

3. **Водяник А. О.** Дослідження впливу на причини виробничого травматизму факторів зовнішнього середовища / **Водяник А. О., Ткачук К. Н.** // Містобудування та територіальне планування. 2005 – Вип. 20 – 50–58.
4. **Дегтяренко Г. Є.** Динаміка травматизму в Україні в умовах змінювання обсягів виробництва / **Г. Є. Дегтяренко, А. О. Водяник, В. В. Чуркін, К. Е. Теличко** // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. – Київ : ННДІОП, 2001. – Вип. 4. С. 24–29.
5. **Єсіпенко А. С. Таїрова Т. М., Сліпачук О. А.** Оцінка стану і проблеми промислової безпеки та охорони праці в ризиконебезпечних галузях економіки України. Серія «Вугледобувна галузь». К. : 2014. 64 с.
6. **Єсіпенко А. С.** Дослідження характеру впливу наглядової діяльності за охороною праці на стан виробничої безпеки / **Єсіпенко А. С., Романенко Н. В., Сліпачук О. А.** // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. Київ : ННДІОП, 2008. – Вип. 15. – С. 9–17.
7. **Кружилко О. Є.** Аналітичне оцінювання взаємного впливу показників наглядової діяльності та показників смертельного травматизму // Проблеми охорони праці в Україні: зб. наук. праць. Київ.: ННДІПБОП, – 30-37.– 2009.
8. **Кружилко О. Є.** Побудова та дослідження математичної моделі коефіцієнта тяжкості виробничого травматизму на підприємствах вугільної промисловості / **Кружилко О. Є., Ткачук К. Н., Полукаров** // Проблеми охорони праці в Україні :зб. наук. праць. – Київ : ДУ «ННДІПБОП», 2012. – Вип. 22. – С. 27–31.
9. **Майстренко В. В.** Особливості створення інформаційно-аналітичної системи та аналізу наглядової діяльності на основі матеріалів перевірок / **Майстренко В. В., Кружилко О. Є.** Проблеми охорони праці в Україні: зб. наук. праць. К.: ДУ «ННДІПБОП», 2013. – Вип. 25. – С. 59–66.
10. **МОП-СУОП 2001.** Керівництво з систем управління охороною праці. Режим доступу : <http://text.normativ.ua/doc/2745.php>.
11. **Таїрова Т.М., Ткачук К.Н.** Математичне моделювання системи охорона праці. Вісник Криворізького національного університету : зб. наук. праць. Кривий Ріг, 2018. Вип. 46. С. 25–31.

Рукопис подано до редакції 21.03.2019

УДК 622.245.42

**В. М. ОРЛОВСЬКИЙ**, канд. техн. наук, доц.

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова,

**В. С. БІЛЕЦЬКИЙ**, д-р техн. наук, проф., **А. М. ПОХИЛКО**, аспірант

НТУ «Харківський політехнічний інститут»

## ТЕРМОСТІЙКІ ПОЛЕГШЕНІ ТАМПОНАЖНІ СУМІШІ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОЛИ-ВИНОСУ ТЕС

**Мета.** Підвищення якості цементування обсадних колон у високотемпературних нафтових і газових свердловинах в широкому діапазоні пластових тисків від аномально низьких (АНПТ) до нормальних гідростатичних пластових тисків.

**Задачею** досліджень є розробка термостійких полегшених тампонажних сумішей для застосування в складних гірничо-геологічних умовах нафтових, газових і газоконденсатних родовищ України.

**Методи і апаратура.** Лабораторні дослідження, вимірювання густини тампонажного розчину ареометром, визначення текучості на крузі, визначення відділення води на мірних циліндрах автоклав, випробовування зразків на міцність (на згин і на стискання).

