



DIGITAL TRANSFORMATION OF SOCIETY: THEORETICAL AND APPLIED APPROACHES

Katowice, 2021



DIGITAL TRANSFORMATION OF SOCIETY: THEORETICAL AND APPLIED APPROACHES

Edited by Magdalena Wierzbik-Strońska
and Oleksandr Nestorenko

Series of monographs
Faculty of Architecture,
Civil Engineering and Applied Arts
University of Technology, Katowice
Monograph 46

Publishing House of University of Technology, Katowice, 2021

Editorial board :

Olena Chukurna – DSc, Professor, Odessa State Polytechnic University (Ukraine)
Nazar Dobosh – PhD, Associate Professor, Lviv Polytechnic National University (Ukraine)
Marek Dziuk – University of Technology, Katowice
Nataliia Khlus – PhD, Oleksandr Dovzhenko Hlukhiv National Pedagogical University (Ukraine)
Paweł Mikos – University of Technology, Katowice
Oleksandr Nestorenko – PhD, the University of Economics in Bratislava (Slovakia)
Tetyana Nestorenko – Professor WST, PhD, Associate Professor, Berdyansk State Pedagogical
University (Ukraine)
Aleksander Ostenda – Professor WST, PhD, University of Technology, Katowice
Iryna Ostopolets – PhD, Associate Professor, Donbas State Pedagogical University (Ukraine)
Tomasz Trejderowski – PhD, University of Technology, Katowice
Leonid Tsubov – PhD, Associate Professor, Lviv Polytechnic National University (Ukraine)
Magdalena Wierzbik-Strońska – University of Technology, Katowice

Reviewers :

Valentyna Smachylo – DSc, Professor, O. M. Beketov National University of Urban Economy
in Kharkiv (Ukraine)
Sławomir Śliwa – PhD, the Academy of Management and Administration in Opole

Series of monographs Faculty of Architecture, Civil Engineering and
Applied Arts, University of Technology, Katowice

Monograph · 46

The authors bear full responsible for the text, data, quotations and illustrations

Copyright by University of Technology, Katowice, 2021

ISBN 978-83-960717-2-9

Editorial compilation

Publishing House of University of Technology, Katowice
43 Rolna str. 43 40-555 Katowice, Poland
tel. 32 202 50 34, fax: 32 252 28 75

TABLE OF CONTENTS:

Preface	6
Part 1. Innovative and Information Technologies in Education: Theoretical Aspects	7
1.1. Innovations in the interdisciplinary discourse of education	7
1.2. Information and communication technologies in the implementation of the system of control, assessment and monitoring of educational achievements of students	13
1.3. Peculiarities of teaching scientific and technical translation	23
1.4. A comparative research of personal traits of male and female cadets studying in the educational institution with specific conditions of study	29
1.5. Mental health and social intelligence of students with special educational needs of Ukrainian higher education institutions	35
1.6. Features of distance learning innovations in higher school pedagogy during a pandemic crisis	43
1.7. Realities of the intrapreneurship in the educational process	49
1.8. Non-traditional imaging activity as an innovative strategy for correcting the thinking of a senior preschool	54
1.9. Development of a tolerant attitude to inclusive education in modern Ukrainian society	61
1.10. Transition to information and communication technologies in education: problems and prospects	68
1.11. Research of psychological factors affecting the efficiency of distance education	75
1.12. General teaching methods as a didactic tool of intellectualization of education	82
1.13. To the problem of teaching social and humanitarian disciplines at the National University of Civil Defence of Ukraine: traditions and innovations	95
1.14. Information technologies in higher education (in a pandemic condition)	100
1.15. Information-educational environment as a means of learning	106
1.16. Actuality and problems of distance learning in higher educational institutions	113
1.17. Implementation of dual education elements in the educational process of higher education	120
Part 2. Innovative and Information Technologies in Education: Applied Aspects	125
2.1. Development of research competence of future Doctors of Philosophy in the process of teaching the discipline “Academic Writing”	125
2.2. Features teaching information security issues for students of computer specialties	131
2.3. International experience of professional training of specialists in physical therapy and ergotherapy in the context of the formation of inclusive educational space	138
2.4. Using the didactic possibilities of a foreign language to form the professional mobility of future specialists in economics	147
2.5. Methods of teaching medical disciplines using information technology	155
2.6. Pedagogical expenditure of using free software in the educational process of pre-service teachers of mathematics, physics and physics	162
2.7. Features of the use of information technologies in professional discipline distance teaching	171
2.8. Innovative approaches to teaching some specialized disciplines and conducting research in medical and social projects	179
2.9. Support measures for learners in higher education	186

