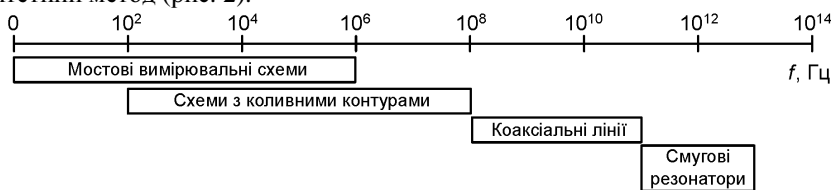


Рис. 2. Пріоритетні методи вимірювання діелектричної проникності для певного діапазону частот

Література

1. Эме Ф. Диэлектрические измерения для количественного анализа и для определения химической структуры : пер. с нем. Б.Н. Штиллера / под ред. канд. техн. наук И.И. Заславского. – М. : Изд-во "Химия", 1967. – 236 с.
2. Лопатин Б.А. Теоретические основы электрохимических методов анализа : учебн. пособ. [для студ. ВУЗов] / Б.А. Лопатин. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1975. – 295 с.
3. Основы измерения диэлектрических свойств материалов. Заметки по применению // Agilent Technologies.
4. Rohde & Schwarz. Measurement of Material Dielectric Properties : Application Note.
5. Venkatesh M.S. An overview of dielectric properties measuring techniques / M.S. Venkatesh and G.S.V. Raghavan // Canadian Biosystems Engineering. – 2005. – Vol. 47. – Pp. 7.15-7.30.
6. Бугров А.В. Высокочастотные емкостные преобразователи и приборы контроля качества / А.В. Бугров. – М. : Изд-во "Машиностроение", 1982. – 94 с.

7. Берлинер М.А. Измерения влажности / М.А. Берлинер. – Изд. 2-ое, [перераб. и доп.]. – М. : Изд-во "Энергия", 1973. – 400 с.

8. Алейников А.Ф. Датчики (перспективные направления развития) : учебн. пособ. / А.Ф. Алейников, В.А. Гридчин, М.П. Цапенко; под ред. М.П. Цапенко. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2001. – 176 с.

Ивах Р.М. Систематизация методов измерения диэлектрической проницаемости

Рассмотрена актуальность исследования диэлектрических свойств материалов, приведены основные области применения диэлькометрии, особое внимание сосредоточено на возможности использования диэлькометрических методов во влагометрии. Проведена систематизация методов измерения диэлектрической проницаемости с учетом рода тока. Кратко охарактеризованы основные группы методов, проанализированы их преимущества и недостатки, указаны возможные частоты переменного тока использования, а также значения погрешностей, которые при этом можно достичь. На основе проведенных теоретических исследований рекомендовано приоритетные методы измерения диэлектрической проницаемости для определенного диапазона частот.

Ключевые слова: диэлектрическая проницаемость, методы, измерение переменного тока, постоянный ток, мостовые методы, методы.

Ivakh R.M. Systematization of the Methods of Measuring Dielectric Permittivity

The relevance of research of the dielectric properties of materials is considered. Some basic application areas of dielectrometry are described. Special attention is paid to the possibility of using methods in the sample, humidity measurement. The systematization of the methods of measuring the dielectric permittivity concerning the type of current is made. Some basic groups of methods are briefly described, their advantages and disadvantages are analysed. Possible frequency AC use and value of errors that can be reached are indicated. On the basis of theoretical research priority methods for measuring the dielectric permittivity for a given frequency band are recommended.

Key words: dielectric permittivity, methods of measurement, AC, DC, bridge methods, power methods.

УДК 697:696.628.8 Доц. М.А. Кириченко, канд. техн. наук; доц. Н.В. Чепурна, канд. техн. наук; доц. С.В. Барановська, канд. техн. наук – Київський НУ будівництва та архітектури

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ШВИДКОСТІ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В МІЖРЯДНОМУ ПРОСТОРИ ТРУБНИХ ПУЧКІВ І РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУР НА ПОВЕРХНІ НАГРІВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

Наведено результати експериментальних досліджень розподілу швидкості повітряного потоку в міжрядному просторі трубних пучків і температур на поверхнях нагрівальних елементів. Результати експериментів засвідчили, що осеві вентилятори формують нерівномірний повітряний потік перед нагрівальним трубним пучком. Ця початкова нерівномірність повітряного потоку в трубному пучку поширюється як по перерізу пучка, так і по його глибині. Нерівномірний повітряний потік істотно впливає на температуру поверхні нагрівальних елементів. Розподіл температури на поверхні нагрівальних елементів залежить від швидкості повітряного потоку.

