

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРҒЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

ISSN 1680-080X (print)
2788-6948 (online)

**Қазақ бас сәулет-құрылыс
академиясының
ХАБАРШЫСЫ**

№1 (91) 2024

**BULLETIN
of Kazakh Leading
Academy of Architecture
and Construction**

**ВЕСТНИК
Казахской головной
архитектурно-
строительной
академии**

Журнал 2001 жылдан бастап шығады
Journal has been publishing since 2001
Журнал издается с 2001 года

Жылына 4 рет шығады
Quarterly journal
Выходит 4 раза в год

Алматы, 2024

РЕДКОЛЛЕГИЯ / EDITORIAL BOARD

Абдрасилова Г.С. / G.S. Abdrassilova / Абдрасилова Г.С. – Бас редактор / Главный редактор / Editor-in-Chief

Сәулет докторы, Сәулет факультетінің акад. профессоры, ХБК, Қазақстан / Doctor of Architecture, Academic Professor, Faculty of Architecture, IEC, Kazakhstan / д.арх., академический профессор факультета Архитектуры, МОК, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-3828-9220>, e-mail: g.abdrassilova@kazgasa.kz

Молдамуратов Ж.Н. / Zh.N. Moldamuratov / Молдамуратов Ж.Н.– Жауапты редактор / Ответственный редактор / Managing Editor

PhD, қауымдастырылған профессор, Ғылым орталығының директоры, ХБК, Қазақстан / PhD, Associate Professor, Director of the Center for Science, IEC, Kazakhstan / PhD, ассоциированный профессор, директор Центра Науки, МОК, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-4573-1179>, e-mail: zhanga_m_n@mail.ru

Есімханова А.Е. / A.E. Yesimkhanova / Есімханова А.Е.– Техникалық редактор / Технический редактор / Technical Editor

«Құрылыс және сәулет» баспасының редакторы, ХБК, Қазақстан / Editor of the publishing house «Construction and Architecture», IEC, Kazakhstan / редактор издательства «Строительство и Архитектура», МОК, Казахстан

e-mail: idmok_777@mail.ru

Құлтаева Ш.М. / S. Kultayeva / Құлтаева Ш.М.– Жауапты хатшы / Ответственный секретарь / Executive secretary

PhD, Ғылым Департаментінің үйлестірушісі, ХБК, Алматы, Қазақстан / PhD, координатор Департамента Науки, МОК, Алматы, Казахстан / PhD, coordinator of the Department for Science, IEC, Almaty, Kazakhstan.

<https://orcid.org/0000-0002-2409-1184>, e-mail: mk1610sh@gmail.com

Ким Е.В. / Y.-W. Kim / Ким Е.В.

PhD, Сеул Университетінің профессоры, Оңтүстік Корея / PhD, профессор Университета Сеул, Южная Корея / PhD, professor of the University of Seoul (UOS), South Korea

<https://orcid.org/0000-0001-6275-0323>, e-mail: ywkim@uos.ac.kr

Ватин Н.И. / N.I. Vatin / Ватин Н.И.

Т.ғ.д., профессор, С-Петербург политехникалық университеті Құрылыс институтының директоры, Ресей / д.т.н., профессор, директор Института строительства, С-Петербургский политехнический университет, Россия / Doctor of Technical Sciences, professor, director of the Institute of Construction, Russia

<https://orcid.org/0000-0002-1196-8004>, e-mail: vatin_ni@spbstu.ru

Амандықова Д.А. / D.A. Amandykova / Амандықова Д.А.

Сәулет кандидаты, Дизайн факультетінің деканы, ХБК, Қазақстан / Candidate of Arch., Dean of the Faculty of Disegn, IEC, Kazakhstan / к.арх., декан факультета Дизайна, МОК, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0003-2322-8430>, e-mail: abilmazhin.dina@mail.ru

Куц С. / S. Kuc / Куц С.

Сәулет докторы, Краков технологиялық университетінің профессоры, Польша / Doctor of Architecture, Professor, Krakow University of Technology, Poland / д.арх., профессор Краковского технологического университета, Польша
<https://orcid.org/0000-0002-8106-9215>, e-mail: kuc.sabina@team.busko.pl

Байтенов Э.М. / E. Vaitenov / Байтенов Э.М.