2.10. Gamification as an innovative method of increasing the level of cognitive independence in students	192
2.11. Implementation of European approaches and new methods of training leader officers	198
2.12. Modern methods of clothing design-project in the conditions of the educational process	204
2.13. Improvement of the methods of development of the free-style wrestler's physical qualities at the stage of specialized basic training	210
2.14. The educational work with primary school children while teaching the basics of fire safety	215
2.15. Features of teaching ancient Ukrainian literature in higher education	220
2.16. Influence of exam stress on students educational motivation	226
2.17. Interactive technologies as the means of future teachers of history professional competences development	232
2.18. Professional motivation and career orientations of employees state service of supervised situations	240
2.19. Modern technologies of health care in the initial process of students	247
2.20. Structure and content of higher choreographic education in the European Union (experience of the Republic of Poland and the Federal Republic of Germany)	254

Part 3. Innovative and Information Technologies in Economics and Management 262

3.1. Introduction of innovative technologies into the work of the state migration service of Ukraine	262
3.2. Main aspects of investment and innovative development of oil refining enterprises and ways to increase their economic efficiency	267
3.3. Direction of formation of agroparks in Azerbaijan	274
3.4. Development of digitalization of accounting operations in the field of communications	278
3.5. Decision support under conditions of uncertainty of input information in emergency situations	285
3.6. Socio-economic aspects of staff's innovative development and training in service enterprises: world and domestic experience	292
3.7. Development of information technologies for budget planning	304
3.8. Innovative directions of increasing efficiency of marketing activities in Ukrainian farms	324
3.9. FinTech – synthesis of digital technologies and innovations in the banking sector	331
3.10. Attracting investment and innovation on a voluntary basis public-private partnership (on the example of Lviv region)	343
3.11. Strategic approaches to the formation of elements of innovative potential	353
3.12. The use of innovations and digital technologies in new approaches to human resource management	359
3.13. Methodological basis of corrections size determining on the spatial location characteristics at real estate objects valuation	370
3.14. The state of international competition in the field of prospective and innovative technologies and their influence on society development	406
3.15. Management of organizational change: the evolutionary development of theories, the essence of models and approaches	412
3.16. Methods and criteria for assessing the economic security of tourism enterprises	425

Part 4. Innovative and Information Technologies in the Life of Society	431
4.1. Use of spectrophotometric nitro blue tetrazolium test to assess the level of superoxide anion-radical generation in tissues	431
4.2. Innovative technologies of social work in the conditions of globalization	438
4.3. Innovative technologies in the prevention of emergencies due to the ingress of protective masks for medical and non-medical purpose into the environment	444
4.4. Degaussing device for flaw detection	453
4.5. Medical and biological characteristics of the genus plants astragalus l. as a health-containing component in the development conditions of modern inclusive education	462
4.6. Development of specific requirements for unloading vest with a set of bags and materials for their manufacture	468
4.7. Coping-behavior in extreme conditions and provision of psychological assistance to seafarers	477
4.8. Experimental studies of dynamic interactions in multi-cut fine boring	486
4.9. Adaptive changes in the organisms of young women under the influence of dance and strength fitness	499
4.10. Succession of Kyiv internal medicine school traditions	509
4.11. Current trends of inclusive practices in persons suffering with pain syndromes and under the action of high stress loads	524
4.12. Modern concepts of mechanisms of occurrence and development of pain syndromes of non-visceral origin in persons working in conditions of high psychophysical loads. Literature review	535
4.13. The influence of nutrition and exercise on human health	549
4.14. Use of metaphor in psychotherapeutic and psychocorrectional practice	553
4.15. Rapid development of technological innovations in health care in the developed world	559
4.16. Overcoming the signs of social exclusion in Ukraine in conditions of maintaining the balanced development of a state and its regions	566
4.17. Development of new means of fire extinguishing of combustible liquids with enhanced environmental characteristics	577
4.18. Social inclusion of the elderly in the conditions of Covid 19	586
4.19. Research of experience of introduction of innovative technologies of 3D-printing in construction	593
4.20. Animation as a technology of socio-cultural and socio-pedagogical activity	606
4.21. Computer simulation of the protective effect of ethyl silicate gel coating on textile materials in conditions of constant or dynamic heat	616
4.22. Slopes stability research of sanitary solid waste landfill	625
Annotation	631
About the authors	652

