

ОБҐРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ДОСЛІДЖЕНЬ І ОЦІНКИ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ТРУБОПРОВІДНОГО ТРАНСПОРТУ ЯК ГЛОБАЛЬНОЇ АЛЬТЕРНАТИВИ

¹Н.В. Люта, ²Е.А. Швидкий, ¹В.П. Петренко, ¹М.О. Лютий

¹ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15,
e-mail: nding@iung.edu.ua

²ДК «Газ України» НАК «Нафтогаз України»; 04116, м. Київ, вул. Шолуденка, 1,
e-mail: gaspriy@gasukraine.com.ua

Розглянуто і оцінено сучасний стан використання і розвитку трубопровідних транспортних систем (ТТС) в умовах глобалізації світової економіки та продемонстровано необхідність і важливість постійного удосконалення науки і практики цього використання, зважаючи на їх геополітичне, економічне, екологічне та соціальне значення.

Виконана рекласифікація ТТС на основі запропонованих авторами визначень таких базових елементів, як «труба», «трубопровід» і «трубопровідна транспортна система» з одночасною диференціацією останніх за матеріалом виготовлення, рушійними силами та об'єктами транспортування. Це дозволило узагальнити і проаналізувати відомі приклади використання ТТС в різних сферах життєдіяльності людства з позицій виявлення і оцінки перспективних напрямків їх інноваційного розвитку шляхом перенесення здобутих досягнень і переваг з однієї специфічної сфери їх використання в іншу. При цьому доведено, що, хоча трубопровідний транспорт ХХІ століття ідеологічно продовжує базуватись практично на тих самих конструктивних і техніко-технологічних рішеннях, які були запропоновані його винахідниками ще 5000 років тому, поява нових конструкцій, матеріалів і будівельних технологій відкриває нові можливості для їх використання в забезпеченні потреб людства в освоєнні природно-ресурсного потенціалу та облаштування життєвого простору планети, які в майбутньому можуть перетворити ТТС в глобальну альтернативу традиційним транспортним засобам.

Ключові слова: труба, трубопровід, трубопровідна транспортна система, рекласифікація, технічні рішення, конструкції, матеріали, технології спорудження, альтернатива, транспорт, система.

Рассмотрено и оценено современное состояние использования и развития трубопроводных транспортных систем (ТТС) в условиях глобализации мировой экономики, а также продемонстрирована необходимость и важность постоянного совершенствования науки и практики этого использования с учетом их геополитического, экономического, экологического и социального значения.

ТТС рекласифицированы по предложенным авторами определениям таких базовых элементов, как «труба», «трубопровод» и «трубопроводная транспортная система» с одновременной дифференциацией последних по материалам изготовления, приводным силам и объектам транспортирования. Это позволило обобщить и проанализировать известные примеры использования ТТС в разных сферах жизнедеятельности человечества с позиций определения и оценки перспективных направлений их инновационного развития путем распространения полученных достижений и преимуществ из одной специфической сферы их использования в другую. При этом доказано, что, хотя трубопроводный транспорт ХХІ века идеологически продолжает базироваться практически на конструктивных и технико-технологических решениях, предложенных его изобретателями еще 5000 лет назад, появление новых конструкций, материалов и строительных технологий открывает новые перспективы для их использования в обеспечении потребностей человечества в освоении природно-ресурсного потенциала и обустройстве жизненного пространства планеты, которые в будущем могут превратить ТТС в глобальную альтернативу традиционным транспортным средствам.

Ключевые слова: труба, трубопровод, трубопроводная транспортная система, рекласификация, технические решения, конструкции, материалы, технологии сооружения, альтернатива, транспорт, система.

The current state of the use and development of pipeline transportation systems (PTS) in the context of globalization of the world economy has been reviewed and assessed, the need for and the importance of continually improving the theory and practice of the PTS use according to their geopolitical, economical, environmental and social importance have been demonstrated.

Reclassification of PTS on the basis of definitions proposed by the authors of such basic elements as the "pipe", "pipeline" and "pipeline transportation system" with the simultaneous differentiation of the terms by the material of manufacturing, driving forces, and transportation facilities has been conducted. This has allowed to generalize and to analyse the known examples of the use of PTS in various fields of human activity from the standpoint of identifying and evaluating promising directions for its innovative development through the dissemination of the achievements and benefits of a specific scope of their use into the other. In this case, it has been proven that, although the pipeline transportation of the twenty-first century ideologically continues to be based on basically the same design, same engineering and technological solutions that have been proposed by its inventors more than 5,000 years ago, the emergence of new designs, materials and construction technologies opens up new possibilities

for their use in providing for the needs of mankind in the development of natural resources and the rationalization of life space of the planet could turn PTS into an alternative to traditional transport facilities in the future.

