



Міністерство освіти і науки України
Міністерство освіти Азербайджанської Республіки



Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка
Азербайджанський архітектурно-будівельний університет

ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ

II Міжнародної українсько-азербайджанської конференції



**BUILDING
INNOVATIONS**

23 – 24.05.2019

Полтава
Україна

Міністерство освіти Азербайджанської Республіки
Міністерство освіти і науки України

Азербайджанський архітектурно-будівельний університет
Полтавський національний технічний університет
імені Юрія Кондратюка

BUILDING INNOVATIONS – 2019

Збірник наукових праць
за матеріалами

II Міжнародної
українсько-азербайджанської
конференції

23 – 24 травня 2019 року

Полтава 2019

Міжнародний науковий комітет:

Мамедова Г.Х. – д.арх., професор, ректор Азербайджанського архітектурно-будівельного, Азербайджан;

Онищенко В.О. – д.е.н., професор, ректор Полтавського національного технічного університету імені Юрія Кондратюка, Україна;

Абдуллаєва Н.Д. – д.арх., Професор, заслужений архітектор, проректор з міжнародних відносин АЗАБУ, Азербайджан;

Агаєва К.А. – к.е.н., доцент кафедри економіки сфери послуг та менеджменту АЗАБУ, Азербайджан;

Азізов Т.Н. – д.т.н., професор, завідувач кафедри техніко-технологічних дисциплін і охорони праці Уманського державного педагогічного університету імені Павла Тичини, Україна;

Алієв Р.Д. – к.т.н., доцент кафедри будівельних конструкцій АЗАБУ, Азербайджан;

Алієв Ф.Г. – д.т.н., професор, завідувач кафедри екологічної інженерії АЗАБУ, Азербайджан;

Амрахов А.Т. – к.т.н., доцент, заступник директора Науково-дослідного і проектно-конструкторського інституту Будівельних Матеріалів ім. С.А. Дадашова Державного Агентства з Нагляду Безпеки в Будівництві при Міністерстві Надзвичайних Ситуацій Азербайджанської Республіки, Азербайджан;

Байрамов Р.К. – к.т.н., доцент кафедри технологій, організації та управління будівельного виробництва АЗАБУ, Азербайджан;

Бархалов Р.Р. – к.т.н., доцент кафедри технологічних машин і устаткування АЗАБУ, Азербайджан;

Болтрік Михайл – д.т.н., професор, декан факультету цивільної та екологічної інженерії Білостоцького технологічного університету, Польща;

Бондар В.А. – д.т.н., професор, завідувач кафедри технології будівельних конструкцій, виробів і матеріалів ПолтНТУ, Україна;

Варналіш З.С. – д.е.н., професор, професор кафедри фінансів Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Україна;

Варчаба В.І. – д.е.н., професор, завідувач кафедри фінансів та банківської справи ДВНЗ «Ужгородський національний університет», Україна;

Ватуля Г.Л. – д.т.н., доцент, проректор з наукової роботи Українського державного університету залізничного транспорту, Україна;

Винников Ю.І. – д.т.н., професор, в.о. директора директора навчально-наукового інституту нафти і газу ПолтНТУ, Україна;

Гаджієв М.А. – д.т.н., професор, завідувач кафедри будівельних конструкцій АЗАБУ, Азербайджан;

Галінська Т.А. – к.т.н., доцент, доцент кафедри архітектури та міського будівництва, вчений секретар Вченої ради ПолтНТУ, Україна;

Гасимзаде Е.А. – професор, завідувач кафедри архітектурного проектування і містобудування АЗАБУ, Азербайджан;

Гасимов А.Ф. – к.т.н., доцент, проректор з навчальної роботи Азербайджанського архітектурно-будівельного університету, Азербайджан;

Гасій Г.М. – к.т.н., доцент, докторант кафедри конструкцій з металу, дерева і пластмас ПолтНТУ, Україна;

Гришко В.В. – д.е.н., професор, директор навчально-наукового інституту фінансів, економіки та менеджменту ПолтНТУ, Україна;

Гулієв Р.Г. – к.е.н., доцент кафедри технологій, організації та управління будівельного виробництва АЗАБУ, Азербайджан;

Гусейнова Г.Г. – к.т.н., доцент кафедри будівництва інженерних систем і споруд АЗАБУ, Азербайджан;

Єрмоленко Д.А. – д.т.н., доцент, професор кафедри автомобільних доріг, геодезії землеустрою та сільських будівель ПолтНТУ, Україна;