Сәулет докторы, Сәулет факультетінің қауымдастырылған профессоры, ХБК, Қазақстан / Doctor of Arch., Associate Professor of the Faculty of Architecture, ИЕС, Kazakhstan / д.арх., ассоциированный профессор факультета Архитектуры, МОК, Казахстан
<https://orcid.org/0000-0003-0509-8396>, e-mail: bajte@mail.ru

Әділова Д.Ә. / D. A. Adilova / Адилова Д.А.

Э.ғ.к., ҚТИЖМ факультетінің қауымдастырылған профессоры, ХБК, Қазақстан / К.э.н., ассоциированный профессор факультета СТИИМ, МОК, Казахстан / Candidate of economic science, Associate Professor of faculty of СТИМ, ИЕС, Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0001-9904-0464>, e-mail: dadilova65@mail.ru

Бесімбаев Е.Т. / Ye.T. Bessimbayev/ Бесимбаев Е.Т.

Т.ғ.д., Сәтпаев Университетінің профессоры, Қазақстан / Doctor of Technical Sciences, Professor of the Satpayev University, Kazakhstan / д.т.н., профессор Сәтпаев Университета, Казахстан
<https://orcid.org/0000-0002-0869-3513>, e-mail: eric.bessimbayev@mail.ru

Ыбраимбаева Г.Б. / G.B. Ibraimbayeva / Ибраимбаева Г.Б.

Т.ғ.к., ҚТИЖМ факультетінің қауымдастырылған профессоры, ХБК, Қазақстан / к.т.н., ассоциированный профессор факультета СТИМ, МОК, Казахстан / Candidate of technical science, Associate Professor of the Faculty of СТИМ, ИЕС, Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0002-4778-5664>, e-mail: gulnazik1971@mail.ru

Глаудинова М.Б. / M.B. Glaudinova / Глаудинова М.Б.

Сәулет докторы, Сәулет факультетінің профессоры, ХБК, Қазақстан / Doctor of architecture, Professor, ИЕС, Kazakhstan / Доктор архитектуры, профессор факультета Архитектуры, МОК, Казахстан
<https://orcid.org/0000-0002-5848-3100>, e-mail: mehris@mail.ru

Туяқева А.К. / A.K. Tuyaqayeva / Туяқева А.К.

Сәулет кандидаты, Сәулет факультетінің қауымдастырылған профессоры, ХБК, Қазақстан / Candidate Arch., Assosociate Professor, ИЕС, Kazakhstan / к.арх., ассоциированный профессор факультета Архитектуры, МОК, Казахстан
<https://orcid.org/0000-0003-2322-8430>, e-mail: tainagul@yandex.ru

Хомяков В.А. / V.A. Khomyakov / Хомяков В.А.

Т.ғ.д., ЖҚ факультетінің профессоры, ХБК, Қазақстан / Д.т.н., профессор факультета ОС, МОК, Казахстан / Doctor of technical science, Professor of the Faculty GC, Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0003-0384-7170>, e-mail: khomyakov57@list.ru

Шокбаров Е.М. / Y.M. Shokbarov / Шокбаров Е.М.

Т.ғ.к., АҚ «ҚазҚСҒЗИ» өндіріс директоры, Қазақстан / К.т.н., директор по производству АО «КазНИИСА», Казахстан / Candidate of technical science, Director of Production in JSC “Kazakh Scientific Research and Design Institute of Construction and Architecture”, Kazakhstan
<https://orcid.org/0000-0003-1188-430X>, e-mail: eshokbarov@kazniisa.kz

Жакипбаев Б.Е. / В.У. Zhakipbayev / Жакипбаев Б.Е.

PhD, Мұхтар Әуезов атындағы ОҚУ қауымдастырылған профессоры, Қазақстан / PhD, Associate Professor of the Auezov University, Kazakhstan / PhD, ассоциированный профессор ЮКУ имени Мухтара Ауезова, Казахстан
<https://orcid.org/0000-0002-1412-7796>, e-mail: bibol_8484@mail.ru

Талал Аввад / Talal Awwad / Талал Аввад

PhD, Император Александр I Санкт-Петербург Мемлекеттік байланыс жолдары университеті профессоры, Ресей / PhD, Professor of the St. Petersburg State University of Railways of Emperor Alexander I, Russia / PhD, профессор Петербургский Государственный Университет путей сообщения Императора Александра I, Россия
<https://orcid.org/0000-0002-6487-2428>, e-mail: dr.awwad.gfce@gmail.com, dr.awwad@ymail.com