Keywords: pipe, pipeline, pipeline transportation system, reclassification, engineering solutions, materials, construction technologies, alternative, transport, system.

Постановка проблеми. Трубопровідний транспорт протягом багатьох тисячоліть залишається однією із найдревніших, найнадійніших і найдешевших технологій транспортування різноманітних речовин.

Ретроспективний аналіз інформаційних джерел щодо часу створення і використання трубопроводів [для прикладу 1, 2, 3, 4, 5] демонструє, що перші трубопровідні транспортні системи (ТТС) були створені стародавніми цивілізаціями для транспортування питної води в побуті та води для зрошування в сільськогосподарському виробництві. Основним елементом цих систем були труби з каменю, міді (Єгипет – 3000 р. до н.е.), порожнистих стовбурів бамбука і спеціально оброблених стовбурів дерев (Китай – 2500 р. до н.е.). Є посилення на використання труб з каменю, глини, теракоти, бронзи (Крит – 2000-1500 і Греція – 1600-300 рр. до н.е.), свинцю, олова (Рим – 500 р. до н.е.).

Що ж до використання труб для транспортування вуглеводнів, то перші згадки про таке традиційне для сьогодення цільове використання трубопроводів відносяться до періоду близько 2500 років тому Китаї, де були вперше застосовані бамбукові труби для передачі природного газу з неглибоких свердловин для нагрівання морської води в процесі її трансформації в питну. Є також інформація про те, що ще у 400 р. до н. е. послідовно з'єднані бамбукові труби, герметизовані воском, забезпечували природним газом освітлення Пекіну. При цьому слід зауважити, що саме транспортування вуглеводнів сьогодні продовжує залишатись пріоритетною сферою використання трубопроводів, в зв'язку з чим під трубопровідним транспортом у найбільш на сьогодні традиційному його сприйнятті нами розуміється «... найекономічніший вид транспортування нафти, нафтопродуктів і газу з місць видобутку та виробництва до районів їх використання і переробки» [6].

Така прив'язка ТТС до нафтогазових потоків пояснюється набутим в галузі досвідом і превалюючими масштабами обсягів їх транспортування. А вже перші «довгі» трубопроводи з'явилися саме в цій галузі (для прикладу, Російська імперія, Баку – 10 км, 76 мм – 1878 р., Сполучені штати Америки, Оклахома – 755 км, 203 мм – 1906 р., Канада, Боу Айленд – 272 км., 406 мм – 1912 р.). На даний же час сумарна довжина магістральних нафто- і газопроводів у світі наближається до 2 млн. км, вдвічі перевищуючи довжину всіх залізниць світу. При цьому, не слід також забувати, що інфраструктурні і технологічні ТТС відіграють хоча і менш помітну, однак не менш важливу роль в житті сучасної глобалізованої економіки.

Все це пояснює геополітичну, економічну, екологічну та соціальну важливість постійного

удосконалення і розвитку науки та практики використання ТТС в сучасних умовах.

Аналіз сучасних закордонних і вітчизняних досліджень та публікацій. Різноманітним науково-теоретичним, методологічним, конструкторським, проектно-розрахунковим і практичним проблемам будівництва та експлуатації ТТС в найрізноманітніших сферах їх прикладного використання приділяється значна увага науковців, дослідників-конструкторів, інженерів-практиків тих країн, які є світовими лідерами за обсягами їх будівництва та експлуатації. До цих країн належить і Україна, яка за сумарною довжиною нафто- і газотранспортних ТТС займає 5-те місце в світі, пропустивши вперед тільки США, Росію, Канаду і Китай [7, 8]. Світовий науковий доробок і практичний досвід в сфері ТТС є незаперечно значним і цінним. Достатньо лише навести тільки приклади внеску американських [9, 10, 11], російських [12, 13, 14] чи українських [15, 16, 17] авторів, працями яких забезпечується належний рівень експлуатації та розвитку нафтових, газових та ін. ТТС.

Завдячуючи відомим унікальним характеристикам і перевагам ТТС, земна куля поступово вкривається мережею трубопроводів найрізноманітнішого призначення. Однак, існуюча диференційованість ТТС за їх основним призначенням (з акцентуацією на транспортування енергоносіїв) до останнього часу мотивувала науковців та інженерів-конструкторів до вивчення і використання вузькоспецифічних теоретичних і прикладних аспектів забезпечення їх ефективного функціонування. При цьому, з поля зору дослідників зникали характерні для всіх ТТС спільні ознаки, елементи і властивості, які в комплексі і є основою їх унікальності.