**Результати.** Мета досягається шляхом розробки та застосування термостійких полегшених тампонажних сумішей з високими технологічними властивостями на основі двох видів в'язучих: тампонажного портландцементу ПЦТІ-100 та золи високо-кальцієвої від спалювання прибалтійських горючих сланців на ТЕС. В якості пуцоланової домішки в термостійких тампонажних сумішах використано кислу золу-виносу від спалювання кам'яного вугілля на ТЕС. В частині полегшених рецептур з підвищеним водо-сумішевим відношенням додатково використано стабілізатор Duoviz.

**Наукова цінність** розробки полягає в проведеному підборі оптимальних рецептур термостійких полегшених тампонажних сумішей.

**Практичне значення.** Розроблено і досліджено термостійкі тампонажні суміші з полегшеною та нормальною густиною на основі різних типів в'язучих матеріалів з використанням пуцоланової домішки – золи-виносу теплових електростанцій. Мінімальна густина тампонажних розчинів на основі розроблених сумішей складає відповідно 1580 – 1650 та 1500 – 1790 кг/м<sup>3</sup>. Розроблені тампонажні суміші володіють високими технологічними властивостями тампонажного розчину та утвореного каменя. Результати роботи мають практичне застосування при цементуванні нафтових і газових свердловин в складних гірничо-геологічних умовах вуглеводневих родовищ України.

**Ключові слова:** полегшений тампонажний матеріал, тампонажна суміш, густина, розтікання тампонажного розчину, відділення води, міцність каменя, термостійкість, зола виносу ТЕС, цементування обсадних колон, нафтові і газові свердловини.

doi: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-18-23

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Задачі забезпечення нафтогазової галузі якісними термостійкими тампонажними матеріалами з широким діапазоном густин завжди приділялась велика увага. Тому дослідження в цьому напрямку проводяться і в даний час.

На сьогодні для якісного розмежування пластів у нафтових і газових свердловинах застосовують переважно тампонажні цементи, в яких основним в'язучим матеріалом є портландцемент. Залежно від хіміко-мінералогічного складу, тампонажні портландцементи розділяють на класи для різних температурних умов експлуатації від 15 до 150 °С і вищих.

Проведені дослідження [1, 2] показали, що при застосуванні портландцементів в геотермальних умовах глибоких свердловин виникають проблеми довговічності тампонажного каменю. Висока активність портландцементу є причиною температурної нестабільності тампонажного каменю, що викликає деструктивні процеси, зокрема утворення гідросилікату  $C_2SH(A)$ , внаслідок чого поступово знижується міцність і підвищується проникність, навіть у термостійких цементів. Такі процеси в цементному камені внаслідок тривалої дії високих температур можуть сприяти формуванню шляхів газонафтоводопроводів (ГНВП).

Дослідник С.І. Гамзатов [3] вважає, що граничним діапазоном температури при якому можна використовувати тампонажні портландцементи для помірних температур 363-368 К. Мачинський Є.К. та інші [4] стверджують, що тампонажний портландцемент відповідає своєму призначенню до температури близько 358 К, тобто до глибини 2500-3000 м. За даними досліджень В.М. Кравцова, Ю.С. Кузнецова, М.Р. Мавлютова та ін. [1] при температурі 348 К уже через 28 діб твердіння тампонажного портландцементу міцність каменю починає знижуватись.

З огляду на вище сказане, стає актуальною задача розробки термостійких тампонажних матеріалів з широким діапазоном густин, з високими технологічними властивостями на основі низькоактивних композицій з метою підвищення якості розмежування гірських порід і нафтогазоносних горизонтів у глибоких нафтових і газових свердловинах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Вперше термостійкий тампонажний цемент одержали при змішуванні тампонажного портландцементу з тонкомеленим кварцовим піском [2]. Такі суміші одержали широке застосування завдяки універсальності домішки піску, який добре поєднується з різними типами цементів і практично не впливає на інші властивості тампонажного розчину.

