

Особености при газозахранване на консуматори по пръстеновиден контур

Валентин Бобилов, Делян Радев, Живко Колев,
Пенчо Златев, Георги Генчев, Пламен Мушаков

Specifications for Consumers Gas Supply at Ring Circuit Contour: In this material some of the characteristics of the gas supply to customers connected to ring circuit contours have been discussed. A specific task for identifying the "neutral" point in gas supply ring circular contour has been considered. For this aim the classical equation for pressure drop in pipe loop has been used.

Key words: Gas Supply Ring Circular Contour; "Neutral" Point.

ВЪВЕДЕНИЕ

Използването на пръстеновидни (затворени) газопреносни мрежи се обуславя от различни причини – осигуряване на равномерно и с понижен риск газозахранване, гарантиране на количеството флуид при дублирани ГРП с понижена пропускателна способност, осигуряване на газозахранването на абонати при условията на бъдещи инфраструктурни реконструкции и т.н. [1, 2].

Основните спънки при разработването на обща методология на разпределение са:

- Създаване на алгоритъм за определяне пропускателната способност на тръбопроводните участъци в рамките на затворения пръстеновиден контур при един външен доставчик на природен газ.
- Също както по-горе, но при повече от един доставчик.
- Създаване на аналитичен (и графичен) модел за определяне пропускателната способност на тръбопроводите в линейните участъци след отклоненията към консуматорите.

Аналитичните модели са удобни при компютърно извеждане на конкретната цифрова информация, а графичните – за онагледяване за преразпределението на газовите потоци.

Целта на работата е да се разгледат някои от характерните особености на газозахранването на абонати, присъединени към пръстеновиден контур.

ИЗЛОЖЕНИЕ

1. Реална и принципна схеми на системата за газозахранване

На фиг.1 е показана реална схема на системата за газозахранване с един външен доставчик на природен газ.

На фиг.2 е показана принципна кръгова схема на системата за газозахранване.

2. Изходна информация за решаване на задачата

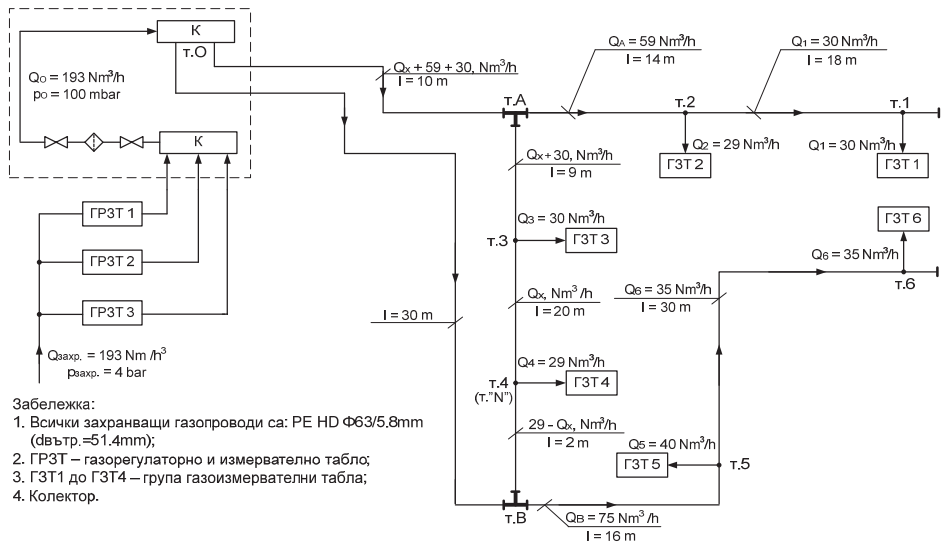
2.1. Разчетен разход на природен газ при номинален режим на експлоатация за всеки един от присъединените към контура консуматори.

2.2. Геометрични и хидродинамични характеристики на газопроводните участъци: дължини l_i, m ; предварително зададени диаметри d_i, m ; тип на местните съпротивления ξ_i ; предварително зададени коефициенти на триене λ_i ; средна плътност на природния газ $\rho, kg/m^3$.

