

Marcin Kremieniewski

Instytut Nafty i Gazu, Oddział Krosno

Proces migracji gazu w trakcie wiązania zaczynu cementowego

Wprowadzenie

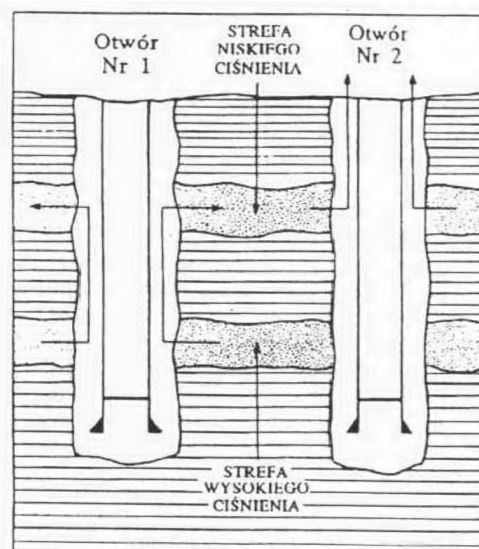
Głównym celem zabiegu cementowania każdej kolumny rur okładzinowych jest uszczelnienie przestrzeni pierścieniowej pomiędzy zapuszczanymi rurami a ścianą otworu wiertniczego oraz poprzednio zacementowaną kolumną rur.

Podczas uszczelniania gazowych otworów wiertniczych zdarzają się przypadki występowania zjawiska inwazji gazu, powodujące nieszczelności płaszcza cementowego. Jest to zagrożeniem zarówno dla zdrowia i życia ludzkiego, jak i dla środowiska. Zjawisko to stwarza również problemy natury technicznej podczas przygotowania otworu do eksploatacji. W trakcie przechodzenia zaczynu ze stanu ciekłego w stan stały, podczas procesu hydratacji tworzy się struktura żelowa i następuje redukcja ciśnienia hydrostatycznego. Warunki takie są wręcz idealne do przechodzenia gazu przez stwardniały zaczyn cementowy. Można jednak temu zapobiec stosując odpowiednie zaczyny cementowe typu GAS-STOP.

Jednym z największych problemów w przemyśle naftowym jest zjawisko migracji płynu w przestrzeni pierścieniowej – płynem tym może być faza ciekła lub gazowa. Zjawisko to może występować w trakcie wiercenia oraz przygotowywania odwiertu do eksploatacji.

Migracja cieczy w przestrzeni pierścieniowej polega na dopływie płynów złożowych do przestrzeni pierścieniowej wskutek braku równowagi ciśnień. Płyn przemieszcza się do strefy o niższym ciśnieniu lub nawet dociera do powierzchni (rysunek 1).

Zagadnienie migracji gazu jest rozpatrywane nie tylko w aspekcie wpływu na bezpieczeństwo, ochronę środowiska i przepisy prawne, ale również na zagospodarowanie i eksploatację otworu. Temat ten poruszany jest w wielu



Rys. 1. Schemat zjawiska migracji międzystrefowej [5]

jednostkach naftowych – przez przedsiębiorców, zlecniodawców, wykonawców prac wiertniczych, jednostki naukowo-badawcze czy urzędy górnicze.

Wiodące światowe firmy naftowe na podstawie analiz cementowań twierdzą, iż około 15% wykonywanych zabiegów cementowania należałoby uznać za nieudane pod względem ekshalacji gazowych.

Obecnie problem migracji gazu występuje na większości złóż gazowych lub w otworach przygotowywanych do magazynowania gazu (zbiorniki gazu) i określany jest jako:

- łączność gazowa, przeciek gazowy,
- przepływ gazu w przestrzeni pierścieniowej,
- przepływ kanałowy gazu,
- przepływ gazu po cementowaniu,
- inwazja.

Skala zagrożenia zjawiskiem przepływu gazu ma bardzo szeroki zakres; począwszy od występowania delikatnych poduszek gazowych i ciśnień rzędu kilku atmosfer na głowicy, a skończywszy na najbardziej niebezpiecznych, czyli erupcjach.