4.22. SLOPES STABILITY RESEARCH OF SANITARY SOLID WASTE LANDFILL

4.22. ДОСЛІДЖЕННЯ СТІЙКОСТІ СХИЛІВ САНІТАРНИХ ПОЛІГОНІВ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

Постановка проблеми. Поводження з твердими побутовими відходами (ТПВ) є однією з найгостріших природничих проблем суспільства, а також становить актуальну проблему забезпечення цивільної безпеки. На полігонах або звалищах, що є найбільш розповсюдженими способами поведження з відходами, відомі чисельні випадки небезпечних подій, надзвичайних ситуацій пов'язаних з пожежами, зсувами великих мас відходів (звалищних ґрунтів). Резонансні надзвичайні ситуації за останні роки виникали на об'єктах захоронення у м. Ялта (Автономна республіка Крим, 2021 р.), м. Богота (Колумбія, 2020 р.), м. Мапуту (Мозамбік, 2018 р.), м. Конакрі (Гвінейська Республіка, 2017 р.), м. Коломбо, (Шрі-Ланка, 2017 рік), м. Аддис-Абеба (Ефіопія, 2016 рік), с. Великі Грибовичі (Львівська область, Україна, 2016 рік), м. Гватемала (Республіка Гватемала, 2016 рік) та інші.

До основних наслідків небезпеки належать як забруднення компонентів довкілля, значна площа їх поширення, так й значна кількість загиблих, постраждалих, осіб з порушенням умов життєдіяльності. Основою процесу обмеження поширення наслідків НС є роботи, направлені на зміну фізичних властивостей звалищних ґрунтів¹²⁸⁷ з урахуванням забезпечення умов їх безпечного ведення^{1288, 1289}.

В рамках вирішення ряду природоохоронних проблем у світі спостерігається тенденція до реконструкції полігонів або будівництво нових санітарних об'єктів захоронення. Стандарти будівництва полігонів ТПВ, що визначені конкретними технологіями або описані необхідними для реалізації параметри, широко розповсюджені в розвинених державах світу: в державах Європейського союзу дотримуються вимог Директиви¹²⁹⁰, Сполучених штатах Америки – федеральних норм¹²⁹¹. Будівництво санітарних полігонів забезпечує безпечну утилізацію відходів, сприяють захисту здоров'я населення та навколишнього середовища – ґрунтів, ґрунтових та поверхневих вод, атмосферного повітря. Однак, питання щодо забезпечення цивільної безпеки залишаються актуальними.

Одним із природоохоронних елементів в будівництві полігонів є штучний або природний протифільтраційний екран, що облаштовується як в основі, так й при фінальному покритті об'єкта захоронення ТПВ. Екран виступає бар'єром для вхідних та вихідних потоків рідини, газів; впливає на динамічну поведінку схилів звалищних ґрунтів. Забезпечення безпечних умов експлуатації полігонів ТПВ – цілісності захисних шарів екрану внаслідок втрати стійкості звалищних ґрунтів на зсув, становить науково-практичний інтерес.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Стійкість схилів на зсув – це функція багатьох факторів, кожен з яких відокремлено або у комбінації може призвести до того, що механізм руйнування схилу досягне критичних умов.

