

## КОНТЕЙНЕРНЕ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗУ ЯК АЛЬТЕРНАТИВНИЙ СПОСІБ ВИРІШЕННЯ ПИТАНЬ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ БЕЗПЕКИ

О.М. Шендрик<sup>1</sup>, М. І. Фик<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ГПУ «Шебелинкагазвидобування», 64250, Харківська обл., Балаклійський р-н, смт. Червоний Донець, вул. Жовтнева 9, тел. (05749) 5-23-47, факс (05749) 5-20-24. e-mail: oilgasua@mail.ru

<sup>2</sup> НТУ «Харківський політехнічний університет», вул. Фрунзе, 21, Харків, 61002, тел. (057) 707-66-00, (057) 700-15-64. e-mail: mfyk@yandex.ru

*Розглядається контейнерний спосіб транспортування газу для споживачів малої та середньої потужності як альтернатива трубопроводному транспорту. Наведено варіанти організації схем газопостачання на основі автомобільного та залізничного транспорту. Розглянуто недоліки та переваги обох видів транспортування газу, визначено області їх ефективного використання. Надані перспективні варіанти застосування технології в умовах енергетичної та економічної кризи, а також із врахуванням тенденцій щодо розвитку світової енергетики. Найбільш перспективною, автори вважають, організацію перевезення стисненого непідготовленого газу ГКР в універсальних циліндричних балонах великого діаметру (до 1000 мм.).*

Ключові слова: труба, контейнер, балон, транспортування газу

*Рассматривается контейнерный способ транспортировки газа потребителям малой и средней мощности как альтернатива трубопроводному транспорту. Приведены варианты организации схем газоснабжения на базе автомобильного и железнодорожного транспорта. Рассмотрены недостатки и преимущества обоих видов транспортировки газа, указано области их эффективного использования. Предложены перспективные варианты применения технологии в условиях энергетического и экономического кризисов, а также с учетом тенденций развития мировой энергетики. Наиболее перспективной, авторы считают, организацию транспортировки сжатого неподготовленного газа газоконденсатных месторождений в универсальных цилиндрических баллонах большого диаметра (до 1000 мм).*

Ключевые слова: труба, контейнер, баллон, транспортировка газа

*In this work we consider a way to transport a container of gas to consumers low and medium power as an alternative to pipeline transport. The options for gas supply schemes are given, based on road and rail transport. We consider the advantages and disadvantages of both types of gas transport, separated by areas of their effective use. We present promising applications of technology in the energy, economic crisis, as well as the trends of world energy. The applications of advanced technologies are proposed in energy, economic crisis, as well as the trends of world energy. The authors believe the most promising organization of transportation of compressed gas condensate fields unprepared for universal cylindrical balloons of large diameter (up to 1000 mm).*

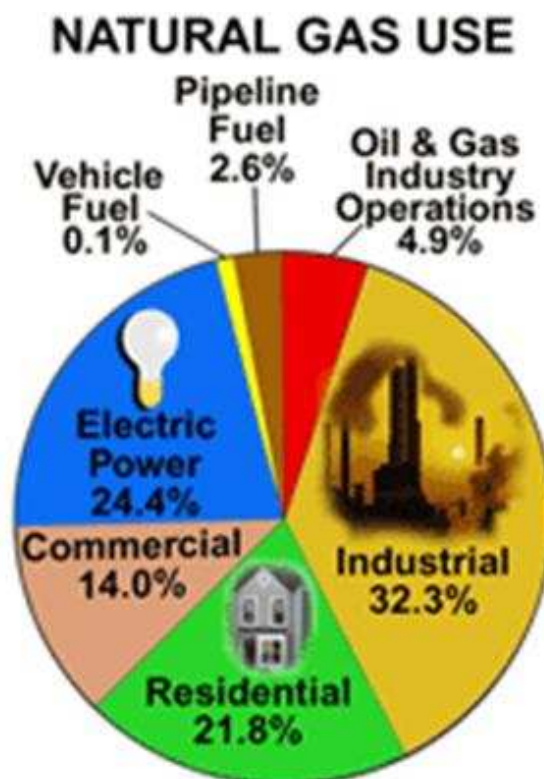
Keywords: pipe, container, bulb, transporting of gas

