

12. **Sholokh M.V.** (2018). Optimization of preparedness for extraction of balance industrial mineral reserves. 133–165. / Topical issues of resource-saving technologies in mineral mining and processing. Multi-authored monograph. – Petrosani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2018. – 270 p. ISBN 978-973-741-585-1.

13. **Sholokh M.V.** (2018). Determination and research of norms of the ferrous quartzites prepared to booty. 25–52. / Development of scientific foundations of resource-saving technologies of mineral mining and processing. Multi-authored monograph. – Sofia: Publishing House «St. Ivan Rilski», 2018. – 264 p. ISBN 978-954-353-355-8.

14. **Sholokh M. V.** (2018). Estimation of content of quality indexes of minerals in array of roginitums of magnetite and in stream of iron-ore mass. 180–208. / Resources and resource-saving technologies in mineral mining and processing. Multi-authored monograph. – Petrosani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2018. – 363 p. ISBN 978-973-741-592-9.

15. **Sholokh M.V.** (2018). An analysis of surveyor control of losses of balance-industrial supplies is at mastering. – С. 132–135. / International Scientific and Technical Internet Conference «Innovative Development of Resource-Saving Technologies of Mineral Mining and Processing». Book of Abstracts. – Petrosani, Romania: UNIVERSITAS Publishing, 2018 – 221 p. ISBN 978-973-741-615-5 (print).

16. **Sholokh M.V., Sholokh S.M., Sergieieva M.P.** (2018). An analysis of surveyor control of losses of balance-industrial supplies is at mastering of bowels of the Earth. 415–438. / Innovative development of resource-saving technologies for mining. Multi-authored monograph. – Sofia: Publishing House «St. Ivan Rilski», 2018. – 439 p. ISBN 978-954-353-351-0.

Рукопис подано до редакції 26.09.2019

УДК 624.153.524

Р.О. ТИМЧЕНКО, д-р техн. наук, проф., Д.А. КРИШКО, канд. техн. наук, ст. викл.,
В.О. САВЕНКО, аспірант, Криворізький національний університет

МОДЕЛЮВАННЯ КОНТАКТНОЇ ВЗАЄМОДІЇ ПІДПІРНОЇ СТІНИ З ОСНОВОЮ ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ LIRA 9.6

Мета. При будівництві підірних стін в складних інженерно-геологічних умовах необхідно досягти: підвищення стійкості і міцності підірних стін; зниження витрат використовуваних будівельних матеріалів; зменшення обсягів земляних робіт; зниження нерівномірності деформацій; зниження термінів будівництва; поліпшення умов відсіпання і ущільнення засипки; підвищення експлуатаційної надійності, якості виконання робіт і збільшення термінів служби підірних стін. Таким чином, для оцінки НДС підірних стінок кутового профілю необхідний облік спільної роботи всієї стінки з ґрунтом і застосування більш обґрунтованих моделей ґрунту в районі її вертикального і горизонтального елементів. Метою досліджень є дослідження напружено-деформованого стану підірної стіни зі структурною поверхнею (ПССП) з урахуванням її контактної взаємодії з ґрунтовим масивом.

Методи дослідження. Перспективним напрямком досліджень НДС системи «підпірна стіна - ґрунт» є використання методів математичного моделювання на основі чисельних методів аналізу. Найпоширенішим на сьогоднішній день є метод кінцевих елементів (МКЕ), який покладено в основу сучасних програмних комплексів для розрахунку будівельних конструкцій, будівель і споруд. У порівнянні з класичними варіаційними методами МКЕ більш гнучкий при завданні геометричних параметрів і граничних умов, наочний і універсальний для широкого кола завдань. При цьому є можливість вибрати різні моделі ґрунту для вирішення поставленого завдання.

Наукова новизна. Актуальність даної роботи пов'язана із розв'язанням поставленої задачі. Її результатом є дослідження напружено-деформованого стану ПССП з урахуванням її контактної взаємодії з ґрунтовим масивом за допомогою програмного комплексу.

Практична значимість. Визначення напружено-деформованого стану підірної стіни зі структурною поверхнею (ПССП) з урахуванням її контактної взаємодії з ґрунтовим масивом.

Результати. Математичне моделювання дозволило наочно продемонструвати зниження напруги на контактній поверхні. Поетапне заповнення пустот призводить до рівномірного розподілу деформацій, що в довгостроковій перспективі збільшує термін експлуатації споруди, забезпечуючи тим самим економічний ефект. Особливістю конструктивного рішення ПССП, при взаємодії ґрунту зі структурною поверхнею підвищує несучу здатність основи за рахунок спільної роботи конструкції підірної стіни і деформованої основи.