W obecnym stanie rozpoznania możemy wytypować czynniki przyczynowe wpływające na proces migracji gazu:

- geologiczne – w głównej mierze decyduje o nich budowa geologiczna rozpatrywanych rejonów. W rejonie Karpat migracje gazowe są wynikiem płytko zalegających warstw (ok. 50÷500 m) horyzontów gazowych i poziomów ilasto-piaskowych nasyconych gazem, o bardzo dobrych własnościach kolektorskich. Wpływa to bezpośrednio na brak skutecznego uszczelnienia rur,
- techniczno-technologiczne – do których należą: jakość rur okładzinowych i stan ich powierzchni zewnętrznej; szczelność połączeń na gwincie; uzbrojenie kolumny rur; możliwości techniczne; sprawność sprzętu cementacyjnego i aparatury kontrolno-pomiarowej; konstrukcja otworu; długość i średnica kolumny rur okładzinowych; powierzchnia przekroju przestrzeni pierścieniowej; stan techniczny oraz przygotowanie otworu do rurowania i cementowania; komplikacje podczas wiercenia, rurowania i cementowania; centryczność kolumn rur w otworze; rodzaje i parametry płuczek wiertniczych; charakterystyka osadu filtracyjnego; skład, objętość i parametry zaczynu cementowego; charakter przepływu podczas tłoczenia; poruszanie i obracanie kolumną rur podczas cementowania oraz ciśnienia wywierane w otworze i w przestrzeni międzyrurowej po ukończeniu cementowania [3],
- mechaniczne – udary oraz wibracje świdra i przewodu wiertniczego podczas zwiercania korka cementowego, buta i dalszego wiercenia; perforacja rur oraz zmiany ciśnienia w otworze podczas wykonywania próbowań i zabiegów stymulacyjnych [3],
- organizacyjne – projekty rurowania i cementowania (zakres wykorzystania informacji geofizycznych, geologicznych i wiertniczych przy ich opracowaniu; zgodność wykonawstwa zabiegu cementowania z projektem oraz ewentualne komplikacje; czynności po cementowaniu; wyposażenie zaplecza laboratoryjnego; teoretyczne i zawodowe przygotowanie ekipy cementacyjnej [3].

W praktyce przemysłowej występuje szereg potencjalnych konsekwencji zjawiska migracji gazu po cementowaniu, związanych z ww. przyczynami. Przypadki wręcz drastyczne – kiedy już mamy do czynienia z ciśnieniem gazu na głowicy, ewentualnie z przepływem gazu na niej – zmuszają do likwidacji otworu. Częstym jednak zabie-

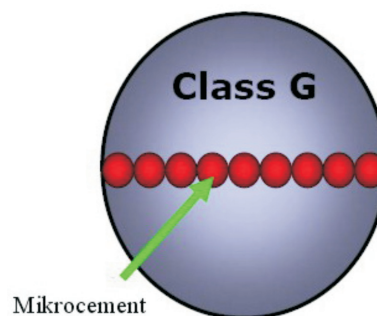
giem jest docementowanie strefy nieszczelnej, w celu wyeliminowania dopływu gazu lub obniżenia ciśnienia do wartości, przy której prowadzenie prac będzie możliwe z zachowaniem obowiązujących norm.

Można wyróżnić kilka czynników mających wpływ na zapobieganie występowania migracji gazu przez wiążący zaczyn cementowy. Stan fizyczny zaczynu uszczelniającego zmienia się w czasie; począwszy od fazy ciekłej (w trakcie tłoczenia zaczynu), poprzez fazę przejściową – żel (w trakcie transformacji), a skończywszy na fazie stałej (związany) – stwardniały zaczyn (kamień cementowy). Różnorodność każdej z tych trzech odmian fazowych wymaga różnej interpretacji dla poszczególnych faz wiązania cementu, w odniesieniu do intruzji gazu w cementowej przestrzeni pierścieniowej. W związku z tym, decydujący wpływ na zmniejszenie lub wyeliminowanie zjawiska ekshalacji gazowych mają takie zagadnienia jak:

- usuwanie płuczki,
- kontrola gęstości cieczy,
- kontrola filtracji cieczy,
- woda wolna (odstój wody),
- zmniejszenie ciśnienia hydrostatycznego związanego z procesem wiązania zaczynu.

W celu ograniczenia lub wyeliminowania migracji gazu przez wiążący zaczyn cementowy stosuje się specjalnego rodzaju dodatki, które – oprócz wpływu na regulację parametrów reologiczno-strukturalnych – zapobiegają przechodzeniu gazu przez zaczyn podczas wiązania i po jego związaniu.