Природний газ швидко стає базовим паливом для світу. Він надає порівняно чисте горіння, недорогий і є в достатній кількості, поступово відновлюється в надрах та виробляється з органічної сировини. В даний час близько 25% енергетичного балансу в світі утворюється в результаті спалювання природного газу. Газ використовується для опалення будинків, приготування їжі, створюють електрику, потужність легкових і вантажних автомобілів, палива і хімічних промислових переробних підприємств. В одному конкретному секторі промисловості (природний газ автомобіля (NGV) промисловості) виріс на 20% в минулому році і буде зростати як мінімум на 10% в рік протягом наступних 10 років. Більшість аналітиків пророкують, що до 2020 року 30% енергії у світі буде надходити з природного газу.

Розвиток газовидобувної промисловості тісно пов'язаний не тільки з історією відкриття та розробки газових родовищ, а й з формуванням ринків споживання газу, створенням нових технологій його транспортування та використання. На перших етапах становлення газової промисловос-

ті основними споживачами природного газу були побутова сфера, виробництва розташовані неподалік від газових родовищ та газопроводи невеликої потужності – Ø 520-730 мм з географією в межах однієї держави. Динаміка видобутку газу випереджала динаміку його споживання. Так з'явилися більш потужні газопроводи Ø 1020-1420 мм континентального значення та почали утворюватися нові ринки споживання газу, серед яких одним з головних гравців стали держави Європейського союзу. Універсальність, екологічність, простота використання та відносна безпечність в порівнянні з такими енергоносіями як вугілля, уран та нафта стали причиною переорієнтації та створення нових виробництв на основі використання природного газу як базового палива. Зростання темпів споживання природного газу стало запорукою конкурентоспроможності та енергетичної безпеки не тільки окремих виробництв, а й цілих держав. Тому питання ефективного диференційованого транспортування газу до замовника у ряді випадків набуває стратегічного значення. Крім того, останнім часом, стала загострюватись проблема великих виснажених газових родовищ з розвинутою інфраструктурою споживання газу, для якої (з економічних причин) не доцільно газопостачання потужними магістральними газопроводами. Адже в Україні кількість таких родовищ постійно зростає.

Існуюча газотранспортна система більшості основних держав експортерів газу Євразійського континенту базується на трубопровідному транспорті, яка в більшості випадків залишилась від колишнього СРСР. Події останніх років продемонстрували не тільки потребу в модернізації та відновленні системи, а й вразливість «колективної газової труби» від взаємовідносин між окремими операторами газотранспортної системи. Тобто в любий час всі учасники транспортування газу (як експортери так і імпортери) можуть стати заручниками форс мажорних обставин, що утворились на любій ділянці газопроводу. Крім того спостерігається процес утворення нових дуже потужних ринків споживання природного газу – таких наприклад, як Китай та Індія, газопостачання до яких має не тільки фінансовий, а часовий аспекти. Питання транспортування та споживання гігантських об'ємів газу набуває все більшої кількісної та географічної динаміки. Джерела, напрямки та навіть самі сучасні газові ринки можна назвати динамічними. Тому питання диверсифікації як шляхів так і засобів транспортування газу дуже актуальне в сучасній газовій промисловості.



**Рисунок 1 –Кругова діаграма використання природного газу для потреб:трубопровідного палива - 2,6%, автомобільного палива - 0,1%, електроенергетики - 26,4%, комерційних - 13,9%, житлових приміщень - 21,6%, промислового використання - 30,3%**

Однією з відомих альтернатив «газової труби» є контейнерне транспортування компримованого газу. Розвиток цього виду транспортування газу пов'язаний з обслуговуванням порівняно незначних та спеціалізованих газових потоків – заправка автомобільного транспорту, газозабезпечення віддалених та складно доступних районів з відносно незначними обсягами споживання. Та в сучасних умовах економічної кризи, зростання цін на енергоносії та загострення конкуренції між провідними світовими економіками контейнерний спосіб перевезення набуває реальної альтернативи для малої та середньої енергетики.

Якщо звернутись до структури споживання природного газу то слід відмітити, що основні споживачі природного газу це електроенергетика та велика промисловість на які випадає відповідно 24,4% та 32,3 % всього газу. Як правило, ці сегменти ринку представлені потужними електростанціями та заводами для яких альтернативи «газовій трубі» немає. Винятком можуть бути потужні системи постачання зрідженого газу. Але два інших сегменти газового ринку – комерційний та житлово-побутовий (14% та 21,8% відповідно) не мають таких жорстких обмежень і можуть бути віднесені до малої та середньої енергетики.

