

Zenobia Kątna

Instytut Nafty i Gazu, Oddział Krosno

Wpływ szkła wodnego potasowego na parametry zaczynów cementowo-lateksowych

Wstęp

Stosowane obecnie zaczyny cementowe zawierają w swoim składzie szereg dodatków modyfikujących ich parametry, takie jak lepkość, filtracja, gęstość itp. W większości stosowane dodatki modyfikujące należą do grupy związków polimerowych, które po dodaniu do zaczynu opóźniają czas gęstnienia. Opracowany ostatnio w INiG lateks WS10, odporny na sól, dodany do zaczynów sporzą-

dzanych na bazie cementu wiertniczego, wydłużał nawet do 12 godzin czas gęstnienia zaczynów w temperaturach 60–95°C. Zaistniała więc konieczność przyspieszenia czasu gęstnienia i wiązania zaczynu z lateksem WS10. Ponieważ popularne środki przyspieszające nie dały pozytywnych rezultatów, podjęto badania w tym kierunku, których wyniki przedstawiono w niniejszym artykule.

Badania laboratoryjne

W artykule przedstawiono wyniki badań, których celem było określenie wpływu szkła wodnego potasowego na parametry zaczynów cementowych sporządzonych z cementu wiertniczego typu WG. W badaniach wstępnych zastosowano trzy rodzaje szkła wodnego potasowego: R 25, R 36 oraz R 40, o zróżnicowanym module molowym $\text{SiO}_2/\text{K}_2\text{O}$. Badania prowadzono w temperaturze 60°C.

W tabelicy 1 przedstawiono parametry zaczynów cementowych z dodatkiem 1% szkła wodnego potasowego R 25, R 36 i R 40 oraz – dla porównania – z dodatkiem 1% szkła wodnego sodowego R 145. Badane zaczyny charakteryzowały się dobrą reologią, ich rozlewność wynosiła od 215 do 250 mm, gęstość – 1,84 g/cm³, a odstój wody – od 0,2 do 0,8%. Zaczyn gęstniejący w temp. 60°C osiągnął lepkość 30 Bc po upływie ok. 2h, a 100 Bc – po ok. 2h 20 min. Filtracja zawierała się w granicach od 5,2 do 148,6 cm³/30 min. Jak widać, najlepsze rezultaty uzyskano w przypadku zastosowania 1% szkła wodnego potasowego R 36. Zaczyn miał rozlewność 230 mm, odstój wody 0,1% i posiadał najlepszą reologię w porównaniu do pozostałych badanych zaczynów. Czas gęstnienia zaczynu w temperaturze 60°C dla 30 Bc wyniósł 2h 42 min.,

a dla 100 Bc – 3h 08 min. Filtracja zaczynu była bardzo niska i wynosiła 5,2 cm³/30 min.

Dla porównania wykonano również badanie zaczynu cementowego z dodatkiem 1% szkła wodnego sodowego R 145. Badany zaczyn posiadał dość wysoką rozlewność (250 mm), duży odstój wody (0,8%) i reologię porównywalną z poprzednimi zaczynami zawierającymi szkło wodne potasowe o module R 25 i R 40. Czas gęstnienia zaczynu w temp. 60°C był krótki – dla 30 Bc wynosił 1h 55 min., a dla 100 Bc – 2h 02 min. Filtracja zaczynu była bardzo wysoka i wynosiła 148,6 cm³/30 min.

Po przeanalizowaniu wyników badań stwierdzono, że najlepsze działanie w zaczynie cementowym wykazuje szkło wodne potasowe R 36. Zaczyn z tym dodatkiem posiada dobre parametry reologiczne, nieznaczny odstój wody (0,1%), odpowiedni dla danych warunków temperaturowych czas gęstnienia i bardzo niską filtrację (5,2 cm³/30 min.).