Висвітлення невирішених раніше частин загальної проблеми. Відсутність комплексних досліджень з аналізу можливостей використання ТТС в різних сферах життєдіяльності людства з позицій оцінки перспективних, проривних напрямків їх інноваційного розвитку на основі перенесення здобутих досягнень і переваг з однієї специфічної сфери їх використання в інші стримує такий розвиток. Тому, хоча трубопровідний транспорт ХХІ століття ідеологічно продовжує базуватись практично на тих же конструктивних і техніко-технологічних рішеннях, які були запропоновані його винахідниками ще 5000 років тому, виникає цілком виправдане бажання провести компаративний аналіз цих рішень з позицій набутого людством протягом цього часу різностороннього досвіду в проектуванні і будівництві, у створенні нових матеріалів і конструкцій, в експлуатації, профілактичному обслуговуванні, ремонті і т. ін. з метою можливого виявлення нових, перспективних напрямків його розвитку.

Цілі статті. Тому, метою цієї розвідки є виявлення основних тенденцій і перспективних напрямків використання сучасних технологій ТТС в розвитку глобальної транспортної системи як можливої глобальної альтернативи розвитку традиційно поширених видів транспорту.

Виклад основного матеріалу. Будь-яке цільове дослідження чи оцінка вимагає попереднього визначення об'єкта і впорядкування поля чи простору його використання шляхом класифікації за певними ознаками, а також її змін через уточнення, удосконалення або перегляд (реклафікацію). Тому стає цілком очевидною доцільність перегляду традиційного розуміння науки про трубопровідний транспорт виключно щодо потреб забезпечення енергоносіями тієї чи іншої країни.

Цей процес слід розпочати з уточнення таких фундаментальних для цієї наукової дисципліни понять, як «труба» і «трубопровід», з оновленням класифікації трубопровідних систем як за традиційними, так і за новими, раніше непропонованими функціональними, конструктивними та технологічними ознаками.

Щодо ТТС, то на сьогоднішній день існує достатня кількість різноманітних класифікацій, які, однак, в більшості випадків є орієнтованими на специфіку тієї чи іншої сфери їх використання. Для прикладу, існуючі ТТС класифікують за їх призначенням, довжиною, цільовим продуктом транспортування, видом і значенням величини рушійної сили тощо.

Так, в монографії [18, с. 11-12] приведена класифікація напірних магістральних ТТС, згідно з якою їх поділяють на системи для транспортування:

- природного газу та нафти від місць їх видобування до основних споруд магістральних ТТС і далі до віддалених місць локалізації їх споживачів – нафто- і газопереробних заводів, промислових і комунальних підприємств, приватного і побутового сектору;

- продуктів нафтопереробки з нафтопереробних заводів на головні споруди магістральних нафтопродуктопроводів і до районів локалізації їх споживачів;

- тепла;

- твердих вантажів;

- твердих вантажів і людей на значні відстані (пневмокапсульні трубопроводи);

- води до ділянок обводнювальних, зрошувальних і дренажних систем, які мають протяжність, сумірну з протяжністю магістральних трубопроводів;

- води від забірних насосних станцій до місць її очищення;

- очищеної води віддаленим населеним пунктам або віддаленим промисловим підприємствам;

- стічних вод (побутових, промислових, атмосферних і т. п.) за межі населених пунктів або промислових підприємств тощо.

Автор аналітичного огляду [2, с. 8] поділяє нафтові і газові трубопроводи на дві великі групи – наземні і підводні, кожна з яких при-

значена для транспортування рідини, газу або мультифазних середовищ із подальшим розподілом за специфічними вимогами оточуючого середовища і виробничих потреб.

Автори багатьох інших досліджень наводять свої оригінальні класифікації ТТС. Однак, віддаючи належне доцільності запропонованих ними варіантів, вважаємо за потрібне наголосити на тому факті, що більшість із них є вузько специфічними, призначеними для виділення і вирішення тих чи інших конструктивних, технічних або технологічних рішень і не враховують фундаментальних основ транспортування речовин послідовно з'єднаними трубами, які утворюють трубопровід і залишаються незмінними протягом тисяч років.

При цьому, основною технологічною конструкцією лінійної частини будь-якої трубопровідної транспортної системи виступає трубопровід – «...штучна споруда, призначена для транспортування газу або рідини, а також інших твердих речовин у вигляді суспензії під дією різниці тиску у різних перетинах» [19] або, за іншим визначенням, – «... з'єднання труб, спеціально призначених для транспортування води, газу або нафтопродуктів» [20].

Якщо ж трубопровід - це «штучна споруда» із «з'єднаних труб», то своєрідним першоелементом або першоцеглинкою лінійної частини будь-якої ТТС слід вважати елементарну трубу:

- «...довгий порожнистий предмет або пристрій з дерева, металу, кераміки тощо, призначений для переміщення рідини, пари, газу і т. ін.» [21];

- «... довгий порожнистий предмет циліндричної форми» або «...прокат з перетином у вигляді кола» [22];

- «... довгий, пустотілий, як правило круглого перетину, предмет (переважно для проведення чогось)» [23];

- «... універсальний виріб із металопрокату з пустотілим постійним профілем перерізу різноманітної форми (круглої, овальної, багатокутної та ін.)» [24].