Ці експерименти дають змогу оптимізувати компоновку розташування нагрівальних елементів у вентиляційно-опалювальних агрегатах.

Ключові слова: трубний пучок, швидкість, температура, повітряний потік, повітряний нагрівач, вентилятор.

Вступ. Електрокалориферна техніка є однією з галузей опалювально-вентиляційної техніки, яка швидко розвивається. Опалювально-вентиляційні агрегати різняться великою різноманітністю конструктивного оформлення. Переваги електрокалориферів полягають у можливості швидкого отримання як низькотемпературного теплового потоку повітря в межах до 60°C, не порушуючи комфортні умови в приміщенні, із забезпеченням необхідного повітрообміну, так і високотемпературного теплового потоку для життєдіяльних або технологічних потреб. Електрокалориферні установки можуть суміщатися з системами вентиляції. Завдяки цьому електрокалорифери набувають поширення за кордоном і в нашій країні.

На сьогодні багато передових технологій знайшло своє відображення в електрокалориферах малої потужності до 2 кВт, які призначені для тимчасового опівтрояння житлових і громадських приміщень. Теплові вентилятори малої потужності, маючи сучасний дизайн, компоновку, нові матеріали, малу металоемність, високі теплотехнічні характеристики, є доволі перспективними для тимчасового і допоміжного опалення приміщень.

Конструкції електрокалориферів великої потужності мало розвинені, порівняно з тепловими вентиляторами малої потужності. В електрокалориферах великої потужності повільно впроваджуються сучасні матеріали, що пов'язано з великою потужністю установок та зростанням їх вартості.

Актуальність роботи. Зменшення маси і габаритів теплообмінних апаратів великої потужності пов'язано з використанням інтенсифікації теплообміну за рахунок штучної турбулізації потоку повітря. Штучним турбулізатором може бути вентилятор при встановленні його на нагнітанні повітряного потоку. Необхідно розмішувати електронагрівальний блок на оптимальній відстані від вентилятора. Розташування електронагрівального блоку близько до вентилятора, з метою зменшення маси і габаритних розмірів, призведе до нерівномірного обдування повітряним потоком перших рядів електричних нагрівачів, що є небажаним явищем, оскільки це спричиняє підвищення температури на поверхні ТЕНів. Підвищення температури призводить до пригорання пилу, до можливості перегорання електричних нагрівачів і до можливого зниження ефективності конвективно-примусового теплообміну, який в електрокалориферах є визначальним видом теплопередачі. Розташування електронагрівального блоку на відстані стабілізації повітряного потоку після вентилятора призводить до сильного збільшення розмірів електричного повітряно-опалювального агрегату, а варіант вирішення проблеми шляхом встановлення пластин, які вирівнюють повітряний потік, має важливий недолік – збільшення гідравлічного опору.

Мета і завдання дослідження. Здійснити експериментальні дослідження розподілу швидкості повітряного потоку в міжрядному просторі трубних пучків і температур на поверхні нагрівальних елементів на діючих моделях опалювально-вентиляційних агрегатів. При цьому розглянути ситуацію, коли осьовий вентилятор встановлюється перед нагрівальним трубним пучком, який спричиняє нерівномірний повітряний потік з підвищеною турбулентністю.

Експериментальні дослідження та їх аналіз. Експериментальна установка складається з осьового вентилятора номінальною продуктивністю 350 м³/год, металевого повітропроводу з поперечним перерізом 180×180 мм та нагрівального блоку, на який вентилятором подається повітря з температурою 20 °С.

