

Obliczeniowe strumienie objętości gazów stosowanych w spawalnictwie

Computational streams of gas volumes used in welding engineering

STRESZCZENIE

Do wyznaczenia w instalacjach gazowych średnic przewodów i spadków ciśnienia, konieczna jest znajomość obliczeniowych strumieni objętości projektowanego gazu. Niewiele jest informacji w literaturze dotyczących tego zagadnienia. Przedstawiona propozycja ma umożliwić określenie natężenia przepływu gazu w rurociągach z dokładnością wystarczającą do celów technicznych.

ABSTRACT

To establish pipe diameters and pressure drops in gas installations it is necessary to know computational streams of gas volumes designed for usage. The information about this problem is not available in the reference literature. The proposal presented here is to allow determination of gas flow rate in pipelines with an accuracy sufficient for technical objectives.

Obliczeniowe strumienie objętości gazu

Obliczeniowe strumienie objętości gazu są zależne od przeznaczenia punktów czerpalnych. Jeżeli instalacja wyposażona będzie tylko w jednotypowe punkty czerpalne, o uniwersalnym (wielofunkcyjnym) przeznaczeniu, obliczeniowe strumienie objętości, określić można z wzoru:

$$V_{og} = \Sigma \cdot (n \cdot V_{rg} \cdot \beta) \quad (1)$$

Wartość strumienia jednostkowego V_{rg} przewidzianego na jeden punkt czerpalny, powinna być podana przez projektanta-technologa zakładu.

Przy zasilaniu w gaz urządzeń (automatów lub linii technologicznej) występują dwie możliwości określania obliczeniowego strumienia gazu V_{og} :

- na podstawie podanego w projekcie technologicznym maksymalnego godzinowego zużycia gazu V_{hmax} .
- według bilansu ustalonego dla podanego programu produkcji, z określeniem przeznaczenia poszczególnych linii produkcyjnych, rodzaju materiału używanego do produkcji, sposobów spawania materiałów itp.

W większości przypadków instalacja gazowa jest przeznaczona do obsługi urządzeń (automatów, linii produkcyjnej) oraz zasilania punkty czerpalne o wielofunkcyjnym i pomocniczym przeznaczeniu. Przy mieszanym układzie zasilania, obliczeniowe strumienie objętości gazu, określić możemy z wzoru:

$$V_{og} = \Sigma (n_1 \cdot V_{1rg} \cdot \beta_1 + n_2 \cdot V_{2rg} \cdot \beta_2 + \dots n_u \cdot V_{hmax}) \beta_c \quad (2)$$

Przewidziane dla urządzeń technologicznych lub punktów czerpalnych strumienie objętości gazu (V_{rg} , V_{hmax}) powinny być podane w projekcie technologicznym. Jeżeli informacji takich technolog nie określi, wartości strumieni objętości gazu określić należy na podstawie wskaźników zużycia potrzebnych do przewidywanych czynności spawalniczych. Podane w literaturze wskaźniki zużycia gazu [1; 4; 5; 6] zestawiono w tablicach I i IV.

Stosując do osłony procesów spawania mieszaninę gazów,

wskaźniki poszczególnych rodzajów gazu ustalić należy na podstawie ich udziału w tym procesie.

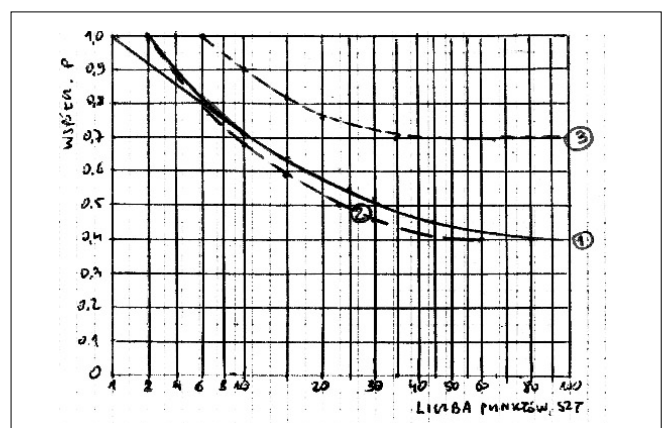
Przewidując przyłącze gazu do urządzenia, obliczeniowy strumień objętości gazu powinien być podany przez producenta urządzenia. Gdy znane jest tylko średnie godzinowe zużycie gazu V_{hsr} , potrzebne do obliczeń maksymalne godzinowe zużycie, określić możemy z wzoru:

$$V_{hmax} = K_h \cdot V_{hsr} = (1,4 - 2) V_{hsr} \quad (3)$$

Wartość współczynnika godzinowej nierównomierności rozbioru gazu K_h jest zależna od cykliczności pracy urządzenia.