Зейналов Л.М. – к.т.н., доцент кафедри будівельних конструкцій АЗАБУ, начальник відділу «Конструкції» Головного Управління Позавідомчої Державної Експертизи Державного Агентства з Нагляду Безпеки в Будівництві при Міністерстві Надзвичайних Ситуацій Азербайджанської Республіки, Азербайджан;

Качинський Роман – д.т.н., професор, проректор з розвитку Білостоцького технологічного університету, Польща;

Кенгерлі А.Д. – к.т.н., доцент кафедри будівництва інженерних систем і споруд АЗАБУ, Азербайджан;

Козаченко Г.В. – д.е.н., професор, професор кафедри фінансів і банківської справи ПолтНТУ, Україна;

Коробко Б.О. – д.т.н., доцент, проректор з науково-педагогічної та навчальної роботи ПолтНТУ, Україна;

Мамедов Н.Я. – к.т.н., доцент, завідувач кафедри будівництва інженерних систем і споруд АЗАБУ, Азербайджан;

Мамедова А.М. – к.е.н., доцент кафедри економічної теорії та маркетингу АЗАБУ, Азербайджан;

Мамедова З.Г. – к.арх., Професор, заслужений архітектор, декан архітектурного факультету АЗАБУ, Азербайджан;

Мусаєв З.С. – к.т.н. доцент, декан факультету водного господарства та систем інженерної комунікації АЗАБУ, Азербайджан;

Мухамад Аріф Камал – д-р, доцент кафедри архітектури, Муніципальний університет Алігарх, Індія;

Назаренко І.І. – д.т.н., професор, президент Академії будівництва України, Україна;

Нестеренко Н.П. – д.т.н., професор, в.о. завідувача кафедри будівельних машин і обладнання ПолтНТУ, Україна;

Ніколаско В.А. – д.арх., професор, завідувач кафедри архітектури будівель і містобудування ПолтНТУ, Україна;

Новохатний В.Г. – д.т.н., професор, завідувач кафедри прикладної екології та природокористування ПолтНТУ, Україна;

Онищенко С.В. – д.е.н., доцент, професор кафедри фінансів і банківської справи ПолтНТУ, Україна;

Павліков А.М. – д.т.н., професор, завідувач кафедри залізобетонних і кам'яних конструкцій та опору матеріалів ПолтНТУ, Україна;

Пічугін С.Ф. – д.т.н., професор, завідувач кафедри конструкцій з металу, дерева і пластмас ПолтНТУ, Україна;

Птащенко Л.А. – д.е.н., професор, завідувач кафедри фінансів та банківської справи ПолтНТУ, Україна;

Семко О.В. – д.т.н., професор, в.о. директора навчально-наукового інституту архітектури та будівництва ПолтНТУ, Україна;

Сівчицька С.П. – к.е.н., доцент, проректор з наукової та міжнародної роботи ПолтНТУ, Україна;

Срібнок С.М. – к.т.н., професор, завідувач кафедри гідравліки, водопостачання і водовідведення ПолтНТУ, Україна;

Стороженко Л.І. – д.т.н., професор, професор кафедри конструкцій з металу, дерева і пластмас ПолтНТУ, Україна;

Фарзалієв С.Ф. – к.т.н., доцент, завідувач кафедри технології, організації та управління будівельного виробництва АЗАБУ, Азербайджан;

Халілов Г.А. – к.т.н., доцент кафедри будівельних конструкцій АЗАБУ, Азербайджан;

Хоменко І.В. – к.т.н., доцент в.о. директора навчально-наукового інституту інформаційних технологій та механотроніки ПолтНТУ, Україна;

Хунджет Аніца – д.т.н., професор, проректор Університету Північ, Хорватія;

Чевганова В.Я. – к.е.н., професор, завідувач кафедри економіки підприємства та управління персоналом ПолтНТУ, Україна;

Черниш І.В. – д.е.н., доцент, завідувач кафедри туризму і адміністрування ПолтНТУ, Україна;

Шарій Г.І. – д.е.н., доцент, професор кафедри автомобільних доріг, геодезії землеустрою та сільських будівель ПолтНТУ, Україна;

Шаріфов А.Р. – д.т.н., професор, проректор по науково-технічним справам Азербайджанського архітектурно-будівельного університету, Азербайджан;

Шкурупій А.А. – к.т.н., професор, завідувач кафедри будівельної та теоретичної механіки ПолтНТУ, Україна;

Юрків Н.Я. – д.е.н., професор, головний науковий співробітник відділу економічної безпеки Національного інституту стратегічних досліджень при Президентові України, Україна.