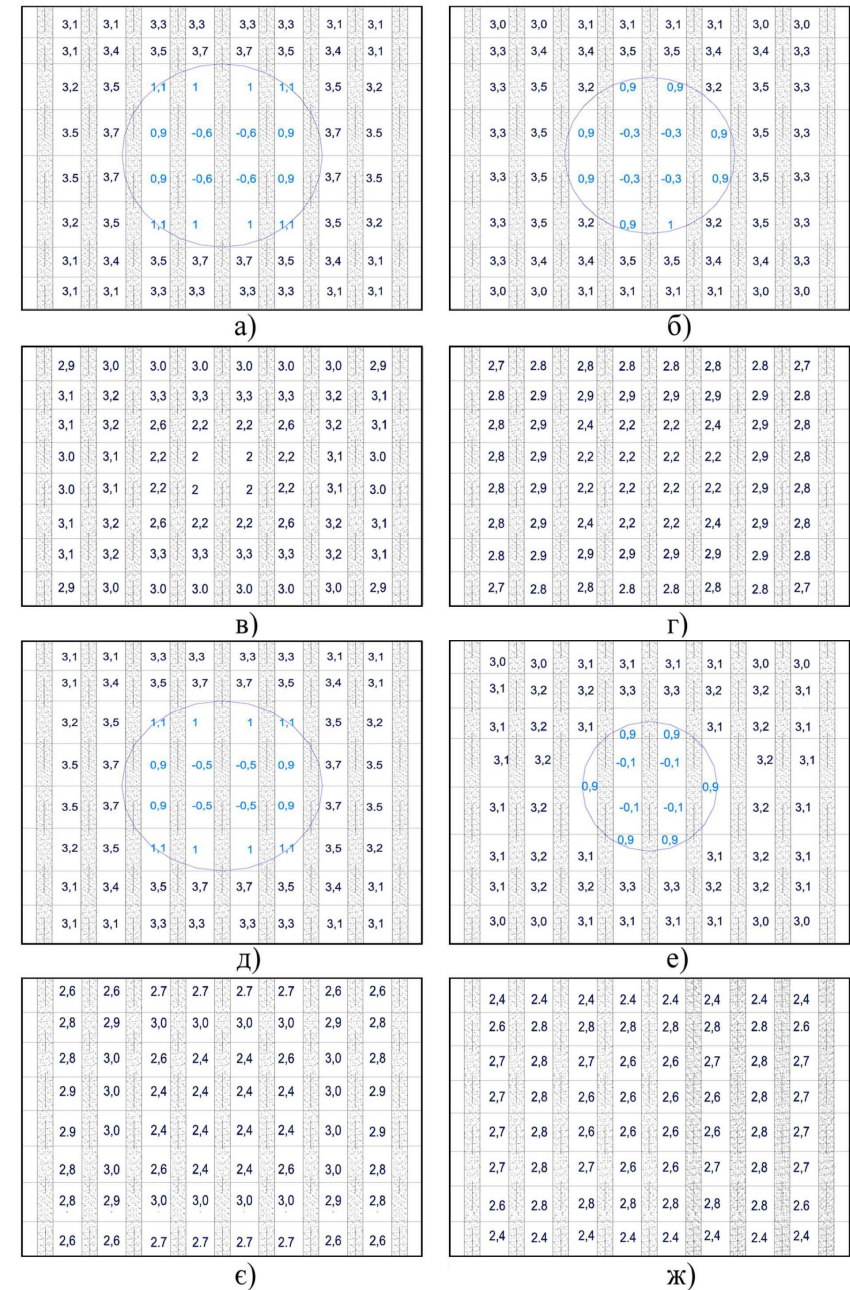


Рис. 1. Розподіл швидкостей у міжтрубному просторі трубного пучка: 1) коридорне розташування труб: а) перший ряд, б) третій ряд, в) шостий ряд, г) дев'ятий ряд; 2) шахове розташування труб: д) перший ряд, е) третій ряд, є) шостий ряд, ж) дев'ятий ряд

Нагрівальний блок – це набір керамічних трубок діаметром 7 мм, розташованих у шаховому порядку. Густота розташування трубок визначається відносними поперечними ($s_1/d=2,85$) та поздовжніми ($s_2/d=2,85$) відстанями. Всього у блоці 9 рядів трубок по 9 трубок у кожному ряді.

