

Проаналізувавши отримані результати, встановлено, що залежність реактивного складника адмітансу є різною для певних діапазонів частоти. Так, для спиртових розчинів (див. рис. 1, а) до 1кГц реактивний складник залежить від частоти нелінійно, а від 1кГц до 100кГц вона має залежність, близьку до лінійної. Характер залежностей активного складника від частоти горілок (див. рис. 2, а) є подібним до залежностей такого ж складника водно-спиртових розчинів [10], і відрізняється тільки за абсолютними значеннями складника. Причому в досліджуваному діапазоні забезпечується лінійна залежність активного складника від частоти як для спиртових розчинів, так і для горілок. Характер реактивного складника горілок (див. рис. 2, б) відрізняється тим, що складник містить явно виражене екстремальне значення, що відповідає певній частоті. Причому кожна марка горілки має свою частоту, на якій таке значення проявляється. Аналогічні екстремальні значення спостерігаються і для спиртових розчинів (див. рис. 1, б), однак частота, на якій вони є, набагато нижча від частоти для горілок (див. рис. 2, б). Це можна використати для ідентифікації горілки різних марок, а також для виявлення спиртових розчинів, які подають замість горілки. Тобто, вибравши фіксовану частоту цього діапазону можна розрізняти спирти та спиртові розчини різного рівня якості як за активною, так і за реактивною складниками.

Висновки. На основі теоретичних та експериментальних досліджень щодо ідентифікації спиртових розчинів за параметрами імітансу можна зробити такі висновки:

1. Реактивні складники водно-спиртових розчинів і горілок мають явно виражені екстремальні значення, що відповідають певній частоті. Причому як водно-спиртовий розчин різної концентрації, так і кожна марка горілки мають свої частоти, на яких такі значення проявляються.

2. Частоти для спиртових розчинів є набагато нижчі від частот для горілок. Це можна використати для ідентифікації горілки різних марок, а також для виявлення спиртових розчинів, які подаються споживачу замість горілки.

Література

1. Патент Росії № 2135993. Пристрій для визначення концентрації водно-спиртових розчинів, МПК G01N 33/14 від 27.04.2003.
2. Кукла А.Л. Імпедансний аналізатор для ідентифікації марок водно-спиртових напій / А.Л. Кукла, А.С. Павлоченко, А.С. Майстренко, А.В. Мамікін // Технологія і конструювання в електронній промисловості : зб. наук. праць. – К., – 2012. – № 1. – С. 15-21.
3. Міхалева М.С. Спосіб ідентифікації медичного спирту за електричними параметрами / М. Міхалева, В. Юзва // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Вимірювальна техніка та метрологія. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2013. – № 74. – С. 45-47.
4. Походило Є. Електрична модель / Є. Походило, В. Юзва // Управління якістю в освіті та промисловості: досвід, проблеми та перспективи : тези доп. II-ої Міжнар. наук.-практ. конф., 28-30 травня 2015 року / відп. за вип. М.М. Микійчук. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2015. – С. 213.
5. Походило Є.В. Імітансний контроль якості : монографія / Є.В. Походило, П.Г. Столярчук. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2012. – 164 с.
6. Патент Росії № 2203485. Спосіб оперативного визначення міцності водно-спиртових розчинів, МПК G01N від 27.04.2003.
7. Патент Росії № 2488109. Спосіб розпізнавання ідентифікації партій міцних спиртових напоїв, переважно горілки, МПК G01N 33/14 від 27.04.2003.

8. Походило Є.В. Розвиток теорії та принципів побудови засобів вимірювання імітансу об'єктів кваліметрії : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 05.11.05 / Є.В. Походило; НУ "Львівська політехніка". – Львів, 2004. – 40 с.

9. Походило, Є.В. Диференційний метод оцінювання якості продукції за параметрами імітансу / Є.В. Походило, С. Є Остапчук // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Автоматика, вимірювання та керування. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2011. – № 695. – С. 41-45.

10. Походило Є.В. Measurement of electrophysical parameters of alcoholic solutions / Є.В. Походило, В.З. Юзва // Вісник Національного університету "Львівська політехніка". – Сер.: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів : Вид-во НУ "Львівська політехніка". – 2015. – № 789. – С. 23-42.

Надійшла до редакції 15.10.2016 р.

