

# ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

УДК 621.6:330.131

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВАРТОСТІ ПОСТАЧАЊ ГАЗУ ПО ТРУБОПРОВОДАХ ТА СКРАПЛЕНОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ МОРЕМ

Москвіченко І.М., Кобзарук В.О.

Одеський національний морський університет

За останні роки глобалізації та ринкового фундаменталізму, світ оцінив переваги газу і виробники стали швидко нарощувати його видобуток, удосконалювати технології вилучення та доставки. В даний час відбувається перерозподіл газового ринку. Цей перерозподіл пов'язаний з тим, що традиційні методи видобутку і транспортування газу починають витіснятися новими, більш технологічними методами. Найбільш відомими є сланцевий та скраплений природний газ. У цій статті ми порівнюємо між собою технології транспортування природного газу, класичну – по трубах (газопроводу) і більш сучасну – у скрапленому стані (СПГ).

**Ключові слова:** транспортування, газ, СПГ, трубопровід, аналіз, вартість, постачання, морські перевезення.

**Постановка проблеми.** Загострення політичної та соціально-економічної ситуації, а також газового питання в Україні, потребує вирішення таких задач, як оцінка стану та перспектив всесвітнього газового ринку, аналіз вартості постачань природного газу та СПГ, розглянути питання щодо можливостей інвестування у побудову СПГ-терміналу, доцільності здійснення морських перевезень СПГ власним флотом.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Вагомий внесок у дослідження цих питань внесли С.П. Баскаков, І.А. Крупорницька, О.Б. Брагинський, С. Андріанов, Л. Уніговський, В. Щербіна та інші автори. Проте, незважаючи на велику кількість праць цих та інших науковців, швидкі зміни політичної та соціально-економічної ситуації у світі доводять необхідність подальших досліджень з даної проблематики.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Незважаючи на значну кількість наукових праць щодо проблеми доцільного транспортування газу, залишаються недостатньо розглянуті системи взаємодії між учасниками всесвітнього газового ринку, порівняння постачань трубопровідного газу та СПГ морем з точки зору економічної доцільності, вивчення можливостей для перевезення СПГ морськими суднами.

**Мета статті.** Порівняти вартість постачань газу по трубопроводам та скрапленого природного газу морем.

**Виклад основного матеріалу.** На сьогоднішній день, традиційно для транспортування газу від місць видобутку до споживача застосовуються газопроводи (так звані трубопровідні транспорт газу). На даний час, цей метод є основним способом транспортування. За різними оцінками, від 70 до 80% всього обсягу газу транспортується цим способом.

Технологічно цей спосіб досить простий, видається установкою комплексної підготовки газу (УКПГ) газ під тиском до 75 атмосфер рухається по трубах діаметром до 1,4 метра. По мірі просування газу по трубопроводу він втрачає енергію, долаючи сили тертя між газом і стінкою тру-

би, так і між шарами газу в самій трубі. Тому через певні проміжки на маршруті транспортування споруджують компресорні станції (КС), на яких газ знову дожимається до 75 атмосфер.

Щоб забезпечити транзит газу по трубопроводу, додатково потрібен так званий «технічний», або, використовуючи правильний термін, паливний газ, що використовується для вироблення енергії, необхідної для роботи газоперекачувальних станцій.

Для транспортування газу необхідно спорудити і здійснювати обслуговування трубопроводу. Ці витрати становлять значну частину собівартості газу.

Скраплений (або зріджений) природний газ (СПГ), або скраплений нафтовий газ (СНГ) – очищений і підготовлений або відокремлений від природного газу, зріджений при охолодженні або під тиском для полегшення зберігання або транспортування. Складається СПГ в основному з метану, пропану і бутану. Газ надходить з установки комплексної підготовки газу (УКПГ) переробляється в СПГ на так званих скраплюючих установках, де при температурі навколишнього середовища нижче 160 градусів і/або при тиску вище 100 кПа відбувається зрідження. В одній і тій же ємності, зрідженого природного газу вміститься в 600 разів більше, ніж звичайного [1].

У такій формі газ може транспортуватися морським, залізничним або автомобільним транспортом, тривалий час зберігатися у спеціально обладнаних сховищах, перероблятися на газопереробних підприємствах або відвантажуватися по газопроводу споживачам. Перед поставкою безпосередньо споживачеві СПГ повертають в початкове газоподібний стан на регазифікаційних терміналах, після чого він може застосовуватися в побуті для опалення, підігріву води та приготування їжі; і на автомобільному транспорті в якості палива.

Для транспортування газу у скрапленому стані використовують спеціальні танкери – газозовози.