Сьогодні відомо ряд малоактивних кальцієвмісних компонентів, які присутні у відходах металургійної, енергетичної, гірничорудної і хімічної промисловості (шлаки, шлами, огарки, золи, пил, горілі породи та ін.). Цементи на основі таких матеріалів найбільш економічні і термостійкі [5]. Для тампонажних матеріалів широке застосування серед техногенних матеріалів знайшли доменні шлаки. За хімічним складом вони близькі до складу портландцементного клінкера і відрізняються, як правило, меншим вмістом оксиду кальцію. Доменні шлаки, залежно від коефіцієнта якості і хімічного складу, поділяються на три сорти. Коефіцієнт якості враховується при оцінці їх гідралітичних властивостей. При підвищених температурах процеси гідролізу і гідратації доменних шлаків значно інтенсифікуються і вони стають достатньо активними в'язучими матеріалами [6]. Враховуючи ці властивості доменних шлаків, на їх основі розроблені шлакові та піщано-шлакові цементи для високотемпературних (до 473 К) свердловин [6].

Фізико-механічні властивості цементів на основі доменних шлаків залежать від хіміко-мінералогічного складу вихідного шлаку та способу його охолодження. Для температур 373-473 К використовують шлаки з коефіцієнтом якості не меншим 1,65, для температур 473-573 К – не меншим 1,45. При пластових температурах, нижчих за 373 К, для активації шлаків додають тампонажний портландцемент [7]. Одним з недоліків тампонажних розчинів на основі доменних шлаків, що обмежує їх використання, є велика густина (1800-2000 кг/м<sup>3</sup>) через що зменшується висота підйому тампонажного розчину в глибоких свердловинах, які цементуються в один ступінь.

Для свердловин з низькими, нормальними і помірними температурами використовують тампонажний шлакопортландцемент з домішкою електротермофосфорного шлаку [8].

Для цементування свердловин в температурному інтервалі 393-473 К застосовуються тампонажні композиції в процесі твердіння яких задіяні фізико-хімічні процеси взаємодії в системах  $CaO - SiO_2 - H_2O$ ;  $\beta = C_2S - CaO - H_2O$  [1]. До цієї групи належать вапняно-піщані, нефеліново-піщані (беліто-кремнеземисті) в'язучі матеріали та ін. [1, 2].

У виробництві тампонажних матеріалів також використовуються золи-виносу електростанцій [9]. Дослідником Б.В. Крихом доведено можливість використання тампонажних матеріалів з використанням зол-виносу ТЕС в термічному інтервалі 323-473 К [10].

На сьогодні найбільше досліджені можливості використання зол горючих сланців, кам'яного і бурого вугілля. Їх застосування розвивається в трьох основних напрямках: використання зол в якості сировинного компоненту при одержанні клінкеру [11], використання в якості активної мінеральної домішки до цементів [11], у виробництві будівельних деталей при автоклавній обробці з використанням в'язучих властивостей золи [12,13].

Залежно від хімічного складу і фазового стану пиловидні золи розділені на три групи [12]:

В працях [12] установлені напрямки процесів твердіння в'язучих на основі висококальцієвих торф'яних і сланцевих зол при їх автоклавній обробці з тиском 0,8-1,6 МПа.

У праці [13] встановлено, що при гідратації в'язучого на основі пиловидної золи в газобетоні утворюються  $\alpha$ -гідрат  $C_2SH$  і низькоосновні волокнисті гідросилікати. При домішці глинисто-золотого і глинистого аглопориту у співвідношенні 1:1 утворюється тоберморитова фаза.

Також досліджено, що при гідротермальних реакціях з участю золи-виносу утворюються гідрогранати, які різко знижують концентрацію вапна [9].

Дослідження в'язучих на основі низькокальцієвих пиловидних зол [12] показали, що вони характеризуються зниженою гідравлічною активністю, але при активізації вапном і гіпсом на їх основі можна одержати в'язучі при пропарюванні або в умовах автоклавного твердіння. При автоклавній обробці парою в температурному інтервалі 448-473 К і вище, суміші вапна і зол енергійно взаємодіють між собою з утворенням гідрогранатів середнього складу  $3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot (0,5-0,7)SiO_2 \cdot (5-4,6)H_2O$ , а також гідросилікатів кальцію.

