

ЕФЕКТИВНІСТЬ ВВЕДЕННЯ ПРИ ПОМЕЛІ ТАМПОНАЖНОГО ЦЕМЕНТУ ЕФІРУ ЦЕЛЮЛОЗИ

EFFECTIVENESS OF ADDING CELLULOSE ETHER DURING GRINDING PROCESS OF OIL-WELL CEMENT

Кротюк О. І. аспірант, ORCID: 0009-0007-2712-8644, **Дворкін Л.Й.**, д.т.н., професор, ORCID: 0000-0001-8759-6318 (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

Krotiuk O. I. graduate student, ORCID: 0009-0007-2712-8644, **Dvorkin L.J.**, doctor of technical sciences, professor, ORCID: 0000-0001-8759-6318 (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)

В статті викладені результати досліджень ефективності вводу ефіру целюлози під час помелу тампонажного цементу. Показано вплив відсоткової кількості ефіру целюлози на основні нормовані параметри. Отримано відсоткове співвідношення яке дозволяє зменшити водовідділення при цьому не впливаючи на розтікання, час загуснення та міцність. При введенні 0,02 % ефіру целюлози під час помелу тампонажного цементу спостерігається зниження водовідділення з 8,5 мл до 5,5 мл з дотриманням необхідної пластичності цементного тіста з розтіканням 220 мм.

The article describes studies of effectiveness adding cellulose ethers during grinding process of oil-well cement. During researches was used a number of percentage ratios to clarify the real impact of adding cellulose ethers to the oil-well cement. The ratio is 0%; 0,02%; 0,035%; 0,05%; 0,25%, 0,5%. The effectiveness of cellulose ether is affected by its dosage. When 0,02% of cellulose ether is added during cement grinding observed a significant decrease in water separation and there is no loss of spreading. When cellulose ether is added in an amount from 0,02% to 0,035% of the cement quantity, a decrease in water separation is observed along with a decrease in spreading. Cellulose ether increases the adhesive force between particles, which allows to reduce their sedimentation, and accordingly, water separation, as well as reduce the spreading of cement. When cellulose ether is added in amounts greater than 0,25% by weight, there are a significant decreasing in water separation and its absence, but such cement does not meet the flow standards, and it also does not behave characteristically during molding. During forming samples of cement mortar including cellulose ether from 0,05% to 0,5% are observed intensive air entrainment and respectively increasing in porosity and volume. With

increased dosage of cellulose ether observed decreasing in strength parameters. Any dosage of cellulose ether does not reduce the thickening time of cement paste to the critical value of 90 min. This study opens up a possible way to control the sedimentation process while maintaining the necessary spreading and other physical and mechanical properties of the oil-well cement paste. It is sufficient to add cellulose ether up to 0,02%. In this case, the water separation index decreases from 8.5 ml to 5.5 ml and the plasticity of the cement mortar is maintained, which corresponds to a spreading index of 220 mm.

Ключові слова: тампонажний цемент, тонина помелу, ефір целюлози, водовідділення, розтікання, час загуснення до консистенції 30 Bc
oil-well cement, finesse of cement, cellulose ether, free water separation, spreading, thickening time to a consistency 30 Bc.

Вступ та аналіз останніх досліджень. При отриманні тампонажного цементу важливими показниками є низьке водовідділення, або його повна відсутність, та достатнє розтікання, не менше 200 мм. Розтікання та водовідділення пов'язані між собою водоутримуючою здатністю цементу, тому важливо утримати достатнє розтікання та дуже низьке водовідділення. Для досягнення даних показників рекомендується вводити в цементі мінеральні добавки, але для І-го типу тампонажного цементу ці добавки введені бути не можуть згідно нормативних вимог. Додавання ефірів целюлози рекомендується в основному при отриманні сухих будівельних сумішей або при отриманні розчинів з водою замішування. У ряду вчених вже був певний досвід застосування ефірів целюлози [1] при введенні до тампонажного цементу разом з водою замішування, що в деякій мірі ускладнює технологічний процес.