W tabelicy 2 przedstawiono wyniki badań zaczynów cementowych zarabianych wodą zasoloną 10% NaCl o w/c = 0,32, z dodatkiem szkła wodnego potasowego R 36, które stosowano w ilościach 0,3% i 1%. Badania

Tablica 1. Wyniki badań zaczynów cementowych z dodatkiem szkła wodnego, o różnym module molowym

<i>Skład zaczynu</i>						
Woda wodociągowa	w/c = 0,32					
Odpieniacz	0,5%					
Antyfiltrat	0,2%					
Uplynniciarz	0,1%					
R/25/36/40/145	0,5–1,0%	1% R 25	1% R 36	1% R 40	1% R 145	
Stabilizator L	3,0%					
Lateks WS10	18,0%					
NaCl <i>bwow</i>	10,0%					
Silica	10,0%					
Cement WG	100%					
Parametry zaczynu	Rozlewność	[mm]	215	230	230	250
	Gęstość	[g/cm ³]	1,84	1,84	1,84	1,84
	Odstój wody	[%]	0,2	0,1	0,3	0,8
	Odczyty z aparatu F _{ann} [j. F. przy obr./min.]	600 –	210	188	224	215
		300 –	110	100	117	111
		200 –	76	71	80	73
		100 –	41	38	41	35
		60 –	28	25	25	19
		30 –	16	13	12	6
		6 –	3	4	2	1
		3 –	2	0	1	0
		3/10 min. –	19	14	16	4
	Temp.	60°C	60°C	60°C	60°C	
	Czas gęstnienia [godz. min.]	30 Bc	2 godz. 7 min.	2 godz. 42 min.	2 godz. 15 min.	1 godz. 55 min.
		100 Bc	2 godz. 19 min.	3 godz. 8 min.	2 godz. 26 min.	2 godz. 2 min.
pw	[godz. min.]	6 godz. 50 min	> 6 godz.	7 godz. 20 min.	5 godz. 40 min.	
kw	[godz. min.]	~10 godz.	< 20 godz.	~10 godz.	6 godz. 35 min.	
Filtracja	[cm ³ /30 min.]	50,0	5,2	12,0	148,6	

R 145 – szkło wodne sodowe

R 25, 36, 40 – szkło wodne potasowe

prowadzono w temperaturach 60 i 70°C. Zaczyn cementowy z dodatkiem 0,3% R 36 charakteryzuje się dobrą reologią i minimalnym odstożem wody (0,2%). W temperaturze 60°C czas gęstnienia dla 30 Bc wynosił 3h 05 min., a dla 100 Bc – 3h 37 min. Filtracja była niska i wynosiła 6,0 cm³/30 min. Zwiększenie udziału szkła wodnego w zaczynie do 1% spowodowało wzrost rozlewności zaczynu do 230 mm i zmniejszenie lepkości. Czas gęstnienia oznaczany w temperaturze 60°C uległ skróceniu i dla 30 Bc wyniósł

2h 42 min., a dla 100 Bc – 3h 08 min. Filtracja wynosiła 5,2 cm³/30 min.

Badane zaczyny cementowe z dodatkiem szkła wodnego potasowego R 36, badane w temperaturze 70°C, przy dodatku 0,3% R 36, lepkość 30 Bc osiągnęły po czasie 2h 47 min., a w przypadku dodania 1% R 36 – po 2h 11 min., natomiast lepkość 100 Bc – odpowiednio po czasie 3h 25 min. i 2h 44 min. Filtracja badanych zaczynów była niska i wynosiła od 14,4 do 27,0 cm³/30 min.

Tablica 2. Wyniki badań zaczynów cementowych z dodatkiem szkła wodnego potasowego R 36