Сабри Моханад Муяд Сабри/ Sabri Mohanad Muayad Sabri / Сабри Моханад Муяд Сабри

Т.ғ.к., Санкт-Петербург политехникалық университеті, Ресей / Candidate of technical science, St. Petersburg Polytechnic University, Russia / К.т.н., Санкт-Петербургский политехнический университет, Россия
<https://orcid.org/0000-0003-3154-8207>, e-mail: sabri_mm@spbstu.ru

Пьентек Бартош / Piątek, Bartosz / Пьентек Бартош

PhD, И. Лукасевич атындағы Жешув политехникалық университетінің профессоры / PhD, Professor of the Rzeszow University of Technology, Poland / PhD, профессор Жешувского политехнического университета им. И. Лукасевича, Польша
<https://orcid.org/0000-0001-5824-1892>, e-mail: piatek@prz.edu.pl

Жұмағұлова Р.Е. / R.E. Zhumagulova / Жұмағұлова Р.Е.

Т.ғ.к., ҚТИЖМ факультетінің қауымдастырылған профессоры, ХБК, Қазақстан / Candidate of technical science, Associate Professor of the Faculty of СТИМ, ИЕС, Kazakhstan / к.т.н., ассоциированный профессор факультета СТИИМ, МОК, Казахстан
<https://orcid.org/0000-0003-4889-5477>, e-mail: roza_j@mail.ru

Саламзаде Э.А. / E. Salamzade / Саламзаде Э.А.

Өнертану докторы, профессор, Әзірбайжан ҰҒА корреспондент-мүшесі, Әзірбайжан ҰҒА сәулет және өнер институтының директоры / Doctor in art history, Professor, Corresponding Member of NAS of Azerbaijan, Director of Institute of architecture and art of NAS of Azerbaijan / доктор искусствоведения, профессор, член-корреспондент НАН Азербайджана, директор Института архитектуры и искусства НАН Азербайджана
e-mail: ertegen@baku.ab.az

Рысбаева А.К. / A.K. Rysbaeva / Рысбаева А.К.

Т.ғ.к., Жалпы білім беру пәндері факультетінің қауымдастырылған профессоры, ХБК, Қазақстан / Candidate of technical science, Associate Professor, ИЕС, Kazakhstan / к.т.н., ассоциированный профессор факультета Общеобразовательных дисциплин, МОК, Казахстан
<https://orcid.org/0000-0001-8535-4596>, e-mail: aimanrk@mail.ru

Уйма А. / A.Ujma / Уйма А.

PhD, Ченстохов технологиялық университетінің профессоры, Польша / Ph.D., Professor of Czestochowa University of technology, Czestochowa / Ph.D., профессор Ченстоховского технологического университета, Польша
<https://orcid.org/0000-0001-5331-6808>, e-mail: adam.ujma@pcz.pl

Шубин И.Л. / I.L. Shubin / Шубин И.Л.

Т.ғ.д., Құрылыс физика ҒЗИ директоры, Ресей сәулет және құрылыс ғылымдары академиясының корреспондент-мүшесі, Ресей / Doctor of Technical Sciences, Director of the Research Institute of Construction Physics, Corresponding Member of the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences, Russia / д.т.н., директор НИИ строительной физики, член-корреспондент Российской академии архитектуры и строительных наук, Россия
<https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=55353536300>, e-mail: niisf@niisf.ru

Редакция мекенжайы:

«Халықаралық білім беру корпорациясы» ЖШС
050043, Алматы қ-сы, Рысқұлбеков к-сі, 28
Tel. 8(727) 220-81-03, ішкі 1179
Email: nauka_kazgasa@mail.ru, vestnik@kazgasa.kz
<https://vestnik.kazgasa.kz>

Editorial office address:

«International Educational Corporation» LLP
050043, Almaty, Ryskulbekov str. 28
Tel. 8 (727) 220-81-03, ext. 1179
email: nauka_kazgasa@mail.ru, vestnik@kazgasa.kz
<https://vestnik.kazgasa.kz>

Адрес редакции:

ТОО «Международная образовательная корпорация»
050043, г. Алматы, ул. Рысқұлбекова, 28
Tel. 8 (727) 355 10 56, внутр. 1135
email: nauka_kazgasa@mail.ru, vestnik@kazgasa.kz
<https://vestnik.kazgasa.kz>