Походило Е.В., Юзва В.З., Вікович О.В. Идентификация спиртовых растворов по параметрам иммитанса

Рассмотрены способы идентификации спиртовых растворов по их электрическим параметрам, в частности водно-спиртовых растворов различной концентрации и алкогольных напитков. Отмечено, что информативными параметрами могут быть диэлектрическая проницаемость, проводимость или активные и реактивные составляющие импеданса или адмитанса объектов идентификации. Исследованы спиртовые растворы в частотном диапазоне и выявлено, что реактивные составляющие адмитанса водно-спиртовых растворов и водки имеют явно выраженные экстремальные значения, соответствующие определенной частоте. Предложено использовать такую частоту для идентификации водки различных марок, а также водно-спиртовых растворов.

Ключевые слова: спирт, спиртовой раствор, водка, иммитанс, адмитанс, импеданс.

Pokhodylo E.V., Yuzva V.Z., Vikovych O.V. Identification of the Alcoholic Solutions by Immitance Parameters

The methods of identification of alcoholic solutions for their electrical parameters, including water-alcohol solutions of different concentration and alcoholic beverages were examined. We have indicated that informative parameters may be permittivity, conductivity or active and reactive components of impedance or admittance of identification objects. Alcohol solvents were investigated in the frequency range and it is found that reactive components of admittance of water-alcohol solutions and vodka have clearly expressed extreme values corresponding to a certain frequency. It is proposed to use such rate to identify different brands of vodka and water-alcohol solutions.

Keywords: alcohol, alcoholic solution, vodka, immitance, admittance, impedance.

УДК 621.643

КОРОЗИЙНО-МЕХАНІЧНЕ РУЙНУВАННЯ ТРУБ ВИКИДНИХ ЛІНІЙ СВЕРДЛОВИН ПІД ДІЄЮ ГАЗОВИХ ГІДРАТІВ

Л.Я. Побережний¹, В.В. Грицанчук², А.В. Грицанчук³

Проведено втомні випробовування на повітрі та у корозивному середовищі (0,05 моль/л NaCl + 0,05 моль/л Na₂SO₄), як для сталі марки 17ГС, так і для Ст20. Зафіксовано тристадійну кінетику деформації сталі трубопроводу. Вплив газогідрату на відносну тривалість стадій низькочастотної втомні виявляється у зменненні третьої стадії, яка відповідає роботі у режимі обмеженої функціональності. Поглиблене дослідження явищ, пов'язаних із впливом газогідратів на поверхню труби, має велике практичне значення.

Ключові слова: трубопровід, викидна лінія, газовий гідрат, деградація, кінетика втомні.

¹ проф. Л.Я. Побережний, д-р техн. наук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу;

² викл. В.В. Грицанчук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу;

³ аспір. А.В. Грицанчук – Івано-Франківський НТУ нафти і газу

Вступ. На сьогодні Україна є енергодефіцитною державою, тому проблема збільшення власного видобутку постає вкрай нагально. Один із шляхів вирішення – відновлення роботи законсервованих, використання наявних та спорудження нових низькодебітних свердловин. При цьому газ, який іде від місця видобутку у промисловий трубопровід, часто містить значну кількість домішок і вологи. Тому проблема дослідження впливу гідратів на матеріал трубопроводу і розроблення в подальшому нових екологічно-безпечних інгібуючих композицій є доволі актуальною.

Сформовані гідрати можуть закупорювати трубопроводи, підводні лінії транспортування, а в разі газового викиду під час буріння, гідрати можуть утворюватися в стояку свердловини у противикидному превенторі і на штуцерній лінії. Це спричинить часткове або повне закупорення внутрішньої частини газопроводу, і якщо швидко її не видалити, то це приведе до зростання тиску всередині труби і до можливої аварії. Внаслідок цього можуть виникнути різні економічні та екологічні проблеми та серйозні ризики для безпеки обслуговуючого персоналу та устаткування [1].

Гідратоутворення у промислових газопроводах в осінньо-зимовий період завжди супроводжується сприятливими термодинамічними умовами середовища, високим тиском та низькою температурою транспортування. За наявності цих умов, малопарафінистий гомологічний склад природного газу (C1-C4) та/чи наявність домішок у газі (H₂S, CO₂ тощо) змішується з водяною парою і на верхні розділу фаз під дією слабких сил Ван-дер-Ваальса (сила міжмолекулярної взаємодії) утворюються гідрати. Якщо їх швидко не видалити, гідрат розростається по трубі та блокує внутрішній переріз труби, що призводить до підвищення тиску в трубопроводі та небезпеки розриву.

