

СТРОИТЕЛСТВО НА МОРСКИ ГАЗОПРОВОДИ

Никола Димитров, Румен Иванов
rang75@hotmail.com

*Висше транспортно училище "Т. Каблешков", София 1574, ул. "Гео Милев" 158,
БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: морски газопровод, строителство, пренос на газ

Резюме: В докладът се разглежда технологията на строителство на морски газопроводи и голямото значение на морските газопроводи за икономиката на страната. Специално внимание е отделено на изчисляването на крайното налягане на газопроводът, като се отбелязва необходимостта от отчитане на температурата на газа по протежение на тръбата.

I. Морски газопроводи

Морските газопроводи представляват сложни инженерни съоръжения за транспорт на газ, изградени от стоманени тръби. Стоманените тръби са с различен диаметър и дебелина, в зависимост от пропускателната способност на газопровода, дълбочината на полагане на тръбите, проектно налягане и др. Тръбите се покриват отвътре с антифрикционно покритие, а част от тях и отвън с бетон.

Известни изградени морски газопроводи са „Северен поток” в Балтийско море с диаметър на тръбата 122см, „Син поток” в Черно море с диаметър на тръбата 61см, „Зелен поток” в Средиземно море, с диаметър на тръбата 81см, „Медгаз” в Средиземно море, с диаметър на тръбата 61см, „Пердидо Норте” в Мексиканският залив, с диаметър на тръбата 46см, „Лангелед” с диаметър на тръбата 112см. Най-дългият морски газопровод е „Северен поток” – 1224км.

Понастоящем Иран, Индия и Оман планират строителството на 1400 километров морски газопровод, който да осигурява доставки на природен газ на индийския пазар с дневен капацитет за пренос от 31 млн.м³. В момента се обсъжда и възможността Европа да получава газ от Израел от още по-дълъг газопровод.

За Р България е приоритет изграждането на газов хъб "Балкан", в който да постъпва газ от морски газопроводи, наземни газопроводи, терминали за втечен газ и местен добив. Тъй като по морските газопроводи пренасяното количество газ е десетки милиарди м³/год., а от гореизброените източници по-малко или никакво за момента, то изграждането на морски газопроводи е от голяма важност за запълването на газовият хъб „Балкан” и икономиката на страната.

II. Проектиране на морски газопроводи

Проектирането и строителството на газопроводи се препоръчва, когато количествата на транспортираният газ са повече от 6 млрд. м³/год. на разстояние по-малко от 3000км¹. В този случай тръбопроводният транспорт, особено при газопроводи

¹Бояджиев М., „Сравнителен анализ на възможностите за пренос на природен газ”, списание Инженеринг ревю, брой 4, 2013

с високо налягане е икономически по-ефективен и конкурентоспособен на преноса на втечен природен газ. Проектирането на трасето на газопроводи, включително и морски принципно не се различава от проектиране на трасетата на линейни обекти^{2,3}. При проектирането на морските газопроводи е много важно да е осигурено работно налягане в крайната точка от газопровода, което може да се изчисли по⁴:

$$(1) \quad P_K^2 = P_H^2 - \frac{16 \cdot \lambda \cdot G^2 \cdot Z \cdot R \cdot T \cdot L}{\pi^2 \cdot d^5},$$

където са използвани следните означения:

λ - коефициент на хидравлично триене(съпротивление)