Аналізуючи як вищевказані, так і інші відомі визначення елементарної складової будь-якої трубопровідної системи – окремішньої труби (англ. – pipe, tube), звернемо увагу на їх багатозначність і функціональність, де труба - це: і довгий порожнистий предмет або пристрій, і порожниста споруда для відведення диму, і порожниста споруда під дорогою, насипом і т. ін. для пропускання води, і порожнистий пристрій циліндричної форми як деталь або частина інших конструкцій і т. п.

Однак найбільш специфічними ознаками цього елемента виступають такі незмінні характеристики, як наявність обмеженої тілом труби порожнини, вхідний і вихідний отвори, велике значення співвідношення його довжини до параметру, який характеризує його поперечний переріз (діаметр, діагональ, сторона і т. ін.).

Виходячи з цього, формулювання узагальненого визначення елементарної труби як конструктивного елемента може бути запропонова-

не в такому вигляді: елементарна труба (ЕТ) – порожнистий виріб, деталь, пристрій, конструкція чи споруда, довжина якої багатократно більша від базового показника поперечного перерізу порожнини.

Тоді трубопровід (ТП) є нічим іншим, як послідовним з'єднанням елементарних труб одного типу, покликаним утворити функціонально придатну для транспортування визначеної речовини у визначеному напрямку на визначену відстань, а трубопровідна транспортна система (ТТС) – трубопровід, обладнаний технологічними агрегатами, арматурою і апаратурою, комплексна дія яких реалізує функцію переміщення на необхідну відстань газів, рідин, сипких і твердих матеріалів, їх сумішей, окремих предметів і пристроїв.

Цілком очевидно, що кожен тип труб, зібраних з них трубопроводів і споруджених ТТС, має свою область раціонального застосування, яка і буде визначати специфічні особливості щодо їх призначення, конструкції та матеріалу виготовлення.

Отже, сформулювавши три таких максимально абстрагованих фундаментальних поняття, як елементарна труба (ЕТ), трубопровід (ТП) і трубопровідна транспортна система (ТТС), отримуємо можливість переходу до уточнення і формулювання інших фундаментальних ознак їх можливої диференціації незалежно від сфери використання, а саме:

– за матеріалом виготовлення:

живі і штучні тканини, дерево, камінь, кераміка, метали, бетон, скло, склопластика, органопластика, композиційно-волокнисті і композитні матеріали, матеріали отримані з допомогою нанотехнологій, всі можливі і корисні комбінації вищевказаних матеріалів, а також інші, на цей час невідомі;

– за ступенем рухомості:

стаціонарні (нерухомі), мобільні (збірно-розбірні), гнучкі, рухомі;

– за об'єктами транспортування:

рідини та їх суміші (вода, нафта, нафтопродукти, технологічні рідини, стоки різних видів тощо), гази і їх суміші (повітря, природний і штучні гази тощо), пар, тепло, суспензії, пульпи, сипкі речовини, звук, світло, тверді предмети, капсули, контейнери та інші, на цей час невідомі речовини і об'єкти;

– за видом рушійних сил:

перепад висот (гравітація), перепад тисків (напір, всмоктування), перепад температур, перепад електромагнітних полів, самоприведення, всі можливі комбінації їх спільного використання, а також інші, на цей час невідомі.

Запропоновані нами визначення дають можливість виокремити спільні риси будь-яких відомих в природі і техніці видів трубоподібних деталей, конструкцій і споруд. Адже, під сформульовані визначення понять «труба» і «трубопровід» підпадають не тільки традиційні технологічні, інфраструктурні і магістральні трубопровідні системи, але й інші складні технічні та технологічні інженерні рішення щодо організації переміщення матеріалів і предметів

з використанням наземних, підземних, підводних конструкцій і споруд (тунелів, каналів, шляхопроводів, штолень, колодязів, свердловин різного призначення і т. п.), різноманітні технологічні канали будь-яких виробничих підприємств, канали в організмах людини чи тварини (артерії, капіляри, вени [25], відповідні органи для постачання організму повітря, їжі і т. п.), які є об'єктами різноманітних лікувальних технологій в медицині людей і тварин, ситоподібні трубки та трубоподібні судини стебел і стовбурів рослин [26] – об'єкти біотехнологій.

Виходячи з цього, до категорії трубопровідних транспортних систем буде доцільним віднести і сотні кілометрів «підземних труб» (англ. – underground tube) метрополітенів світових мегаполісів, найстаріший з яких в «лондонська «труба» відсвяткував 150 років з дня пуску в експлуатацію [27, 28].