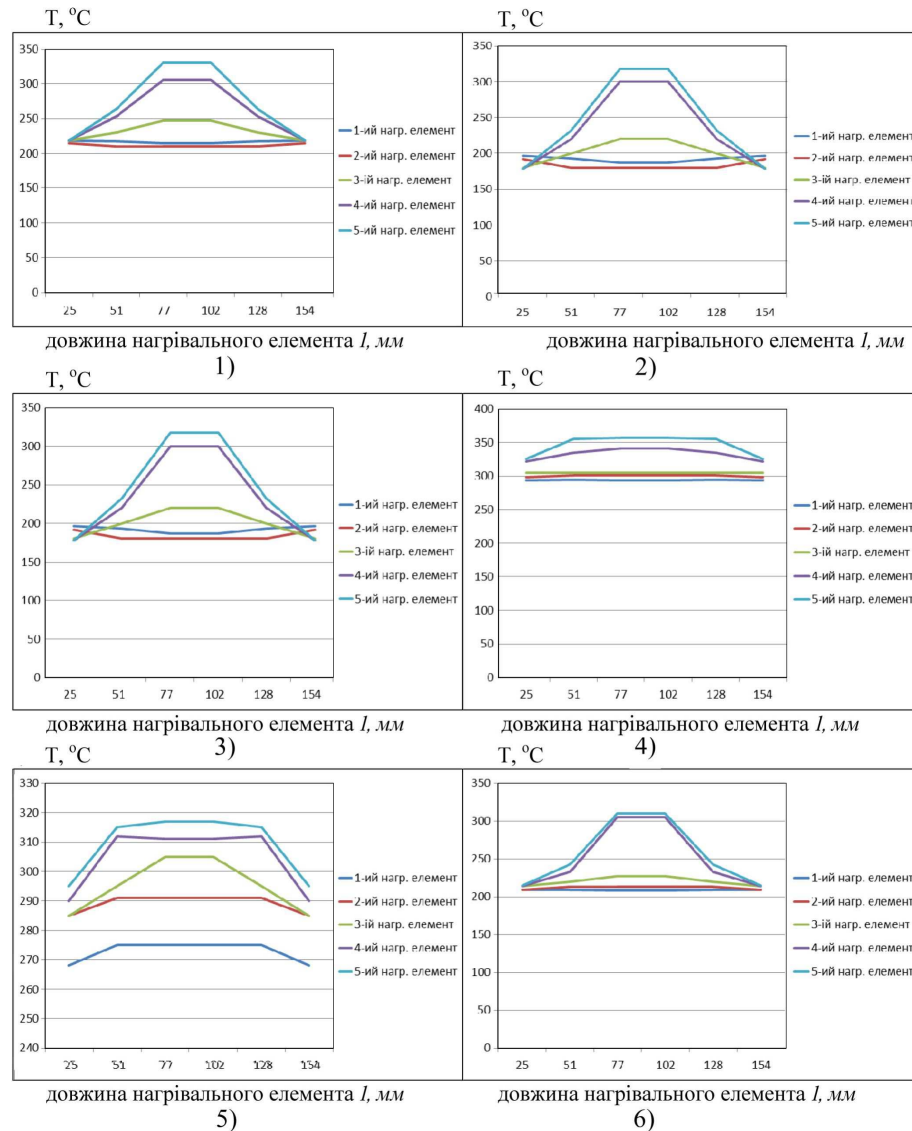


Рис. 2. Розподіл температури на поверхні нагрівальних елементів відносно розташування в ряді і по глибині трубного пучка: 1) перший коридорний ряд; 2) третій коридорний ряд; 3) дев'ятий коридорний ряд; 4) перший шаховий ряд; 5) третій шаховий ряд; 6) дев'ятий шаховий ряд

Розподіл швидкості повітряного потоку в міжрядному просторі трубних пучків для шахового та коридорного їх розташування наведено на рис. 1. Варто звернути увагу на те, що знак "мінус" означає протилежний напрямок повітряного потоку відносно основного напрямку повітряного потоку.

Аналізуючи розподіл швидкостей у просторі між трубками, видно, що початкова нерівномірність повітряного потоку швидше вирівнюється по глибині та поперечному перерізі в разі шахового розташування трубок. Варто також зазначити для перших рядів формування двох зон із швидкісним режимом та режимом з низькою швидкістю в центрі.

Розподіл температур на поверхні нагрівальних елементів при обтіканні нерівномірним повітряним потоком з підвищеною турбулентністю наведено на рис. 2.

Аналізуючи розподіл температури на поверхні нагрівальних елементів по перерізу трубного пучка, варто зазначити високі температури в центрі трубного пучка труб, спричинені низькою швидкістю повітряного потоку в цій області.

Висновок. Більшість сучасних вентиляційно-опалювальних агрегатів працюють в режимі, коли пучки труб (нагрівальні елементи) омиваються нерівномірним турбулізованим повітряним потоком. Це пов'язано насамперед з тим, що осьовий вентилятор розташований перед нагрівальними елементами та неможливо розмістити нагрівальні елементи на відстані гідродинамічної стабілізації повітряного потоку (це приведе до зростання габаритних розмірів вентиляційно-опалювальних агрегатів).

Початкова нерівномірність повітряного потоку в трубному пучку від встановлення осьового вентиляторів на нагнітання, поширюється як по перерізу пучка, так і по його глибині. Перші ряди трубного пучка виступають в ролі вирівнювачів потоку і цим самим з третього-четвертого рядів повітряний потік вирівнюється як по перерізу, так і по глибині пучка.