G - масов разход

Z - коефициент на свиваемост на газа

R - газова константа

T - температура на газа

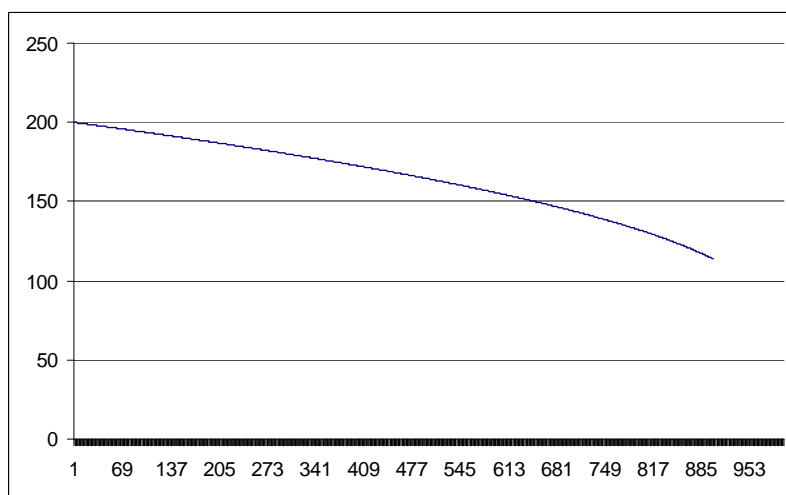
L - дължина на газопровода

d - хидравличен диаметър на тръбопровода

P_K - крайно налягане

P_H - начално налягане

От формула (1) се вижда, че хидравличният диаметърът има най-голямо влияние върху крайното налягане и това е важен показател при проектирането на тръбопроводите. Също така при изчисление по формула (1) се използва средната температура на газа. На практика температурата на газа в началото на тръбата и по протежение на тръбата не е една и съща. Това налага прилагане на по-усъвършенствани методики в областта на газовата динамика⁵. На фиг.1 е показана промяната на началното налягане от 200 бара, с отчитане на различна температура по протежение на морски газопровод с дължина от 900км. Пресмятанията са извършени с програма разработена от доц. М. Мутафчиев от ВТУ „Т. Каблешков”.



Фиг.1

²Иванова М., “Учебно-методическо ръководство по проектиране и строителство на железопътни линии”, София, 2009

³Николов В., “Проектиране и строителство на пътища”, ВТУ “Т. Каблешков”, 2008

⁴Тетельмин, В., В. Язев, „Нефтегазопроводы”, Москва, Сайнс-Пресс, 2008

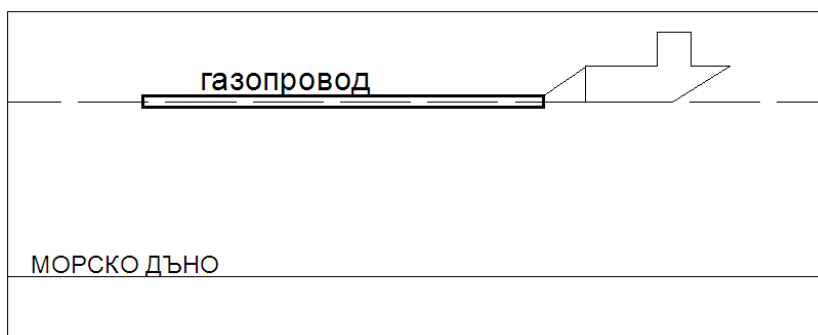
⁵Мутафчиев М., „Математично моделиране на процесите, протичащи в цевните оръжия и топлинните двигатели”, Дисертационен труд за придобиване на научната степен „доктор на науките”, София, 2017

III. Строителство на морски газопроводи

Преди строителството на морският газопровод се извършва проучване, включвайки сеизмични измервания, ехолотни измервания, подводни снимки, сонарни проучвания, вземане на проби от морското дъно. На базата на извършените измервания се създава динамичен инженерен модел при проектиране на транспортна инфраструктура⁶. Полагане на тръбите директно върху морското дъно се извършва със специални тръбополагачи съдове. Изграждането на морски газопровод е със скорост от близо 3км/ден, което е по-бързо от аналогична строителна работата на сушата. Обикновено експлоатационният живот на морските газопроводи е 50-60 години, като направените инвестиции се възвръщат няколкократно за този период. Рискови фактори за морските газопроводи са подводни свлачища, течения, сеизмична активност, ерозия, вълни, лед, риболовни траулери, потънали обекти и др., и тези фактори се отчитат при изграждането на тръбопроводите.

Съществуват следните основни методи за строителство на морски газопроводи⁷:

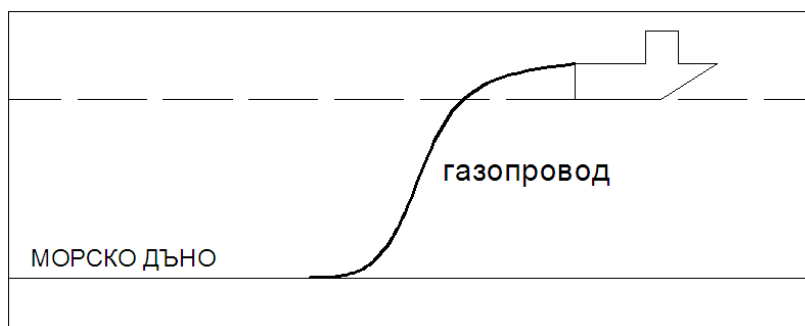
а) заваряване на сушата и изтегляне на тръбите в морето с морски съд(фиг.2)



Фиг.2

б) полагане по S - системата

По тази система газопроводът се полага от морски съд, с помощта на стингер. При контакт с морското дъно, тръбата се огъва в противоположна посока и образува буквата S(фиг.3). Традиционно методът се прилага за дълбочини до 2 километра.