Огляд доповідей, зокрема, VII Міжнародного конгресу з хімії цементів свідчить, що використання зол сприяє підвищенню міцності бетонів, особливо у пізні терміни їх твердіння [14]. Також встановлено, що мінералогічний і гранулометричний склади зол впливають на міцність, довговічність і сульфатостійкість цементного каменю [15].

**Мета.** Підвищення якості цементування обсадних колон у високотемпературних нафтових і газових свердловинах в широкому діапазоні пластових тисків від аномально низьких (АНПТ) до нормальних гідростатичних пластових тисків. Мета досягається шляхом розробки та застосування термостійких полегшених тампонажних сумішей з високими технологічними властивостями на основі двох видів в'язучих: тампонажного портландцементу ПЦТІ-100 та золи висококальцієвої від спалювання Прибалтійських горючих сланців на ТЕС. В якості пуцоланової домішки в термостійких тампонажних сумішах використано кислу золу-виносу від спалювання кам'яного вугілля на ТЕС. В частині полегшених рецептур з підвищеним водосумішевим відношенням (В/С) додатково використано стабілізатор Duoviz.

**Постановка задачі.** Задачею досліджень є розробка термостійких полегшених тампонажних сумішей для застосування в складних гірничо-геологічних умовах нафтових, газових і газоконденсатних родовищ України.

**Виклад основного матеріалу і результати.** Колективом дослідників на лабораторній базі Полтавського відділення УкрДГРІ проведено дослідження та розроблено термостійкі полегшені тампонажні суміші з високими технологічними властивостями. Як в'язучі матеріали в рецептурах тампонажних сумішей використано тампонажний портландцемент ПЦТІ-100 та золу висококальцієву від спалювання Прибалтійських горючих сланців. Як активну кремнеземисту (пуцоланову) та полегшувальну домішку використано кислу золу-винос Курахівської ДРЕС.

Для використання в якості тампонажних матеріалів найбільш придатні пиловидні золи, що не потребують додаткових технологічних затрат, зокрема розмелювання. Тому при розробці термостійких тампонажних сумішей в якості одного з в'язучих матеріалів брали золу висококальцієву (ЗВ) від спалювання горючих сланців, багату на оксид кальцію, а як пуцоланову (кремнеземисту) домішку брали золу кислу (ЗК) від спалювання кам'яного вугілля.

Як відомо, активна мінеральна (кремнеземиста) домішка підвищує стійкість цементів до руйнівної дії прісних і сульфатних вод, які наявні в розрізі нафтових і газових свердловин. Летючі золи включають значні кількості діоксиду кремнію ( $SiO_2$ ) (як аморфного, так і кристалічного), оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ) і оксиду кальцію ( $CaO$ ).

Золи горючих сланців поставляють у вигляді суміші двох різновидів: циклонної й електрофільтрової (табл. 1), де частка електрофільтрової золи в два рази більша від циклонної.

Таблиця 1

Хімічний склад золи висококальцієвої ТЕС Прибалтійських горючих сланців

| Різновиди золи   | Хімічний склад, мас. частка % |     |                  |                                |                                |                  |                   |                 |                 |        |
|------------------|-------------------------------|-----|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|-----------------|--------|
|                  | CaO<br>(CaO <sub>B</sub> )    | MgO | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | CO <sub>2</sub> | п.п.п. |
| Циклонна         | 42,2 (11,3)                   | 4,6 | 26,9             | 6,3                            | 4,8                            | 2,6              | 0,2               | 4,8             | 6,2             | 1,1    |
| Електрофільтрова | 31,7 (6,6)                    | 4,4 | 30,4             | 7,9                            | 4,4                            | 4,4              | 0,2               | 7,4             | 7,6             | 1,1    |
| Змішана          | 35,2 (8,2)                    | 4,5 | 29,2             | 7,4                            | 4,5                            | 3,8              | 0,2               | 6,5             | 7,1             | 1,1    |

Відомо, що важливою характеристикою пуцоланових домішок, які впливають на величину міцності та корозійну стійкість цементного каменю, є їх активність. Установлено, що більшу корозійну стійкість має цементний камінь, до складу якого входить пуцоланова домішка найбільшої активності.