Збірник наукових праць II Міжнародної українсько-азербайджанської конференції «BUILDING INNOVATIONS – 2019», 23 – 24 травня 2019 року – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – 634 с.

II Міжнародна українсько-азербайджанська конференція «BUILDING INNOVATIONS – 2019» проводилася в рамках виконання договору про співробітництво між Азербайджанським архітектурно-будівельним університетом та Полтавським національним технічним університетом імені Юрія Кондратюка. До збірника увійшли матеріали, які відображають результати досліджень з актуальних проблем розвитку будівельних конструкцій, технологій й техніка, планування міст, будівель та інженерних мереж, а також організації управління та економіки будівництва; презентації результатів наукових досліджень учених і визначення перспектив розвитку, підготовки фахівців і наукових кадрів.

Для наукових, науково-педагогічних та інженерно-технічних працівників, аспірантів, магістрантів і студентів.

УДК 378.1: 001.89(06)

Матеріали друкуються мовами оригіналів.

За виклад, зміст і достовірність матеріалів відповідають автори.

© Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Азербайджанський архітектурно-будівельний університет

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirliyi
Ukrayna Təhsil və Elm Nazirliyi

Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti
Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universiteti

BUILDING INNOVATIONS – 2019

II Beynəlxalq Ukrayna-Azərbaycan
Konfransının

elmi materiallar toplusu

23 – 24 may, 2019

Poltava 2019

Beynəlxalq elmi komitə:

Məmmədova G.H. – memarlıq doktoru, professor, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin rektoru, Azərbaycan;
Onişenko V.A. – i.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava milli texniki Universitetinin rektoru, Ukrayna;
Abdullayeva N.C. – m.d., professor, əməkdar memar, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin beynəlxalq əlaqələr üzrə prorektoru, Azərbaycan;
Ağayeva K.A. – i.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Xidmət sahələri və menecmentin iqtisadiyyatı kafedrası, Azərbaycan;
Anika Hunjet – t.e.d., professor, Şimal Universitetinin prorektoru, Xorvatiya;
Barxalov R.R. – t.e.n., Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Texnoloji maşın və avadanlıqlar kafedrasının dosenti, Azərbaycan;
Bayramov R.K. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat materiallarının texnologiyası, təşkili və idarə olunması kafedrası, Azərbaycan;
Bondar V.A. – i.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Tikinti konstruksiyaları və materialların texnologiyası kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Çernuş İ.V. – i.e.d., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Turizm və administrasiya kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Çevqanova V.Y. – i.e.n., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Biznes iqtisadiyyatı və heyətin idarə olunması kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Əliyev F.Q. – t.e.n., professor, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Ekologiya mühəndisliyi kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Əliyev R.D. – t.e.n., Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat konstruksiyalar kafedrasının dosenti, Azərbaycan;
Əmrahov A.T. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyi tərkibində Tikintidə təhlükəsizliyə nəzarət Dövlət Agentliyinin S.A. Dadaşova adına Tikinti materiallarının Elmi-Tədqiqat və Layihə-konstruksiya İnstitutunun direktor müavini, Azərbaycan;
Əzizov T.N. – t.e.d., Pavel Tiçin adına Üman dövlət pədoqoji Universitetinin Texnoloji intizam və əməyin mühafizəsi kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Fərəziyev S.F. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat istehsalının texnologiyası, təşkili və idarə olunması kafedrasının müdiri, Azərbaycan;
Hacıyev M.A. – t.e.d., professor, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat konstruksiyalar kafedrasının müdiri, Azərbaycan;
Hüseynova Q.Q. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Mühəndis sistemləri və qurğularının tikintisi kafedrası, dosenti, Azərbaycan;
Xəlilov Q.A. – t.e.n., Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat konstruksiyalar kafedrasının dosenti, Azərbaycan;
Xomenko İ.V. – t.e.n., dosent, Poltava MTU İnformasiya texnologiyaları və mexatronika tədris-elmi institutunun direktoru s.i.e., Ukrayna;
Kəngərli A.D. – t.e.n., dosenti, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Mühəndis sistemləri və tikintisi kafedrası, Azərbaycan;
Korobko B.O. – t.e.d., dosent, Poltava MTU-nun Elmi-pedaqoji və tədris işləri üzrə prorektoru, Ukrayna;
Kozachenko A.V. – i.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Maliyyə və bank işi kafedrası, Ukrayna;
Qalinskaya T.A. – t.e.n., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Memarlıq və şəhərsalma kafedrasının dosenti, elmi katib, Ukrayna;
Qasımov A.F. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin tədris işləri üzrə prorektoru, Azərbaycan;
Qasımozadə E.A. – m.n., professor, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Memarlıq layihələri və şəhərsalma kafedrasının müdiri, Azərbaycan;
Qasıy Q.N. – t.e.n., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Metal, taxta və plastmas konstruksiyalar kafedrasının doktorantı, Ukrayna;
Qrişko V.V. – i.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Maliyyə, iqtisadiyyat və menecment üzrə tədris-elmi institutunun direktoru, Ukrayna;
Quliyev R.Q. – i.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin inşaat materiallarının texnologiyası, təşkili və idarə olunması kafedrası, Azərbaycan;