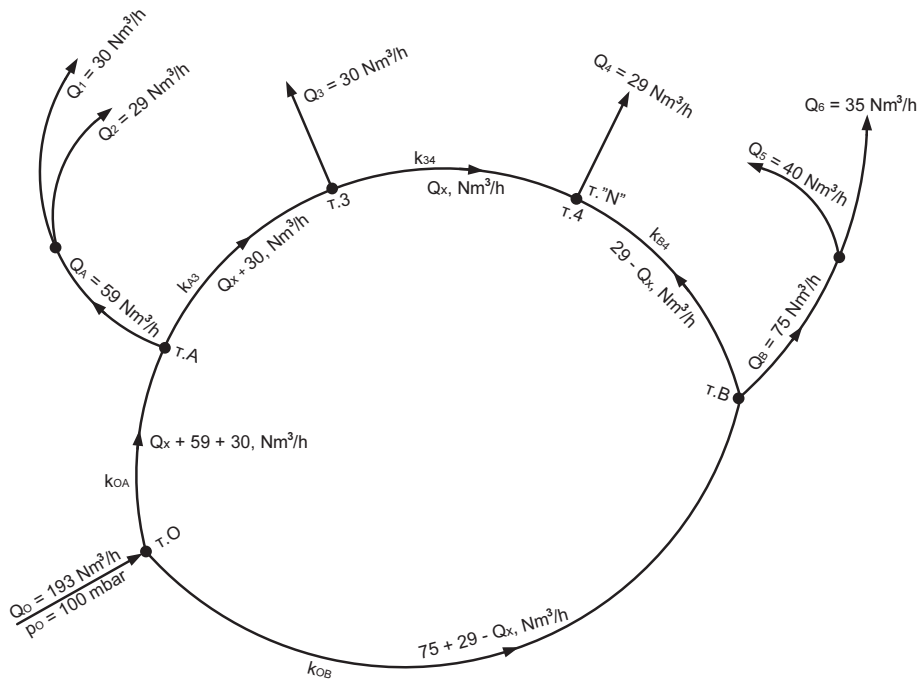
2.3. Номинално работно налягане на кръговата газопреносна мрежа, $p, mbar$.

Фиг.2 е използвана за демонстрация на метода при следните изходни условия:

- общ номинален разход на природен газ: $Q_o = 193 Nm^3 / h$;



Фиг.1. Реална схема на системата за газозахранване



Фиг.2. Принципна кръгова схема на системата за газозахранване

- номинално работно налягане на газопроводния контур:
 $p_o = 100 \text{ mbar} = 111325 \text{ Pa}$;
- минимално работно налягане пред входа на всеки консуматор:
 $p_{i,\text{min}} = 50 \text{ mbar}$;
- средна плътност на природния газ при $z=0,998$: $\rho_{100\text{mbar}} = 0,75 \text{ kg/m}^3$;
- тип на газопровода, изграждащ контура: PE HD $\varnothing 63/5,8 \text{ mm}$,
 $d_{\text{вътр}} = 51,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

3. Идентифициране на „неутралната“ точка в кръговия контур

Процесът на идентификация е итерационен, ето защо е логично „неутралната“ точка да се търси в центъра на масовия товар като първо приближаване. При неправилен избор (неточна идентификация), корените на алгебричното уравнение, описващо падовете на налягане на срещуположните точки се получават имагинерни.

4. Уточняване местоположението на „неутралната“ точка „N“ и съставяне на баланс на материалните точки

Точките от кръговия контур, водещи към съставна група консуматори означаваме с букви, съответно A, B, C, D, ..., а точката на входящия в контура поток – с „O“. Съставяйки уравнение за равенството в падовете на налягане в контура „отляво“ и „отдясно“ спрямо неутралната точка „N“, отчитаме, че единствената неизвестна величина се явява потока „Q_x“, постъпващ към точка „N“, например отляво.

Изхожда се от класическия израз за пад на налягане в тръбен контур [1, 2]:

$$\Delta p_{ij} = k_{ij} \cdot Q_{ij}^2, \text{ Pa} \quad (1)$$

където k_{ij} е характеристиката на участъка i-j, $\text{Pa}/(\text{Nm}^3/\text{h})^2$;

Q_{ij} – транспортiranото количество природен газ в участъка i-j, Nm^3/h .

Получаваме балансовото уравнение:

$$\sum_{i,j}^L k_{ij} \left[\left(\sum_1^n Q_i + Q_x \right)^2 \right] = \sum_{i,j}^R k_{ij} \left[\left(\sum_1^n Q_i + Q_N - Q_x \right)^2 \right], \quad (2)$$

където: Q_i е текущото количество природен газ, протичащо последователно отляво (L) или отдясно (R) по посока на „неутралната“ точка „N“, Nm^3/h ;

Q_N - номиналният разход на природен газ в „неутралната“ точка „N“, Nm^3/h .

Аналитичното решение на уравнение (2) може да доведе до следните резултати:

- Получаване на поне един реален корен – той се приема за достоверен и на база на него се приема окончателното разпределение на природния газ в рамките на контура, както следва:
 - от левия участък: $Q_{N_L} = Q_x$, Nm^3/h ;
 - от десния участък: $Q_{N_R} = Q_N - Q_x$, Nm^3/h .
- Липса на реален корен – процедурата изисква повторна идентификация на „неутралната“ точка „N“. Препоръчително е изборът да стане на съседната точка по контура (ляво L или дясно R) с по-малък разход на природен газ.

Следва повторно решаване на уравнение (2) и т.н. до намиране на реален корен за Q_x .

След определяне на точното разпределение на флуида към консуматорите, присъединени към кръговия контур следва, да се влезе в процедурата по прецизиране на разхода на падове на налягане. Може да се приеме, че характеристиките на участъците са величини, постоянни по стойност, слабо

зависещи от падовете на налягане и характера на течението.