Природний газ у пластових умовах (умовах залягання в земних надрах) перебуває в газоподібному стані (72 %) у вигляді окремих скупчень (газові поклади) або у вигляді газової шапки (9,5 %) нафтогазових родовищ – це вільний газ, або в розчиненому стані (8,5 %) в нафті або воді (у пластових умовах), а в стандартних умовах – тільки в газоподібному стані. Також природний газ може перебувати у вигляді газогідратів. Тверді гідрати можуть утворюватись за високих тисків і низьких температур (навіть вище нормальної температури плавлення льоду) за рахунок слабких Ван-дер-Ваальсівських і водневих зв'язків, які характерні для води. Зокрема, за тиску 1 МПа етан може утворювати газові гідрати за температури нижче 4 °С, тоді як за тиску 3 МПа він легко може утворювати гідрати за температури нижче 14 °С.

Мета дослідження – вивчити вплив газогідратів на довговічність промислових газопроводів.

Об'єкт дослідження – викидні лінії свердловини на ділянці до установки комплексної (попередньої) підготовки газу.

Матеріали і методи дослідження. Для вивчення впливу газогідрату на втомні та корозійно-втомні характеристики трубопровідної сталі було виготовлено партію зразків. Матеріалом для досліджень обрано одну з найпоширеніших на цей час трубопровідну сталь 17ГС та Ст20. Візуальний огляд внутрішньої поверхні виявив глибокі і нерівномірні корозійні ураження (рис. 1).



Рис. 1. Внутрішня поверхня експлуатованої труби викидної лінії свердловини

Випробування проводили за схемою навантаження чистим згином. Частота навантаження становила 0,8 Гц. Дослідження здійснювали у три етапи: на першому витримували зразки у середовищі газогідрату у сконструйованому реакторі за температури +2,5 °С та тиску 45 атм протягом 170 год (рис. 2) [2], на другому визначали довговічність контрольних зразків матеріалу труб на повітрі та у робочих середовищах, на третьому проводили втомні випробування зразків після експозиції у газогідраті.

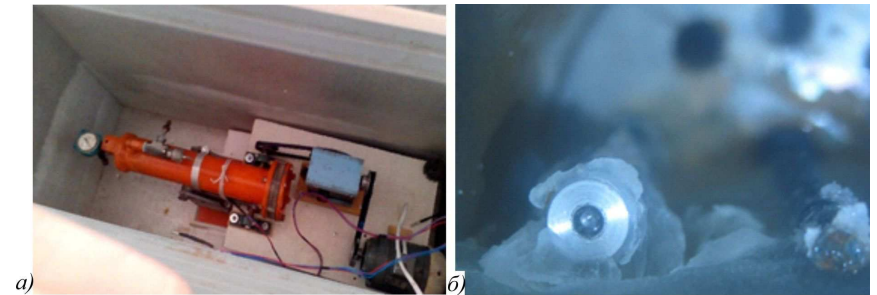


Рис. 2. Загальний вигляд реактора (а) та зразка з утвореним гідратом (б)

Втомні випробування на повітрі, як для сталі марки 17ГС, так і для Ст20, показали (рис. 3) тристадійну кінетику деформації сталі трубопроводу, однак на кінетичній кривій зразка після витримки в газогідраті фіксуємо дещо вищий рівень циклічної деформації, який може бути зумовлений корозійним пошкодженням поверхні.

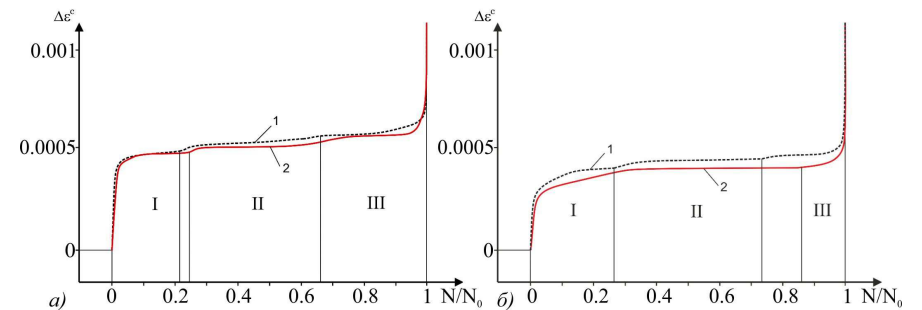


Рис. 3. Кінетика деформації зразка Ст20 (а) – 240МПа та 17ГС (б) – 340МПа після витримки в гідраті (1) контрольного (2)

Результати та їх обговорення. Як на повітрі, так і в корозивному середовищі спостерігаємо тристадійну кінетику процесу деформації та руйнування.