Хімічний склад кислої золи-виносу Курахівської ДРЕС та її активність наведено в табл. 2.

Таблиця 2

Хімічний склад кислої золи-виносу Курахівської ДРЕС та її активність

| Хімічний склад, мас. частка % |         |                  |                                |                                |                  |                   |                 |         | Активність,<br>мг СаО/г |
|-------------------------------|---------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|-----------------|---------|-------------------------|
| CaO                           | MgO     | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | K <sub>2</sub> O | Na <sub>2</sub> O | SO <sub>3</sub> | п.п.п.  |                         |
| 2,2–2,8                       | 2,0–3,0 | 50,0–52,0        | 15,0–24,0                      | 17,0–22,0                      | 1,5–3,0          | 0,2–0,4           | 0,4–0,8         | 3,4–3,7 | 32,84                   |

У результаті досліджень технологічних властивостей розроблених тампонажних сумішей (табл. 3–5) встановлено наступні закономірності:

на основі сумішей тампонажного портландцементу ПЦТІ-100 з кислою золою-виносу, наприклад Курахівської ДРЕС, можна одержати термостійкі тампонажні композиції з полегшеною і нормальною густиною розчину, високою термостійкістю та високими експлуатаційними властивостями одержаного каменю;

рецептури з підвищеним водосумішєвим відношенням (В/С) для підвищення стабільності розчину вміщують реагент-стабілізатор «Duoviz»: вони мають низький діапазон густин 1460–1530 кг/м<sup>3</sup>, високу термостійкість і задовільні інші технологічні властивості одержаного каменю;

на основі сумішей золи висококальцієвої Прибалтійських горючих сланців з кислою золою-виносу, наприклад Курахівської ДРЕС, можна одержати термостійкі тампонажні композиції з полегшеною густиною розчину, високою термостійкістю та високими експлуатаційними властивостями одержаного каменю.

Таблиця 3

Технологічні властивості термостійких полегшених тампонажних сумішей на основі тампонажного портландцементу ПЦТІ-100 і кислої золи-виносу (ЗК) Курахівської ДРЕС

| Склад тампонажної суміші, мас. частка, % |    | В/С  | Густина, кг/м <sup>3</sup> | Розтічність, м | Водовідділення, мл | Міцність при вигині/стискуванні, МПа  |                  |                  |                  |
|--|----|------|----------------------------|----------------|--------------------|---------------------------------------|------------------|------------------|------------------|
|  |    |      |                            |                |                    | Умови тужавіння: час тужавіння 2 доби |                  |                  |                  |
|  |    |      |                            |                |                    | температура, тиск                     |                  |                  |                  |
| ПЦТІ-100                                 | ЗК |      |                            |                |                    | 75 °С, 30,0 МПа                       | 100 °С, 40,0 МПа | 140 °С, 50,0 МПа | 160 °С, 60,0 МПа |
| 70                                       | 30 | 0,5  | 1735                       | 0,20           | –                  | 6,4/22,0                              | 5,5/13,6         | 5,0/12,0         | 4,4/8,3          |
| 60                                       | 40 | 0,53 | 1670                       | 0,21           | 0                  | 5,9/7,6                               | 5,5/15,0         | 5,1/15,3         | 6,0/17,0         |
| 50                                       | 50 | 0,53 | 1635                       | 0,20           | 0                  | 6,0/18,3                              | 6,0/18,1         | 5,6/26,0         | 6,2/18,7         |
| 40                                       | 60 | 0,60 | 1570                       | 0,21           | 2,5                | 3,8/13,7                              | 6,3/11,3         | –                | 8,0/13,8         |
| 30                                       | 70 | 0,60 | 1520                       | 0,21           | –                  | 2,3/2,9                               | 5,3/10,2         | –                | 6,7/10,7         |
| 20                                       | 80 | 0,65 | 1490                       | 0,21           | –                  | 1,6/2,4                               | 3,7/7,9          | –                | 3,4/7,0          |