Це спеціальні кораблі, на яких газ перевозиться у зрідженому стані за певних термобаричних умов. Таким чином, для транспорту-

вання газу цим способом необхідно протягнути газопровід до берега моря, побудувати на березі скраплюючий газ завод, порт для танкерів і самі танкери. Такий вид транспорту вважається економічно обґрунтованим при віддаленості споживача скрапленого газу більше 3000 км.

У сфері мережного газу постачальники жорстко прив'язані до споживачів трубопроводами. І ціни на поставки визначаються довгостроковими контрактами. У випадку орієнтації споживача на СПГ, йому достатньо мати термінал з прийому зрідженого природного газу, а закупівлі проводити на біржі по мірі необхідності. Тому ринок СПГ менш монополізований [2].

Постачальники СПГ виграють за рахунок економії на морських перевезеннях. При сприятливих умовах ціна постачання газу танкером може бути нижче ціни поставки по газопроводу майже на порядок. Порівняння транспортних витрат з використанням СПГ та газозовів показує, що при збільшенні відстані транспортування витрати збільшуються набагато більш низькими темпами, підтверджуючи привабливість нового ринку зрідженого природного газу. Навпаки, прокладка як наземних, так і підводних трубопроводів із зростанням відстаней збільшує собівартість традиційного природного газу набагато швидше [3].

Найбільшими постачальниками СПГ на світовому ринку є Катар, Малайзія, Індонезія, Австралія, Алжир, США, Норвегія.

У 2013 р. на ВТП NCG було реалізовано близько 48 млрд кубометрів фізичної газу (зокрема, висококалорійний Н-газ і низькокалорійний L-газ, причому на останній припадає лише 10-20% від загального фізичного кількості), на Gaspool – 40,4 млрд. Разом на обох німецьких хабах в 2013 р. було реалізовано близько 90 млрд кубометрів фізичної газу (нідерландською ТТГ в 2013 р. реалізовано ще близько 46 млрд) [4].

У Росії перший завод з виробництва СПГ був побудований на Сахаліні, в рамках проекту «Сахалін-2». Урочистий пуск заводу відбувся в 2009 році і «Газпром» не збирається упускати цей зростаючий ринок.

Зрозуміло, ніхто не буде демонтувати існуючу газотранспортну систему, її потенціал ще не до кінця вичерпаний. Будуть будуватися і нові газопроводи, особливо в регіонах, віддалених від узбережжя. Але ситуація така, що частка СПГ на ринку природного газу зростає і потенціал зростання дуже великий, тому говорити про стабілізації газового ринку не доводиться [5].

У міру зростання залежності основних центрів споживання газу від імпорту торгівля СПГ буде грати все більшу роль у передачі цінових сигналів між регіональними ринками Європи, Азіатсько-Тихоокеанського регіону та Північної Америки. Разом з тим, в структурі імпорту між цими регіонами в період до 2030 року і далі будуть зберігатися існуючі відмінності.

У міру зниження власних обсягів видобутку в Європі утворюється дефіцит, що усувається за рахунок імпорту і СПГ, і газу, що поставляється по трубопроводах, в той час як у Північній Америці падіння обсягів видобутку компенсується, головним чином, постачаннями СПГ.

В Азіатсько-Тихоокеанському регіоні зростаючий попит задовольняється шляхом збільшен-

ня обсягів власного видобутку (але при активізації внутрішньорегіональної торгівлі) та імпорту СПГ. Хоча СПГ грає важливу роль в ліквідації дисбалансів між попитом і пропозицією у всіх трьох основних газоспоживаючих регіонах, торгівлю трубопровідним газом буде як і раніше буде сконцентровано в Європі [6].

Незважаючи на те, що більша частина газу, що йде до Європи, як і раніше поставляється по трубопроводах за довгостроковими контрактами з термінами дії до 2025 року і далі, на ринку очікується поява кількох нових постачальників СПГ. Важливим фактором, який вплине на здатність поставок СПГ конкурувати на ринках споживання, буде його конкурентоздатність з точки зору витрат у порівнянні з газом, що поставляється по трубопроводах.

Підвищення цін на газ і нові технології, які зумовлюють істотне зниження витрат у секторі СПГ, сприяли підвищенню конкурентоспроможності СПГ в порівнянні з трубопровідним газом. Разом з тим, останнім часом спостерігається зворотна тенденція зважаючи на стрімке зростання цін на сталь і навіть ще більшого збільшення вартості заводів зі скраплення [7].