Мета, матеріали і методи досліджень. Метою досліджень є оцінити вплив вводу ефіру целюлози безпосередньо під час помелу цементу. Для досліджень використовувався клінкер який мав наступний мінералогічний склад: C_3S – 54,7%; C_2S – 24,3%; C_3A – 1,32%; C_4AF – 11,17%. Гіпсовий камінь, що додавався до цементу, мав вміст двоводного гіпсу 94,3%. В якості ефіру целюлози використовувався метил гідрокси етил целюлоза (МНЕС) на біологічній основі з вмістом біовуглецю приблизно понад 78%. Водовідділення та розтікання цементного тіста визначали згідно методик ДСТУ Б В.2.7-86-99 [2]. Поряд з цим також отримані цементи перевірялись на відповідність іншим вимогам згідно ДСТУ Б В.2.7-88-99 [3], а саме: міцності на згин у віці 1 доба та часу загуснення до консистенції 30 Bc. Згідно ДСТУ для тампонажного цементу типу І міцність на згин у віці 1 доба повинна бути не менше 3,5 МПа, а час загуснення до консистенції 30 Bc не менше 90 хв. Дослідження проводили на лабораторному млині зі змішаним кульово-цильпесним завантаженням. При виконанні досліджень питома поверхня

отриманого цементу та вміст SO_3 в цементі були постійними та суттєво не змінювались. Для встановлення впливу вводу ефіру целюлози під час помелу тампонажного цементу було визначено відсоткові співвідношення які будуть вводиться по відношенню до загальної ваги матеріалу, а саме: 0,02%; 0,035%; 0,05%; 0,25%; 0,5%. Також для порівняння було проведено дослідження без додавання ефіру целюлози.

Результати досліджень та їх аналіз. Експериментальні результати що були отримані в результаті дослідів представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Результати досліджень цементу по дозуванню ефіру целюлози у відсотках від маси цементу

№ експерименту	Введення ефіру целюлози, %	Водовідділення, мл	Розтікання, мм	Питома поверхня, $\text{см}^2/\text{г}$	Залишок на ситі 45 мкм, %	Вміст SO_3 , %	Міцність на згин у віці 1 доба, МПа	Міцність на стиск у віці 1 доба, МПа	Час загуснення до консистенції 30 Вс, хв
1	0	8,5	230	3163	10,78	3,12	5,72	25,43	180
2	0,02	5,5	220	3095	11,18	3,12	5,41	26,00	135
3	0,035	5,0	200	3113	11,41	3,09	5,07	24,51	145
4	0,05	4,5	190	3122	10,66	3,16	4,82	22,36	175
5	0,25	1,0	165	3293	10,37	3,20	4,03	15,82	240
6	0,5	0,0	110	3163	9,96	3,22	3,17	9,44	310

Було встановлено, що на ефективність дії ефіру целюлози впливає його дозування. Так, при введенні 0,02 % ефіру целюлози під час помелу цементу спостерігається суттєве зниження водовідділення та немає втрати показників по розтіканню. Слід відмітити, що при введенні ефіру целюлози в кількості від 0,02% до 0,035% від маси цементу спостерігається зниження водовідділення поряд зі зменшенням розтікання. Це пояснюється тим, що ефір целюлози підвищує зчеплювальну силу між частинками, що дозволяє зменшити їх седиментацію, і відповідно водовідділення, а також знизити розтікання цементу.

На рис. 1 графічно простежується характер зміни водовідділення та розтікання залежно від дозування ефіру целюлози які наближаються до гіперболічного.