© Международная
образовательная корпорация,
2024

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА

Э.М. Байтенов К механизму возникновения объемно-пространственных структур в сакральной архитектуре	7
Т.А. Киселева, Е.В. Шляхтич, М.Г. Байдрахманова Композиционно-планировочная составляющая уникальности архитектурного пространства среды.....	22
А.А. Тойшиева Архитектура жилых зданий Астаны 30-х - 50-х годов XX века	34

СТРОИТЕЛЬСТВО

Б.М. Аубакирова Құрылыс салаларындағы іргетастарды инъекциялық күшейту әдістері.....	50
S.Zh. Jumadilova, V.A. Khomyakov, A.M. Kuanyshbai Technology for strengthening soil materials using two-component polyurethane material GEOPUR	65
С. Жанатұлы, С.С. Удербаев, А.У. Жапахова, Г.А. Жақапбаева Көпкомпонентті байланыстырғыш зат негізіндегі арболиттің беріктігін көтеру мәселесін зерттеу	76
А.У. Жапахова, С.С. Удербаев Қаңқалы ғимараттардың қасбеттерін сәндік кірпішпен қаптау ақауларын зерттеу	94
Ж.А. Жиёмбаева, Р.К. Жанакоева, М.А. Сарыбаев, Г. Нуртай, Е.А. Елжанов Исследование опасных геологических процессов на Каскелен-Талгарском полигоне геодезическими методами	108
М.А. Қуанышбай, Б.М. Аубакирова Биік ғимараттардың іргетастарын жобалау әдістері мен ерекшеліктері.....	122
А.А. Брянцев, Д.А. Оканов Замена плоской стенки подкрановой балки на гофрированную стенку	133
М.А. Сайлығараева, А.Н. Нурлан, Ж.Д. Байгурын Геодезический мониторинг деформаций несущих железобетонных конструкций подземного многофункционального общественного центра	151

UDC 72.01
IRSTI 67.07.03
RESEARCH ARTICLE

AS RELATED TO THE MECHANISM OF EMERGING OF VOLUMETRIC-SPATIAL STRUCTURES WITHIN THE SACRAL ARCHITECTURE

E.M. Baitenov* 

International Educational Corporation, 050043, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *The paper is a scrutiny of the process of adopting by people of the architectural form, as the result of adopting of the category of space. The author studies the mechanism of emerging of the architectural form. Based on adopting of the category of space and getting the awareness that the space is developed as per the system of axes, people generated the concept of geometrically arranged space. Then artistic component was added to such way of structuring of the space. All the above led to emerging of architecture as a phenomenon. The author, has applied the systematic approach to research and shares his hypothesis on consecutive genesis of the architectural form as an independent category. Architectural form development is based on hierarchy of preceding stages which are components of the unified system – from the most common ones and up to the closest to the architectural form. So, we get deeper awareness of types of the volumetric-spatial structures. The author has studied according researches to form his concept of the spatial archetype. He justifies the statement – the volumetric-spatial structure (VSS) is the basic and only partially geometrically associated lapidary foundation for emerging of architectural forms, with great variety of their specific spatial configurations. Also, despite unlimited amount of architectural forms, the quantity of basic types of VSS is six only. Systematic research of architectural form-development has led to determination of its deep inner mechanisms and better understanding of the category of architectural form.*

Keywords: *Spatial archetype, volumetric-spatial structure (VSS), architectural form, vertical axis, horizontal axis, horizontal plane, autopoiesis.*