Високий рівень вилуговування та надмірні атмосферні опади за статистикою та аналізом небезпек на полігонах ТПВ є домінуючими факторами нестабільності¹²⁹². Серія

¹²⁸⁷ Рашкевич Н. В. Розробка керуючого алгоритму методики попередження надзвичайних ситуацій на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням. *Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст»*. Серія: *Технічні науки та архітектура*, 2020, № 156. С. 188-194.

¹²⁸⁸ Rashkevich N., Goncharenko I., Anishenko L. et al. Biogas from the municipal solid waste polygon. *Scientific Journal «ScienceRise»*, 2018, № 9 (50), pp. 39-42.

¹²⁸⁹ Рашкевич Н. В. Черепньов І. А., Ковальов І. О. Спосіб виявлення пожеж на території полігону твердих побутових відходів. *Інженерія природокористування*, 2019, № 3 (13), С. 102-109.

¹²⁹⁰ Council Directive 1999/31/EC on the landfill of waste. Official Journal L 182, 16 July 1999, pp. 1-19.

¹²⁹¹ Title 40 of the Code of Federal Regulations (CFR) Part 258. https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr258_main_02.tpl.

¹²⁹² B. Zhu, L. Wang, Y. M. Chen Centrifugal model tests on static and seismic stability of landfills with high water level. *Proceedings of the 9th International Conference on Physical Modelling in Geotechnics. Physical Modelling in Geotechnics. United Kingdom*, 2018, 2.

модельних випробувань центрифуг¹²⁹³, продемонструвала розвиток процесів відмов стійкості масиву відходів в умовах підвищеного рівня вологи. Стійкість схилів зменшується з роками захоронення ТПВ¹²⁹⁴ та внаслідок пожеж¹²⁹⁵. Щоб гарантувати безпечну експлуатацію та продовжити термін служби об'єктів захоронення, дуже важливо ущільнювати відходи шар за шаром¹²⁹⁶.

Тема міцності протифільтраційних екранів є одним із проблемних питань при проектуванні покриття санітарних полігонів. В матеріалах¹²⁹⁷ представлені моделі розрахунків міцності геосинтетичного покриття.

Авторами¹²⁹⁸ розроблена лабораторна установка дослідження впливу фізичних властивостей звалищних ґрунтів на стійкість схилів, що дає можливість дослідити умови порушення міцність геосинтетичного протифільтраційного поверхневого екрана. У якості основних вимог до установки визначена можливість проведення серії експериментів, що базуються на використанні експериментальних зсувних блоків різної вологості, щільності, температури та кута нахилу основи поверхні ковзання, а також визначення кута внутрішнього тертя, питомого зчеплення.

Метою роботи є розробка та обґрунтування пропозицій щодо забезпечення міцності геосинтетичного протифільтраційного поверхневого екрану на санітарному полігоні твердих побутових відходів.

Основна частина. Звалищні ґрунти є трикомпонентною системою, тобто складаються з твердих частинок та пор, які заповнені водою і газами. Вологість техногенного тіла об'єкта захоронення на початковому етапі формування схилів залежить від співвідношення окремих компонентів відходів. Вміст вологи є непрямим показником морфологічного складу відходів. В Таблиці 1 наведена вологість окремих компонентів ТПВ.

Таблиця 1. Значення вологості окремих компонентів ТПВ.

Найменування компоненту ТПВ	Вологість [%]
Харчові відходи	72
Рослинні відходи	60
Папір	25
Деревина	20
Текстиль	20
Відсів	20
Зола, шлак	10
Пластмаса	8
Шкіра, гума	5
Метали	3
Скло	2

ТПВ містять в собі первинну надлишкову вологість, яка знаходиться у зв'язаному та вільному стані. Зв'язана або гігроскопічна рідина знаходиться в клітинних стінках фракцій

¹²⁹³ J. D. Bray, D. Zekkos, E. J. Kavazanjian et al. Shear strength of municipal solid waste. *ASCE J Geotechnical Geoenvironmental Eng*, 2009, 135 (6), pp. 709-722.