Ключові слова: підпірна стіна зі структурною поверхнею, кінцево-елементні моделі, напружено-деформований стан, контактна взаємодія, ґрунт, моделювання.

doi: 10.31721/2306-5435-2019-1-106-36-42

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Прагнення до раціонального використання міських територій призводить до розвитку і пошуку нових видів споруд, які були б більш економічні і менш трудомісткі. До облаштування підірних стін пред'являється ряд вимог, більшість яких засновані на вивченні інженерно-геологічних умов території, яка вимагає інженерного захисту. Ці споруди в умовах експлуатації знаходяться в складному

напруженому стані, характеризуються більший обсягом капітальних витрат, складністю і неоднорідністю взаємодії конструкції підпірної стіни і ґрунту [1-3].

Особлива увага приділяється методам розрахунку і проектування даних споруд в складних інженерно-геологічних умовах. Сучасні методи розрахунку дозволяють розрахувати навантаження на стіну, а також дозволяють моделювати напружено-деформований стан ґрунту за допомогою програмних комплексів [4].

Методи і програми для розрахунку підпірних стін розроблені на основі останніх досягнень в галузі будівельної механіки, теорії розрахунку залізобетонних конструкцій, механіки ґрунтів, теорії пружності, обчислювальної математики. Розрахунок підпірних стін, що мають конструктивні особливості, з урахуванням їх спільної роботи з ґрунтом на територіях зі складними інженерно-геологічними умовами є основою для подальших аналітичних і практичних досліджень.

Аналіз досліджень і публікацій. Складні інженерно-геологічні умови - це геологічне середовище, яке включає специфічні ґрунти, небезпечні природні або техногенні процеси, геоморфологічні умови, геологічні та гідрогеологічні чинники взаємодії з будівлями і спорудами, відносяться до II і III категорії складності інженерно-геологічних умов. Багато вчених присвятили свої роботи питанням визначення бокового тиску ґрунту на підпирні стіни з урахуванням їх спільної роботи з ґрунтовим масивом.

Так, В.Ф. Раюк [1, 2] досліджував характер і величину бічного тиску на вертикальну грань підпірної стіни з урахуванням її деформацій і зміщення, використовуючи при цьому модель лінійно-деформуємої чвертьплоскості, але він не розглядав спільну роботу вертикальної стінки і фундаменту як єдиної системи, яка взаємодіє з ґрунтом. Є.І. Чернишова [3] досліджувала питання про вплив гнучкості вертикальної стінки на величину бокового тиску ґрунту.

І.Я.Лучковский [4], використовуючи метод суперпозиції, дає рішення щодо визначення бокового тиску ґрунту на підпирні стінки від вузьких навантажень і зосередженої сили. Він звертає увагу на затухання із заглибленням бічного тиску ґрунту від привантаження. Однак і ці автори при визначенні бічного тиску не враховували спільну роботу вертикальної стінки і фундаменту як єдиної системи, яка взаємодіє з ґрунтом.

І.А. Сімвуді [5] розраховує гнучку підпирну стінку з урахуванням взаємодії всіх її елементів з ґрунтом, але в якості моделі ґрунту, як засипки, так і основи вводять лінійно-деформуєму напівплощину, що є не зовсім коректним. Крім того, цей метод не дозволяє враховувати вплив привантаження на напружено-деформований стан (НДС) системи.

Статичному розрахунку підпірних стінок присвячено значну кількість досліджень [6, 7]. Кількість робіт по динаміці цих споруд, особливо з урахуванням пружно властивостей їх матеріалів, значно менше [8, 9]. Зазвичай, динамічні розрахунки виконуються, якщо на спорудження діють імпульсні, вібраційні або рухомі навантаження [10].

Постановка завдання. При будівництві підпірних стін в складних інженерно-геологічних умовах необхідно досягти: підвищення стійкості і міцності підпірних стін; зниження витрат використовуваних будівельних матеріалів; зменшення обсягів земляних робіт; зниження нерівномірності деформацій; зниження термінів будівництва; поліпшення умов відсипання і ущільнення засипки; підвищення експлуатаційної надійності, якості виконання робіт і збільшення термінів служби підпірних стін. Таким чином, для оцінки НДС підпірних стінок кутового профілю необхідний облік спільної роботи всієї стінки з ґрунтом і застосування більш обґрунтованих моделей ґрунту в районі її вертикального і горизонтального елементів.