***Corresponding author**
Eskander Baitenov, e-mail: bajte@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-01>

Received 15 January 2024; Revised 01 February 2024; Accepted 26 February 2024

ӘОЖ 72.01
ҒТАМР 67.07.03
ҒЫЛЫМИ МАҚАЛА

КИЕЛІ СӘУЛЕТТЕГІ КӨЛЕМДІК-КЕҢІСТІК ҚҰРЫЛЫМЫНЫҢ ПАЙДА БОЛУ МЕХАНИЗМІ

Ә.М. Байтенов* 

Халықаралық білім беру корпорациясы, 050043, Алматы, Қазақстан

Андатпа. *Адамның кеңістік категориясын меңгеруіне негізделген сәулеттік пішінді тудыру процесі қарастырылады. Соңғысы сәулет ғылымы үшін өте маңызды, өйткені «әулиелер әулиесі» - сәулеттік пішіннің пайда болу механизміне ену әрекеті ұсынылды. Кеңістік категориясын меңгеру және оның осьтер жүйесінде дамидығын түсіну негізінде геометриялық ұйымдас-тырылған кеңістік бейнелері жасалады. Кейіннен көркемдік компоненттің пайда болуымен кеңістікті құрылымдаудың бұл тәсілі сәулет өнерінің пайда болуына әкелді. Автор жүйелі тәсілге сүйене отырып, дербес категория ретінде, бірақ сонымен қатар, ең жалпыдан сәулеттік пішінге жақындағанға дейін бір-бірімен бір жүйеге байланған алдыңғы деңгейлердің иерархиясына негізделген сәулеттік пішіннің дәйекті генезисі туралы гипотезаны ұсынады. Пішіндерді құру деңгейлерінің ұсынылған иерархиясына сүйене отырып, автор сәулеттік пішіннің қалыптасу процесін зерттейтін сәулет тарихы бойынша зерттеулерді, кеңістіктік архетипке авторлық қатынасты қалыптастыруға көмектесетін зерттеулерді және композицияның әр түрлі түрлері бойынша арнайы әдебиеттерді пайдаланады, соңғысы көлемдік-кеңістіктік құрылымдардың түрлерін нақты түсінуге ықпал етеді. Зерттеу нәтижесінде көлемді-кеңістіктік құрылымдар (ККҚ) олардың нақты кеңістіктік конфигурацияларының барлық байлығымен сәулеттік пішіндердің пайда болуының негізгі және тек ішінара геометриялық байланысқан лапидарлы негізі болып табылатындығы туралы ұстаным дәлелденді. Сәулеттік пішіндердің сансыздығынан айырмашылығы, ККҚ негізгі түрлерінің саны тек алты (бір негізгі, үш туынды және екі құрама) екені анықталды. Осы процесің терең тетіктерін анықтай отырып, сәулеттік пішінді жүйелі түрде қарастыру сәулеттік пішіннің тереңірек санатына ықпал етеді, бұл, әрине, сәулет теориясы мен практикасын жоғары деңгейге шығарады.*

Түйін сөздер: *Кеңістіктік архетип, көлемдік-кеңістіктік құрылым, сәулеттік пішін, тік ось, көлденең ось, көлденең жазықтық, автопоэз*

*Автор-корреспондент
Эскандер Байтенов, e-mail: bajte@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-01>

Алынды 15 қаңтар 2024; Қайта қаралды 01 ақпан 2024; Қабылданды 26 ақпан 2024

УДК 72.01
МРНТИ 67.07.03
НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

К МЕХАНИЗМУ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОБЪЕМНО-ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СТРУКТУР В САКРАЛЬНОЙ АРХИТЕКТУРЕ

Э.М. Байтенов* 

Международная образовательная корпорация, 050043, Алматы, Казахстан

Аннотация. *Рассматривается процесс порождения архитектурной формы, основанный на освоении человеком категории пространства. Последнее является весьма важным для архитектурной науки, поскольку предложена попытка проникновения в «святая святых» – в механизм возникновения архитектурной формы. На основе освоения категории пространства и понимания того, что оно развивается на системе осей, происходит генерирование геометрически организованных пространственных представлений. Впоследствии, с возникновением художественной составляющей, такой путь структурирования пространства привел к появлению архитектуры. Автор, основываясь на системном подходе, предлагает гипотезу последовательного генезиса архитектурной формы, как самостоятельной категории, но, в то же время, основанной на иерархии предшествующих уровней, увязанных между собой в единую систему – от наиболее общих до все более приближающихся к архитектурной форме. Исходя из предложенной иерархии уровней порождения формы, автор пользуется исследованиями по истории архитектуры, в которых рассматривается процесс архитектурного формообразования, специальной литературой по различным видам композиции – последнее способствует более четкому пониманию типов объемно-пространственных структур, а также исследованиями, помогающими сформулировать авторское отношение к пространственным архетипам. В результате проведенного исследования обосновывается положение, согласно которому объемно-пространственные структуры (ОПС) – это базовая и лишь отчасти геометрически ассоциированная лапидарная основа для возникновения архитектурных форм, со всем богатством их конкретных пространственных конфигураций. Выявлено, что в отличие от несметного числа архитектурных форм, количество основных типов ОПС, всего шесть (один базовый, три производных и два комбинированных). Системное рассмотрение архитектурного формообразования с выявлением глубинных механизмов этого процесса будет способствовать более глубокому пониманию категории архитектурной формы, что, безусловно, выведет на более высокий уровень теорию и практику архитектуры.*

Ключевые слова: *пространственный архетип, объемно-пространственная структура, архитектурная форма, вертикальная ось, горизонтальная ось, горизонтальная плоскость, аутопоэзис.*

*Автор-корреспондент
Эскандер Байтенов, e-mail: bajte@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-01>

Получено 15 января 2024 г.; Пересмотрено 01 февраля 2024 г.; Принято 26 февраля 2024 г.