<i>Skład zaczynu</i>						
Woda wodociągowa	w/c = 0,32					
Odpieniacz	0,5%					
Antyfiltrat	0,2%					
Upłynnierz	0,1%					
R 36	0,3 i 1%	0,3% R 36	1% R 36	0,3% R 36	1% R 36	
Stabilizator L	3,0%					
Lateks WS10	18,0%					
NaCl <i>bwow</i>	10,0%					
Silica	10,0%					
Cement WG	100%					
Parametry zaczynu	Rozlewność	[mm]	210	230	220	230
	Gęstość	[g/cm ³]	1,84	1,84	1,84	1,84
	Odstój wody	[%]	0,2	0,1	0,0	0,2
	Odczyty z aparatu Fann [j. F. przy obr./min.]	600 –	216	188	187	192
		300 –	121	100	100	103
		200 –	88	71	73	71
		100 –	53	38	41	39
		60 –	37	25	30	25
		30 –	22	13	19	15
		6 –	11	4	6	4
		3 –	6	0	4	1
		3/10 min. –	29	14	22	11
	Temp.	60°C	60°C	70°C	70°C	
	Czas gęstnienia [godz. min.]	30 Bc	3 godz. 5 min.	2 godz. 42 min.	2 godz. 47 min.	2 godz. 11 min.
		100 Bc	3 godz. 37 min.	3 godz. 8 min.	3 godz. 25 min.	2 godz. 44 min.
pw	[godz. min.]	> 6 godz.	> 6 godz.	> 6 godz.	5 godz. 20 min.	
kw	[godz. min.]	< 20 godz.	< 20 godz.	< 20 godz.	~10 godz.	
Filtracja	[cm ³ /30 min.]	6,0	5,2	14,4	27,0	

Można stwierdzić, że szkło wodne potasowe R 36 działa przyspieszająco w zaczynie cementowym, powodując – w miarę zwiększania jego udziału w zaczynie (od 0,3% do 1%) i wzrostu temperatury – skrócenie czasu gęstnienia.

W tablicy 3 zestawiono wyniki badań zaczynów cementowych z dodatkiem od 0,3% do 1% szkła wodnego potasowego R 36. Badania czasu gęstnienia, wiązania i filtracji prowadzono w temperaturze 80°C. Po wprowadzeniu do zaczynu 0,3% R 36 uzyskano dobre parametry reologiczne zaczynu, jego rozlewność wynosiła 220 mm, a odstój wody był lekko podwyższony i wyniósł 0,2%.

Czas gęstnienia oznaczany w temp. 80°C dla 30 Bc wynosił 3h 37 min., a dla 100 Bc – 4h 43 min. Filtracja zaczynu wynosiła 82,0 cm³/30 min. Dalsze zwiększanie udziału R 36 w zaczynie – do 0,5% – nie wpłynęło na rozlewność i reologię zaczynu. Czas gęstnienia tylko nieznacznie się zmienił i dla 30 Bc wynosił 3h 50 min., a dla 100 Bc – 4h 38 min. Redukcji uległa filtracja zaczynu i wyniosła 54,0 cm³/30 min. Dodatek do zaczynu 0,8% R 36 spowodował upłynnienie zaczynu; jego rozlewność wyniosła wówczas 230 mm, a lepkość obniżyła się. Nie uległ wyraźnym zmianom czas gęstnienia zaczynu i był

Tablica 3. Wyniki badań zaczynów cementowych z dodatkiem szkła wodnego potasowego R 36

<i>Skład zaczynu</i>							
Woda wodociągowa	w/c = 0,32						
Odpieniacz	0,5%						
Antyfiltrat	0,2%						
Uplynniciarz	0,1%						
R 36	0,3–1,5%	0,3% R 36	0,5% R 36	0,8% R 36	1,0% R 36		
Stabilizator L	3,0%						
Lateks WS10	18,0%						
NaCl <i>bwow</i>	10,0%						
Silica	10,0%						
Cement WG	100%						
Parametry zaczynu	Rozlewność	[mm]	220	220	230	230	
	Gęstość	[g/cm ³]	1,85	1,85	1,84	1,84	
	Odstój wody	[%]	0,2	0,2	0,2	0,2	
	Odczyty z aparatu F _{ann} [j. F. przy obr./min.]	600 –		236	228	196	192
		300 –		122	121	104	103
		200 –		85	83	72	71
		100 –		45	47	40	39
		60 –		30	31	25	25
		30 –		17	19	14	15
		6 –		3	3	4	4
		3 –		2	2	0	1
		3/10 min. –		22	20	16	11
	Temp.		80°C	80°C	80°C	80°C	
	Czas gęstnienia [godz. min.]	30 Bc		3 godz. 37 min.	3 godz. 50 min.	3 godz. 37 min.	3 godz. 14 min.
		100 Bc		4 godz. 43 min.	4 godz. 38 min.	4 godz. 46 min.	4 godz. 22 min.
pw	[godz. min.]		7 godz. 20 min.	> 6 godz.	> 6 godz.	5 godz. 30 min.	
kw	[godz. min.]		~10 godz.	< 20 godz.	< 20 godz.	~10 godz.	
Filtracja	[cm ³ /30 min.]		82,0	54,0	15,6	42,0	