Jednym ze stosowanych dodatków jest mikrocement, który dzięki wielkości ziaren 10 razy mniejszej od wielkości ziaren cementu (rysunek 2) wpływa w sposób „doszczelniający” na matrycę stwardniałego kamienia cementowego, powstałego z zaczynu utworzonego na bazie zwykłego cementu. Dodatek mikrocementu w zaczynie skraca czas przejścia zaczynu z fazy płynnej do fazy stałej oraz podnosi wczesną wytrzymałość na ściskanie. W efekcie, w otworach



Rys. 2. Porównanie wielkości ziaren cementu klasy G i mikrocementu

gazowych zmniejsza się ryzyko wystąpienia zjawiska migracji gazu, a także poprawie ulega stan związania kamienia cementowego z rurami i formacją skalną.

Kolejnym dodatkiem przeciwdziałającym warunkom ekshalacyjnym jest nowy środek zapobiegający migracji gazu – wielkocząsteczkowy polimer kationowy, który nie wymaga dodatków antykoagulacyjnych i może być stosowany:

- z cementem portlandzkim, żuźlowym, pucolanowym oraz wiertniczym,
- w zaczynie cementowym zarabianym solanką,

– razem z przyspieszaczem CaCl_2 .

Dodatek ten zamarza w temperaturze -10°C , która może zostać obniżona przez dodatek metanolu. Roztwór posiada pH około 7. Zgodnie z otrzymaną charakterystyką produktu oraz na podstawie przykładów stosowania przemysłowego, zalecana koncentracja tego polimeru w zaczynach zapobiegających migracji gazu wynosi $5\div 20$ litrów na 100 kg cementu i zależy od typu, gatunku oraz jakości materiału wiążącego. Optymalne ilości środka i pozostałych dodatków ustalono w oparciu o wyniki badań czasu gęstnienia, filtracji i odstoju wody.

Badania laboratoryjne

Wstępne badania laboratoryjne migracji gazu w trakcie wiązania zaczynu cementowego przeprowadzono w Laboratorium Zaczynów Uszczelniających Zakładu Technologii Wiercenia INiG Oddział Krosno, zgodnie z normami: PN-85/G-02320 *Cementy i zaczyny cementowe do cementowania w otworach wiertniczych*, PN-EN 01426-2 *Przemysł naftowy i gazowniczy. Cementy i materiały do cementowania otworów. Część 2: Badania cementów wiertniczych oraz API SPEC 10 Specification for materials and testing for well cements*.

Główne testy migracji gazu w trakcie wiązania zaczynu cementowego wykonano w warunkach otworopodobnych (HTHP) za pomocą urządzenia skonstruowanego w Instytucie Nafty i Gazu (rysunek 3), które symuluje warunki otworowe i umożliwia śledzenie zjawisk zachodzących w zaczynie podczas wiązania.

Podczas wykonywania badań kierowano się założe-

niem, aby opracować zaczyny uszczelniające odporne na zjawisko migracji gazu dla danych warunków otworowych. Badania rozpoczęto od wytypowania składów zaczynów cementowych stosowanych w przemyśle lub mogących znaleźć zastosowanie do uszczelniania otworów gazowych, w których istnieje możliwość ekshalacji gazu.

Na początku wykonano test zaczynu, który przyjęto za podstawowy. Następnie wprowadzano poszczególne dodatki, aż uzyskano zaczyn odporny na zjawisko migracji gazu. Testy przeprowadzone zostały dla czterech wartości temperaturowych: 25; 40; 60 oraz 80°C .

Zaczyny sporządzane były na wodzie wodociągowej i poddawane modyfikacji pod kątem właściwości reologicznych. Przyjęto, że należy dla nich uzyskać następujące parametry:

- lepkość plastyczną: $ok. 60\div 105 \text{ mPa} \cdot \text{s}$,
- granicę płynięcia: $2\div 6 \text{ Pa}$,
- wytrzymałość strukturalną: $2\div 10 \text{ Pa}$.

Dodatki upłynniające miały na celu udoskonalenie przetłaczalności podczas zabiegu uszczelniania, co korzystnie wpływa na dokładne wypełnienie przestrzeni międzyrurowej.

Cementem użytym do badań był cement portlandzki CEM I 32,5 R oraz cement wiertniczy GHSR – powszechnie stosowany przez serwisy cementowe do wypełniania przestrzeni międzyrurowej.

Po wytypowaniu odpowiedniego składu zaczynu przystąpiono do badań migracji gazu w trakcie wiązania. Efektem końcowym było wskazanie, ewentualnie zmodyfikowanie zaczynu, w celu możliwości jego stosowania w warunkach ekshalacyjnych.

Podczas badań wstępnych, do testu na migrację gazu w trakcie wiązania wytypowano po 3 składy (o różnym ciężarze właściwym), dla każdej z temperatur, tj.: 25; 40; 60 oraz 80°C .