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 ВВЕДЕНИЕ

Предлагаемая гипотеза основана на том, что неисчислимо количество вариантов архитектурных форм образуется добавлением, так сказать, «архитектурных излишеств» к некой очищенной основе – на наш взгляд, этой основой для построения конкретных архитектурных форм является объемно-пространственная структура (ОПС). Их несколько, и согласно истории архитектуры, они представляют собой ряд, вытекающих одно из другого (в хронологической последовательности) пространственных образований. Каждая из объемно-пространственных структур в этой последовательности имеет по сравнению с предыдущей и последующей, характерные отличительные признаки. То есть, они, своего рода «кванты», характеризующие определенные этапы освоения геометрически организованного пространства. В свою очередь, уровень объемно-пространственных структур, на наш взгляд, основан на более общих глубинных уровнях в виде пространственных архетипов, а те, возможно, на «отпечатках» в структуре мозга, основанных на состояниях, обеспечивавших выживание человека («состояния существования»).

Существующее положение по пониманию механизмов возникновения архитектурной формы, находится в зачаточном состоянии – в большей степени, внимание уделялось самой архитектурной форме в тесной ее связи с архитектурной композицией, различным способам трансформации формы и т.д. То есть, по-существу, до сих пор архитектурная форма, как самостоятельная категория более является «вещью в себе», пусть даже с выявлением закономерностей ее формообразования (Arnheim, 1977; Arnheim, 1984; Rappoport & Somov, 1990; Baitenov, 2001a; Baitenov, 2001b; Baitenov, 2003; Baitenov, 2004; Baitenov, 2019).

Такой подход, выявляющий закономерности формообразования, безусловно, важен и его исследования необходимо продолжать, но он лежит в другой плоскости, нежели проблема происхождения архитектурной формы. В связи с этим, весьма важен и другой аспект, а именно вскрытие самого механизма генезиса архитектурной формы как самостоятельной категории. Так, в лингвистике, гораздо раньше «созревшей» для рассмотрения глубинных процессов в своей области, чем теория архитектуры, Ноум Хомский еще в 1957 году выдвинул гипотезу порождающей грамматики (Khomsky, 1962), согласно которой проблемы овладения языком решаются не через фонетику (звук – слово – предложение), а через синтаксические структуры, присущие мышлению. По всей вероятности, порождение архитектурной формы бессмысленно рассматривать, опираясь только на ее признаки, своего рода фонетику или морфологию («чтобы описать систему, надо выйти за рамки этой системы») – необходимо изучение иерархии уровней глубинных структур, то есть, пространственного «синтаксиса». В настоящей статье основное внимание уделено объемно-пространственным структурам, их типам и последовательности возникновения, предшествующие же им глубинные уровни лишь гипотетически намечены и требуют дальнейшего изучения.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Представленное исследование развивает оригинальную концепцию порождения архитектурной формы, состоящей из иерархически сопряженных уровней – от общего к частному, финальный уровень и является уровнем архитектурной формы. В связи с этим, при рассмотрении каждого уровня автор пользовался соответствующими исследованиями, которые в той или иной степени отвечали содержанию каждого уровня. Уровень архитектурных форм – наиболее всеобъемлющий по количеству вариантов, поэтому, в данном случае, был использован практически весь опыт, аккумулированный всеобщей историей архитектуры, но, особенно, ее ранних этапов, в более обнаженном виде представляющий закономерности формообразования (**General History of Architecture**). Рассматривая типы объемно-пространственных структур, автор воспользовался наработками о «классических» типах композиции – фронтальная (в нашем случае, плоскостная – фигура на горизонтальной плоскости),