До особливостей комерційного та житлово-побутового сегментів газового ринку слід віднести значні сезонні та інші коливання у споживанні, значну градацію у обсягах та географії газопостачання, значну чутливість до цінової політики газових трейдерів. Все це робить «газову трубу» не дуже зручним способом газопостачання і висуває у ряді випадків на передній план контейнерні засоби транспортування газу.

Слід відмітити, що на даний час технологія контейнерного перевезення газу на європейському континенті дуже недооцінена. На фоні значних досягнень контейнерного способу перевезення газу на території Південної та Північної Америки, в державах Євразії ця технологія має значний інвестиційний та інноваційний потенціал. Здебільшого контейнерів використовуються для транспортування зріджених вуглеводневих газів (далі ЗВГ) – пропан-бутанових сумішей, які потребують на значні капітальні витрати для будівництва установок по зрідженню та дегазації пропану. Та досвід показав, що така технологія дозволяє перекрити сезонні коливання попиту на енергоносії. А перевезення компримованого метану як правило обмежується обслуговуванням мережі автомобільних метанових заправок (рис.2, а) та газозабезпеченням окремих споживачів (виняткових невеликих населених пунктів та виробництв). Це пов'язано із порівняно незначним парком газових контейнерів, малою ємністю контейнерів (рис.2, б) та значною вартістю природного газу під час закупівлі у газових трейдерів. Крім того слід відмітити, що здебільшого використовуються автомобільні засоби доставки контейнерів споживачам (рис.2, в).

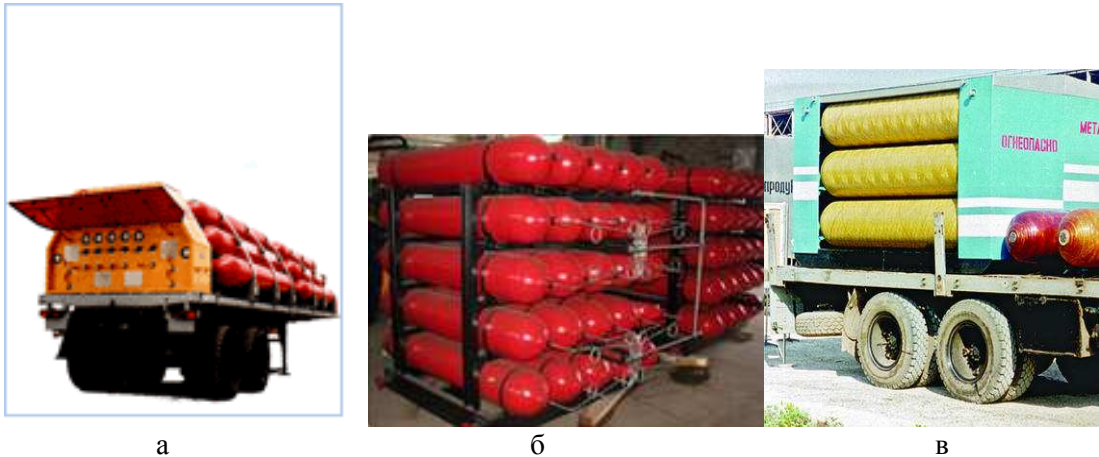
Тому слід розглянути окремо ці перешкоди розвитку контейнерного перевезення компримованого природного газу.

Слід відмітити, що при підготовці метану до трубопровідного транспортування так і при підготовці ЗВГ виробник несе великі витрати. Це, як правило, пов'язано з підготовкою саме до транспортування, адже у випадку ЗВГ їх треба спочатку перевести з газового у рідкий стан, а потім за допомогою складних холодильних «барокамер» перевезти та ще й на спецобладнанні підготувати до реалізації – «розгазувати». У випадку трубопровідного транспортування метану – його слід не тільки очистити від гідратуотворюючих домішків [1], а ще й протягом всієї труби додатково компримувати на потужних газокомпресорних станціях (далі ГКС).