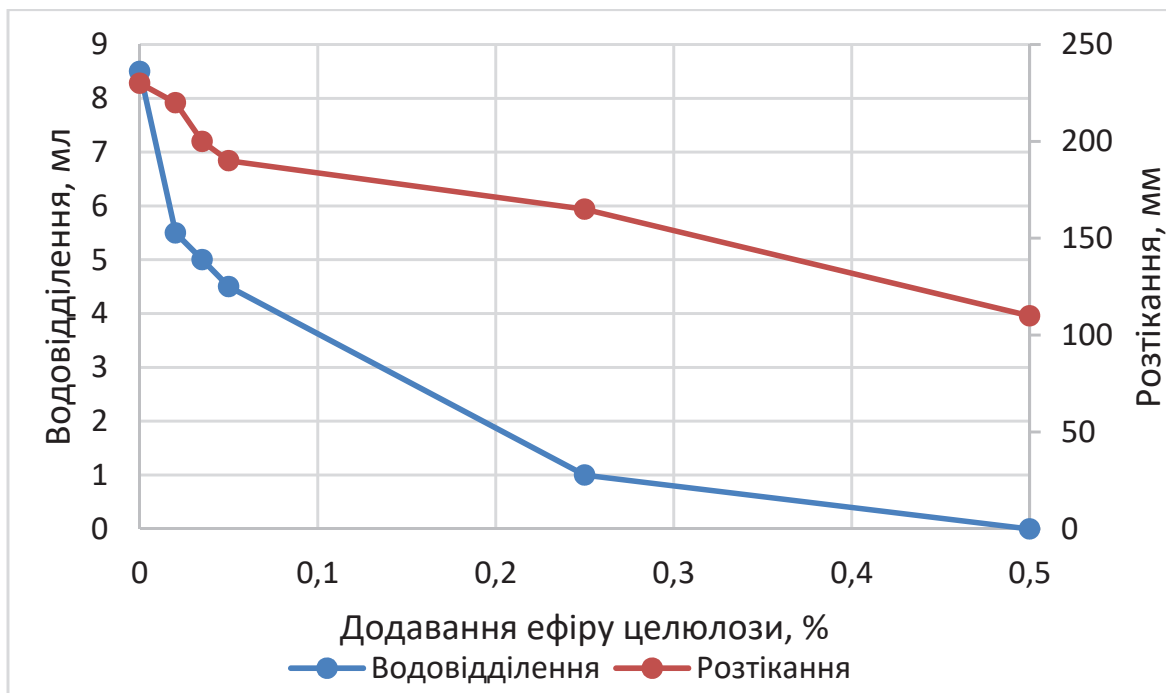


Рис. 1. Залежність водовідділення та розтікання від відсотку додавання ефіру целюлози

При додаванні ефіру целюлози більше ніж 0,035% від маси різко падає розтікання, що видно на рис. 2.

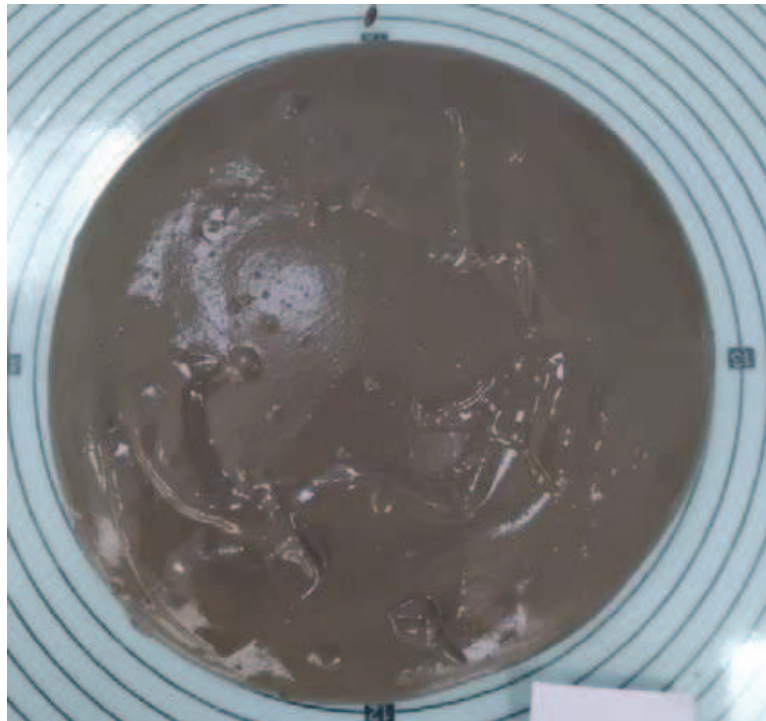


Рис. 2. Розтікання тампонажного розчину при додаванні 0,5 % ефіру целюлози під час помелу