Для зразків, витриманих у газогідраті, показники приросту циклічної деформації вищі на 5-7 %. Така деформаційна поведінка може бути пов'язана із підвищенням пошкодженості поверхні внаслідок дії газогідрату. На користь такої гіпотези свідчить збільшення тривалості третьої стадії втоми на повітрі. Корозійні дефекти виступають в якості концентраторів напружень і, як наслідок, точками зародження мікротріщин. Цей висновок підтверджується виглядом поверхонь руйнування (рис. 4). Злам витриманого у гідраті зразка свідчить про паралельний ріст двох тріщин. На втомних зламах у корозивному середовищі фіксуємо гладкіший рельєф для витриманого у гідраті зразка, що дає змогу говорити про вищу швидкість поширення втомної тріщини. Однак, на відміну від зламів на повітрі, тут не фіксуємо значних відмінностей будови, що може бути пов'язано із недостатнім часом дії корозивного середовища.

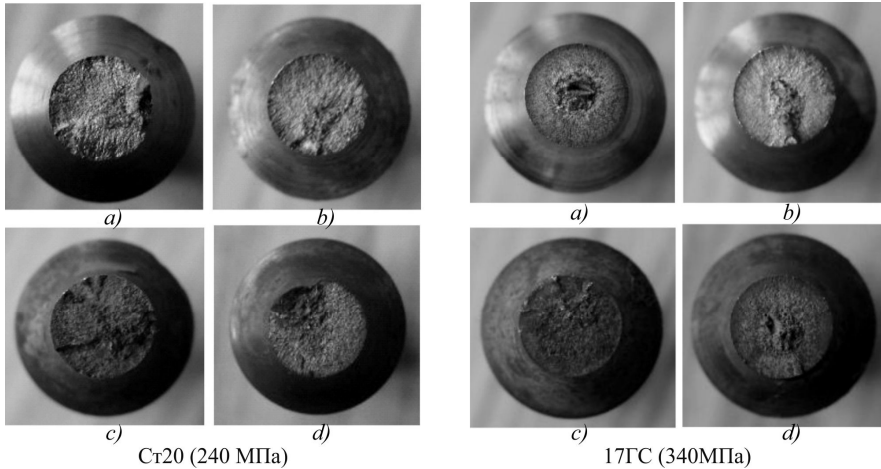


Рис. 4. Втомні злами зразків на повітрі та в корозивному середовищі: контрольний (а, с), витриманий у гідраті (b, d)

Загальний вигляд зламів вказує на окрихнення поверхневого шару, про яке свідчить згладжування рельєфу поверхні руйнування у зразків, витриманих у гідраті, порівняно із контрольними. Особливо помітна ця зміна характеру руйнування у корозивному середовищі.

Якщо на зламі контрольного зразка фіксуємо досить високі уступи, то поверхня зламу зразка після експозиції у газогідраті практично рівна, що вказує на швидкий перехід до розвитку магістральної тріщини.

Втомні випробовування у корозивному середовищі (0,05 моль/л NaCl + 0,05 моль/л Na₂SO₄) показали збільшення деформаційних стрибків для зразка, витриманого у газогідраті, які, швидше за все, відповідають підростанню втомної тріщини. Вплив газогідрату на відносну тривалість стадій низькочастотної втоми виявляється у зменшенні 3 стадії (рис. 5), яка відповідає живучості трубопроводу (роботі у режимі обмеженої функціональності). Подібні тенденції було відзначено раніше для матеріалу морських трубопроводів [3]. Вони є досить небезпечними, оскільки зменшується час на реалізацію ремонтних заходів.

Тому поглиблене дослідження явищ, пов'язаних із впливом газогідратів на поверхню труби, має велике практичне значення.