Використання контейнерного перевезення компримованого метану не потребує на таку підготовку. Це головна перевага такого виду транспортування. Адже вимоги до його якості визначаються споживачем і можуть бути значно занижені. Дійсно наявність газових вищих вуглеводневих домішок у метані лише підіймає його калорійність, рідкі домішки та вода легко вилучається з газу шляхом дренажу контейнеру і майже не потребує на додаткове обладнання, а утворенню гідратів легко запобігти додавання незначної кількості метанолу чи простим обігрівом редукуючих елементів. Винятком можуть стати лише небезпечні чи шкідливі домішки – сірководень, сірка чи окис вуглецю.

Використання контейнерного перевезення компримованого метану не потребує на таку підготовку. Це головна перевага такого виду транспортування. Адже вимоги до його якості визначаються споживачем і можуть бути значно занижені. Дійсно наявність газових вищих вуглеводневих домішок у метані лише підіймає його калорійність, рідкі домішки та вода легко вилучається з газу шляхом дренажу контейнеру і майже не потребує на додаткове обладнання, а утворенню гідра-

тів легко запобігти додавання незначної кількості метанолу чи простим обігрівом редуруючих елементів. Винятком можуть стати лише небезпечні чи шкідливі домішки – сірководень, сірка чи окис вуглецю.



*а – пересувна метанова заправка; б – балони для АГНКС; в - метановоз*  
**Рисунок 2 –Обладнання для пересувних АГНКС**

Тому при контейнерному перевезенні компримованого природного газу, здебільшого метану, (далі КПКМ) можна використовувати технологію транспортування неочищеного природного газу [2]. Це дає велику перевагу КПКМ перед іншими видами транспортування газу. Адже це дає економічні підстави для розробки малих та виснажених газових родовищ, спрощує транспортування супутнього газу на нафтових родовищах, значно поширює географію та способи газопостачання вздовж газотранспортних магістралей. На даний час вже створена ціла низка компресорів для КПКМ (рис. 3).



Приклад компресора CNG компанії  
Compressor Factory Co.,Ltd.  
Formovo Gas Srl  
(тип технології SAFE s.r.l.)

Від Jordair Compressor inc.

Chongqing Gas

**Рисунок 3 – Світові зразки компресорного обладнання для компримування природного газу**

Для виготовлення сучасних газових контейнерів використовують труби високого тиску з діаметром 0,3-0,5 м. Це обмежує певною мірою як об'єми транспортування так і споживання КПКМ - газу.

Основним завданням для остаточного становлення КПКМ технологій в Україні та ряді країн Європи на даний час є створення такого універсального КПКМ контейнеру великої місткості на базі сталевих труб великого діаметру (0,5-1 м), або інших сучасних матеріалів, який би міг використовуватись для його перевезення автомобільним, залізничним чи морським транспортом.



Рисунок 4 – Світові зразки контейнерних метановозів

Слід відмітити, що контейнерне перевезення компримованого природного газу вже досить відома в світі технологія (рис. 4). Навіть вже існує міжнародний стандарт на 20 і 40 футові балони з тиском до 2,5 МПа - **ISO 11120** та на балони до 200 ат - **DOT 3AAX 2900**, (в Росії - ТУ 2296-031-03455343-2009.Металлопластиковые баллоны большой вместимости для хранения и транспортирования природного газа). Стандарт містить технічні умови для виробництва блоків контейнерів на основі морських та залізничних контейнерів, що стандартно підходять для перевезення автотранспортом (зазвичай фура-TIR). На основі цих стандартів корейська фірма NK CO., LTD Когеа вже налагодила виробництво контейнерів для перевезення стисненого газу CNG. Крім того, останнім часом з'явилися труби значних діаметрів (1220 мм) високого тиску (робочий тиск яких 22 МПа – виробники Europipe та ЗАО «ОМК»). Їх почали виготовляти для зменшення витрат на транспортування газу та для таких проєктів як Nord Stream. Тому з'явилась можливість підвищити місткість КПКМ – контейнерів.



Рисунок 5 – 20-футові та 40-футові контейнери фірми NK Co. Ltd.