Метою досліджень є дослідження напружено-деформованого стану підпірної стіни зі структурною поверхнею (ПССП) з урахуванням її контактної взаємодії з ґрунтовим масивом.

Викладення матеріалу та результати. Чинні нормативні документи рекомендують при розрахунку підпірних стін виконувати розрахунки по визначенню стійкості положення стін проти зсуву, перекидання, повороту, визначати місцеву міцність основи і його несучу здатність, повинна бути забезпечена міцність елементів конструкцій і вузлів з'єднання. Обов'язково повинні бути проведені розрахунки за деформаціями основи. У складних інженерно-геологічних умовах, які характеризуються вертикальними і горизонтальними зміщеннями основи, що викликає складні деформації в конструкціях підпірних стін. В таких умовах неможливо реалізувати існуючі методики розрахунку [11, 12]. Проведені раніше досліді фізичного моделювання [13-15], показують області формування пружних і пластичних зон при контактній взаємодії

ПССП і деформованої основи.

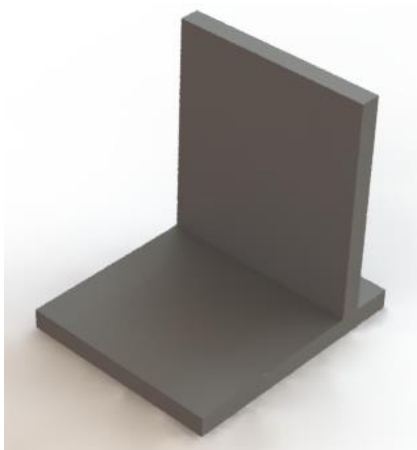
Відомо, що навіть при невеликих навантаженнях ґрунт переходить в пружно-пластичний стан, тому в розрахунках необхідно враховувати цей фактор. Використовується теорія пластичної течії із зміцненням, так як деформаційні теорії при складному навантаженні незастосовні [16]. У такій постановці розглянута тут завдання досліджується вперше. Інтерес представляє розрахунок підпірних стін із структурною поверхнею з урахуванням її спільної роботи з ґрунтом.

Перспективним напрямком досліджень НДС системи «підпірна стіна - ґрунт» є використання методів математичного моделювання на основі чисельних методів аналізу. Найпоширенішим на сьогоднішній день є метод кінцевих елементів (МКЕ), який покладено в основу сучасних програмних комплексів для розрахунку будівельних конструкцій, будівель і споруд. МКЕ найбільш підходить для задач з розвинутою неоднорідністю міцності. У порівнянні з класичними варіаційними методами МКЕ більш гнучкий при заданні геометричних параметрів і граничних умов, наочний і універсальний для широкого кола завдань. При цьому є можливість вибирати різні моделі ґрунту для вирішення поставленого завдання. Нормативні документи, що діють в Україні в даний час [17-19], рекомендують виконувати розрахунки за допомогою програмних комплексів, в яких реалізований МКЕ.

Моделі і кінцево-елементні моделі звичайної підпірної стіни і ПССП подані на рис. 1 і 2. Підпірна стіна спирається безпосередньо на ґрунт, представлений суглинком, в якості ґрунту засипки також прийняті суглинки.

Розрахунок стійкості та міцності підпірної стіни було виконано методом МКЕ за допомогою програмного комплексу LIRA 9.6. Характеристики ґрунтів наведені в табл. 1.

а)



б)

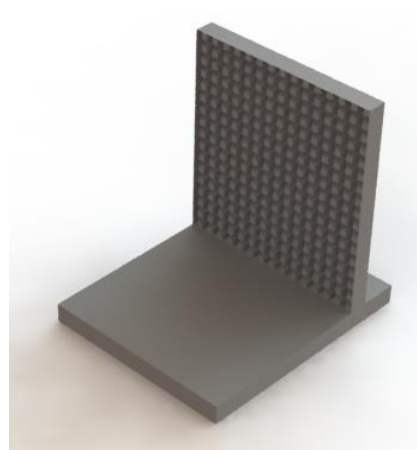
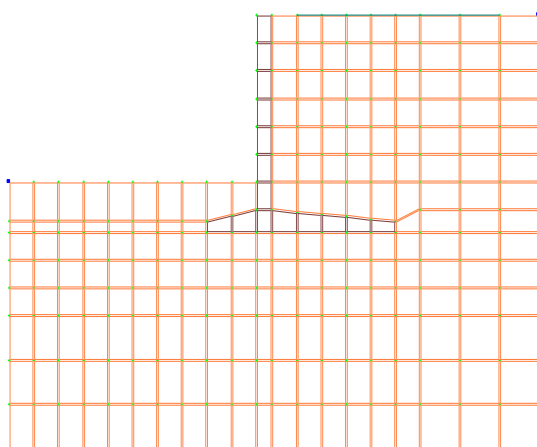