Термін «труба» дуже часто вживають і стосовно грандіозних трубоподібних транспортних споруд, якими уже сьогодні є з'єднаннями і продовжують з'єднуватися континенти та острови нашої планети. Це, для прикладу, і тунель «Чаннел» під затокою Ла-Манш (50,5 км, Франція - Англія), і тунель Дрогден під протокою Ересунн (4,05 км, Данія - Швеція) і тунель Лінкольна під р. Гудзон (2, 4 км, США), «в трубах» якого розміщено 6 автомобільних доріг, і тунель Сеікан під затокою Цугару (23,3 км, Японія) [29]. Це також і завершений будівництвом, апробований та введений в експлуатацію восени 2013 року Туреччиною залізничний тунель під Босфорською затокою «Мармарай» (13,6 км, Європа – Азія) [30] і запланований для будівництва під Балтійським морем мегапроект залізничного тунелю «Гальсінки» (біля 100 км, Естонія-Фінляндія) [31] тощо.

Транспортні тунелі в масивах гірських порід, найдовший з яких Готтардський (57 км) завершено у жовтні 2013 року [32], конструктивно і технологічно також можна і слід вважати нічим іншим як «трубопроводами», які конструктивно складаються із з'єднаних «стик» конструкцій.

З позицій запропонованої класифікації приналежними до трубопровідних транспортних систем слід вважати і колону бурильних труб (КБТ), і колону насосно-компресорних труб (КНКТ). Адже ці конструкції, утворюючи з окремих труб системи в першому випадку для транспортування промивальної рідини до вибою свердловини і суміші «рідина-шлам» – у зворотному, а в іншому – нафти чи газу з продуктивних пластів нафтогазових родовищ на земну поверхню, також функціонально і конструктивно відповідають визначенням ЕТ, ТП і ТТС.

Вражаючими прикладами можливостей інноваційного використання давно відомих технічних рішень для створення нових пасажирських і вантажних ТТС може слугувати інформація про розробку проекту і плану будівництва пасажирської пневматичної трубопровідної транспортної системи між містами Лос-Андже-

лес і Сан-Франциско з більш ніж видатними технічними, технологічними, економічними, екологічними, а, значить, і соціальними характеристиками [33], про проекти вакуумних трубопроводів для потягів на магнітних подушках [34], про інноваційні рішення транспортування на великі відстані вугілля водонаповненими підземними трубопроводами [35], або визначення перспектив інноваційного розвитку трубопроводних транспортних систем для нафти і газу [2, 36].

До речі, останнім часом саме в сфері видобутку і транспортування нафти та газу з'являються і знаходять практичне застосування технічні і технологічні рішення проривного характеру, основою яких виступають ТТС.

В бурінні і видобуванні до них слід віднести так звані колтубінгові технології на основі використання металевих гнучких труб і їх з'єднань (англ. – coiled tubing) [37, 38, 39], в транспортуванні нафти і газу – будівництво наземних і морських гнучких (англ. – flexible pipe) ТТС великого діаметру [40, 41], ефективні технології транспортування стисненого природного газу (CNG) рухомими трубопроводами [42, 43], створення і удосконалення багатоканальних ТТС [44, 45], використання для виготовлення труб новітніх конструкційних матеріалів [46, 47], в т. ч. наноматеріалів і нанотехнологій, які також масштабні і динамічно впроваджуються в практику організації тривалої і безпечної експлуатації нафтогазових трубопроводних транспортних систем [48, 49, 50].

Подібні приклади присутні і в інших сферах використання людством ТТС для вирішення тих чи інших важливих завдань в освоєнні природно-ресурсного потенціалу планети та функціонального облаштування життєвого простору нашої цивілізації, якості і комфортності життя людей.

В зв'язку з цим вважаємо за доцільне наголосити на тому, що протягом останніх десятиліть динамічний розвиток сучасної науки, поява нових технологій створення і використання різноманітних матеріалів з унікальними характеристиками і властивостями, інноваційних конструкцій, методів і технологій спорудження трубопроводних транспортних систем та зростаючі потреби у їх використанні, відкривають перед цим видом транспорту цілу палітру невідомих раніше можливостей і перспектив, які в майбутньому сприятимуть його перетворенню в глобальну транспортну систему, потенційно здатну успішно замінити і залізничний, і повітряний, і автомобільний вантажний та пасажирський далеко-дистанційний транспорт.

Адже накопичений людством протягом 5000 років досвід та інтелектуальний капітал в сфері використання трубопроводного транспорту можна порівняти хіба що з досвідом транспортування вантажів засобами судноплавства і живої тягової сили, тоді як всі інші технічні і технологічні рішення є здобутками тільки кількох останніх сотень років.