Звичайно, при додаванні ефіру целюлози більше 0,25 % від маси видно значне зниження водовідділення та його відсутність, але такий цемент не відповідає нормам по розтіканню, а також він не характерно себе веде під час формування, що видно на рис. 3.



Рис. 3. Розчин після замішування при формуванні з додавання ефіру целюлози 0,25 % та 0,5 % відповідно

Відзначено, що при формуванні зразків цементного розчину з добавкою ефіру целюлози спостерігається інтенсивне повітровтягування і відповідно збільшення пористості та об'єму, що видно на рис. 4 та 5. Цей ефект відзначений при додаванні ефіру целюлози від 0,05 % до 0,5 %.



Рис. 4. Сформовані балочки з додавання ефіру целюлози 0,5 %



Рис. 5. Присутність пор на сформованих балочках з додавання ефіру целюлози 0,5%

Як наслідок цього ефекту також знижується міцність розчинів. Поряд зі зменшенням розтікання, при підвищеному дозуванні ефіру целюлози, відзначено також зниження міцності, що показано на рис. 6.

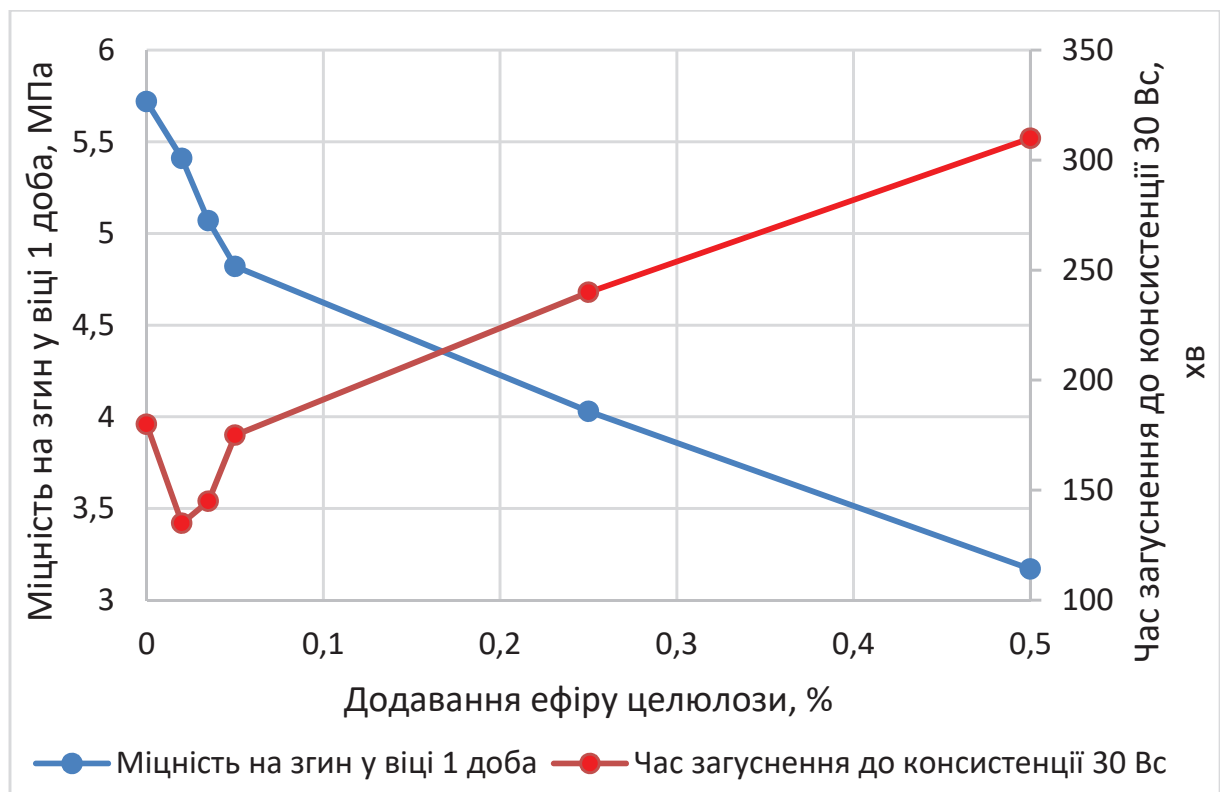


Рис. 6. Залежність міцності на згин у віці 1 доба та часу загуснення до консистенції 30 Вс від відсотку додавання ефіру целюлози

Також видно, що будь яке дозування ефіру целюлози не знижує час загуснення розчину до критичного показника 90 хв (Рис. 6).

Для більшого зниження водовідділення наступним кроком може бути збільшення тонини помелу цементу [4].

Висновки та рекомендації. Опираючись на результати експериментів для отримання позитивних показників по зменшенню водовідділення цементного тіста достатньо вводити до 0,02 % ефіру целюлози. При цьому показник водовідділення зменшується з 8,5 мл до 5,5 мл і зберігається пластичність цементного розчину, яка відповідає показнику розтікання 220 мм.