taki sam jak w przypadku zastosowania dodatku 0,3% R 36. Zaczyn z dodatkiem 1% R 36 badany w temp. 80°C miał trochę krótszy czas gęstnienia; dla 30 Bc wynoszący 3h 14 min., a dla 100 Bc – 4h 22 min., natomiast filtracja wynosiła 42,0 cm³/30 min.

W temperaturze 80°C szkło wodne potasowe R 36 przyspiesza wiązanie zaczynu, jednak – jak widać po przeanalizowaniu wyników zamieszczonych w tablicy 3 – nie ma sensu stosowanie większej jego ilości niż 0,5%.

Ponieważ w wyższych temperaturach do uszczelniania rur w otworach wiertniczych stosowany jest również

cement wiertniczy klasy G (niemiecki), przeprowadzono badania wpływu szkła wodnego potasowego R 36 na parametry zaczynu cementowego obciążonego hematytom, sporządzonego na bazie cementu klasy G. Skład zaczynu różnił się od składów poprzednio badanych o dodatek 65% hematytu, 20% lateksu WS10 i współczynnik wodno-cementowy (w/c = 0,38). Wyniki tych badań zamieszczono w tablicy 4. Do zaczynu obciążonego sporządzonego na bazie cementu wiertniczego G dodano: 1; 1,2 i 1,5% szkła wodnego potasowego R 36. Uzyskano zaczyn cementowy o gęstości 2,15 g/cm³, jego rozlewność zawierała się

Tablica 4. Wyniki badań zaczynów cementowych z dodatkiem szkła potasowego R 36

<i>Skład zaczynu</i>					
Woda wodociągowa	w/c = 0,38				
Odpieniacz	0,5%				
Antyfiltrat	0,2%				
Uplynnacznik	0,3%				
R 36	1–1,5%	1%	1,2%	1,5%	
Stabilizator L	2,0%	R 36	R 36	R 36	
Lateks WS10	20%				
NaCl <i>b</i> wow	10%				
Silica	10%				
Hematyt	65%				
Cement G	100%				
Parametry zaczynu	Rozlewność	[mm]	230	240	220
	Gęstość	[g/cm ³]	2,15	2,15	2,15
	Odstój wody	[%]	0,0	0,0	0,0
	Odczyty z aparatu Fann [j. F. przy obr./min.]	600 –	> 300	> 300	> 300
		300 –	168	182	236
		200 –	115	121	164
		100 –	61	82	88
		60 –	39	36	58
		30 –	22	18	32
		6 –	4	5	8
		3 –	3	1	5
		3/10 min. –	25	15	26
		Temp.	95°C	95°C	95°C
	Czas gęstnienia [godz. min.]	30 Bc	3 godz. 24 min.	3 godz. 45 min.	4 godz. 55 min.
		100 Bc	4 godz. 53 min.	5 godz.	5 godz. 30 min.
pw	[godz. min.]	4 godz. 50 min.	3 godz. 40 min.	3 godz.	
kw	[godz. min.]	5 godz. 30 min.	4 godz. 30 min.	3 godz. 40 min.	
Filtracja	[cm ³ /30 min.]	13,2	36,0	68,0	

w granicach od 220 do 240 mm, a odstój wody był zerowy. Lepkość zaczynów rosła wraz ze wzrostem w nich ilości R 36. Czas gęstnienia oznaczany w temp. 95°C, w przypadku dodania 1% R 36, dla 30 Bc wynosił 3h 24 min., a dla 100 Bc – 4h 53 min. Filtracja była bardzo niska i wynosiła 13,2 cm³/30 min. Zastosowanie dodatku R 36 w ilości 1,2% nieznacznie wpłynęło na czas gęstnienia zaczynu; lepkość 30 Bc uzyskano po czasie 3h 45 min., a 100 Bc – po 5h, natomiast zanotowano wzrost filtracji, która wyniosła 36,0 cm³/30 min. W przypadku zastosowania 1,5% dodatku R 36 czas gęstnienia zaczynu wydłużył się i dla 30 Bc

wyniósł 4h 55 min., a dla 100 Bc – 5h 30 min. Filtracja wzrosła wówczas do 68,0 cm³/30 min.