Rys. 3. Aparat do badania migracji gazu przez wiążący zaczyn cementowy w warunkach otworopodobnych

Tablica 1. Składy wytypowanych zaczynów dla temperatury 25°C

Temperatura 25°C, ciśnienie 3 MPa			
SKŁAD	ZACZYŃ 23	ZACZYŃ 24	ZACZYŃ 14
Woda wodociągowa	w/c = 0,52	w/c = 0,58	w/c = 0,64
Bentonit (<i>bwow</i>)	–	0,3%	0,3%
Dodatek odpieniający	1,0%	1,0%	1,0%
Dodatek upłynniający	0,3%	0,3%	0,3%
Dodatek antyfiltracyjny	0,1%	0,25%	0,3%
Lateks	10,0%	10,0%	10,0%
Stabilizator lateksu	2,0%	2,0%	2,0%
Dodatek przyspieszający czas gęstnienia	4,0%	3,5%	3,5%
Mikrocement	20,0%	20,0%	20,0%
Mikrosfery	–	10,0%	20,0%
Cement CEM I 32,5 R	100,0%	100,0%	100,0%
Dodatek spęczniający	0,3%	0,3%	0,3%

Tablica 2. Parametry wytypowanych zaczynów dla temperatury 25°C

Parametr	ZACZYŃ 23	ZACZYŃ 24	ZACZYŃ 8	
Gęstość [g/cm ³]	1,75	1,61	1,51	
Rozlewność [mm]	240	260	270	
Filtracja [cm ³ /30 min]	56,0	10,8	10,4	
Lepkość plastyczna [mPa · s]	64,5	91,5	102	
Granica płynięcia [Pa]	6,5	9,4	7,7	
Wytrzymałość strukturalna [Pa]	23,5	8,2	8,6	
Odstój wody [%]	0,2	0,0	0,0	
Czas gęstnienia (t = 25°C*, p = 3 MPa) *czas dojścia do temp.: 10 minut	30 Bc	2 h 13 min	2 h 50 min	3 h 12 min
	100 Bc	2 h 40 min	3 h 20 min	3 h 48 min

Tablica 3. Składy wytypowanych zaczynów dla temperatury 40°C

Temperatura 40°C, ciśnienie 15 MPa			
SKŁAD	ZACZYŃ 14	ZACZYŃ 19	ZACZYŃ 22
Woda wodociągowa	w/c = 0,52	w/c = 0,53	w/c = 0,60
Bentonit (<i>bwow</i>)	–	0,3%	0,3%
Dodatek odpieniający	1,0%	0,5%	0,5%
Dodatek upłynniający	0,1%	0,1%	0,15%
Dodatek antyfiltracyjny	0,2%	0,25%	0,25%
Lateks	10,0%	10,0%	10,0%
Stabilizator lateksu	2,0%	2,0%	2,0%
Dodatek przyspieszający (opóźniający*) czas gęstnienia	1,5%	–	0,1%*
Mikrocement	20,0%	20,0%	20,0%
Mikrosfery	–	10,0%	20,0%
Cement CEM I 32,5 R	100,0%	100,0%	100,0%
Dodatek spęczniający	0,3%	0,3%	0,3%

Tablica 4. Parametry wytypowanych zaczynów dla temperatury 40°C

Parametr		ZACZYN 14	ZACZYN 19	ZACZYN 22
Gęstość [g/cm ³]		1,79	1,64	1,49
Rozlewność [mm]		290	275	280
Filtracja [cm ³ /30 min]		48,0	3,6	4,0
Lepkość plastyczna [mPa · s]		70,5	69,0	78,0
Granica płynięcia [Pa]		3,6	38	1,9
Wytrzymałość strukturalna [Pa]		5,3	4,3	3,8
Odstój wody [%]		0,4	0,0	0,0
Czas gęstnienia (t = 40°C*, p = 15 MPa) *czas dojścia do temp.: 30 minut	30 Bc	2 h 14 min	2 h 2 min	2 h 45 min
	100 Bc	2 h 37 min	2 h 44 min	3 h 3 min