Зіставлення витрат на транспортування газу по сухопутних і морських трубопроводів з витратами на перевезення СПГ публікуються з кінця 1970-х років, коли це питання було поставлено в практичну площину в зв'язку з експортом алжирського газу. Недавнє зіставлення витрат було включено в обстеження з енергетики Комісії ЄС, що дає змогу порівняти вартість СПГ і газу, що перекачується по трубопроводах великої довжини, на основі різних припущень

Даний аналіз показує точки беззбитковості для трубопровідної транспортування та поставок СПГ відповідно на відстані в 3000 км і 6500 км для проектів з пропускною здатністю в 10 млрд. м<sup>3</sup> і 25 млрд. м<sup>3</sup> на рік з скороченням рентабельних відстаней у випадку більш пересіченої місцевості і суттєво більш короткі відстані рентабельності для морських трубопроводів.

У період 1990-2000 років витрати на зріджування знизилися на 25-35%, а витрати на морські перевезення – на 20-30%.

Різна пропускна спроможність на рівні 10, 25 і 40 млрд. м<sup>3</sup> на рік; у разі трубопровідного газу, включаються капітальні витрати, пов'язані з прокладанням трубопроводів і будівництвом газокompресорних станцій; у разі ЗПГ – танкер вантажомісткістю в 135 тис. м<sup>3</sup> і регазифікаційний термінал з продуктивністю у 8 млрд. м<sup>3</sup> у рік; всі об'єкти відповідають нинішній найкращій технологічній практиці.

Аналогічний порівняльний аналіз був проведений Jensen Associates у 2005 году і забезпечив можливість зіставлення вартості проектів ЗПГ і морських / сухопутних трубопроводів, а також трубопроводів високого / низького тиску. Дане дослідження дозволяє зробити висновок про те, що проект з однією технологічною лінією СПГ дешевше всіх інших варіантів при відстані понад 4500 км. При подальшому зниженні витрат відстань беззбитковості скоротиться в найближчому майбутньому навіть ще більше.

При цьому, однак, слід мати на увазі, що випадки прямого зіставлення поставок СПГ і газу

по трубопроводах є швидше виняток: основними випадками є поставки північно-африканського і, можливо, нігерійського газу до Європи, а також поставки близькосхідного газу до Європи – можливо, при їх поєднанні з деякими випадками поставки газу з Затоки в Пакистан та Індію. Навіть у цих випадках мова буде йти про різні відстанях зважаючи на відмінності між маршрутами морських перевезень і транспортуванням по суші.

Для Японії і Північної Америки СПГ залишається основним варіантом імпорту газу. Можливі проекти прокладання трубопроводів до Японії будуть брати свій початок в інших регіонах в порівнянні з поставками СПГ. Аналогічним чином, основна частина запасів газу в колишніх радянських республіках розташована в середині Євразійського континенту і тому неминуче вимагає транспортування по трубопроводах.

В світі сьогодні налічується 19 країн-експортерів СПГ. Найбільшим з них є Катар, на частку якого припадає 32% всієї світової торгівлі СПГ. За ним йдуть Австралія (12%) і Малайзія (10,2%) [8].

Катар, невелика держава на Аравійському півострові, є класичним прикладом бурхливого зростання економічного добробуту за рахунок видобування та експорту енергоносіїв. В цілях забезпечення енергетичної безпеки США у 90-ті роки вклали величезні інвестиції в будівництво сучасної газодобувної промисловості та СПГ-флоту для транспортування катарського газу в Північну Америку. «Сланцева революція» на першому етапі дозволила США забезпечити внутрішні потреби у вуглеводневих ресурсах. Вивільнені газові потужності Катару були затребувані в динамічному Азіатсько-Тихоокеанському регіоні (АТР). Крім того, Катар співпрацює з найбільшими світовими енергетичними компаніями, що дозволяє йому використовувати і розвивати у сфері скраплення газу новітні технології, які забезпечують безперечне лідерство в цьому вигляді газового бізнесу [9].

Не слід також залишати поза увагою і значення витрат на транспортування газу в міжнародній торгівлі цим сировинним товаром. Формування ціни на газ, що є предметом міжнародної торгівлі, на ринку, де попит перевищує пропозицію, засновується на чистій експортній вартості («нетбек»), що виводиться з вартості заміщення газу субститутами або ж з ринкової ціни газу на ємному і ліквідному ринку. Витрати на транспортування, в кінцевому рахунку, віднімаються з дохідної частини експортера. Для експортера основне питання буде полягати в привабливості чистої дисконтованої вартості тієї винагороди, яку він отримує за вичерпання своїх ресурсів. Зіставлення витрат на транспортування буде лише одним з елементів, що визначають рішення власника ресурсів про те, чи слід йому реалізувати свій газ і якщо так, то яким чином і де.