Məmmədov N.Y. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Mühəndis sistemləri və qurğularının tikintisi kafedrasının müdiri, Azərbaycan;
Məmmədova A.M. – i.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İqtisadi nəzəriyyə və marketing kafedrası, Azərbaycan;
Məmmədova Z.Q. – m.n., professor, əməkdar memar, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Memarlıq fakültəsinin dekani, Azərbaycan;
Michal Boltryk – t.e.d., professor, elBostok Texnoloji Universitetinin Vətəndaş və ekologiya mühəndisliyi fakültəsinin dekani, Polşa;
Muhamməd Arif Kamal – doktor, Aliqarx Munitsipal Universitetinin Memarlıq kafedrasının dosenti, Hindistan;
Musayev Z.S. – t.e.n., dosent, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin Su təsərrüfatı və mühəndis kommunikasiya sistemləri fakültəsinin dekani, Azərbaycan;
Nazarenko İ.İ. – t.e.d., Ukrayna İnşaat Akademiyasının prezidenti, Ukrayna;
Necterenko N.P. – t.e.d., professor, Poltava MTU-nun İnşaat maşınları və avadanlıqları kafedrasının müdiri s.i.e., Ukrayna;
Nikolayenko V.A. – memarlıq d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Binaların memarlığı və şəhərsalma kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Novoxatniy V.Q. – t.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Tətbiqi kologiya və təbiətdən istifadə kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Onişenko S.V. – t.e.d., Poltava MTU-nun Maliyyə və bank işi kafedrasının professoru, Ukrayna;
Pavlikov A.N. – t.e.d., professor, PMTU, Dəmirbeton, daş konstruksiyalar və materialların müqaviməti kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Picuqin S.F. – t.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Metal, taxta və plastmas konstruksiyalar kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Prasenko L.A. – i.e.d., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Maliyyə və bank işi kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Roman Kazinski – t.e.d., professor, Belostok Texniki Universitetinin inkişaf üzrə prorektoru, Polşa;
Semko A.V. – t.e.d. professor, Poltava MTU Memarlıq və inşaat tədris-elmi institutunun direktoru s.i.e., Ukrayna;
Sivitskaya S.P. – i.e.n., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin beynəlxalq işlər üzrə prorektoru, Ukrayna;
Sribnyuk S.M. – t.e.n., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Hidravlika, su təchizatı və su drenajları kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Storojenko L.İ. – t.e.d., professor, PMTU, Metal, taxta və plastmas konstruksiyalar kafedrasının professoru, Ukrayna;
Şarıy Q.İ. – i.e.d., dosent Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Avtomobil yolları, torpaq idarəçiliyi və yaşayış binalarının geodeziyası kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Şarıfov A.R. – t.e.d., professor, Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin elmi işlər üzrə prorektor, Azərbaycan;
Şkurupiy A.A. – t.e.n., professor, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin İnşaat və nəzəri mexanika kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Varnaluy Z.S. – i.e.d., professor, Taras Şevçenko adına Kiyev Milli Universitetinin Maliyyə kafedrası, Ukrayna;
Vartsaba V.İ. – i.e.d., professor, Ujgorod dövlət Universitetinin Maliyyə və bank işi kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Vatulya Q.L. – t.e.d., dosent, Dəmiryol nəqliyyatı Ukrayna dövlət Universitetinin Elmi işlər üzrə prorektoru;
Vinnikov Y.L. – t.e.d., professor, Poltava MTU Neft və qaz tədris-elmi institutunun direktoru s.i.e., Ukrayna;
Yermolenko D.A. – t.e.n., dosent, Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universitetinin Avtomobil yolları, torpaq idarəçiliyi və yaşayış binalarının geodeziyası kafedrasının müdiri, Ukrayna;
Yurkiy N.Y. – i.e.d., professor, Ukrayna prezidenti yanında strateji araşdırmalar milli institutunun İqtisadi təhlükəsizlik şöbəsinin elmi əməkdaşı, Ukrayna;
Zeynalov L.M. – t.e.n., Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universitetinin İnşaat konstruksiyalar kafedrasının dosenti, Azərbaycan Respublikası Fövqəladə Hallar Nazirliyi tərkibində Tikintidə təhlükəsizliyə nəzarət Dövlət Agentliyinin Bütəcandanəkar Dövlət ekspertizası əsas idarəsinin konstruksiya şöbəsinin müdiri, Azərbaycan.