Współczynniki jednoczesności działania punktów czerpalnych

Wartość współczynników jednoczesności działania punktów czerpalnych gazu jest zależna od wielu czynników i dlatego trudna jest do jednoznacznego określenia. W literaturze niewiele jest informacji o tych współczynnikach. Inne wartości współczynników β przyjmować należy dla punktów czerpalnych ogólnego przeznaczenia.



Rys. 1. Współczynniki jednoczesności działania punktów czerpalnych gazu 1 - sprężone powietrze [7; 8] i tlen [2]; 2 - dwutlenek węgla [3]; 3 - wartość proponowana dla $\beta_{min} = 0,7$.

Tablica I. Minimalne zużycie acetyleny w spawaniu tlenowo-acetylenowym (dm³/min)

Rodzaj złącza	Grubość blachy, mm												
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
1. Spaw. na styk czołowy: - w poz. poziomej	1,7	3,5	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- w poz. nachylonej	-	-	-	-	-	-	-	16,7	20	20	23,6	30	-
2. Spaw. kątowe: - wewnętrzny	2	4,2	6	8	10	-	-	-	-	-	-	-	-
- zewnętrzny	1,4	3	4,5	6	7,5	10	11,4	15	-	-	-	-	-
3. Spaw. w poz. poziomej: - bez fazowania	-	2,2	4,1	4,8	6	6,9	-	-	-	-	-	-	-
- fazowania V	-	-	-	4	5	5	7,5	10,3	11,7	-	-	-	-
- fazowanie X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	16,3	18	20
4. Spaw. nad głową:	-	-	-	5,3	7,7	8,9	12	14,9	-	-	-	-	-
5. Cięcie mieszanką gazową C ₂ H ₂ , O ₂ , H ₂ : - zapotrzebowanie acetyleny	-	-	-	-	3	-	-	3,6	-	-	-	-	4,2

Uwagi: 1) Podane wskaźniki określono na podstawie informacji podanej przez Peszela [4] i dotyczą spawania metodą "w lewo", gdyż metoda "w prawo" jest mało stosowana.
2) Zużycie tlenu do spawania jest nieco wyższe od zużycia acetyleny, patrz uwaga w tabeli 1.
3) Wartości podane w dmw³/min. przeliczamy na zużycie godzinowe m³/h, przez zastosowanie mnożnika m = 0,06.

Tablica II. Orientacyjne zużycie argonu Ar do procesów spawalniczych (dm³/min)

Rodzaj spoiny i metody	Grubość blachy, mm													
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	
A/ Spawanie łukowe														
1. Spaw. aluminium: -metoda TIG	do	4	5	6	8	8	8	10	10	12	12	12	14	14
do	5	6	-	-	10	10	12	12	14	14	14	16	16	
-metoda MIG	-	12	14	14	15	15	18	18	-	-	-	-	-	
2. Spaw. aluminium -metoda TIG, spaw.:														
poz. pozioma	-	8	8	12	14	14	14	14	16	16	16	-	-	
poz. naścienna	-	8	10	12	12	14	14	14	-	-	-	-	-	
pachwinowy	-	-	12	12	12	14	14	14	-	-	-	-	-	
-metoda MIG, spaw.:														
poz. pozioma	-	-	14	14	16	16	18	18	20	-	20	20	20	
poz. naścienna	-	-	-	18	18	20	20	20	20	20	20	20	20	
pachwinowy	-	-	-	16	18	18	30	20	20	20	20	20	20	
3. Spawanie miedzi -metoda TIG	5	5	6	6	8	8	10	10	12	15	15	15	15	
4. Spawanie miedzi: -metoda TIG, spaw.:														
poz. pozioma	8	8	10	10	10	12	12	12	14	14	14	-	-	
Poz. naścienna	-	8	8	10	10	-	-	-	-	-	-	-	-	
Dwustronny	-	-	-	-	-	10	12	16	20	20	20	-	-	
-metoda MIG, spaw.:														
pzz. pozioma i pachwinowa	od	-	-	-	15	-	18	18	18	18	18	18	18	
do	-	-	-	18	-	20	20	20	20	20	20	20	20	
B/. Spawanie plazmowe														
1/ Spoina czołowa														
-na plazmę Ar	-	0,3	-	-	-	-	-	5,6	-	-	-	-	-	
-na osłonę: Ar	-	13	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	
H ₂	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	
2. Stal kwasoodporna														
dysze 2 mm:														
- na plazmę Ar	1	1	1,5	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-na osłonę: Ar	4,65	4,65	4,65	4,65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
H ₂	0,35	0,35	0,35	0,35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
dysza 2,5 mm:														
- na plazmę Ar	1	1	1,5	1,5	2	2	2	-	-	-	-	-	-	
-na osłonę: Ar	4,65	4,65	4,65	4,65	7,44	7,44	7,44	-	-	-	-	-	-	
H ₂	0,35	0,35	0,35	0,35	0,56	0,56	0,56	-	-	-	-	-	-	