Дане дослідження відкриває можливий шлях керування процесом седиментації при збереженні необхідного розтікання та інших фізико-механічних властивостей тампонажного розчину.

1. Abbas, G., Irawan, S., Memon, M.K., Kalwar, S.A., Kumar, S. (2015). Hydroxypropylmethylcellulose as a Free Water and Settling Control Agent in Oil Well Cement Slurry Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-287-368-2_11

2. ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ. Будівельні матеріали. ПОРТЛАДЦЕМЕНТИ ТАМПОНАЖНІ. МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ. ДСТУ Б В.2.7-86-99. Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. - Київ, 1999.

DERZHAVNYYY STANDART UKRAYINY. Budivel'ni materialy. PORTLADTSEMENTY TAMPONAZHNI. METODY VYPROBUVAN'. DSTU B V.2.7-86-99. Derzhavnyy komitet budivnytstva, arkhitektury ta zhytlovoyi polityky Ukrayiny. - Kyiv, 1999.

3. ДЕРЖАВНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ. Будівельні матеріали. ПОРТЛАДЦЕМЕНТИ ТАМПОНАЖНІ. Технічні умови. ДСТУ Б В.2.7-88-99. Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України. - Київ, 1999.

DERZHAVNYYY STANDART UKRAYINY. Budivel'ni materialy. PORTLADTSEMENTY TAMPONAZHNI. Tekhnichni umovy. DSTU B V.2.7-88-99. Derzhavnyy komitet budivnytstva, arkhitektury ta zhytlovoyi polityky Ukrayiny. - Kyiv, 1999.

4. О. І. Кротюк, Л.Й. Дворкін № 46 (2024). ВПЛИВ ТОНІНИ ПОМЕЛУ, ВМІСТУ С₃A ТА ГПСУ НА ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ТАМПОНАЖНОГО ТІСТА. Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. Рівне, Україна. <https://doi.org/10.31713/budres.v0i46.10>

O. I. Krotiuk, L.Y. Dvorkin № 46 (2024). VPLYV TONINY POMELU, VMISTU C₃A TA HIPSU NA OSNOVNI PARAMETRY TAMPONAZHNOHO TISTA. Resursoekonomichni materialy, konstruktsiyi, budivnytstva ta sporudy. Rivne, Ukrayina. <https://doi.org/10.31713/budres.v0i46.10>