Таблиця 4

Технологічні властивості термостійких полегшених тампонажних сумішей на основі тампонажного портландцементу ПЦТІ-100 і кислої золи-виносу (ЗК) Курахівської ДРЕС з великим водосумішєвим відношенням

| Склад тампонажної суміші, мас. част., % |    |  | В/С  | Густина, кг/м <sup>3</sup> | Розтічність, м | Водовідділення, мл | Міцність при вигині, МПа                     |                 |                  |                  |
|---|----|--|------|----------------------------|----------------|--------------------|--|-----------------|------------------|------------------|
|   |    |  |      |                            |                |                    | Умови тужавіння: тривалість тужавіння 2 доби |                 |                  |                  |
|   |    |  |      |                            |                |                    | температура, тиск                            |                 |                  |                  |
| ПЦТІ-100                                | ЗК | «Duoviz», %<br>(від маси сухої суміші) |      |                            |                |                    | 50 °С, 20,0 МПа                              | 75 °С, 30,0 МПа | 100 °С, 40,0 МПа | 140 °С, 70,0 МПа |
| 60                                      | 40 | 0,11                                   | 0,97 | 1460                       | 0,19           | 6,0                | 0,8  | 1,0             | 1,8              | –                |
| 60                                      | 40 | 0,09                                   | 0,90 | 1490                       | 0,19           | 6,0                | 0,9  | 1,1             | 2,0              | –                |
| 50                                      | 50 | 0,05                                   | 0,80 | 1495                       | 0,20           | 3,0                | 1,2  | 1,5             | 3,5              | 3,7              |
| 50                                      | 50 | 0,04                                   | 0,70 | 1530                       | 0,21           | 3,0                | 1,5  | 2,5             | 5,1              | 6,5              |

Таблиця 5

Технологічні властивості тампонажних сумішей на основі золи висококальцієвої Прибалтійських горючих сланців (ЗВ) і кислій золи-виносу (ЗК) Курахівської ДРЕС

| Склад тампонажної суміші,<br>мас. частка, % |    | В/С  | Густина,<br>кг/м <sup>3</sup> | Роз-<br>тічність,<br>м | Водо-<br>відділення,<br>мл | Міцність при вигині/стискуванні, МПа           |                     |                     |  |
|---|----|------|-------------------------------|------------------------|----------------------------|--|---------------------|---------------------|--|
|   |    |      |                               |                        |                            | Умови тужавіння:тривалість тужавіння<br>2 доби |                     |                     |  |
| температура, тиск                           |    |      |                               |                        |                            |  |                     |                     |  |
| ЗВ  | ЗК |      |                               |                        |                            | 75 °С, 30,0<br>МПа                             | 100 °С, 40,0<br>МПа | 120 °С, 50,0<br>МПа |  |
| 70  | 30 | 0,55 | 1620                          | 0,20                   | 10,5                       | 6,5/13,9                                       | 6,2/13,7            | 6,2/13,7            |  |
| 50  | 50 | 0,55 | 1570                          | 0,22                   | 12,0                       | 5,1/10,5                                       | 3,9/12,2            | 3,9/12,2            |  |
| 30  | 70 | 0,55 | 1540                          | 0,19                   | 6,0                        | 3,9/10,1                                       | 3,4/6,8             | 3,4/6,8             |  |

Терміни загущення термостійких тампонажних розчинів легко регулюються за допомогою стандартних сповільнювачів (НТФК, ВКК, декстрин тощо).