Tablica 5. Składy wytypowanych zaczynów dla temperatury 60°C

Temperatura 60°C, ciśnienie 35 MPa			
SKŁAD	ZACZYN 13	ZACZYN 8	ZACZYN 12
Woda wodociągowa	w/c = 0,45	w/c = 0,5	w/c = 0,55
Bentonit (<i>bwow</i>)	–	0,3%	0,3%
Dodatek odpieniający	0,5%	0,5%	0,5%
Dodatek opóźniający czas gęstnienia	0,1%	–	0,1%
Dodatek upłynniający	0,2%	0,2%	0,2%
Dodatek antyfiltracyjny	0,2%	0,3%	0,3%
Lateks	10,0%	10,0%	10,0%
Stabilizator lateksu	2,0%	2,0%	2,0%
Mikrocement	15,0%	10,0%	15,0%
Mikrosfery	–	10,0%	20,0%
Cement GHSR	100,0%	100,0%	100,0%
Dodatek spęczniający	0,3%	0,3%	0,3%

Tablica 6. Parametry wytypowanych zaczynów dla temperatury 60°C

Parametr		ZACZYN 13	ZACZYN 8	ZACZYN 12
Gęstość [g/cm ³]		1,84	1,61	1,48
Rozlewność [mm]		310	300	295
Filtracja [cm ³ /30 min]		18,0	19,0	15,0
Lepkość plastyczna [mPa · s]		72,0	78,0	120,0
Granica płynięcia [Pa]		2,4	5,3	3,8
Wytrzymałość strukturalna [Pa]		3,8	9,1	6,7
Odstój wody [%]		0,0	0,0	0,0
Czas gęstnienia (t = 60°C*, p = 35 MPa) *czas dojścia do temp.: 40 minut	30 Bc	4 h 35 min	4 h 54 min	4 h 26 min
	100 Bc	5 h 5 min	6 h 22 min	5 h 11 min

Tablica 7. Składy wytypowanych zaczynów dla temperatury 80°C

Temperatura 80°C, ciśnienie 42 MPa			
SKŁAD	ZACZYŃ 29	ZACZYŃ 31	ZACZYŃ 32
Woda wodociągowa	w/c = 0,50	w/c = 0,55	w/c = 0,58
Bentonit (<i>bwow</i>)	–	0,3%	0,3%
Dodatek odpieniający	0,5%	0,5%	0,5%
Dodatek upłynniający	0,25%	0,25%	0,2%
Dodatek antyfiltracyjny	0,2%	0,20%	0,15%
Lateks	10,0%	10,0%	10,0%
Stabilizator lateksu	2,0%	2,0%	2,0%
Mikrocement	20,0%	20,0%	20,0%
Mikrosfery	–	10,0%	20,0%
Cement GHSR	100,0%	100,0%	100,0%
Dodatek spęczniający	0,3%	0,3%	0,3%

Tablica 8. Parametry wytypowanych zaczynów dla temperatury 80°C

Parametr	ZACZYŃ 29	ZACZYŃ 31	ZACZYŃ 32	
Gęstość [g/cm ³]	1,83	1,66	1,54	
Rozlewność [mm]	300	280	230	
Filtracja [cm ³ /30 min]	56,0	5,2	39	
Lepkość plastyczna [mPa · s]	70,0	49,5	66,0	
Granica płynięcia [Pa]	3,1	2,6	5,3	
Wytrzymałość strukturalna [Pa]	4,8	4,8	12,0	
Odstój wody [%]	0,0	0,0	0,4	
Czas gęstnienia (t = 80°C*, p = 42 MPa) *czas dojścia do temp.: 80 minut	30 Bc	5 h 8 min	4 h 32 min	3 h 49 min
	100 Bc	5 h 35 min	4 h 52 min	4 h 30 min

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań wyciągnięto następujące wnioski:

1. W celu opracowania odpowiedniego zaczynu do uszczelniania otworów gazowych należy zwrócić szczególną uwagę na:
 - odpowiedni dla danych warunków czas gęstnienia,
 - zawartość dodatku mikrosfery w zależności od ciśnienia,
 - odpowiednią lepkość plastyczną, granicę płynięcia i wytrzymałość strukturalną,
 - niską filtrację zaczynu,
 - zerowy odstój wody.
2. Zaczyny mające za zadanie przeciwdziałać migracji gazu powinny być przebadane dla konkretnych warunków otworowych, na przeznaczonym do tego celu urządzeniu.
3. Opracowany zaczyn powinien wykazywać przechodze-

nie z fazy ciekłej, przez żelową, do fazy stałej (osiągnięcie czasu końca wiązania) **przed** spadkiem ciśnienia hydrostatycznego poniżej wartości zadanego ciśnienia porowego.