Рис. 1. Моделі: а – звичайна кутникова підпірна стіна; б – підпірна стіна зі структурною поверхнею

а)



б)

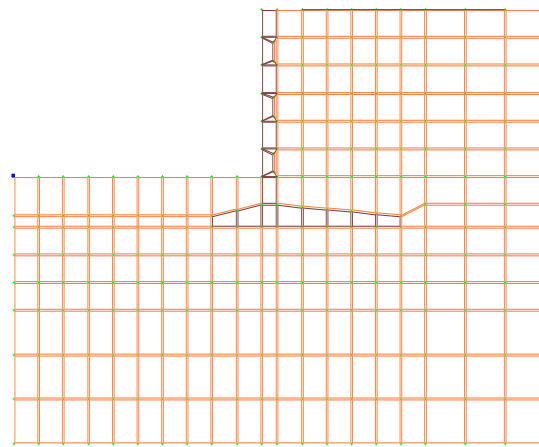


Рис. 2. Кінцево-елементна моделі: а – звичайна кутникова підпірна стіна; б – підпірна стіна зі структурною поверхнею

Характеристики жорсткості

Тип жорсткості	Найменування	Параметри жорсткості (модуль деформації ґрунту – $\tau / \text{м}^2$; коефіцієнт Пуассона; товщина – см; зчеплення – кПа; максимальне напруження при розтягуванні – $\tau / \text{м}^2$)
КЕ 284	Ґрунт основи, ґрунт засипки	$E = 1800$; $\nu = 0,35$; $H = 100$; $C = 19,51$; $R_t = 0,15$

ПССП має вертикальний і горизонтальний елементи на поверхні, у яких з контактної сторони, розміщені опорні частини і порожнечі у вигляді усічених пірамід однакового розміру і спрямованих меншою основою вглиб вертикального і фундаментного елементів [20].

Монолітна підпірна стіна кутового типу складається з фундаментної плити, яка має порожнечі і опорні частини, які розташовані на підшві та з тильного боку вертикального елемента. Ґрунт, спрямований в порожнечі, які мають форму усічених пірамід. Під підшовою фундаментної плити і з тильної сторони вертикального елемента розташовані два листа пружноподатливого матеріалу. З розвитком деформаційного навантаження в часі, тобто з вертикальними і горизонтальними переміщеннями ґрунту по відношенню до монолітної стіни кутового типу, після її установки, відбувається поступове проникнення ґрунту в порожнечі. Передчасне заповнення пустот запобігає листами пружноподатливого матеріалу.

Моделювання роботи ПССП і нерівномірно деформованої основи було проведено в програмному комплексі LIRA 9.6 в умовах плоскої задачі. Це дозволило виконати чисельне моделювання, розрахунок і проектування подібних конструкцій з урахуванням реальних ґрунтових умов.

Процес моделювання проводився в три етапи: створення розрахункової кінцево-елементної моделі споруди; створення розрахункової кінцево-елементної моделі ґрунтового масиву; моделювання поверхні контакту «заглиблена конструкція – ґрунтовий масив».

Для створення розрахункової кінцево-елементної моделі, що враховує спільну роботу конструкцій з ґрунтовим масивом, використовувалися кінцеві елементи: КЕ 284 – фізично нелінійний універсальний прямокутний для плоскої задачі (ґрунт); КЕ 10 – універсальний просторовий стрижневий; КЕ 21 – прямокутний КЕ для плоскої задачі (балка-стінка); КЕ 22 – трикутний КЕ для плоскої задачі (балка-стінка); КЕ 30 – чотирикутний КЕ для плоскої задачі (балка-стінка) [21].

Кінцево-елементна модель (КЕ-модель) має деформаційні граничні умови, а саме обмежене переміщення верхніх вузлів крайніх точок моделі. Висота моделі взята з міркувань спільної роботи стіни і навколишнього масиву, який складений суглинками. SE-моделі надаються деформаційні характеристики - модуль пружності E і коефіцієнт Пуассона ν , R_0 – питома вага матеріалу. Після завдання жорсткості SE-моделі слід задати значення навантажень у завантаженні.