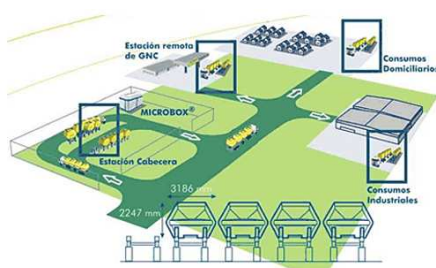
Розглянемо приклад використання універсальних контейнерів високого тиску (до 25 МПа). При повній загрузці в контейнерах фірми NK CO., LTD Когеа можна перевозити автомобілем до 5300 м<sup>3</sup> (рис. 5). А це відповідає місячній потребі невеликого селища у літній період року або добовому видобутку газу малодебітної свердловини. Використання таких метановозів дозволяє проводити розробку навіть невеликих газових родовищ з малою кількістю свердловин. А при наявності додаткового обладнання на рамі контейнеру (газомотокомпресор незначної потужності, одоризацій та метанольна установки) взагалі обходитись без стаціонарних УКПГ [3]. Такі системи дозволять забезпечити не тільки транспортування газу, а й взагалі його видобуток та газозабезпечення дрібних споживачів (населених пунктів, таборів біженців, пересувних будівельних бригад, бурових тощо).

До речі досвід близьких аналогів-прототипів вже починає накоплюватись в окремих куточках Планети. Аргентинська фірма Galileo використовує газові контейнери високого тиску для газопостачання у ті віддалені райони держави, куди прокладувати газопровід економічно недоцільно (рис.6). Але вони використовують контейнери, зібрані на основі великої кількості елементів малої

ємності, і газ для компримування та транспортування беруть підготовлений (з газопроводу). Ця технологія отримала назву «Віртуальна труба» і показала дуже добрі практичні результати. Але для «вологого» газу вона не придатна, адже з великої кількості паливних елементів складно дренувати конденсат та домішки. Використання автомобільного транспорту для КПКМ виправдано у випадку оперативного газопостачання відносно невеликих споживачів та перевезення незначних об'ємів газу. Крім того аналогічна технологія має значні перспективи для дрібного газопостачання вздовж всіх магістральних газопроводів.

Для забезпечення більш потужних газових КПКМ потоків більш підходять автопотяги, залізничний та морський спосіб транспортування.

Використання залізничних платформ дозволяє збільшити кількість контейнерів у одній зборці та збільшити відстані транспортування. Розвинена мережа залізничних шляхів, невеликі питомі витрати на перевезення вантажів та відпрацьована система керування транспортними потоками роблять цей спосіб транспортування дуже привабливим для організації газопостачання споживачів комерційного та житлово-комунального сегментів газового ринку. Крім того існує можливість організації окремих спеціалізованих газотранспортних залізниць для крупних споживачів з обмеженими термінами існування або сезонними технологічними циклами. Перевагами таких газотранспортних залізниць є порівняно нижча вартість будівництва - з врахуванням залізниці, залізничних платформ, тепловозів та контейнерів – дешевше в 1,5-2 рази. Використання залізничного транспортування дає змогу значно знизити вартість та підвищити швидкість будівництва, реконструкції, ремонту газотранспортної магістралі. Крім того після виснаження родовищ – джерел газу залізницю можна демонтувати, реорганізувати логістику або використовувати для інших потреб.



**Рисунок 6 – Технологія «Віртуальна труба» та обладнання фірми Galileo**

Якщо в якості палива для потягів використовувати метан, то витрати на електрообладнання та на електропостачання залізниці можна майже виключити.

При загрузці однієї платформи двома контейнерами (висота контейнеру 1,4 м, ширина 2,4 м), а одного потягу 80-ю платформами отримаємо 850 тис. м<sup>3</sup> газу на один рейс потягу. При максимальній загрузці залізниці 1 потяг на пів години – 41, 487 млн. м<sup>3</sup>/добу, а на рік близько 15 млрд. м<sup>3</sup> – приблизна потужність такої газової артерії. При витраті 300 м<sup>3</sup> метану на 100 км пробігу такий потяг 0,035% від газу транспортування, 0,35% на 1000 км, 3,5 % на 10000 км. Для порівняння - транспортування газу по газопроводу на 10000 км потребує на встановлення більше 50 компресорних станцій та в залежності від гідравлічних втрат тиску та вдалого підбору потужностей станцій (рис. 7) ця цифра може бути значно більшою[4]. Тому при порівнянні витрат на закупівлю обладнання, будівництво та обслуговування цих видів транспортування газу залізничний транспорт має свої переваги, особливо для нерегулярних та неусталених трафіків.