¹²⁹⁴ T. L. T. Zhan, Y. M. Chen, W. A. Ling Shear strength characterization of municipal solid waste at the Suzhou landfill, China. *Engineering Geology*. 97. 3-4 (2008). 97-111.

¹²⁹⁵ F. Koelsch, K. Fricke, C. Mahler, E. Damanhuri Stability of landfills–The Bandung dumpsite desaster. CISA (Hrsg.): *Proceedings of the 10th International Landfill Symposium*, Cagliari (Italy), 2005.

¹²⁹⁶ K. Wang, J. P. Yang, X. Y. Peng Research of Stratified Compaction Process of Municipal Solid Waste. *Advanced Materials Research*, 2012, 599, pp. 640-646.

¹²⁹⁷ K. Mat, X. Grid, Q. Drain, Barrier BENTO, Tefond HP протифільтраційна заштита, дренаж, укрєплення склонов. *ТеМаТехнологии & Материали*, 32 с. <https://tegola.ua/wp-content/uploads/2015/11/Poligonyi-TBO.pdf>

¹²⁹⁸ Дівізінюк М., Мірненко В., Рашкевич Н., Шевченко О. Розробка лабораторно-експериментальної установки для перевірки достовірності математичної моделі та розробленої на її основі методики попередження надзвичайних ситуацій на полігонах твердих побутових відходів з технологічним ліквідаційним енергоємним устаткуванням. *Social Development and Security*, 2020, Vol. 10, № 5, С. 15-27.

ТПВ та утримується міцно. Вільна або капілярна рідина – в порожнинах клітин й міжклітинних просторах, тому видаляється порівняно легко.

Під час експлуатації полігону ТПВ в масиві тіла відходів розвивається питома поверхня техногенних ґрунтів з переважанням капілярно-поверхневої та поверхневої форми вологи. Для капілярної форми вологи залежність тиску від температури визначається рівнянням:

$$\frac{\partial P_v}{\partial T} = \frac{P}{\sigma} \cdot \frac{d\sigma}{dT}, \quad (1)$$

де P_v – тиск ґрунтової вологи [Н/м²]; σ – поверхневий натяг води [Н/м].

Вологість масиву відходів w [%] визначається:

$$w = \frac{G - G_{m\epsilon}}{G_{m\epsilon}} \cdot 100\% = \frac{G_w}{G_{m\epsilon}} \cdot 100\%, \quad (2)$$

де G – загальна маса звалищного ґрунту [т]; $G_{m\epsilon}$ – маса сухого звалищного ґрунту [т]; G_w – маса води [т].

Коефіцієнт водонасичення характеризує ступінь заповнення пор водою:

$$S_r = \frac{w \cdot \rho_{m\epsilon}}{e \cdot \rho_w}, \quad (3)$$

де w – природна вологість [%]; e – коефіцієнт пористості; $\rho_{m\epsilon}$ – щільність часток звалищного ґрунту [т/м³]; ρ_w – щільність води [т/м³].

Виходячи з рівняння водного балансу полігону ТПВ, кількість рідини в масиві відходів Q^P визначається вхідними $Q_{вх}^P$ та вихідними потоками рідини $Q_{вих}^P$:

$$Q^P = Q_{вх}^P - Q_{вих}^P. \quad (4)$$

До складу вхідних потоків рідини $Q_{вх}^P$ відносяться: АО – атмосферні опади, ВВ – волога ТПВ; ПС – поверхневий стік води з прилеглих нагорних територій; Р – подача на поверхню відходів фільтрату для зволоження, рециркуляція фільтрату; З – технологічна подача води в пожежонебезпечний період; Інтр – інтрузія, надходження в масив відходів води з підземних горизонтів

$$Q_{вх}^P = (Q_{АО} + Q_{ВВ} + Q_{ПС} + Q_{Р} + Q_{З} + Q_{Интр}). \quad (5)$$

До складу вихідних потоків рідини $Q_{вих}^P$ відносяться: ПС – поверхневий стік з полігону; БГ – втрати вологи з біогазом; БД – споживання води при біохімічному розкладанні; ВипВ – випаровування вологи з поверхні та транспірація рослинами; ВБВ – вбирання вологи відходами; ДР – відведення фільтрату дренажною системою; ПР – просочування в підземні горизонти; ПВ – зміна вологозапасу остаточного покриття

$$Q_{вих}^P = (Q_{ПС} + Q_{БГ} + Q_{БД} + Q_{ВипВ} + Q_{ВБВ} + Q_{ДР} + Q_{ПР} + Q_{ПВ}). \quad (6)$$