Термічний інтервал застосування розроблених рецептур становить 160-180 °С, залежно від вмісту в'язучої основи.

**Висновки.** Розроблено термостійкі полегшені тампонажні суміші з високими експлуатаційними властивостями густиною 1460 кг/м<sup>3</sup> - 1530, 1490 кг/м<sup>3</sup> - 1735 та 1540 - 1620 кг/м<sup>3</sup> на основі в'язучих: тампонажного портландцементу ПЦТІ-100 та золи висококальцієвої від спалювання на ТЕС Прибалтійських горючих сланців. Як активну кремнеземисту (пуццоланову) та полегшувальну домішку використано кислотну золу-винос Курахівської ДРЕС.

Встановлено, що термостійкі полегшені суміші відповідають існуючим ДСТУ відносно вимог до полегшених тампонажних цементів.

Термічний інтервал застосування термостійких полегшених тампонажних сумішей - 75°С÷180 °С.

Наукова цінність розробки полягає в проведеному підборі оптимальних рецептур термостійких полегшених тампонажних сумішей.

Розглянута розробка дає змогу забезпечити нафтогазову галузь недорогими термостійкими полегшеними тампонажними матеріалами з високими експлуатаційними властивостями, що має практичну цінність.

Висока термостійкість розроблених тампонажних сумішей та великий діапазон густин полегшеного і нормального тампонажного розчину, при забезпеченні високої якості інших технологічних властивостей розроблених композицій, є важливими факторами при розмежуванні нафтогазоносних горизонтів на геологорозвідувальних площах і промислових родовищах у разі цементування високотемпературних і високопроникних пластів та свердловин з аномально низькими пластовими тисками, а також при піднятті тампонажного розчину на велику висоту в один прийом.

**Напрямки подальших досліджень.** У подальших дослідженнях доцільно розглянути питання моделювання термостійких полегшених тампонажних сумішей, наприклад методом симплекс-центроїдного планування з отриманням математичних моделей-поліномів типу «склад-властивість».

#### Список літератури

1. Крепление высокотемпературных скважин в коррозионно-активных средах / [В.М. Кравцов, Ю.С. Кузнецов, М.Р. Мавлютов и др.]. – М.: Недра, 1987. – 192 с.
2. Даношевский В.С. Проектирование оптимальных составов тампонажных цементов / Даношевский В.С. – М.: Недра, 1978. – 293 с.
3. Гамзатов С.И. Применение вяжущих веществ в нефтяных и газовых скважинах / Гамзатов С.И. – М.: Недра, 1985. – 148 с.
4. Мачинский Е.К. Многокомпонентные смеси для цементирования скважин / Е.К. Мачинский // Бурение скважин и разработка нефтяных месторождений: (сб. научн. трудов ГрозНИИ). – 1960. – № 6. – С. 113 – 121.
5. Горський В.Ф. Тампонажні матеріали і розчини / Горський В.Ф. – Чернівці: 2006. – 524 с.
6. Булатов А.И. Цементирование глубоких скважин / Булатов А.И. – М.: Недра, 1964. – 297 с.
7. Орловський В.М. Тампонажні матеріали, що розширюються при твердінні. Монографія/ В.М. Орловський. – Полтава: ПолтНТУ ім. Ю. Кондратюка, 2015. – 129 с.
8. Криулин В.Н. Использование отвального электротермофосфорного шлака / В.Н. Криулин, Т.А. Федуллова // Цемент. – 1987. – № 1. – С. 18.