Слід відмітити, що в разі технічних проблем (аварії, ремонти, технічне обслуговування) втрачається товарного газу в порівнянні з газопроводом значно менше а безпека вища. Крім того залізнична КПКМ значно гнучкіша у керуванні, що в умовах економічної кризи може стати вирішальним фактором як для газовидобувних підприємств так і для трейдерів та споживачів.

Економічність зворотних рейсів можна підвищити за рахунок додавання до потягу продуктів очищення газу під час використання (газовий конденсат, нафта, вода) та вагонів з іншими товарами і матеріалами (сировина, місцева продукція, військові дислокації, наукові та будівельно-технічні перевезення).

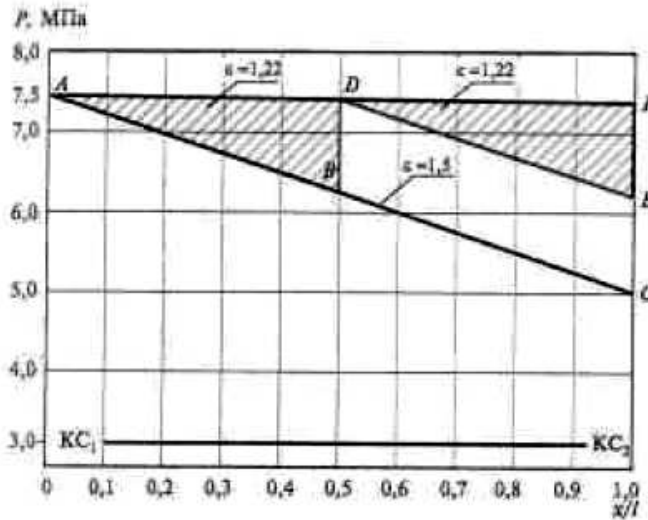


Рисунок 7 – Втрати енергії на транспортування газу у газопроводі за початкового тиску 7,5 МПа та різних ступенів стиснення

Використання морського транспорту завжди відрізнялося від інших видів низкою вартістю. Крім класичних [5] суден-газовозів для ЗВГ та контейнеровозів існує можливість буксирування зборок контейнерів безпосередньо по воді (рис.8).

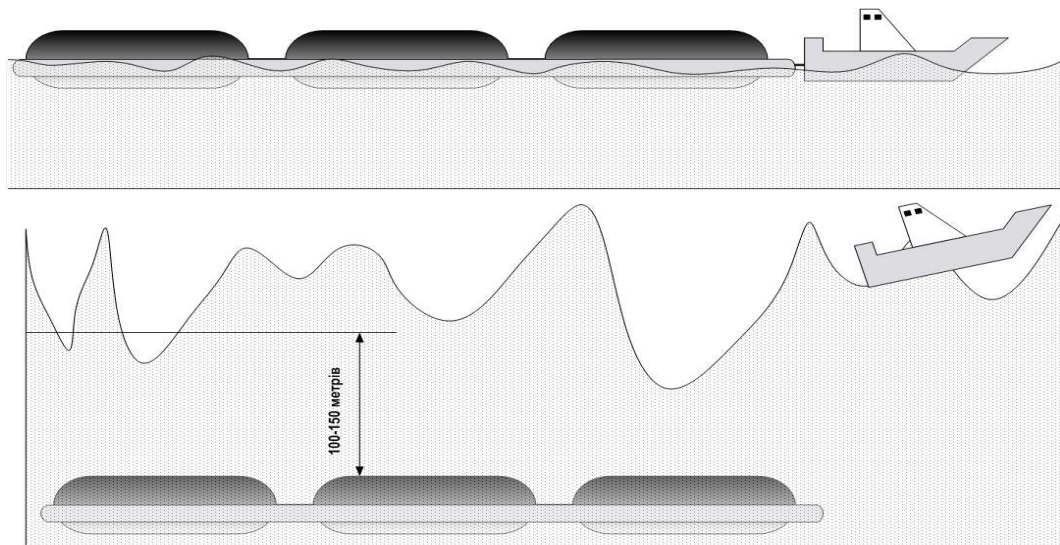


Рисунок 8 – Схема буксирування контейнерів морем

Така схема має багато переваг:

- необмежена кількість контейнерів;
- у випадку аварії чи шторму існує можливість відєднання зборки контейнерів та її керованого занурення для захисту від океанських хвиль;
- судно може везти додаткові вантажі;
- використання на невеликих водняних артеріяx з малою глибиною, болотах та для малих морських газових родовищ (рис.9).