«BUILDING INNOVATIONS Proceedings – 2019» – II Beynəlxalq Ukrayna-Azərbaycan konfransının elmi materiallar toplusu, 23 – 24 May 2019 –Poltava: PoltMTU, 2019-ci il – 634 səh.

«BUILDING INNOVATIONS – 2019» II Beynəlxalq Ukrayna-Azərbaycan konfransı Azərbaycan Memarlıq və İnşaat Universiteti və Yuriy Kondratyuk adına Poltava Milli Texniki Universiteti arasında əməkdaşlıq müqaviləsi çərçivəsində keçirilib. Topluya tikinti konstruksiyaları, texnologiya və texnika, şəhərsalma, bina və mühəndis şəbəkələrin yaradılması, tikintinin idarə olunması, tikinti iqtisadiyyatı və s. kimi aktual mövzular üzrə tədqiqatların nəticələrini əks etdirən materiallar, elmi nəticələrin, mütəxəssis və elmi kadrların yetişdirilməsinin inkişaf perspektivlərinin təqdimatları daxildir.

Elm və təhsil, mühəndis və texniki heyət, doktorant, magistr və bakalavrlar üçün.

Кузло М.Т., д.т.н., доцент, ORCID: 0000-0001-9242-2478, kuzlo-@ukr.net
Національний університет водного господарства та природокористування
Винников Ю.Л., д.т.н., професор, ORCID 0000-0003-2164-9936, vynnykov@ukr.net
Ільченко В.В., к.т.н., доцент, ORCID: 0000-0003-0346-8218
Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ПРОГНОЗ ДЕФОРМАЦІЙ ҐРУНТОВИХ МАСИВІВ ВІД ДІЇ ТЕХНОГЕННИХ ЧИННИКІВ

***Анотація.** Експериментально досліджено та встановлено закономірності впливу концентрації сольових розчинів і їх температури на деформаційні властивості ґрунтів. На основі експериментальних досліджень і їх статистичної обробки отримано нелінійні залежності у вигляді поліномів модуля деформації і коефіцієнтів Ламе від концентрації сольових розчинів і їх температури, які дозволили удосконалити математичну модель напружено-деформованого стану ґрунту з урахуванням нелінійних фільтраційних і деформаційних процесів, що відбуваються в ґрунтових масивах при наявності і фільтрації сольових розчинів.*

***Ключові слова:** сольові розчини, деформаційні властивості, математична модель, експериментальні дослідження.*

Kuzlo M., DSc, Associate Professor, ORCID: 0000-0001-9242-2478, kuzlo-@ukr.net
National university of water management and environmental engineering
Vynnykov Y., DSc, Professor, ORCID 0000-0003-2164-9936, vynnykov@ukr.net
Ilchenko V.V., PhD, Associate Professor, ORCID: 0000-0003-0346-8218
Poltava National Technical Yuri Kondratyuk University

THE FORECAST OF SOIL MASIVES' DEFORMATIONS UNDER THE INFLUENCE OF ANTRHOPOGENIC FACTORS

***Abstract.** The regularities of the influence of saline solutions' concentration and their temperature on the deformational properties of soils have been experimentally investigated and determined. At the background of experimental research and its statistical processing, nonlinear dependences in the form of polynomials of the deformation module and Lamé coefficients from the concentration of saline solutions and their temperature which allowed to improve the mathematical model of the stress-strain state of soil, taking into account nonlinear filtration and deformation processes occurring in soil masses under the condition of presence and filtration of saline solutions have been obtained.*