На водопоглинення та водовіддачу звалищних ґрунтів впливає морфологічний склад, щільність захоронення відходів, присутність кисню, температура в масиві. Якщо $Q_{вх}^P \gg Q_{вих}^P$, що характерно за умов великої кількості атмосферних опадів (рециркуляції фільтрату), при відмові поверхневого стоку з полігону, відведення фільтрату дренажною системою, відбувається надмірне накопичення рідини, збільшення порового тиску та питомої ваги звалищних ґрунтів – відповідні напруження спричиняють появу надлишкового тиску, збільшуються ймовірність зсувів.

Стійкість схилів на зсув визначається силами внутрішнього тертя та зчепленням. Розрахунок стійкості схилів базується на основі теорії міцності Мора-Кулона:

$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg} \varphi + C, \quad (7)$$

де τ – величина дотичних напружень [кПа]; σ – величина нормальних напружень [кПа];

φ – кут внутрішнього тертя звалищних ґрунтів [град]; C – величина зчеплення ґрунтів [кПа].

Вплив порового тиску u [кПа] на опір зсуву описується рівнянням:

$$\tau = (\sigma - u) \cdot \operatorname{tg} \varphi + C, \quad (8)$$

Захисний екран характеризується номінальною (9) та допустимою (10) водопропускною спроможністю.

$$q_{il} = q \cdot \frac{\sqrt{i_1}}{i}, \quad (9)$$

де q_{il} – номінальна (питома) водопропускна спроможність, відносно до умов розміщення [л/с·м]; q – питома спроможність, яка вказана в технічній інструкції [л/с·м]; i_1 – гідравлічний градієнт, відносно до умов розміщення; i – гідравлічний градієнт, який вказаний в технічній інструкції.

$$q_{дон} = \frac{q_{100}}{(RF_{зс} \cdot RF_{біо.яв} \cdot RF_{хім.яв})}, \quad (10)$$

де $q_{дон}$ – допустима водопропускна спроможність [л/с·м]; q_{100} – водопропускна спроможність, яка розрахована виходячи з результатів гідравлічних тестів мінімальною тривалістю 100 годин [л/с·м]; $RF_{зс}$ – фактор, що знижує зсув внутрішньої структури [ad]; $RF_{біо.яв}$ – фактор, що знижує біологічне забруднення [ad] ($RF_{біо.яв} = 1,2-3,2$); $RF_{хім.яв}$ – фактор, що знижує хімічне забруднення [ad] ($RF_{хім.яв} = 1,0-1,2$).

У ході досліджень на розробленій лабораторній установці (Рис. 1) отримані дані вологості, температури та щільності за фактом зсуву експериментальних блоків з урахуванням поступового наростання вологості (Табл. 2). В розробленій лабораторній установці передбачена зміна вологості зсувних експериментальних блоків за допомогою обприскувача пневматичного.