9. Михайленко С.Г. Оптимизация процессов цементирования скважин / С.Г. Михайленко, А.С. Серяков, В.Н. Орловский [и др.] // Техника и технология геологоразведочных работ, организация производства: О.И. – М.: ВИЭМС. – 1988. – 26 с.
10. Крых Б.В. Повышение термостойкости тампонажных портландцементов добавками золы-уноса / Б.В. Крых // Термо- и солеустойчивые промывочные жидкости и тампонажные растворы: тезисы докладов первой украинской научно-техн. конференции. – К.: Наукова думка, 1970. – Часть 1. – 168 с.
11. Применение топливных зол отходов ТЭС КАТЕКА в производстве в'язучих / Киселев А.В., Аллилуева Е.И., Гальперина Т.Я. [и др.] // Цемент. – 1988. – № 11. – С. 21 – 22.
12. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов / [А.В. Волженский, Ю.С. Буров, Б.Н. Виноградов и др.]. – М.: Стройиздат, 1969. – 392 с.
13. Иванов И.А. Легкие бетоны на основе зол электростанций / Иванов И.А. – М.: Изд. лит. по строительству, 1972. – 128 с.
14. Calejja Jose. Entorno a las cenizas volutasen los cementas en lashormigones, a la luz de un trabajopresenta doen el 7 Congreso Internacional de la guimica de ios cementas / Jose Calejja // Chem-hormigon, 1982. – № 582. – P. 53.
15. Ковач Р. Процессы гидратации и долговечность зольных цементов / Р. Ковач // Шестой Международный конгресс по химии цемента: (сб. научн. трудов). – М.: Стройиздат, 1976. – Т. 3. – С. 99 – 103.

Рукопис подано до редакції 15.03.2019

УДК: 008.5

А.И. РЫБАК, д-р техн. наук, проф., Г.П. БАЛДУК, препод.

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

И.Б. АЗАРОВА, канд.техн.наук, доц.

Одесский региональный институт государственного управления Национальной академии государственного управления при Президенте Украины

## МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

**Цель.** Стремительный рост большинства городов во всем мире сопровождается рядом проблем, решение которых возможно на основе проектного подхода. Для этого необходима четкая идентификация проблемного уровня городской системы, чего существующие методы не предусматривают. Поэтому целью исследования является создание модели комплексной оценки качества городской среды с позиции жителя города, выполняемой по каждому из планировочных уровней городской среды.

**Методы.** Методологической основой исследования являются методы квалиметрической оценки, экспертных оценок, ранжирования, эталонного сравнения.

**Научная новизна.** Согласно предложенной модели, оценки качества городской среды выполняется с точки зрения жителя города последовательно на каждом из планировочных уровней городской среды - от индивидуального пространства городского жителя, до уровня микрорайона, района и города в целом, что отличает ее от существующих моделей.

**Практическая значимость.** Разработанная модель позволяет выявлять уровень планировочной структуры города, где имеются проблемы, связанные с недостаточным качеством городской среды. Для решения таких проблем городскими властями могут инициироваться соответствующие проекты развития городских территорий, направленные на повышение качества городского окружения. Предложенная модель также позволяет оценить качество конечного результата подобных градостроительных проектов в рамках предпроектного анализа и выбрать проекты, обеспечивающие максимальное качество городской среды.

**Результаты.** Предложенная в ходе исследования модель оценки качества городской среды позволяет увидеть комплексную картину восприятия городской среды с точки зрения жителя города. Полученный комплексный показатель определяет качество городской среды на каждом из планировочных уровней, а также указывает конкретный уровень планировочной структуры города, где имеются проблемы и необходимы меры по их устранению, в том числе – с использованием проектного подхода.

**Ключевые слова:** качество городской среды; оценка качества; управление качеством проектов; управление проектами развития городских территорий; планировочная структура города; градостроительство

doi: 10.31721/2306-5451-2019-1-48-23-31

**Постановка проблемы.** На сегодня уже более половины населения (55%) проживает в городах. Согласно прогнозам ученых, темпы урбанизации в современном мире приведут к тому, что к 2050 г. доля городского населения вырастет до 75%. При этом уже сейчас практически повсеместно рост городов сопровождается определенными проблемами их развития - от недо-