***Keywords:** saline solutions, deformational properties, mathematical model, experimental research.*

До теперішнього часу кількісна і якісна оцінки деформацій ґрунтових масивів, що насичені сольовими розчинами дана дуже слабо. Зазвичай, при аналізі деформацій засоленних ґрунтових масивів і їх фізичній інтерпретації використовують дані, що розроблені для механіки ґрунтів, які підлягають дії природних ґрунтових вод [1]. Однак, стисливість ґрунтів, що підлягають дії сольових розчинів, залежать як від ступеня навантаження, так і від концентрації сольових розчинів [2].

Для встановлення впливу концентрації сольових розчинів і їх температури на деформаційні характеристики ґрунту були проведені експериментальні дослідження на

компресійно-фільтраційному приладі за стандартною методикою [3].

На основі результатів досліджень визначались модуль деформації $E(c, T)$, параметра Ламе $\lambda(c, T)$, $\mu(c, T)$. Обробку отриманих даних експериментальних досліджень модуля пружності $E(c, T)$, параметрів Ламе $\lambda(c, T)$, і $\mu(c, T)$, залежно від концентрації C сольових розчинів і їх температури виконано з використанням програмного комплексу для обробки даних експерименту [4].

Вибір апроксимуючих функцій $E = f(c, T)$, $\lambda = f(c, T)$, $\mu = f(c, T)$ для найкращої апроксимації даних експерименту в сенсі середньоквадратичного відхилення здійснено автоматично з використанням даного комплексу.

Апроксимуючі функції $E = f(c, T)$, $\lambda = f(c, T)$, $\mu = f(c, T)$ мають вигляд:

$$\lambda(c, T) = a_5^1 \cdot c^2 + a_4^1 \cdot c + a_3^1 \cdot c \cdot T + a_2^1 \cdot T^2 + a_1^1 \cdot T + a_0^1, \quad (1)$$

$$a_5^1 = 0,1165, \quad a_4^1 = -19,1334, \quad a_3^1 = -0,0143, \quad a_2^1 = 0,0766, \quad a_1^1 = -18,2921, \quad a_0^1 = 4875,6599$$

$$\mu(c, T) = a_5^2 \cdot c^2 + a_4^2 \cdot c + a_3^2 \cdot c \cdot T + a_2^2 \cdot T^2 + a_1^2 \cdot T + a_0^2, \quad (2)$$

$$a_5^2 = 0,0535, \quad a_4^2 = -8,5688, \quad a_3^2 = -0,0145, \quad a_2^2 = -0,0457, \quad a_1^2 = -8,0223, \quad a_0^2 = 2098,6889$$

$$E(c, T) = a_5^3 \cdot c^2 + a_4^3 \cdot c + a_3^3 \cdot c \cdot T + a_2^3 \cdot T^2 + a_1^3 \cdot T + a_0^3, \quad (3)$$

$$a_5^3 = 0,1349, \quad a_4^3 = -22,1918, \quad a_3^3 = -0,0156, \quad a_2^3 = 0,0893, \quad a_1^3 = -21,3048, \quad a_0^3 = 5646,9363$$

Розрахунковий критерій Фішера з визначення $\lambda(c, T)$ за формулою (1) становить $F_{роз} = 28,0117$, а табличне значення його з імовірністю $P = 0,95$ становить $F = 5,7558$. Оскільки $F_{роз} > F$, то з імовірністю $P = 0,95$ можна стверджувати, що формула (1) описує функціональну залежність з визначення параметра $\lambda(c, T)$.

Розрахунковий критерій Фішера з визначення $\mu(c, T)$ за формулою (2) становить $F_{роз} = 21,0136$, а табличне значення його з імовірністю $P = 0,95$ становить $F = 5,1158$. Оскільки $F_{роз} > F$, то з імовірністю $P = 0,95$ можна стверджувати, що формула (2) описує функціональну залежність з визначення параметра $\mu(c, T)$.

Розрахунковий критерій Фішера з визначення $E(c, T)$ за формулою (3) становить $F_{роз} = 24,01517$, а табличне значення його з імовірністю $P = 0,95$ становить $F = 5,4858$. Оскільки $F_{роз} > F$, то з імовірністю $P = 0,95$ можна стверджувати, що формула (3) описує функціональну залежність з визначення параметра $E(c, T)$.