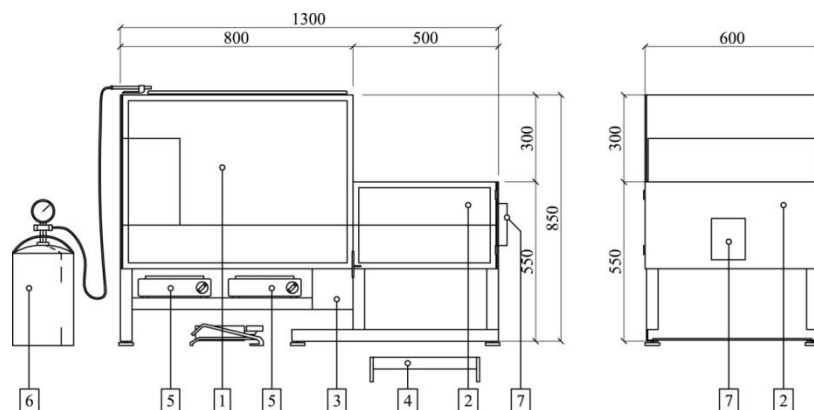


Рис. 1. Лабораторна установка дослідження впливу фізичних властивостей звалищних ґрунтів на стійкість схилів: прямокутний експериментальний бокс з поворотною (1) та зафіксованою (2) частинами, поворотний (3) та стопорний механізми (4), настільні плити підігріву (5), обприскувач (6), система дотичного навантаження (7).

Аналіз отриманих результатів показав взаємовплив фізичних властивостей звалищних ґрунтів та їх вплив на механічні властивості – стійкість схилів на зсув. У разі низької вологості масив знаходиться у твердому стані, зі збільшенням переходить в пластичний стан (зміна форми не викликає порушення цілісності), при подальшому збільшенні – в текучий стан. З ростом вологості кут внутрішнього тертя та зчеплення знижуються внаслідок ослаблення структурних зв'язків та впливу рідини на контакт частинок. Додаткова волога знижує температуру.

Таблиця 2. Результати визначення вологості, температури та щільності за фактом зсуву експериментальних блоків з урахуванням поступового наростання вологості

№ дослідження	Початковий стан			Кінцевий стан за фактом зсуву					
	$\rho_{поч}$ [кг/м ³]	$T_{поч}$ [°C]	α [град]	Середнє арифметичне значення за результатами 3-х випробувань					
				w [%]		T [°C]		ρ [кг/м ³]	
				$T_{рідини}=25$ °C	$T_{рідини}=T_{прогр.}$ °C	$T_{рідини}=25$ °C	$T_{рідини}=T_{прогр.}$ °C	$T_{рідини}=25$ °C	$T_{рідини}=T_{прогр.}$ °C
1	950	25	30	72,3		25		740	
2	950	25	45	64,9		25		790	
3	950	25	60	59,9		25		800	
4	950	35	30	66,2	63,9	33	35	760	775
5	950	35	45	58,4	55,9	32	35	900	910
6	950	35	60	42,3	42,0	33	35	930	935
7	950	45	30	52,5	51,0	37	44	880	890
8	950	45	45	46,8	44,2	36	44	900	920
9	950	45	60	43,2	41,9	37	44	910	920

До робіт, що спрямовані на безпечну експлуатацію санітарного полігону, забезпечення міцності геосинтетичного протифільтраційного поверхневого екрану відносяться:

- контроль морфологічного складу відходів, що поступають;
- контроль обсягів приймання та накопичення відходів;
- дотримання операцій по заповненню полігону;

- дотримання технології складування відходів, обмеження інтрузії повітря за рахунок належного ущільнення, своєчасного проміжного або фінального покриття;
- контроль геометричної форми ділянки та допустимої висоти складування відходів (проекування більш пологих об'єктів, облаштування схилів з більшою кількістю бERM);
- укріплення схилів – влаштування протизсувних, утримуючих конструкцій (палів, підпірних стін, анкерних конструкцій тощо);
- контроль загорянь – спостереження за візуальними змінами стану масиву відходів, контроль температури, концентрації окису вуглецю в біогазі.

Висновки. У ході наукової роботи проведена серія лабораторних досліджень впливу вологості звалищних ґрунтів на стійкість схилів. Аналіз результатів показав взаємовплив фізичних властивостей звалищних ґрунтів та їх вплив на механічні властивості, а саме стійкість схилів на зсув.

За результатами виконаних досліджень розроблені пропозиції щодо забезпечення міцності геосинтетичного протифільтраційного поверхневого екрану, які включають в себе роботи з контролю морфологічного складу відходів, обсягів приймання та накопичення, дотримання операцій по заповненню, технології складування, контролю геометричної форми ділянки та допустимої висоти складування, укріплення схилів, контролю загорянь.