Аналізуючи горизонтальні переміщення підпірних стін, можна зробити висновок про незначну різницю в значеннях для обох конструкцій, при однакових ґрунтових умовах і завантаженнях.

У той же час про зниження контактних напружень свідчать отримані значення $N_x = 0,78$ кПа, $N_z = 1,57$ кПа, $T_{xz} = 4,70$ кПа, тоді як для звичайної підпірної стіни вони склали $N_x = 1,96$ кПа, $N_z = 4,9$ кПа, $T_{xz} = 11,76$ кПа. НДС кінцеелементних моделі підпірних стін представлені на рис. 3-6.

У цьому дослідженні для моделювання підпірної стіни використовувався кінцево-елементний програмний комплекс LIRA 9.6, що є методом кінцевого елементного програмного забезпечення і знаходиться на стадії постійного вдосконалення протягом багатьох років.

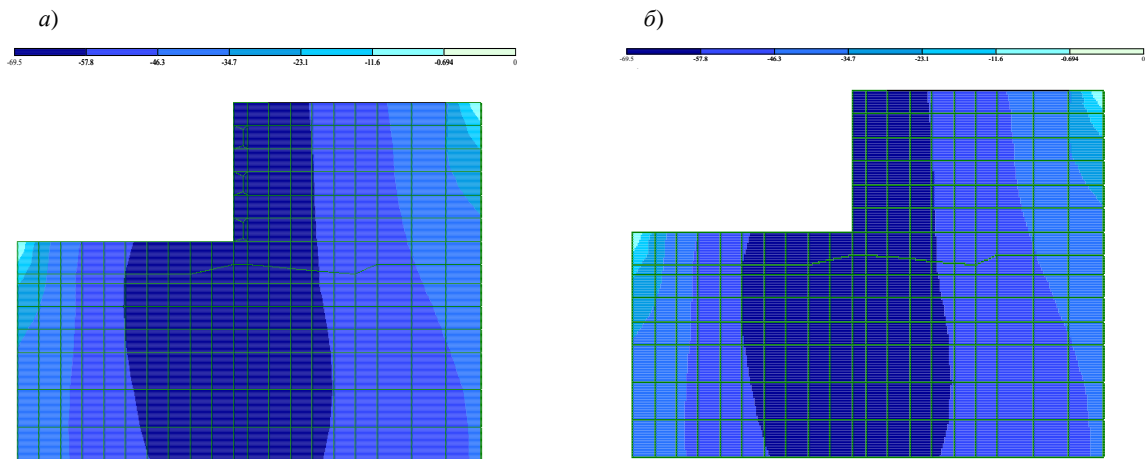


Рис. 3. Ізополя переміщень, мм: *a* – звичайна кутникова підпірна стіна; *б* – підпірна стіна зі структурною поверхнею

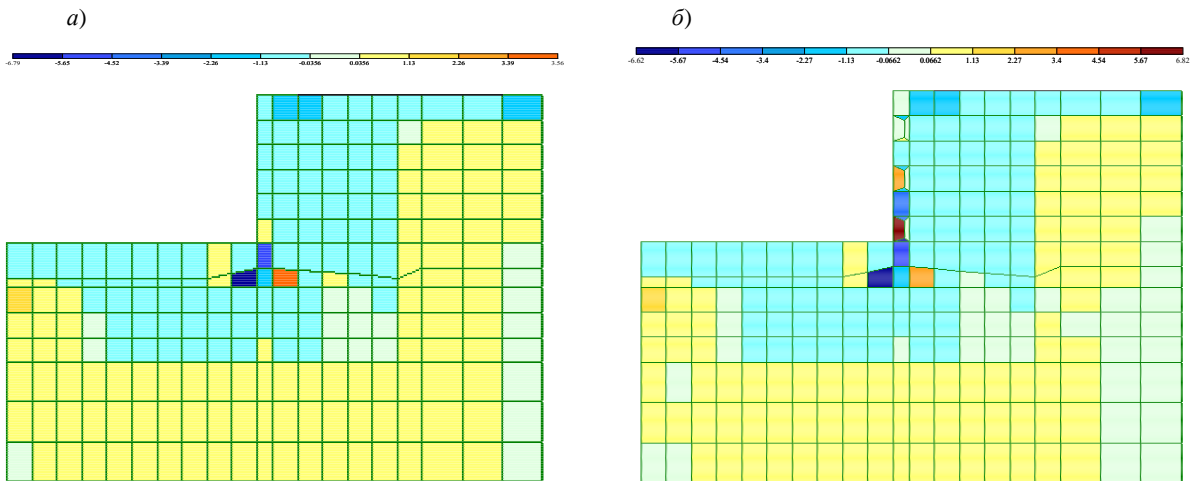


Рис. 4. Ізополя напружень N_x , кПа: *a* – звичайна кутникова підпірна стіна; *б* – підпірна стіна зі структурною поверхнею