Дослідження нерівномірності повітряного потоку в пучку труб дає змогу оптимізувати компоновку розташування нагрівальних елементів у вентиляційно-опалювальних агрегатах.

Література

1. Сперроу. Влияние вызванного загромождением неравномерного распределения потока на теплообмен и падение давления в трубном пучке / Сперроу // Труды Американского общества инженеров механиков. Теплопередача, 1982. – Т. 104, № 4. – Рр. 123-127.
2. Жукаускас А.А. Конвективный перенос в теплообменниках / А.А. Жукаускас. – М. : Изд-во "Наука", 1982. – 472 с.
3. Худенко А.А. Тепловіддача трубного пучка електрокалориферів у потоці повітря від осьового вентиляторів / А.А. Худенко, М.А. Кириченко // Будівельні матеріали, виробництво та санітарна техніка : зб. наук. праць. – К. : Вид-во ДНДСТ. – № 16. – 2001. – С. 82-85.
4. Малкін Е.С. Інтенсифікація теплообміну в повітряно-опалювальних агрегатах з трубчастими нагрівачами / Е.С. Малкін, М.А. Кириченко, Н.В. Чепурна // Енергоефективність в будівництві та архітектурі : наук.-техн. зб.; відпов. ред. П.М. Куліков. – К. : Вид-во КНУБА, 2014. – Вип. 6. – С. 183-187.

Кириченко М.А., Чепурная Н.В., Барановская С.В. Экспериментальные исследования распределения скорости воздушного потока в междурядном пространстве трубных пучков и распределения температур на поверхности нагревательных элементов

Приведены результаты экспериментальных исследований распределения скорости воздушного потока в междурядном пространстве трубных пучков и температур на поверхностях нагревательных элементов. Результаты экспериментов показали, что осевые вентиляторы формируют неравномерный воздушный поток перед нагревательным трубным пучком. Данная начальная неравномерность воздушного потока в трубном пучке распространяется как поперек пучка, так и по его глубине. Неравномерный воздушный поток существенно влияет на температуру поверхности нагревательных элементов. Распределение температуры на поверхности нагревательных элементов зависит от скорости воздушного потока. Данные эксперименты дают возможность оптимизировать компоновку расположения нагревательных элементов в вентиляционно-отопительных агрегатах.

Ключевые слова: трубный пучок, скорость, температура, воздушный поток, воздушный нагреватель, вентилятор.

Kyrychenko M.A., Cherpurna N.V., Baranovska C.V. Experimental Researches of Airstream Speed Distribution in the Interrow Space of Pipe Bunches and Temperatures on the Surface of Heater Elements

Some results of experimental researches of airstream speed distribution in the interrow space of pipe bunches and temperatures on the surface of heater elements are provided. The results of experiments showed that axial ventilators formed the uneven current of air before a heater pipe bunch. This initial unevenness of air current in a pipe bunch spreads both on the cut of bunch and on its depth. The uneven air current substantially influences the temperature of heater elements surface. The distribution of temperature on the surface of heater elements depends on the speed of airstream. These experiments allow optimizing arrangement of the location of heater elements in ventilating-heating aggregates.

Key words: pipe bunch, speed, temperature, airstream, air heater.

УДК 678.027.3

Директор А.М. Найдя –
ТЗОВ "Калуський трубний завод", м. Калуш

ПОРІВНЯЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРУБ З НЕПЛАСТИФІКОВАНОГО ТА ОРІЄНТОВАНОГО ПОЛІВІНІЛХЛОРИДУ

Подано результати проведених випробувань фізико-механічних властивостей труб з ПВХ і ПВХ-О, а саме на опір падаючого вантажу, межу текучості, відносно видовження, зміни довжини труб при нагріванні, температури розм'якшення за Віка, стійкість до дихлоретану, стійкість до постійного внутрішнього тиску. Параметри визначено за допомогою такого обладнання, як тестер удару Gotech GT-7037-DA; розривна машина GT-AI7000-M, прилад Віка, лабораторна термокамера, гідравлічний стенд, згідно з ДСТУ Б.В.2.7-147:2007 "Будівельні матеріали. Труби із неластифікованого полівінілхлориду та фасонні вироби до них для холодного водопостачання. Технічні умови". Наведено переваги труб з ПВХ-О над трубами з ПВХ.