Reasumując można stwierdzić, że zastosowanie szkła wodnego potasowego w zaczynie cementowym obciążonym, z dodatkiem 20% lateksu WS10, sporządzonym na bazie niemieckiego cementu wiertniczego typu G, powoduje opóźnienie czasu gęstnienia zaczynu w miarę zwiększania udziału w nim R 36, natomiast czas wiązania (oznaczany w warunkach statycznych za pomocą aparatu Vicata) – wraz ze wzrostem ilości szkła wodnego R 36 w zaczynie: od 1,0 do 1,5% – wyraźnie ulega przyspieszeniu.

Podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonych badań można stwierdzić, że:

1. Najlepsze działanie w zaczynie cementowo-lateksowym wykazuje szkło wodne potasowe R 36. Zaczyn z tym dodatkiem (1% R 36) posiada dobre parametry reologiczne, nieznaczny odstój wody (0,1%), odpowiedni w temperaturze 60°C czas gęstnienia (dla 100 Bc – ok. 3h) i bardzo niską filtrację (5,2 cm³/30 min.).
2. Szkło wodne potasowe R 36 działa przyspieszająco w zaczynie cementowym, powodując skrócenie czasu gęstnienia w miarę zwiększania jego udziału w zaczynie (od 0,3% do 1%), w temperaturze 60 i 70°C.
3. W temp. 80°C dodatek 0,5% szkła wodnego potasowego R 36 w wystarczającym stopniu przyspiesza

czas gęstnienia zaczynu, a uzyskana filtracja wynosi 54,0 cm³/30 min.

4. Zastosowanie szkła wodnego potasowego R 36 w ilości od 1,0% do 1,5% w zaczynie cementowym obciążonym z dodatkiem 20% lateksu WS10, sporządzonym na bazie niemieckiego cementu wiertniczego klasy G, powoduje w temp. 95°C opóźnienie czasu gęstnienia zaczynu.
5. Czas wiązania zaczynu obciążonego, oznaczany w warunkach statycznych za pomocą aparatu Vicat'a w temp. 95°C, w miarę zwiększania udziału szkła wodnego R 36 w zaczynie – od 1,0 do 1,5% – ulega przyspieszeniu (początek wiązania ulega skróceniu z czasu 4h 50 min. do 3h, a koniec wiązania – z 5h 30 min. do 3h 40 min.

Artykuł nadesłano do Redakcji 04.01.2010 r. Przyjęto do druku 27.04.2010 r.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Józef Raczkowski

Literatura

- [1] Baran T.: *Wpływ szkła wodnego potasowego na proces hydratacji cementu portlandzkiego*. Cement, Wapno, Beton, 6, 2004.
- [2] Dowell Schlumberger, *Cementing Technology*, 1984.
- [3] Informacje na temat właściwości i stosowania szkła wodnego potasowego, pochodzące ze stron www.vitrosilicon.com.pl
- [4] Nelson E.B.: *Well cementing*. Houston, Texas 1990.
- [5] Szabrin L.N.: *Dobawki k tamponażnym rastworam*. Moskwa 1970.
- [6] Tomiszka J., Sławik P., Vyhnalek V.: *Katalog Ceskoslowenskych tamponażnich materialu a aditiv*.



Inż. Zenobia KĄTNA – absolwentka AGH w Krakowie. Pracownik Zakładu Technologii Wiercenia w Laboratorium Zaczynów Uszczelniających INiG Oddz. Krosno. Zajmuje się opracowywaniem składów i doskonaleniem parametrów zaczynów cementowych, przeznaczonych do uszczelniania rur w otworach wiertniczych. Wiele z jej prac znalazło zastosowanie w przemyśle.