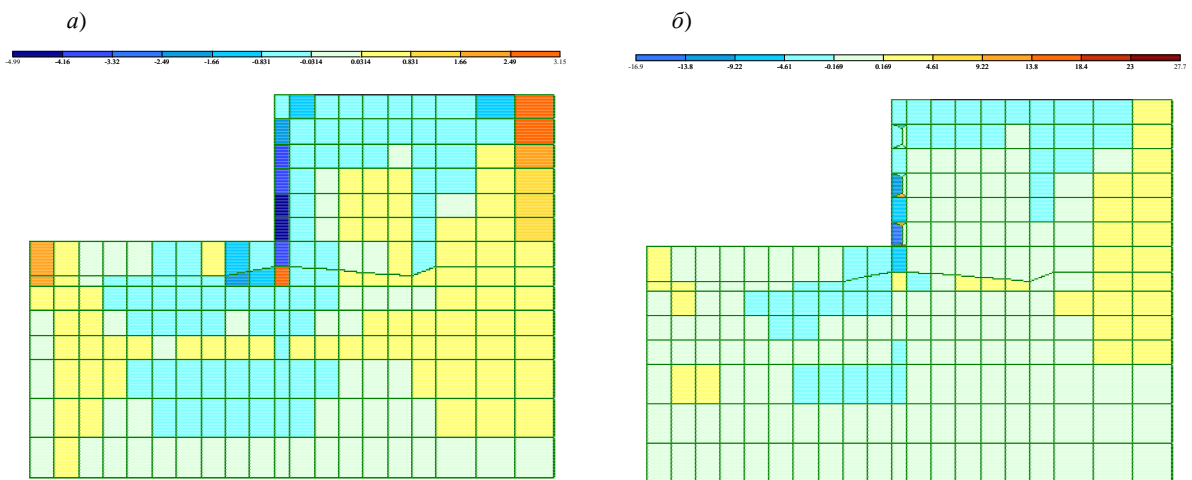


Рис. 5. Ізополя напружень N_y , кПа: *a* – звичайна кутникова підпірна стіна; *б* – підпірна стіна зі структурною поверхнею

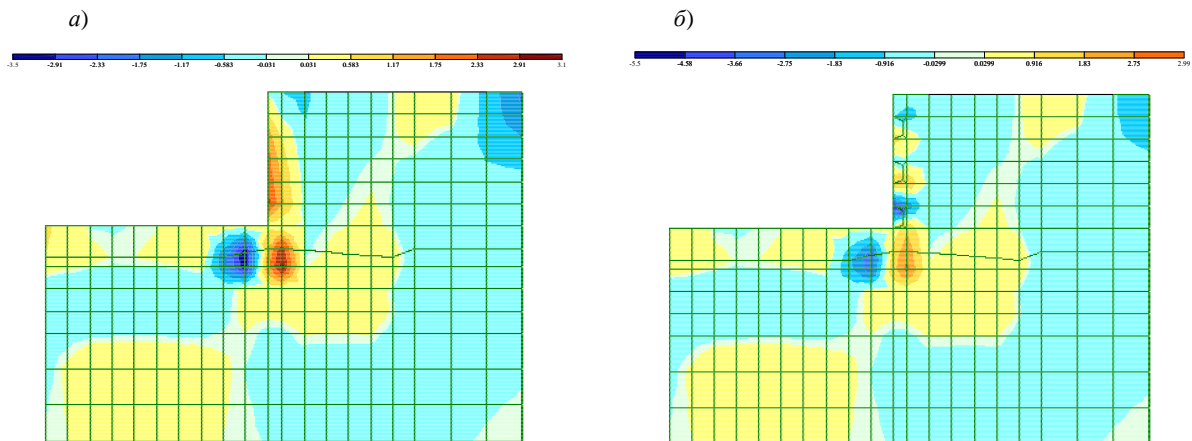


Рис. 6. Ізополя напружень T_{xz} , кПа: *a* – звичайна кутникова підпірна стіна; *б* – підпірна стіна зі структурною поверхнею

Зворотне засипання ґрунту і ґрунту основи були змодельовані за допомогою моделі Кулона - Мора, яка є пружно-пластичною моделлю, здатної враховувати розширення ґрунту. З урахуванням того, що підпірна стіна значно жорсткіша, ніж основа і ґрунт засипки, усі елементи підпірної стіни були прийняті як пружний матеріал.