4. Wzrost temperatury i ciśnienia powodował ograniczenia w stosowaniu mikrosfery, jako dodatku obniżającego ciężar właściwy zaczynu cementowego.
5. Wytypowane zaczyny spełniały wymagania dla zaczynów odpornych na zjawisko migracji gazu.

Należy również nadmienić, że o skuteczności uszczelnienia kolumn rur okładzinowych decyduje szereg czynników; występowanie wielu nieprzewidywalnych procesów fizykochemicznych w układzie zaczyn uszczelniający-skała-płynny złożowe oraz mechanicznych w układzie kamień cementowy-skała może przyczyniać się do powstawania dróg migracji gazu. Z tego powodu nie można uogólniać zjawiska migracji gazu i każdy przypadek należy roz-

patrywać indywidualnie, w odniesieniu do konkretnych warunków otworowych. Częściowym rozwiązaniem powyższego problemu mogło być poprowadzenie zabiegu

cementowania badaniem laboratoryjnym zaczynu mającego służyć do uszczelniania trudnych, ekshalacyjnych odwiertów, na przeznaczonym do tego celu urządzeniu.

Artykuł nadesłano do Redakcji 4.11.2010 r. Przyjęto do druku 13.01.2011 r.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Józef Raczkowski

Literatura

- [1] Baret J.F.: *Why are Cement Fluid-Loss Additives Necessary?* Paper SPE 17630, 1988.
- [2] Carter L.G., Slagle K.A.: *Study of Completion Practices to Minimize Gas Communication.* Paper SPE 3164, 1970.
- [3] Herman Z.: *Problemy migracji i ekshalacji gazu w odwiertach.* Technické Univerzity Ostrava, Řada Hornicko-Geologická, 2005.
- [4] Kątna Z.: *Metodyka badania migracji gazu przez zaczyn cementowy w czasie wiązania.* Praca INiG, Kraków 2005.
- [5] Nelson E.B.: *Cementowanie otworów wiertniczych.* Schlumberger Educational Service, Houston, Texas, USA, 1990.
- [6] Raczkowski J., et al.: *Ekspertyza dotycząca stanu technicznego odwiertów na PMG Husów-105K, Husów-132K i Wierzchowice WM-A.* Dokumentacja IGNiG, Kraków 1997.
- [7] Rzepka M.: *Obciążone zaczyny polimerowe zapobiegające migracji gazu w warunkach występowania pokładów solnych.* Praca naukowo-badawcza, Kraków 1999.



Mgr inż. Marcin KREMIEŃEWSKI – absolwent Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Pracownik Instytutu Nafty i Gazu Oddział w Krośnie. Zajmuje się badaniami zaczynów cementowych stosowanych do uszczelniania rur okładzinowych w otworach wiertniczych.

EXPO-GAS W TARGACH KIELCE

Szósta edycja wystawy techniki gazowniczej już od 13 do 14 kwietnia 2011 r.

Na liście wystawców jak na razie jest 80 firm z Polski, Czech, Holandii, Danii i Niemiec, ale z pewnością na tym jeszcze nie koniec.

Zakres branżowy wystawy obejmuje przede wszystkim sieci i urządzenia gazowe, stacje gazowe, odbiorniki gazu, aparaturę kontrolno-pomiarową, automatykę przemysłową dla gazownictwa, tłocznie gazu, urządzenia, materiały i sprzęt do budowy i wyposażenia gazociągów, stacji redukcyjnych i tłoczni gazu, a także wydawnictwa branżowe.

Jednym słowem targi poświęcone są nowościom technicznym oraz rozwiązaniom systemowym w gazownictwie. Na stoiskach nie zabraknie także firm zajmujących się zastosowaniem gazu na przykład w pojazdach, jak również pilnujących czystości naszego środowiska. Gaz ziemny w najbliższym czasie stanie się niewątpliwie jednym z głównych nośników energii w Polsce. Wraz ze wzrostem poziomu życia i jego komfortu, rośnie rola gazu ziemnego jako wygodnego i ekologicznego paliwa. Zwiększać się będzie zatem jego udział w bilansie paliw całej Europy. W związku z tym ten sektor gospodarki Polski nabiera coraz większego znaczenia.

Branża gazownicza przeżywa obecnie wyjątkowo dobry okres, czego dowodem jest rosnąca z roku na rok liczba wystawców i gości odwiedzających targi EXPO-GAS.

Wystawa w Targach Kielce to także okazja do specjalistycznych spotkań branżowych i poszerzenia wiedzy z zakresu technik gazowniczych.

Zapraszamy także na stronę www.targikielce.pl