Така технологія прийнятна як для потужних морських газових родовищ (Штокманівське, Північне/Південний Парс) так і для невеликих чи виснажених, а також для нафтових з наявністю супутнього газу.

Щоб побудувати магістральний трубопровід для транспортування газу, нафти або іншого рідкого або газоподібного продукту необхідно мати впевненість, що такий продукт є або скоро з'явиться на одному кінці цієї магістралі, а на іншому кінці знайдуться його покупці. Будівництво магістрального трубопроводу річ не дешева. Крім того, трубопроводи з горючими і газоподібними речовинами можуть вибухати, приносячи шкоду людям і навколишньому середовищу. Тому в окупність цієї магістралі слід включати і витрати на ліквідацію можливих катастроф. А головне: побудований магістральний трубопровід повинен давати прибуток. У першу чергу тим, з чийої землі прокладені ці магістральні трубопроводи. Тому все, в торгівлі нафтою або природним газом, починається з визначення варіанту його транспортування до споживача [6]. І у вартості нафти і природного газу, крім витрат на їх видобуток, основною складовою є витрати їх на транспортування. Оптимальний вибір можливий лише за умов широкого вибору цих варіантів та можливості їх втілення



**Рисунок 9 – Схема транспортування газу при розробці морських газових родовищ**

В світі, крім державних компаній, на газовому ринку все більшу вагу набувають незалежні фінансові гравці - товарно-сировинні біржі, газові трейдери, газотранспортні консорціуми. Цьому дуже сприяє інтенсивний розвиток таких фінансових інструментів своп угоди, фондовий ринок, інвестиційні фонди. Для таких агентів гнучкість технічної системи газопостачання, оперативність введення нових потужностей та можливість оперативної переорієнтації газових потоків відіграє вирішальну роль.

Висновки:

Стають більш вигідними перевезення не тільки морем та автомобільним транспортом, але й залізничними шляхами.

Від більшості газоконденсатних родовищ на пізній стадії експлуатації можливо перевозити природний газ високого тиску отриманий за допомогою компресора на промислі. При цьому, промислового споживачеві в багатьох випадках потрібно тільки редукування газу до тиску споживання.

В період дослідження нових родовищ (дорозвідки та дорозробки з включенням нових земель) або їх віддалених блоків перевозити продукцію високого тиску вантажівками та дооблаштованою залізницею стало вигідніше ніж спалювати та відрахувувати екологічні штрафи.

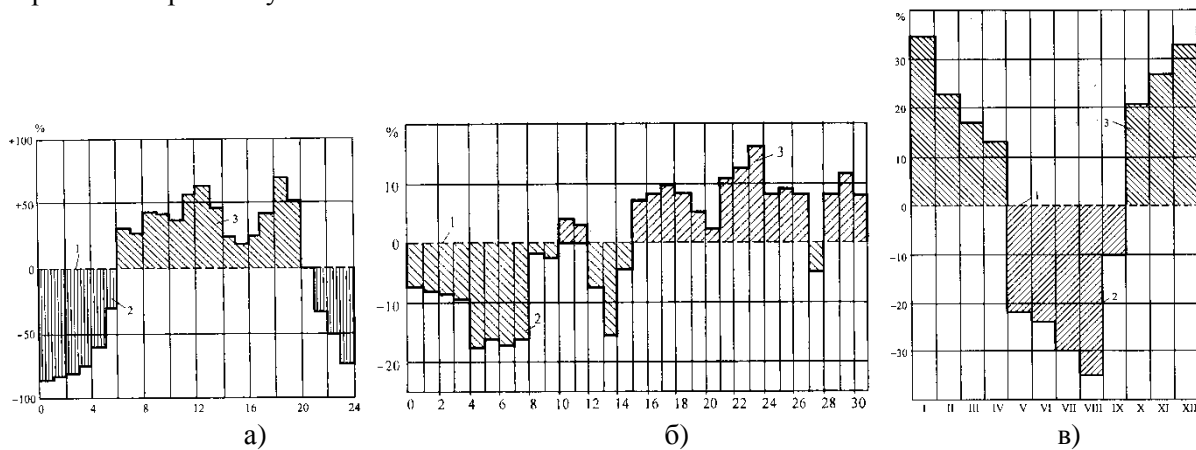
На пізній стадії експлуатації родовищ, а також для віддалених малодобітних свердловин мінімальною вимогою стане встановлення спеціалізованого компресорного обладнання, яке принаймні досить широко розповсюджене на нафтогазовому ринку, виробляється вже сьогодні чисельними компаніями.