Сравнението на p_i с $p_{i,\min}$ може да доведе до корекция в приетия диаметър d .

5. Резултати от изчисленията

Примерно решение на задачата, илюстрирана на фиг.2 е представено в таблица 1.

Табл.1. Изходни условия и резултати от проведените изчисления

Изходни условия:								
1. Диаметър на кръговия контур: PE HD Ø63/5,8 mm ($d_{\text{вЪТР}} = 51,4 \cdot 10^{-3}$ m).								
2. Проектни разходи на природен газ: $Q_O = 193 \text{ Nm}^3/\text{h}$; $Q_A = 59 \text{ Nm}^3/\text{h}$; $Q_3 = 30 \text{ Nm}^3/\text{h}$; $Q_4 = 29 \text{ Nm}^3/\text{h}$; $Q_B = 75 \text{ Nm}^3/\text{h}$.								
3. Работно налягане в приемната точка „О“: $p_O = 100 \text{ mbar}$.								
Посока на движение на газа	Участък	Характеристика на участъка K_{ij} , Pa/(Nm ³ /h) ²	Разход на природен газ Q_{ij} , Nm ³ /h	Пад на налягане в участъците Δp_{ij} , mbar	Параметри в реперните точки			
					Номинален разход, Q_i , Nm ³ /h		Изчислено налягане, p_i , mbar	
					начална	крайна	начална	крайна
„ляво“ (L)	О - А	0,02102	99	2,060	т. О: 193	т. А: 99	т. О: 100	т. А: 97,940
	А - 3	0,0145761	40	0,233	т. А: 99	т. 3: 40	т. А: 97,940	т. 3: 97,707
	3 - 4	0,017231	10	0,0172	т. 3: 40	т. 4: 10	т. 3: 97,707	т. 4: 97,690
	Общо „ляво“	-	99	2,3102	99		2,3102	
„дясно“ (R)	О - В	0,00258461	94	2,284	т. О: 193	т. В: 94	т. О: 100	т. В: 97,716
	В - 4	0,0128868	19	0,0465	т. В: 94	т. 4 _R : 19	т. В: 97,716	т. 4: 97,670
	Общо „дясно“	-	94	2,3305	94		2,3305	

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Алгоритъмът създава възможност за определяне динамичното преразпределение на газовите потоци в затворен контур при един доставчик на природен газ.

2. Определянето на точната стойност на статичното налягане p_i в коя да е точка на кръговия контур дава възможност за индикация на режими с недопустимо големи падове на налягане.

3. В обществено-обслужващата и битова сфера на газификация, тръбните диаметри се определят на база приведени разходи на природен газ при общоприети коефициенти на натоварване и едновременност на включване. Ето защо, решението на тази примерна задача е ориентиrowъчно по отношение динамика и вероятност на настъпване на събитието.

БЛАГОДАРНОСТИ: Тази работа е част от предвидените дейности по проект № MIS ETC 211: 2 (3i) -3.1-13: „Действия за подкрепа на нови научно-технически партньорства в транс граничната област с цел да обедини бизнеса и научните изследвания, за достъп до Европейски фондове САНДИ“, който е финансиран по Програмата за трансгранично сътрудничество Румъния България 2007– 2013.

ACKNOWLEDGEMENTS: This work is a part of the planned activities of the project № MIS ETC 211: 2 (3i) - 3.1-13: “Support Actions to create New RDI partnerships in trans-border area in order to bring together Business and Research for accessing European Funds” which is funded by the Program for cross-border cooperation between Romania and Bulgaria, 2007-2013

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Комина, Г. П., А. О. Прошутинский. Гидравлический расчет и проектирование газопроводов: учебное пособие по дисциплине “Газоснабжение” для студентов специальности 270109 – теплогазо-снабжение и вентиляция. СПбГАСУ. – СПб., 2010. ISBN 978-5-9227-0179-2.
- [2] Николов, Г. Разпределение и използване на природен газ. София, 2007. ISBN 978-954-92023-1-1.

За контакти:

Доц. д-р Валентин Бобилев, катедра “Топлотехника, хидро и пневмотехника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 844, e-mail: bobilov@uni-ruse.bg
Маг. инж. Делян Радев, ГТМ ЕООД, гр. Русе, e-mail: dnr@abv.bg
гл. ас. д-р Живко Колев, катедра “Топлотехника, хидро и пневмотехника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 304, e-mail: zkolev@uni-ruse.bg
гл. ас. д-р Пенчо Златев, катедра “Топлотехника, хидро и пневмотехника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 303, e-mail: pzlatev@uni-ruse.bg
гл. ас. Георги Генчев, катедра “Топлотехника, хидро и пневмотехника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 203, e-mail: ggenchev@uni-ruse.bg
гл. ас. Пламен Мушаков, катедра “Топлотехника, хидро и пневмотехника”, Русенски университет “Ангел Кънчев”, тел.: 082-888 304, e-mail: pgm@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.