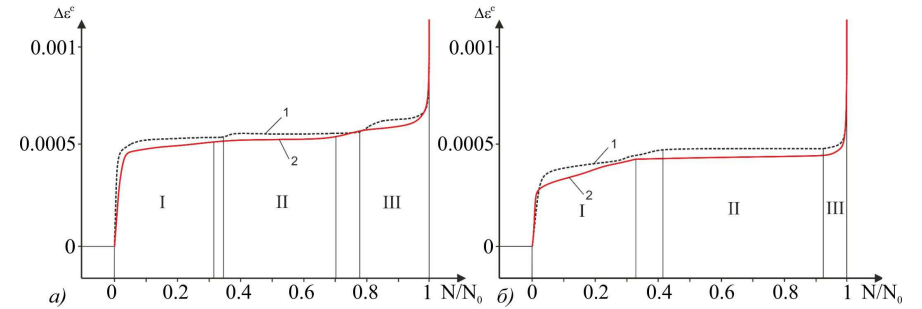


Рис. 5. Кінетика деформації зразків у корозивному середовищі Ст20 (а) – 240МПа та 177С (б): після витримки в гідраті (1) та контрольного зразка (2)

За результатами дослідження побудовано криві втоми та ділянки кривих корозійної втоми досліджуваних зразків (рис. 6). Однозначно можемо стверджувати про негативну дію експозиції у газогідратному середовищі на довговічність сталі трубопроводу як на повітрі, так і в корозивному середовищі. Зменшення довговічності для випробовувань на повітрі сягає 25 %, у корозивному середовищі – 15 %. Такі результати свідчать про істотний вплив газогідратних утворень на втомні та корозійно-втомні характеристики матеріалу труб.

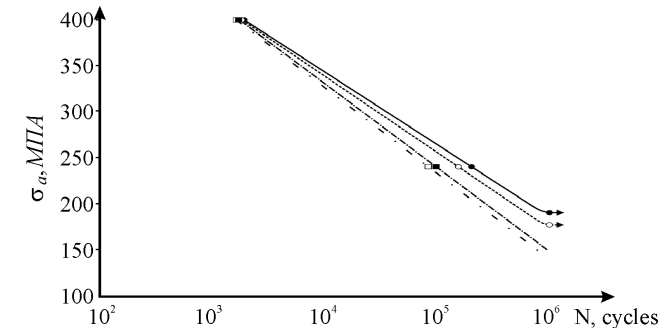


Рис. 6. Ділянки кривих втоми та корозійної втоми трубопровідної сталі 20

Надалі потрібно продовжувати дослідження закономірностей впливу газогідратів на фізико-механічні властивості та ресурс роботи промислових газопроводів.

Висновки:

1. Змодельовано процес гідратоутворення у трубопроводі під час транспортування природного газу.
2. Досліджено вплив газогідратів на втомні та корозійно-втомні характеристики сталі трубопроводу.
3. В подальшому потрібно продовжити дослідження процесів гідратної корозії для розроблення ефективних і екологічно безпечних способів і засобів запобігання їх утворенню.

Література

1. Obanijesu, E.O., Akindeju, M.K., Pareek, V. and Tade, M.O. (2011 a). Modeling the Natural Gas Pipeline Internal Corrosion Rate as a Result of Hydrate Formation, Elsevier 21st European Symposium on Computer-Aided Process Engineering, (Part B). – Pp. 1160-1164.
2. Мазур М.П. Втома та корозійна втома матеріалу газопроводів з урахуванням гідратування / М.П. Мазур // Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів : матер. XIII Міжнар. наук.-практ. конф. – 2016. – С. 338-340.
3. Maruschak, P., Poberezhny, L., and Pyrig, T. (2013). Fatigue and brittle fracture of carbon steel of gas and oil pipelines. *Transport* 28(3). – Pp. 270-276.

Надійшла до редакції 17.10.2016 р.

Побережний Л.Я., Грицанчук В.В., Грицанчук А.В. Коррозионно-механическое разрушение труб выкидных линий скважин под действием газовых гидратов

Проведены усталостные испытания на воздухе и в коррозионной среде (0,05 моль/л NaCl + 0,05 моль/л Na₂SO₄) для трубных сталей марки 17ГС, так и Ст20. Зафиксирована трехстадийная кинетика деформации стали трубопровода. Влияние газогидратов на относительную продолжительность стадий низкочастотной усталости проявляется в уменьшении третьей стадии, соответствующей работе в режиме ограниченной функциональности. В дальнейшем нужно продолжить исследования процессов гидратной коррозии для разработки эффективных и экологически безопасных способов и средств предотвращения их образованию.