Висновки та напрямок подальших досліджень. Результати розрахунків підтвердили експериментальні дослідження, проведені раніше. Математичне моделювання дозволило наочно продемонструвати зниження напруги на контактній поверхні. Поетапне заповнення пустот призводить до рівномірного розподілу деформацій, що в довгостроковій перспективі збільшує термін експлуатації споруди, забезпечуючи тим самим економічний ефект. Особливість конструктивного рішення ПССП, при взаємодії ґрунту зі структурною поверхнею підвищує несучу здатність основи за рахунок спільної роботи конструкції підпірної стіни і деформованої основи.

Внаслідок проведеної роботи було отримано наукові результати: виявлено та проаналізовано особливості НДС основи і споруди в умовах плоскої задачі системи «основа – підпірна стіна» за допомогою моделі в програмному комплексі LIRA 9.6; досліджено вплив використання структурної поверхні ПССП на НДС ґрунтової основи при їх контактній взаємодії; зафіксовано, що основні напруги по ряду перетинів в моделях ПССП менше напружень в моделях звичайної стіни на 15-18%.

Список літератури

1. Раюк В. Ф. Розрахунок тиску ґрунту на підпірні стіни / В. Ф. Раюк // Річковий транспорт. – К., 1965. – № 5. – С. 46-49.
2. Раюк В. Ф. Розрахунок бічного тиску ґрунту на вертикальну грань підпірної стінки з урахуванням її деформації і зміщення / В. Ф. Раюк // Гідротехнічне будівництво. – К., 1968. – № 2. – С.35-40.
3. Чернишова К. Й. Результати дослідження розподілу тиску ґрунту на гнучкі підпірні стіни / К. Й. Чернишова // Доповіді АН УРСР. – К.: Наукова думка. – 1964. – Вип. 12. – С. 1609-1613.
4. Лучковський І. Я. Взаємодія конструкцій з основою / І. Я. Лучковський // Бібліотека журналу ІТЕ. – Харків: ХДАГХ. – 2000. – Т. 3. – 264 с.
5. Сімвуді І. А. Розрахунок інженерних конструкцій на пружній основі // І. А. Сімвуді. – М.: Вища. шк., 1987. – 575 с.
6. Клейн Г. К. Розрахунок підпірних стін // Г. К. Клейн. – М.: Вища школа, 1964. – 196 с.
7. Яковлев П. І. Взаємодія споруд з ґрунтом // П. І. Яковлев, А. Г. Бібічков, Д. А. Бібічков. – М.: Нідра, 1997. – 464 с.
8. Гришин А. В. Нелінійні динамічні задачі розрахунку портових гідротехнічних споруд // А. В. Гришин, Е. Ю. Федорова. – Одеса: ОДМУ, 2002. – 126 с.
9. Гришин А. В. Нелінійна динаміка огорожувальних споруд // А. В. Гришин, Е. Ю. Федорова. – Одеса: ОНМУ, 2002. – 240 с.
10. Смирнов А. Ф. Будівельна механіка. Динаміка і стійкість споруд // А. Ф. Смирнов. – М.: Стройиздат, 1984, – 415 с.
11. Gubrynowicz A. Wychylenia z pionu obiektow budow - lanych na tle nachylen tereny powodowanych wplywami eksploacji gornicze / A. Gubrynowicz // Konferencja naukowo-techniczna "Probleamy budow - nictwa na terenach gorniczych" (m. Glivice, 19-20 pazdziernika. – Glivice, 1978 – P. 75-82.
12. Gucunski N. Seismic analysis of retaining walls, buried structures, embankments, and integral abutments / N. Gucunski, H. Najm, H. Nassif – Piscataway: Dept. of Civil & Environmental Engineering Center for Advanced Infrastructure & Transportation (CAIT) Rutgers, 2005 – 160 p.