Ключові слова: полімерний матеріал, труба з ПВХ-О, труба з ПВХ, полівінілхлорид, опір падаючого вантажу, межа текучості, відносно видовження, зміна довжини труб при нагріванні, температура розм'якшення за Віка, стійкість до дихлоретану, стійкість до постійного внутрішнього тиску.

Вступ. Труби з неластифікованого полівінілхлориду (НПВХ) у водопостачанні і каналізації прийшли на заміну труб з чавуну, бетону, залізобетону, поліолефінів. Вони є найкращим шляхом вирішення проблем зменшення витрат у прокладанні мереж. Труби з орієнтованого ПВХ (ПВХ-О) стають ефективним конкурентом труб із НПВХ. Завдяки процесу молекулярної орієнтації НПВХ ці труби відрізняються значною кількістю виняткових особливостей серед інших

труб, призначених для цієї області застосування. Непластифікований полівінілхлорид за своєю природою – аморфний полімер, молекули якого розташовані безладно. Але за певних умов (тиску, температури і швидкості) при витяжці матеріалу можлива орієнтація молекул у напрямку витяжки.

Постановка проблеми і актуальність теми дослідження. На сьогодні виготовляють труби згаданих двох типів. Але для виробників недостатньо інформації з порівняння фізико-механічних характеристик і властивостей напірних труб та вихідних матеріалів, з яких труби виготовляють. Такими є: опір падаючого вантажу, межа текучості, відносно видовження, зміна довжини труб при нагріванні, температура розм'якшення за Віка, стійкість до дихлоретану, стійкість до постійного внутрішнього тиску.

Результати дослідження та їх аналіз дадуть змогу під час проектування виробництва оптимально вибрати тип труб з НПВХ або труб з ПВХ-О.

Стан дослідженості проблематики у науковій літературі. Методи визначення характеристик і властивостей труб з полівінілхлориду, котрі перераховані вище, викладено в держстандартах [1-4]. Теоретичні основи залежностей властивостей і характеристик від вимог до виробів з полівінілхлориду, умов перероблення розглянуто в наукових працях І.І. Тугова, Г.І. Костиркіної [5], В.В. Гузеева [6], К.С. Мінскера, Г.Є. Заїкова [7], Ч. Уїлки [8], В.П. Володіна [9], Д. Уїлоубі [10] використані під час проведення досліджень.

Мета роботи – порівняння характеристик труб з ПВХ-О і ПВХ, такі як опір падаючого вантажу, межа текучості, відносно видовження, зміна довжини труб при нагріванні, температура розм'якшення за Віка, стійкість до дихлоретану, стійкість до постійного внутрішнього тиску, що дадуть змогу під час проектування виробництва оптимально вибрати тип труб з НПВХ або труб з ПВХ-О.

Виклад основного матеріалу. Для експериментальних досліджень брали трубу з НПВХ (зовнішній діаметр $d_e = 90$ мм і товщина стінки $e = 3,5$ мм) і ПВХ-О ($d_e = 110$ мм і $e = 2$ мм), яка була зроблена орієнтацією з труби НПВХ ($d_e = 90$ мм і $e = 3,5$ мм).

Визначення опору удару падаючого вантажу. Випробування проводили на 10-ти відрізках довжиною $200^{\pm 2}$ мм одного типорозміру для кожної серії ударів: 25, 32, 39, 48, 52, 56, 64, 66, 72, 80. Зразки перед ударом кондиціонували за температури $0^{\pm 10}$ °C протягом 1 год. Вимірювання опору удару за методом падаючого вантажу проводили протягом 5 хв після закінчення кондиціонування. Зразки труб розташовували та фіксували на горизонтальній установочній плиті за допомогою затискачів на V-подібних призмах з кутом при вершині $120^{\pm 2}$ °. Місця нанесення ударів відзначали на гладких циліндричних частинах зразків лініями на рівній відстані по довжині кола. Кількість ліній відповідала кількості ударів, нанесених одному зразку. Точка нанесення удару була рівновіддалена від торців циліндричної частини випробувального зразка.

Наконечник вантажу, що входить у зіткнення зі зразком, був півсферою з радіусом 90 мм для випробувань труб, яка виконана зі сталі з твердістю не менше HRC 20. Висота падіння вантажу до точки контакту наконечника з поверхнею зразка була 1600 мм. Маса падаючого вантажу становила 0,5 кг. Якщо зразок витримував удар, його провертали у V-подібній призмі до наступної поз-