Література

1. Рашкевич Н. В. Розробка керуючого алгоритму методики попередження надзвичайних ситуацій на полігоні твердих побутових відходів з ліквідаційним енергоємним технологічним устаткуванням. *Науково-технічний збірник «Комунальне господарство міст». Серія: Технічні науки та архітектура*, 2020, № 156, С. 188-194.
2. Rashkevich N., Goncharenko I., Anishenko L. et al. Biogas from the municipal solid waste polygon. *Scientific Journal «ScienceRise»*, 2018, № 9 (50), pp. 39-42.
3. Рашкевич Н. В. Черепньов І. А., Ковальов І. О. Спосіб виявлення пожеж на території полігону твердих побутових відходів. *Інженерія природокористування*, 2019, № 3 (13), С. 102-109.
4. Council Directive 1999/31/EC on the landfill of waste. Official Journal L 182, 16 July 1999, pp. 1-19.
5. Title 40 of the Code of Federal Regulations (CFR) Part 258. https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?tpl=/ecfrbrowse/Title40/40cfr258_main_02.tpl.
6. B. Zhu, L. Wang, Y. M. Chen Centrifugal model tests on static and seismic stability of landfills with high water level. Proceedings of the 9th International Conference on Physical Modelling in Geotechnics. Physical Modelling in Geotechnics. United Kingdom, 2018, 2.
7. J. D. Bray, D. Zekkos, E. J. Kavazanjian et al. Shear strength of municipal solid waste. *ASCE J Geotechnical Geoenvironmental Eng*, 2009, 135(6), pp. 709-722.
8. T. L. T. Zhan, Y. M. Chen, W. A. Ling Shear strength characterization of municipal solid waste at the Suzhou landfill, China. *Engineering Geology*. 97. 3-4 (2008). 97-111.
9. F. Koelsch, K. Fricke, C. Mahler, E. Damanhuri Stability of landfills – The Bandung dumpsite disaster. CISA (Hrsg.): Proceedings of the 10th International Landfill Symposium, Cagliari (Italy), 2005.
10. K. Wang, J. P. Yang, X. Y. Peng Research of Stratified Compaction Process of Municipal Solid Waste. *Advanced Materials Research*, 2012, 599, pp. 640-646.
11. K. Mat, X. Grid, Q. Drain, Barrier BENTO, Tefond HP протифільтраційна заштита, дренаж, укріплення склонов. *ТеМаТехнології & Матеріали*, 32 с. <https://tegola.ua/wp-content/uploads/2015/11/Poligonyi-TBO.pdf>.
12. Дівізінюк М., Мірненко В., Рашкевич Н., Шевченко О. Розробка лабораторно-експериментальної установки для перевірки достовірності математичної моделі та розробленої на її основі методики попередження надзвичайних ситуацій на полігонах твердих побутових відходів з технологічним ліквідаційним енергоємним устаткуванням. *Social Development and Security*, 2020, Vol. 10, № 5, С. 15-27.

4.17. Oleksandr Kirieiev – Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Viktorija Makarenko – Adjunct, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Maryna Chyrkina – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

4.18. Inna Kovalchuk – PhD of Pedagogical Sciences, Associate Professor, Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi, Ukraine

4.19. Mariia Leonenko – Student, Odesa State Academy of Civil Engineering and Architecture, Odesa, Ukraine

4.20. Tetiana Lesina – Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Izmail State University of Humanities, Izmail, Ukraine

Brahmi Mehdi Djamel – PhD Student, Izmail State University of Humanities, Izmail, Ukraine

Huang Ruiping – PhD Student, Izmail State University of Humanities, Izmail, Ukraine

4.21. Olena Tarakhno – Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Andriy Sharshanov – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Olga Skorodumova – Doctor of Technical Sciences, Professor, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

4.22. Yuriy Yatchenko – Student, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Nina Rashkevich – PhD, Lecturer, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine

Dmytro Krushelnitsky – Student, National University of Civil Defence of Ukraine, Kharkiv, Ukraine