13. **Timchenko R. O.** Experimental research of retaining walls with structural surface / **R. O. Timchenko, D. A. Krishko, V. O. Savenko** // Збірник наукових праць «галузевого машинобудування, будівництва», Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка – Полтава, 2017. – №2 (51). – С. 139-144.
14. Тімченко Р. О. Особливості виготовлення фізичних моделей конструкцій (підпирних стін та фундаментів-оболонок) Із ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ технологій / Р. О. Тімченко, Д. А. Кришко, В. О. Савенко, І.В. Хоруженко // Гірничий вісник. – Кривий Ріг: КНУ, 2018. – Вип. 103. – С. 65-69.
15. **Тімченко Р. О.** Using a linear regression model in the experimental planning for optimization of constructive solutions of the retaining wall of a special type / **Р. О. Тімченко, Д. А. Кришко, В. О. Савенко** // Містобудування та ТЕРИТОРІАЛЬНЕ планування – К.: КНУБА, 2017. – Вип. 63 – С. 410-415.
16. **Івлєв Д. Д.** Теорія зміцнюючого пластичного тіла // **Д. Д. Івлєв, Г. І. Биковцем.** – М.: Наука, 1971. – 231 с.
17. **ДСТУ-Н Б В.2.1-31: 2014.** Настанова з проектування підпирних стін – К.: Мінрегіон України, 2015. – 86 с.
18. **ДСТУ Б В.3.1-2.** Ремонт і підсилення несучих і огорожувальних будівельних конструкцій та основ будівель і споруд. – К.: ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 72 с.
19. **ДБН В.2.1-10: 2018.** Основи и фундаменти будівель та споруд. Основні положення. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 36 с.
20. **Пат. UA 100212 U** Україна, МПК E02D 29/02. Монолітна підпірна стінка кутикового типу. **Тімченко Р. О., Кришко Д. А., Савенко В. О., Настич О. Б.** (Україна). – UA 100212 U; Заявл. 26.02.2015; Опубл. 10.07.2015, Бюл. № 13. - 4 с.
21. ЛІРА-САПР 2011. Навчальний посібник / **Ю.В. Гензерській, Д.В. Медведенко, О.І. Палієнко, В.П. Титок.** – К.: Електронне видання, 2011. – 396 с.

Рукопис подано до редакції 26.09.2019

УДК: 669.1.785

Ю. С. РУДЬ, д-р техн. наук, проф., В. Ю. БЕЛОНОЖКО, ст. преподаватель
Криворожский национальный университет

ВЫБОР КОНСТРУКТИВНЫХ РАЗМЕРОВ КОЛОСНИКОВ АГЛОМЕРАЦИОННЫХ МАШИН ПО КРИТЕРИЮ МАЛОЦИКЛОВОЙ И ТЕРМИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ

Агломерация железорудного концентрата методом просасывания является исключительно эффективным процессом с точки зрения теплотехнических показателей: при содержании углерода в шихте всего 3-5% удается нагревать спекаемый материал до 1400-1450°C.

Целью работы является исследование влияния высоких температур на работоспособность колосников конвейерных агломерационных машин.

Научная новизна. За счет теплообмена колосников со слоем раскаленного агломерата и газом-теплоносителем осуществляется их нагрев. При этом наиболее интенсивному воздействию температурных нагрузок подвергается рабочая поверхность колосника, а решающую роль в обеспечении их стойкости приобретают проблемы химической коррозии поверхностных слоев и деформации рабочего тела колосников. При выборе конструктивных параметров колосников необходимо учитывать особенности механических характеристик материалов, из которых изготовлены колосники. Недостаточная надежность и малая долговечность колосников обусловлены условиями их работы, а также их конструктивными особенностями.

Практическое значение. При эксплуатации агломерационных машин колосники подвергаются интенсивным воздействиям переменных температурных полей и механических нагрузок. На рабочей ветви агломерационной машины температура колосников достигает 1400 - 1450°C, а на холостой ветви - снижается до сезонных летне-зимних температур. Воздействие негативных факторов эксплуатации на колосники приводит к их химической коррозии, деформации рабочего тела колосников и потери их работоспособности. Число циклов смены температур за срок службы машин относительно невелико и поэтому долговечность колосников лимитируется условиями малоциклового разрушения. Недостаточная надежность и долговечность колосников обусловлена условиями работы, а также их конструктивными особенностями.

Результаты. Предложено использовать критерием рациональности конструктивных размеров колосников агломерационных машин показатель малоциклового и термической прочности. С целью снижения простоев агломерационной машины в ремонте, связанных с заменой колосников, коэффициент кратности замены колосников должен быть целым числом. При изготовлении колосников с одного конструктивного материала, но с разной толщиной рабочей части, долговечность колосников с толщиной рабочей части должна быть меньше долговечности колосников.

Ключевые слова: агломерационная машина, колосник, температура, долговечность, малоцикловая и термическая прочность.

doi: 10.31721/2306-5435-2019-1-106-42-48