Тому одним із важливих напрямків подальшого наукового забезпечення розвитку ТТС

слід вважати виконання на основі запропонованої вище класифікації їх комбінаторно-компаративного аналізу з метою виявлення шляхів і детермінації процесів взаємного проникнення переваг та ліквідації недоліків різноманітних транспортних технологій, пошуку «нового» в «старому» та ідентифікації нових, раніше невідомих, можливостей їх спільного використання для переміщення різноманітних речовин, матеріалів і об'єктів на значні дистанції з обов'язковим досягненням різноманітних ефектів синергетичного характеру. В цьому випадку виправдається позиція технічного директора компанії Penspen Ltd. (UK) Філа Хопкінса, який, на завершення оцінки минулих досягнень трубопроводного транспорту і майбутніх викликів його розвитку, сформулював своє бачення його майбутнього як «... одночасно і блискучим і складним» [2, с.9]. Блискучим, очевидно, з точки зору перспектив використання людством його ще нерозкритого потенціалу, а складним – з позицій всебічного гарантування їх безпечного, ефективного і результативного функціонування на користь людства.

Висновки. Таким чином, максимально абстраговані визначення базових понять «елементарна труба», «трубопровід» і «трубопроводна транспортна система» та диференціація останніх за фундаментальними ознаками незалежно від їх сфери використання, сприятимуть дослідженням на такому ж фундаментальному рівні фізичних і хімічних процесів, які протікають при транспортуванні тим чи іншим способом, тією чи іншою речовиною, тією чи іншою конструкцією, з того чи іншого матеріалу, виявленню інноваційних технічних, технологічних і конструкторських рішень щодо розвитку і масштабного використання ТТС в усіх сферах життєдіяльності сучасної цивілізації з набуттям в недалекому майбутньому статусу науки, техніки і технології глобального значення.

Адже глобалізація світогосподарських процесів все масштабніше охоплює усі без виключення сфери міжнародної економіки, в яких своє незаперечно важливе місце займають національні і транснаціональні, континентальні і міжконтинентальні, регіональні і міжрегіональні ТТС, виступаючи головним інтегруючим чинником і основою функціонування світової економіки та глобальної виробничої інфраструктури [36, 51, 52].

Література

- 1 Worldwide pipe line outlook: 1979 and beyond. - Pipe Line Industry, 1979. - 11 p.
- 2 Hopkins Ph. Oil and Gas Pipelines: Yesterday and Today / Phil Hopkins // [Електронний ресурс] PENSPEN Group. – Режим доступу : <http://www.penspen.com/Downloads/Papers/Documents/OilandGasPipelines.pdf>
- 3 Історія трубоного виробництва / [Електронний ресурс] ALL. – Режим доступу : <http://all-remsovet.ru/montaj/304-%D1%96storiya-trubnogo-virobnictva.html>