Для того, щоб виявити доцільність морських перевезень СПГ для України, було проведено порівняння між вартістю закупівлі газу у вигляді СПГ, що постачається морем з Катару (найбільш імовірного імпортера СПГ до України на найближчі роки), та газу, який постачається по трубопроводах з Європи.

Спочатку треба сказати, що в Україні споживається близько 55 млрд. м<sup>3</sup> імпортного газу за рік.

Таким чином, проведемо розрахунок того, яку кількість газу отримає Україна, якщо його постачатиме Катар впродовж одного року одним судном вантажомісткістю 140000 м<sup>3</sup> СПГ.

Виходячи з того, що відстань між катарським портом Доха та українським портом Одеса (його було взято для розрахунків, оскільки досі остаточно не відомо, в якому саме порту буде збудований регазифікаційний термінал) становить 4187 морських миль, а середня швидкість СПГ-танкера – 16 вузлів (з урахуванням зниження швидкості в каналах), можна розрахувати кількість рейсів за рік. Але спочатку розрахуємо час одного рейсу за формулою:

$$T_p = t_x * 2 + t_{ст} * 2$$

де  $T_p$  – час рейсу, години,

$t_x$  – ходовий час, години,

$t_{ст}$  – час стоянки, години.

Ходовий час знайдемо за формулою:

$$t_x = \frac{S}{w}$$

де  $S$  – відстань, яку проходить судно від порту відправлення до порту призначення, морських миль,

$w$  – середня швидкість, з якою рухається судно, вузлів.

Крім того на прибуття, оформлення, вантажні операції і т.д. (час стоянки) в кожному порту відводиться 24 години. Тому ходовий час дорівнюватиме наступному:

$t_x = 4187$  мор. миль / 16 вузлів = 262 години або 10 днів 22 години.

Таким чином, час рейсу становитиме:

$T_p = 262$  години \* 2 + 24 години \* 2 = 572 години або 23,83 доби.

Кількість рейсів за рік розрахуємо за формулою:

$$K_p = \frac{E}{T_p}$$

де  $K_p$  – кількість рейсів за рік,

$E$  – тривалість експлуатаційного періоду судна, днів,

$T_p$  – час рейсу, днів.

Таким чином, кількість рейсів за рік складатиме:

$K_p = 330 / 23,83 = 13,84$  (рейси).

Отже, за рік СПГ-танкер з Катару до України зможе виконати 13 повних рейсів.

Тепер розрахуємо яку кількість газу він перевезе за 13 рейсів. Для цього спочатку розрахуємо, скільки кубічних метрів газу у 140000 кубічних метрів ЗПГ:

$140000 * 615 = 86\ 100\ 000$  (м<sup>3</sup>).

Звідси витікає, що за 13 рейсів танкер перевезене наступну кількість газу:

$86\ 100\ 000 * 13 = 1\ 119\ 300\ 000$  (м<sup>3</sup>).

Вартість закупівлі такого обсягу газу в Катару коштуватиме Україні:

$1\ 119\ 300\ 000 * 270 / 1000 = 302\ 211\ 000$  (дол. США).

Такий самий обсяг газу, в разі його придбання в Росії та транспортуванні по трубопроводу, коштуватиме українській стороні:

$1\ 119\ 300\ 000 * 400 / 1000 = 447\ 720\ 000$  (дол. США).

Сума, що становитиме різницю між витратами на закупівлю катарського та російського газу в обсязі 1 119 300 тис. м<sup>3</sup>, буде наступною:

447 720 000 – 302 211 000 = 145 509 000 (дол. США).

Отже, результати розрахунків показують, що транспортування СПГ морем та побудова регазифікаційного терміналу в Україні є доцільним з точки зору економіки.

**Висновки і пропозиції.** Виходячи з порівняльного аналізу світових цін на газ, що транспортується морем у вигляді СПГ, та трубопровідний газ, можна зробити висновок про те, що раціональність використання морських перевезень СПГ ґрунтується, головним чином, на умовах відстані, характеристики місцевості та інших. Крім того, можна додати, що СПГ надає можливості всесвітнього охоплення споживачів. Для нього відсутня така проблема, як відносини між країнами-транзитерами.