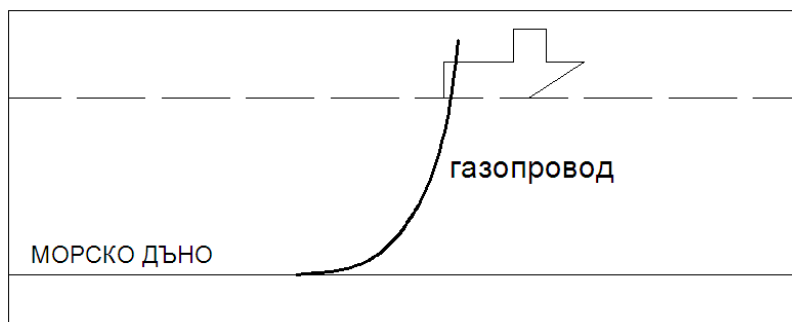
Фиг.3

в) полагане по J - системата

Тази технология на строителство се използва при полагане на газопроводи на по-големи дълбочини. Тук тръбата е в почти вертикално положение и образува буквата J при контакт с морското дъно(фиг.4).

⁶Бабунска Н., „Създаване на динамичен инженерен модел при проектиране на транспортна инфраструктура”, Механика, Транспорт, Комуникации, том.13, брой 3/3, 2015

⁷Braestrup M., J. Andersen, L. Andersen, M. Brssyndum, N. Rishøj Nielsen, “Design and Installation of Marine Pipelines”, Wiley-Blackwell, 2009



Фиг.4

г) полагане с барабан

След заваряване тръбите се поставят на барабан и се прилага S - системата или J - системата в зависимост от това как е поставен барабанът на морският съд-хоризонтално или вертикално.

След като тръбата е положена могат да се извършат допълнителни работи по нейната стабилизация на морското дъно. Това включва засипването ѝ в предварително изкопани траншеи, анкерирание към дъното, допълнителен баласт и др. На местата на входа на тръбата в морето и изхода от морето се прави микротунелиране.

Литература

- [1] Бояджиев М., „Сравнителен анализ на възможностите за пренос на природен газ”, списание Инженеринг ревю, брой 4, 2013
- [2] Иванова М., “Учебно-методическо ръководство по проектиране и строителство на железопътни линии”, София, 2009
- [3] Николов В., “Проектиране и строителство на пътища”, ВТУ "Т. Каблешков", 2008
- [4] Тетельмин, В., В. Язев, „Нефтегазопроводы”, Москва, Сайнс-Пресс, 2008
- [5] Мутафчиев М., „Математично моделиране на процесите, протичащи в цевните оръжия и топлинните двигатели”, Дисертационен труд за придобиване на научната степен „доктор на науките”, София, 2017
- [6] Бабунска Н., „Създаване на динамичен инженерен модел при проектиране на транспортна инфраструктура”, Механика, Транспорт, Комуникации, том.13, брой 3/3, 2015
- [7] Braestrup M., J. Andersen, L. Andersen, M. Brssyndum, N. Rishøj Nielsen, “Design and Installation of Marine Pipelines”, Wiley-Blackwell, 2009

MARINE GAS PIPELINE CIVIL ENGINEERING

Nikola Dimitrov, Roumen Ivanov

rang75@hotmail.com

**Todor Kableshkov University of Transport
1574 Sofia, 158 Geo Milev Str.,
BULGARIA**

Key words: *marine gas pipeline, civil engineering, gas transportation*

Abstract: *The report reviews the technology of construction of marine gas pipelines and the great importance of marine gas pipelines for the country's economy. Special attention is paid to calculating the final pressure of the pipeline and the need to take into account the gas temperature along the pipeline.*