Uwagi: 1) Wskaźniki niższe dla spawania łukowego podaje Piłarczyk [5], wartości wyższe (szczegółowsze), Poradnik [1].
2) Wskaźniki podane w dm³/min, przeliczenie na zużycie m³/h za pomocą mnożnika m = 0,06.

Tablica III. Zużycie dwutlenku węgla do spawania stali węglowych i nisko stopowych

Rodzaj złącza	Grubości blach, mm									
	2	3	4	5	6	8	10	12	15-20	
A. Spaw. czołowe:										
1. Nieukosowane:										
- poz. podolna pojed. podw.		8-10	8-10	8-10	-	-	-	-	-	-
- poz. naścienna pojed.	8-10	8-10	8-10	9-11	-	-	-	-	-	-
- poz. pionowa poj.	8-10	8-10	8-11	-	-	-	-	-	-	-
2.Ukosowane V i X - poz. podolna pojed. podw.	-	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10
- poz. naścienna - pojed. - podw.	-	-	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10
- poz. pionowa	-	-	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10
B. Spaw. pachwinowe:										
- poz. podolna	8-10	12-15	12-15	15-18	15-18	15-18	15-18	15-18	15-18	-
- poz. naścienna	8-10	9-11	12-15	15-18	15-18	15-18	15-18	15-18	15-18	-
- poz. pionowa	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	8-10	-
C. Spawanie punktowe: -blachy o równej grubości	18-20	18-20	18-20	20-25	-	-	-	-	-	-

Uwagi: Wartości wskaźników podane w dm³/min przeliczamy na zużycie godzinowe w m³/h, stosując mnożnik m = 0,06.
PRZEGLĄD SPAWALNICTWA 1/2007

Tablica IV. Minimalne zużycie tlenu do spawania acetylenowego (dm³/min)

Rodzaj złącza	Grubość blachy, mm												
	1	2	3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20
1. Spoina na styk: - poz. poziomy	2	4,2	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- poz. nachylna	-	-	-	-	-	-	-	20	23	23	27	34,5	-
2. Spoina kąтова: - wewnętrzny	2,5	5	7,2	9,6	12	-	-	-	-	-	-	-	-
- zewnętrzny	1,7	3,6	5,4	7,2	9	12	13,7	18	-	-	-	-	-
3. Spoina w poz. poziomej: - bez fazowania	-	2,7	5	5,8	7,2	8,3	-	-	-	-	-	-	-
- fazowanie V	-	-	-	4,8	6	6	9	12	13,5	-	-	-	-
- fazowanie X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15,8	16,2	23
4. Spoina w poz. nad głową:	-	-	-	6,3	9,3	10,7	14,3	18	-	-	-	-	-
5. Cięcie mieszanką tlen + acetylen + wodór:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- zużycie tlenu:	-	-	-	-	12,5	-	-	20	-	-	-	-	29,5

Uwagi: 1) Jeżeli znane jest zużycie acetyleno do procesu spawania, zapotrzebowanie tlenu określić możemy wskaźnikiem udziału tlenu odniesionym do acetyleno, który wynosi: - dla małych palników i grubości blach 1,2 - 1,3; - dla dużych palników i grubości blach 1,08 - 1,1.
2) Wartości podane w dm³/min przeliczamy na zużycie w m³/h, stosując mnożnik m = 0,06.

Oznaczenia:

- n – liczba punktów czerpalnych gazu o ogólnym przeznaczeniu, szt.,
- n₁, n₂ – liczba jednorodnych punktów czerpalnych gazu, szt.,
- nu – liczba jednorodnych maszyn lub urządzeń o znanym maksymalnym godzinowym zużyciu gazu, szt.,
- K_h – współczynnik godzinowej nierównomierności zużycia gazu,
- V_{og} – obliczeniowy strumień objętości gazu w rozpatrywanej instalacji gazowej, m³/h,
- V_{rg} – obliczeniowy strumień objętości gazu przypadający na jeden punkt czerpalny, m³/h,
- V_{h_{sr}} – średnie godzinowe zużycie gazu przez urządzenie lub agregat, m³/h,
- V_{h_{max}} – maksymalne godzinowe zużycie gazu przez urządzenie lub agregat, m³/h,
- V_{1rg}, V_{2rg} – obliczeniowy strumień objętości gazu roboczego przewidziany dla jednego i jednorodnego punktu czerpalnego gazu, m³/h,
- β – współczynnik jednoczesności działania punktów czerpalnych gazu o ogólnym ich przeznaczeniu,
- β₁, β₂ – współczynniki jednoczesności działania jednorodnych punktów czerpalnych gazu,
- β_c – współczynnik jednoczesności działania poszczególnych grup punktów czerpalnych gazu,
- β_{min} – minimalne wartości współczynników jednoczesności działania jednorodnych punktów czerpalnych dla liczby punktów (≥ 30 szt.).

czenia, służących do prac pomocniczych w zakładzie, a inne dla jednorodnych urządzeń produkcyjnych lub linii produkcyjnych. Dla punktów czerpalnych ogólnego przeznaczenia, niezależnie od zastosowanego gazu, wartość współczynników jednoczesności działania β określić możemy z rysunku. Dla niektórych gazów wartość tych współczynników jest podana w publikacjach: – dla tlenu [2], – dla dwutlenku węgla [3], dla sprężonego powietrza [7]. Gdy punkty czerpalne gazu zasilają urządzenia lub stanowiska technologiczne, określić możemy minimalne wartości współczynników jednoczesności działania punktów czerpalnych (powyżej 30 szt. urządzeń) korzystając z zaleceń podanych w literaturze [1]:

- dla produkcji jednostkowej $\beta_{min} = 0,3-0,4$
 - dla produkcji seryjnej $\beta_{min} = 0,4-0,7$
 - dla produkcji wieloseryjnej i masowej $\beta_{min} = 0,7-0,8$
- Jeżeli liczba urządzeń jest mniejsza niż około 30 szt. wartości współczynników jednoczesności działania urządzeń określić możemy:
- dla produkcji jednostkowej, według rozkładu podanego na rysunku dla punktów czerpalnych ogólnego przeznaczenia (krzywa 1),
 - dla produkcji seryjnej i masowej, według zaproponowanego na rysunku rozkładu dla przyjętego współczynnika $\beta_{min} = 0,7$ (krzywa 3).

Współczynniki jednoczesności działania β dotyczą jednorodnych punktów czerpalnych. Dobierając urządzenia zasilające instalację (stacje redukcyjne, stacje odgazowania, stacje sprężonego powietrza) zastosować możemy współczynnik jednoczesności działania poszczególnych grup punktów czerpalnych jednorodnych. Szacunkowa wartość tego współczynnika wynosi $\beta_c = (0,8 - 0,85)$.

Wnioski

- Wobec skromnych informacji literaturowych dotyczących określania strumieni objętości gazów stosowanych w spawalnictwie oraz równoczesności działania punktów czerpalnych tych gazów, przedstawiona propozycja ma umożliwić właściwy dobór średnic instalacji gazowych.
- Zasady powyższe należy stosować szczególnie tam, gdzie w projekcie technologicznym zakładu nie podano dostatecznych informacji do zaprojektowania instalacji gazowych.
- Ze względu na zbliżony przebieg wartości współczynników jednoczesności działania punktów czerpalnych gazów: sprężonego powietrza, tlenu i dwutlenku węgla, wartości te mogą być również stosowane dla innych gazów stosowanych w spawalnictwie.

Literatura

- [1] Poradnik Inżyniera. Spawalnictwo. Tom 1 i 2, WNT, Warszawa, 1983.
- [2] Nowakowski E.: Wzory do obliczeń instalacji tlenowych w zakładach leczniczych. GWITS 12/1/79.
- [3] Nowakowski E., Antonowicz J., Kollbek B.: Zasady projektowania instalacji CO₂ w uzdrowiskach. Probl. Uzdrow. 3/1978.
- [4] Pyszel Z.: Spawanie. Cz. I Zasady spawania acetylenowego stali. Wyd. II YMCA Genewa 1946.
- [5] Pilarczyk J.: Technologia spawalnictwa. Polit. Śląska. Skrypt Nr 576/6 Gliwice 1975.
- [6] Marcolla K.: Zarys spawalnictwa. PWN, Warszawa-Poznań 1981.
- [7] Informator Projektanta Budownictwa Ogólnego. Instalacje Sanitarne, 9/1959 Obliczanie średnic sprężonego powietrza.
- [8] Mechanik. Poradnik techniczny. Tom 5 cz. 2, PWN, Warszawa, 1955.