Встановлені залежності коефіцієнтів Ламе $\lambda(c, T)$ і $\mu(c, T)$ від концентрації фільтруючого розчину та його температури представляють науковий та практичний інтерес і в подальшому можуть використовуватись при побудові математичних моделей задач підземної гідромеханіки та аналізі фільтруючих властивостей ґрунтових середовищ.

Зокрема, в загальному випадку, математична модель, що описує напружено-деформований стан ґрунтових середовищ при врахуванні залежностей коефіцієнтів Ламе та модуля Юнга від концентрації фільтруючого розчину та його температури в двовимірному випадку, має наступний вигляд:

$$\frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} - (2\lambda(c, T) + 2\mu(c, T))\alpha_T \frac{\partial T}{\partial x} + X = 0,$$

$$\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} - (2\lambda(c, T) + 2\mu(c, T))\alpha_T \frac{\partial T}{\partial y} + Y = 0, \quad X \in \Omega, \quad (4)$$

$$\nabla \cdot (D \nabla c) + \nabla \cdot (D_T \nabla T) - (v, \nabla c) = n_p \frac{\partial c}{\partial t}, \quad X \in \Omega, \quad t > 0, \quad (5)$$

$$\nabla \cdot (\lambda_T \nabla T) - \rho c_p v \nabla T = c_T \frac{\partial T}{\partial t}, \quad X \in \Omega, \quad t > 0, \quad (6)$$

$$v = -K(c, T) \nabla h + v_c \nabla c + v_T \nabla T, \quad X \in \Omega, \quad t > 0, \quad (7)$$

$$\varepsilon_x = \frac{\partial U}{\partial x}, \quad \varepsilon_y = \frac{\partial V}{\partial y}, \quad \varepsilon_{xy} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial U}{\partial y} + \frac{\partial V}{\partial x} \right), \quad X \in \Omega, \quad (8)$$

$$\sigma_x = \lambda(c, T)\varepsilon_\theta + 2\mu(c, T)\varepsilon_x - (2\lambda(c, T) + 2\mu(c, T))\alpha_T \bar{T}, \quad (9)$$

$$\sigma_y = \lambda(c, T)\varepsilon_\theta + 2\mu(c, T)\varepsilon_y - (2\lambda(c, T) + 2\mu(c, T))\alpha_T \bar{T}, \quad (10)$$

$$\tau_{xy} = 2\mu(c, T)\varepsilon_{xy}, \quad X \in \Omega, \quad (11)$$

$$c(X, 0) = \tilde{C}_0(X), \quad T(X, 0) = \tilde{T}_0(X), \quad X \in \Omega, \quad (12)$$

$$l_1 h(X)|_{\Gamma_T} = \tilde{H}_1(X), \quad l_2 c(X, t)|_{\Gamma_T} = \tilde{C}_1(X, t), \quad (13)$$

$$l_3 T(X, t)|_{\Gamma_T} = \tilde{T}_1(X, t), \quad X \in \Omega, \quad t > 0 \quad (14)$$

при відповідних крайових умовах для зміщень та напружень в області Ω .

У (4) – (14) використані наступні позначення: $X=(x, y)$ – точка області Ω ; Γ_T – границя області Ω ; $\lambda(c, T)$ і $\mu(c, T)$ – коефіцієнти Ламе; $c(X, t)$ – концентрація фільтруючого розчину; $T(X, t)$ – температура; $h(X)$ – п'єзOMETричний напір; v – вектор швидкості фільтрації; n_p – об'єм сольового розчину води в одиниці об'єму ґрунту; D – коефіцієнт (тензор) конвективної дифузії; D_T – коефіцієнт (тензор) термодифузії; λ_T – коефіцієнт (тензор) ефективної теплопровідності вологого ґрунту; ρ – густина сольового розчину; c_ρ – питома теплоємність сольового розчину; c_T – об'ємна теплоємність ґрунту при сталому об'ємі; $K(c, T)$ – коефіцієнт (тензор) фільтрації; v_c – коефіцієнт (тензор) хімічного осмосу, v_T – коефіцієнт (тензор) термічного осмосу; $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_{xy}, \sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ – нормальні та дотичні деформації та напруження; X, Y – компоненти масової сили; α_T – середній коефіцієнт лінійного теплового розширення в інтервалі температур (T_0, T) ; t – час, $t > 0$; $l_i, i = 1, 3$ – диференціальні оператори, що задають граничні умови відповідно для напору, концентрації солей та температури на бічній поверхні Γ_T циліндра $Q_T = \Omega \times (0; T]$.