В результаті проведення розрахунків для уявного, але більш конкретного випадку закупівлі СПГ Україною в Катарі на умовах СІФ, було зроблено ряд висновків:

1) за даними, що представлені періодичними виданнями на сторінках всесвітньої мере-

жі Internet, вартість будівництва регазифікаційного терміналу на території одного з портів України на узбережжі Чорного моря може обійтися у 1,2-2 млрд. дол. США. Економія на закупівлі катарського СПГ відносно закупівлі європейського трубопровідного газу становила 145 509 000 дол. США, а це 0,12 – 0,07 вартості такого терміналу;

2) кількість газу, яку можливо перевезти з Катару до України за 13 рейсів одним танкером у вигляді СПГ, становить біля однієї п'ятдесятої частини або 2% сумарного обсягу імпортованого газу, що споживається Україною.

Крім того, в разі транспортування газу по трубопроводах питання про інвестиції також неможливо ігнорувати. Газотранспортна система потребує постійного підтримання пропускної здатності, а для цього необхідно вкладати кошти і у відновлення самої «труби», і у компресорні станції.

Тому перевезення газу морем у вигляді СПГ для України є перспективним та доцільним.

### Список літератури:

1. Брагинский О.Б. Коридоры роста СПГ // Нефть, газ и бизнес. – 1995. – № 5. – С. 12.
2. Электронный журнал «Вокруг газа». – 2010. – <http://www.trubagaz.ru>
3. Крупорницкая И.А. Направления совершенствования структуры управления газовой промышленностью на внешнем рынке // Вестник МГТУ. – 2005. – № 2 (том 8). – С. 256-267.
4. Андрианов Е., Униговский Л. Ориентир – европейские интерконнекторы и хабы [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://gazeta.zn.ua/energy\\_market/orientir-evropeyskie-interkonnektory-i-haby-.html](http://gazeta.zn.ua/energy_market/orientir-evropeyskie-interkonnektory-i-haby-.html)[http://gazeta.zn.ua/energy\\_market/orientir-evropeyskie-interkonnektory-i-haby-.html](http://gazeta.zn.ua/energy_market/orientir-evropeyskie-interkonnektory-i-haby-.html) (дата звернення: 31.10.2014).
5. Цена энергии. Международные механизмы формирования цен на нефть и газ. – Секретариат Энергетической Хартии, 2007. – 280 с.
6. Развитие рынка СПГ: Эволюция торговли и ценообразования. – Секретариат Энергетической Хартии, 2009. – 41 с.
7. Баскаков С.П. Перевозка сжиженных газов морем. – 2001. – 201 с.
8. BP Statistical Review of World Energy. – June. – 2016. – P. 29, 30.
9. Щербина Роль сжиженного природного газа в мире и в Украине [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://lb.ua/economics/2016/10/10/347379\\_rol\\_szhizhennogo\\_prirodnogo\\_gaza.html](http://lb.ua/economics/2016/10/10/347379_rol_szhizhennogo_prirodnogo_gaza.html) (дата звернення: 10.10.2016).

**Москиченко И.М., Кобзарук В.А.**

Одесский национальный морской университет

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТОИМОСТИ ПОСТАВОК ГАЗА ПО СУХОПУТНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ И СЖИЖЕННОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА МОРЕМ

### Аннотация

За последние годы глобализации и рыночного фундаментализма, мир оценил преимущества газа и производители стали быстро наращивать его добычу, совершенствовать технологии извлечения и доставки. В настоящее время происходит перераспределение газового рынка. Это перераспределение связано с тем, что традиционные методы добычи и транспортировки газа начинают вытесняться новыми, более технологичными методами. Наиболее известными является сланцевый и сжиженный природный газ. В этой статье мы сравним между собой технологии транспортировки природного газа, классическую – по трубам (газопровода) и более сучасную – в сжиженном состоянии (СПГ).

**Ключевые слова:** транспортировка, газ, СПГ, трубопровод, анализ, стоимость, поставки, морские перевозки.

**Moskvichenko I.M., Kobzaruk V.A.**

Odessa National Maritime University

## **COMPARATIVE ANALYSIS OF THE COST OF GAS SUPPLIES VIA OVERLAND PIPELINES AND LIQUEFIED NATURAL GAS BY SEA**

### **Summary**

In recent years of globalization and market fundamentalism, the world has realized the benefits of gas and manufacturers quickly began to increase its production, improve the technology of extraction and delivery. Currently there is a redistribution of the gas market. This redistribution is due to the fact that traditional methods of gas production and transportation were being replaced by new, more technologically advanced methods. The most famous is shale and liquefied natural gas. In this article we will compare between the technology of transportation of natural gas, classical – pipe (the pipeline) and more sucaco in a liquefied state (LNG).

**Keywords:** transportation, gas, LNG, pipeline, analysis, cost, delivery, sea transportation.