При річній перекачці газу через Українську ГТС 179 млрд. м<sup>3</sup> витрати паливного газу складають 6 млрд. м<sup>3</sup> (3,3%). При вдалому використанні альтернативних видів транспортування газу ця цифра може бути відчутно зменшена, адже структура споживачів газового ринку дуже багатогранна, а ГТС призначена для транспортування гігантських об'ємів газу. Вдала інтеграція в систему газопостачання альтернативних видів транспортування може доповнити українську ГТС та зробити її більш конкурентною [7]. Особливо це видно по графіках коливання рівнів споживання газу [7]. Адже рівень споживання газу має свою циклічність яка залежить від фази доби (рис.10, а), доби місяцю (рис.10, б), навіть місяцю в році (рис. 10, в).

Ці коливання перекриваються зміною режимів роботи газосховищ України, але потужність обладнання ГТС настільки велика, що дуже складно використовувати її потужності для реагування на всі зміни попиту малих та середніх газових споживачів. Крім того формування нових динамічних газових джерел та ринків газу робить «газову трубу» дуже вразливою до світових коливань попиту на газ. Тому у контейнерного способу транспортування газу із зменшеною металоємністю



(з труб великого діаметру) є значний ринковий сегмент на газовому ринку України та непогані перспективи розвитку в Світі.



а) добовий; б) місячний (грудень); в) річний сезонний  
**Рисunek 10 –Графіки коливання споживання газу**

### Література

1. Газы горючие природные для промышленного и коммунально-бытового назначения: ГОСТ 5542-87 – [действует с 01-01-1988]. – М. Государственный комитет СССР по стандартам 1988. 6 с. – (Государственный комитет СССР по стандартам).
2. Пат. 34473 Україна. <sup>(19)UA</sup> <sup>(11)</sup> 34473 <sup>(13)U</sup> <sup>(51)</sup> 7 E21B43/00. Спосіб видобутку і підготовки природного газу / Фесенко Ю.Л., Фик І. М., Шендрік О. М.:заявники та патентовласники. Фесенко Ю.Л., Фик І. М., Шендрік О. М.– u200803684; заявл. 24.03.2008; опубл. 11.08.2008, Бюл. № 15.
3. Пат. 38010 Україна. МПК(2006) F17C 5/00 Пристрій для підготовки і транспортування природного газу / Фесенко Ю.Л., Фик І. М., Шендрік О. М.: заявники та патентовласники. Фесенко Ю.Л., Фик І. М., Шендрік О. М. - u200803681; заявл., 24.03.2008; опубл. 25.12.2008 Бюл. № 24.
4. Козаченко А. Н. Энергетика трубопроводного транспорта газов [Текст]: / А. Н.Козаченко. Учебное пособие М. ГУП. «Нефть и газ» РГУ нефти и газа им. Губкина 2001. - 400с.
5. Зайцев В. В. Суда-газовозы [Текст]: /В. В. Зайцев, Ю.Н. Коробанов.– Л.: Судостроение 1990. – 304 с.: ил.
6. Кологривов М.М. Инфраструктура і режими експлуатації систем газонафтопродуктотранспорту. Навчальний посібник [Текст]: / М.М. Кологривов /– О. Видавничий центр ОДАХ, 2009. – 60 с.
7. Фик І. М. До питання вибору базових стратегій технічного переозброєння газотранспортних підприємств із енергетичної точки зору [Текст] / І. М Фик., М. І. Фик // Нафтова і газова промисловість. - 2008. - №6 - С. 41-44.

Стаття надійшла до редакційної колегії  
 10.06.12

Рекомендована до друку оргкомітетом  
 міжнародної науково-технічної конференції  
 “Проблеми і перспективи транспортування нафти і газу”,  
 яка відбулася 15-18 травня 2012 р.