Ключевые слова: трубопровод, выкидная линия, газовый гидрат, деградация, кинетика усталости.

Poberezhny L.Ya., Hrytsanchuk V.V., Hrytsanchuk A.V. Corrosion-mechanical Destruction of the Pipe Lines of Flow Well Under the Influence of Gas Hydrates

Fatigue tests conducted in air and in corrosive environment (0,05 mol/l NaCl + 0,05 mol/l Na₂SO₄) for steel 17GS and for St20 showed three-stage kinetics of deformation of the steel pipe. Influence of gas hydrates on the relative duration of the low-frequency stages of fatigue is a decrease in the third stage, the relevant work with limited functionality. Further research is necessary to extend the hydration process of corrosion to develop efficient and environmentally friendly ways and means to prevent their formation.

Keywords: pipeline, delivery line, gas hydrate, degradation, fatigue kinetics.

УДК 624.[15+131]

ТЕХНИКО-ЕКОНОМІЧНІ ПРИНЦИПИ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ З ГОРИЗОНТАЛЬНИМИ ТА ВЕРТИКАЛЬНИМИ КОЛЕКТОРАМИ

Б.В. Моркляник¹, Б.С. Брездень², П.О. Проценко³

Розглянуто ефективність застосування теплових насосів з горизонтальними і вертикальними колекторами. Наведено найважливіший техніко-економічний показник теплового насоса – коефіцієнт його ефективності. Побудовано графіки залежності питомої потужності відбору тепла ґрунту від його вологості та виду для горизонтального та вертикального колекторів теплового насоса. Розраховано наближений термін окупності

¹ проф. Б.В. Моркляник, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка";

² аспір. Б.С. Брездень – НУ "Львівська політехніка";

³ аспір. П.О. Проценко – НУ "Львівська політехніка"

теплового насоса. Показано співвідношення електрозатратності на роботу теплового насоса та виробленої ним теплової електроенергії для деяких країн Європи. Зазначено основні недоліки теплових насосів з горизонтальними та вертикальними колекторами.

Ключові слова: тепловий насос, горизонтальний колектор, вертикальний колектор, вологість ґрунту.

Вступ. На сьогодні у світі успішно експлуатуються сотні мільйонів теплонасосних установок різного функціонального призначення (рис. 1), а загальний річний обсяг продажу становить понад 125 млрд дол. [1, 2].



Рис. 1. Розподіл установлених теплових насосів у 2012 р. залежно від джерела тепла

Упродовж 2012 р. встановлено чимало теплових насосів (рис. 2), із яких третє місце займають теплові насоси (ТН) із ґрунтовими колекторами. З кожним роком їх встановлюють дедалі більше, адже ґрунт – це найбільш універсальне джерело розсіяного тепла. Він акумулює сонячну енергію і цілий рік підігрівається від земного ядра. Ґрунт здатний віддавати тепло незалежно від погоди, адже на глибині, нижчій від глибини промерзання, температура практично незмінна протягом усього року.

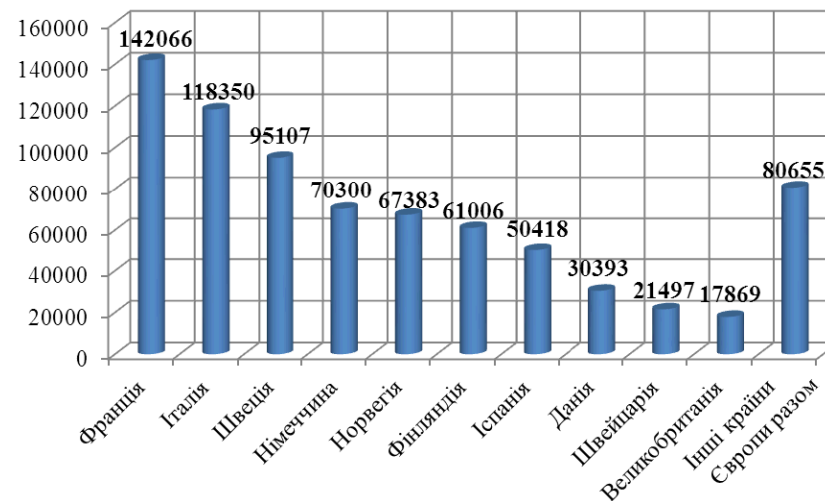


Рис. 2. Кількість установлених теплових насосів у країнах Європи за 2012 р.