- 4 Попов Д. Фасонные детали для трубопроводов / Дмитрий Попов // [Електронний ресурс] PKASINFO.RU. – Режим доступу : <http://plastinfo.ru/information/articles/343/>
- 5 Hosmanek M. Petroleum Extension Service / Max Hosmanek. - University of Texas at Austin (Balcones Research Center, 1984 - 123 p.
- 6 Pipeline Transportation / [Електронний ресурс] The Free Dictionary. – Режим доступу : <http://encyclopedia2.thefreedictionary.com/Pipeline+Transportation>
- 7 The World Factbook / [Електронний ресурс] Central Intelligence Agency. – Режим доступу : https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/print_2117.html
- 8 Field Listing. Pipelines / [Електронний ресурс] Central Intelligence Agency. – Режим доступу : https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/fields/print_2117.html
- 9 New pipeliner's handbook: a technical manual reprinted from The Oil and Gas journal. – Petroleum Pub. Co., 1966 - 91p.
- 10 Kennedy Jogn L. Oil and Gas Pipeline Fundamentals / Jogn L. Kennedy. – 2-nd ed. – PennWell Books, 1993 - 366 p.
- 11 Pipeline Rules of Thumb Handbook. 7-th Edition. – Edited by E.W. McAllister, 2009. – 745 p.
- 12 Трубопроводный транспорт нефти и газа / Под ред. В. А. Юфина. – М.: Недра, 1978. – 407 с.
- 13 Кривошеин Б.Л. Магистральный трубопроводный транспорт / Б. Л. Кривошеин. – М.: Наука, 1985.-237 с.
- 14 Кармазин Ф.В. Вода, нефть, газ и трубы в нашей жизни / Ф. В. Кармазин и др. – М.: Наука и техника, 2005.- 296 с.
- 15 Грудз В. Я. Обслуговування і ремонт газопроводів : монографія / В. Я. Грудз, Д. Ф. Тимків, В. Б. Михалків, В. В. Костів. – Івано-Франківськ : Лілея-НВ, 2009. – 711 с
- 16 Середюк. М. Д. Проектування та експлуатація нафтопродуктопроводів / М. Д. Середюк. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2002. – 282 с.
- 17 Говдяк Р. М. Підвищення ефективності магістральних газопроводів на пізній стадії експлуатації : автореф. дис. на здоб. наук. ступ. д-ра техн. наук за спец. 05.15.13 – трубопровідний транспорт, нафто газосховища. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2008. – 39 с.
- 18 Самойленко М. І. Інформаційні технології в розвитку трубопровідних транспортних систем : монографія / М. І. Самойленко, Т. С. Сенчук; за ред. М. І. Самойленка; Харк. нац. акад. міськ. госп-ва. – Х.: ХНАМГ, 2010. – 244 с.
- 19 Pipeline / [Електронний ресурс] The Free Dictionary. – Режим доступу : <http://www.thefreedictionary.com/pipeline>
- 20 Pipeline / [Електронний ресурс] Wikipedia. – Режим доступу : <http://en.wikipedia.org/wiki/Pipeline>
- 21 Pipe / [Електронний ресурс] ARD. A free english-english online dictionary . – Режим доступу : <http://ardictionary.com/Pipe/6528>
- 22 Труба / [Електронний ресурс] Викисловарь. – Режим доступу : <http://ru.wiktionary.org/wiki/труба>
- 23 Труба / [Електронний ресурс] Академик. – Режим доступу : <http://dic.academic.ru/searchall.php?SWord=труба&from=ru&to=xx&submitFormSearch=Найти&stype=0>
- 24 Труба стальная / [Електронний ресурс] ТБК. МеталБудСервіс. – Режим доступу : <http://www.metalbudservice.com.ua/metalloprokat/tryba.html>
- 25 Кровообіг / [Електронний ресурс] Довідник з біології. – Режим доступу : <http://subject.com.ua/biology/shans/87.html>
- 26 Органи вищих рослин / [Електронний ресурс] Довідник з біології. – Режим доступу : <http://subject.com.ua/biology/shans/22.html>
- 27 Richardson N. The London Underground celebrates 150 years / Nigel Richardson // [Електронний ресурс] Travel. – Режим доступу : <http://www.telegraph.co.uk/travel/destinations/europe/uk/london/9778237/The-London-Underground-celebrates-150-years.html>
- 28 Історія лондонської «труби» / [Електронний ресурс] Острів Знань. – Режим доступу : <http://tsikave.ostriv.in.ua/publication/code-5A861FE6AB44B/list-14DB2B54327>
- 29 5 подводных тунелей / [Електронний ресурс] Maritime zone. – Режим доступу : <http://maritime-zone.com/articles/5-subsea-tunnels/>
- 30 Грабська А. Новий залізничний тунель під Босфором: між Європою та Азією / Анна Грабська // [Електронний ресурс] DW.DE. – Режим доступу : <http://www.dw.de/a-17189995>
- 31 Керстінг К. «Тальсінки» - новий тунель з'єднає Таллінн і Гельсінки / Кристоф Керстінг, Дмитро Каневський // [Електронний ресурс] DW.DE. – Режим доступу : <http://www.dw.de/96/a-15238108>
- 32 Завершено буріння найдовшого в світі тунелю / [Електронний ресурс] Finance.ua. – Режим доступу : <http://news.finance.ua/ua/~/1/90/all/2010/10/15/213413>
- 33 Allen N. Inside the Hyperloop: the pneumatic travel system faster than the speed of sound / Nick Allen // [Електронний ресурс] The Telegraph. 10.08.2013. – Режим доступу <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/northamerica/10235261/Inside-the-Hyperloop-the-pneumatic-travel-system-faster-than-the-speed-of-sound.html>
- 34 ET3 is Evacuated Tube Transportation Technology (E+3 T's) / [Електронний ресурс] The Evacuated Tube Transportation Technology Network. – Режим доступу : <http://et3.net/book/welcome>
- 35 Marrero T. R. Long-Distance Transport of Coal by Coal Log Pipeline / Thomas R. Marrero / [Електронний ресурс] P2 INFOHOUSE. – Режим доступу : <http://infohouse.p2ric.org/ref/01/00702.pdf>
- 36 Sanjeev Sinha. Trends and Innovations in the Field of Totally Integrated Solutions for Pipelines / Sinha Sanjeev // [Електронний ресурс] 4th Pipeline Technology Conference 2009. – Режим

доступу : <http://www.pipeline-conference.com/abstracts/trends-and-innovations-field-totally-integrated-solutions-pipelines>

37 Coiled tubing performance. Improve your well and reservoir performance / [Електронний ресурс] Schlumberger. Services&Products. – Режим доступу : http://www.slb.com/services/well_intervention/coiled_tubing.aspx

38 Coiled for Oil / [Електронний ресурс] Middle East Well Evaluation Reviewю – Режим доступу : http://www.slb.com/~media/Files/resources/mearr/wer21/coiled_oil.pdf