У результаті проведених досліджень отримано емпіричні залежності модуля деформації і коефіцієнтів Ламе у вигляді поліномів від концентрації сольових розчинів та їх температури, що дозволяє вдосконалити математичні моделі напружено-деформованого стану ґрунту з урахуванням нелінійних деформаційних процесів, що відбуваються у ґрунтових масивах при наявності та фільтрації сольових розчинів.

Література

1. *Ґрунтоведение / Под ред. Е.М. Сергеева.* – М.: Изд.-во МГУ, 1983. – 390с.
2. Кузло М.Т. Дослідження впливу концентрації сольових розчинів на деформаційні характеристики ґрунтів / М.Т. Кузло, І.А. Філатова // *Гідромеліорація та гідротехнічне будівництво: Зб. наук. праць НУВГП.* – Рівне, 2006. – Вип. 31. – С. 175 – 181.
3. ДСТУ Б В.2.1-4-96 (ГОСТ 12248-96). *Ґрунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформованості.* – К.: Держбуд України, 1996.
4. *Thermal Engineering Studies with Excel, Mathcad and Internet / ed. N. Rogalev, V. Ochkov, K. Orlov, V. Voloshchuk.* – Cham: Springer Int. Publishing, 2016. – 315 p.
5. Власюк А.П., Кузло М.Т. Експериментальні дослідження деяких параметрів фільтрації сольових розчинів у піщаних ґрунтах // *Меліорація і водне господарство.* – 2001. – Вип. 87. – С. 139 – 145.
6. *Massif's deformations under its drainage / М.Т. Kuzlo, V.S. Moshynskyi, P.M. Martyniuk // International Journal of Applied Mathematics.* – 2018. – Vol. 31, No.6. – P. 751 – 762.

Кулиев Джамиль Тахир оглы
Строительный Колледж при Азербайджанском архитектурно – строительном университете, преподаватель, cemil_95@inbox.ru
Киевский национальный университет строительства и архитектуры, магистр

ВЛИЯНИЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА НА РАЗВИТИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

***Аннотация:** В статье рассмотрены влияния на возможности использования источников альтернативной энергии географического расположения Азербайджана с учетом климатических особенностей и возобновляемых энергоресурсов. Показаны определенные сближающие и стратегические перспективы. Даны обоснования существующему большому потенциалу для развития и использования нетрадиционных энергетических источников в Азербайджане.*

***Ключевые слова:** альтернативная энергия, климат, электростанции, солнечные батареи, энергия ветра, биомасса.*

Guliev Jamil Tahir
Construction College under the Azerbaijan University of Architecture and
Construction, teacher, cemil_95@inbox.ru
Kiev National University of Construction and Architecture, Master

ALTERNATIVE ENERGY INFLUENCE OF AZERBAIJAN GEOGRAPHICAL POSITION

***Annotation:** In the article, taking into account Azerbaijan's climate and renewable energy sources, it is mentioned influence of using alternative energy resources of geographical position of Azerbaijan it is shown defined near and strategic perspectives. It is also commented sustained interpretation of the existence of great potential for development and utilization of non-traditional energy sources.*

***Key words:** alternative energy, climate, electrostriction, solar battery, wind energy, biomass.*

Изучением географического расположения, источников энергоресурсов, и климатических особенностей Азербайджана по сезонам года с учетом режима погоды и циркуляционных процессов выявлено что, страна обладает благоприятными условиями для развития альтернативной энергетики. Территория нашей страны расположена на стыке умеренного и субтропического поясов [1]. Географическая широта, рельеф и другие климатообразующие факторы оказывают большое влияние на формирование климата Азербайджана. Существует определенная связь между каждым типом климата и высотой территории.

У нас есть все природные условия для производства альтернативной энергии несмотря на то что, Азербайджан является нефтегазовой страной, имеет большие запасы традиционных источников углеводородной энергии, добыча нефти, природного газа отрицательно влияет на экологическое состояние природы. Поэтому следует учесть, что, на территории Азербайджана имеется огромный потенциал для выработки электроэнергии при помощи возобновляемых источников энергии. Эффективность использования тех или иных альтернативных источников энергии зависит от