39 Gant L. Coiled Tubing Drilling on the Alaskan North Slope / Lamar L. Gant, Erin M. Oba, Lary Leising and other // [Електронний ресурс] Oilfield Review . – Режим доступу : http://69.18.148.120/~media/Files/resources/oilfield_review/ors98/sum98/pgs_20_35.pdf

40 Murphy J. Flexible Pipe Facilitates Deepwater Production, Flow Assurance / John Murphy // [Електронний ресурс] Oil and Gas Online. – Режим доступу: <http://www.oilandgasonline.com/doc/flexible-pipe-facilitates-deepwater-production-0001>

41 Murphy J. Flexible pipe becoming deepwater staple Assurance / John Murphy // [Електронний ресурс] Oil and Gas Online. – Режим доступу : <http://www.oilandgasonline.com/doc/flexible-pipe-becoming-deepwater-staple-0001>

42 Деклар. пат., Україна, МПКF17С 5/00. Спосіб транспортування стиснутого природного газу рухомих трубопроводом / Б. Є. Патон, Е. І. Крижанівський, М. М. Савицький, Е. А. Швидкий, В. В. Зайцев, О. М. Мандрик; заявник і патентовласник Ів.-Франк. нац. техн. універ-т нафти і газу. - № у 2011 14580, заявл. 08.12.2011 ; опубл. 11.01.2012, №521/ЗУ/12. – 3 с.

43 Reepmeyer O. PNG, an Innovative System to Transport Gas Economically / Oskar Reepmeyer // [Електронний ресурс] [1st Pipeline Technology Conference 2006](http://www.pipeline-conference.com/). – Режим доступу : <http://www.pipeline-conference.com/>

44 Цхадая Н. Д. Многоканальные трубопроводные транспортные системы для транспортировки нефтегазовых сред и восстановление изношенных нефтегазопроводов / Н. Д. Цхадая, З. Х. Ягубов, Э. З Ягубов // Нефтегазовое дело. – 2012. – №3. – С. 143 – 153.

45 Копей Б. В. Вдосконалення конструкцій шлангокабелів для морських підводних нафтогазопромислів / Б. В. Копей, Айсауї Адел, о. О. Кузьмін // [Електронний ресурс] Scientific World. – Режим доступу : <http://www.sworld.com.ua/konfer30/716.pdf>

46 Ягубов Э.З. Композиционно-волоконистые трубы в нефтегазовом комплексе: монография / под ред. д.т. н., проф. И.Ю. Быкова. – М.: ЦентрЛитНефтеГаз, 2008. – 271 с.

47 Комерціалізація космічних технологій – перспективний напрям підвищення ефективності космічної діяльності в сучасних ринкових умовах. Зелена книга / [О. Васильковський, С. Герасимчук, М. Євлашина та ін.]. – Центр сприяння інституційному розвитку державної

служби при Головному управлінні державної служби України, 2006. – 32 с.

48 Хавкин А.Я. Наноявления и нанотехнологии в добыче нефти и газа / А. Я. Хавкин. Под ред. чл.-корр. РАН Г.К.Сафаралиева. – М.: ИИКИ, 2010. — 692 с.

49 Хавкин А. Я. Нефтегазовые нанотехнологии – основа экономики XXI века / А. Я. Хавкин // [Електронний ресурс] Портал 9000 инноваций. – Режим доступу : <http://9000innovations.ru/analitika/neftegazovye-nanotehnologii-osnova-ekonomiki-xxi-veka>

50 Гриценко А.И. Современное состояние и перспективы развития газовой индустрии России / А. И. Гриценко // Материалы II Международной конференции «Наноявления при разработке месторождений углеводородного сырья: от наноминералогии и нанохимии к нанотехнологиям». Москва, 21-22 октября 2010 г.— М.: Нефть и газ. 2010. — С. 55-58.

51 Benefiting from globalisation. Transport sector contribution and policy challenges // Industry Reports and Summary of Discussions, 25-27 October 2006, Berlin . – P . - 466.

52 Крижанівський Є. І. Аналіз та оцінка світового досвіду з управління міжнародними магістральними трубопровідними системами / Є. І. Крижанівський, І. Л. Боднарчук, Н. В. Люта, В. П. Петренко // Економіка та управління в нафтовій і газовій промисловості. – 2010. – №2. – С. 40 – 44.

*Стаття надійшла до редколегії 28.10.13
Рекомендована до друку Оргкомітетом
Міжнародної науково-технічної конференції
«Нафтогазова енергетика 2013»,
(7-11 жовтня 2013 року, ІФНТУНГ),
а також
професором Грудзом В.Я.
(ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ)
д-ром техн. наук Банахевичем Ю.В.
(відділ експлуатації ЛЧ МГ
ПАТ «Укртрансгаз», м. Київ)*