объемно-пространственная («платформа», «пирамида» и т.д.), глубинно-пространственная и т.д. (Stepanov et al., 2007). Объемно-пространственная композиция – зонтичная категория, исследователями она рассматривается в различных аспектах, чаще всего связанных с архитектурной формой в аспекте средств гармонизации. В литературе объемно-пространственная структура, часто рассматривается в тесной связи с композицией (по-существу, с архитектурной формой), автор же четко разграничивает эти две категории, относя их хотя и к смежным, но разным уровням формообразования. Тем не менее, по аналогии с объемно-пространственной композицией, возможно, перенести базовые признаки и на объемно-пространственную структуру, выделив центрические структуры («платформа», «пирамида» и т.д.), а также структуры, развитые по одной из трех основных осей – сагиттальной («глубинно-пространственная»), вертикальной («башенная») и т.д. Кроме того, автором предложены композитные структуры – «глубинно-центрическая», «центрически-глубинная». В настоящей статье автор пользуется категорией «пространственный архетип», как известно, в архитектурной науке такой термин применяется достаточно часто, но в очень разных толкованиях и ситуациях, так, что даже не имеет смысла их перечислять. Автор, хотя и приводит свою версию этого понятия, но опирается на традиционно культурологическое определение (Myths of the Peoples of the World, 1991), восходящее к основоположнику этого понятия (Jung, 1997). Более же глубокий уровень, связанный с обеспечением самого существования человека и отчасти проявляющийся в «геометрии социальных пространств», очевидно, восходит еще к животному состоянию (Freude, 1986).

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование основано на системном подходе: предложена система иерархически организованных уровней порождения архитектурной формы, в которой завершающий уровень – уровень архитектурных форм, является венцом процесса формообразования. В то же время, предыдущий уровень, на основе которого и развиваются все архитектурные формы, представлен объемно-пространственными структурами (ОПС). В рамках этого уровня объемно-пространственные структуры также являются элементами системы, взаимно сопряженными друг с другом, так как их появление происходит в определенной последовательности. Материалом для этого уровня являются объемно-пространственные структуры, имеющие прямые соответствия в «классических» типах композиции – плоскостная (как частный случай с «нулевой составляющей» по вертикальной оси) и различные виды объемно-пространственных композиций. Более глубинные уровни, в результате существования которых и появляются объемно-пространственные структуры, являются и в большей степени гипотетическими. Это, прежде всего, уровень пространственных архетипов – на его основе, по мнению автора, развиваются объемно-пространственные структуры, а также и еще более глубокий уровень, так называемых состояний существования, являющихся, в свою очередь, основой для пространственных архетипов. Состояния существования – это, по-существу, глубинные «следы», оставленные поведенческими стереотипами в подсознании.

Таким образом, по мнению автора, благодаря представлению всего процесса порождения архитектурной формы в виде многоуровневой системы с организованными на основе взаимозависимости элементами внутри каждого уровня, выстраивается стройная система сложения архитектурной формы.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

4.1 Характеристика и последовательность формирования типов объемно-пространственных структур в архитектуре

Характеризуя объемно-пространственные структуры, отметим, что они имеют вполне определенные геометрические очертания, но в то же время и достаточно абстрагированы, поскольку это умообразные образования. Вот почему нельзя говорить о конкретных раз-

мерах ОПС, об их масштабе и о нюансах пропорций. Объемно-пространственных структур, в отличие от форм, неизмеримо меньше. Мы выделяем базовую структуру – «платформа», на основе которой развиваются ОПС, так сказать, 2-го уровня – производные и 3-го уровня – композитные.

Структура «платформа» представляет собой параллелепипед (призму, цилиндр), в котором вертикальные размеры существенно меньше горизонтальных. Такое объемно-пространственное образование может иметь градации от центрического до «продолговатого» в плане, это базовая структура. Если же оно гипертрофированно развито вдоль одной из горизонтальных осей, в таком случае, структура «покидает «ячейку «платформа» и приобретает черты, сильно вытянутого объема. При развитии в глубину (от наблюдателя, то есть, вдоль сагиттальной оси) получается, условно говоря, «аллея», «растягивание» же в «поперечном» направлении – дает фронтальный объем. Помимо этого, структура «платформа» может развиваться и вдоль вертикальной оси, пока не превратится в структуру «пирамида» («конус», «полусфера»), а затем, в «башню». То есть, как было отмечено, речь может идти только об относительных пропорциях ОПС, пока, так сказать, одна структура не перешла границы другой (то есть, пока не потеряла геометрические характеристики конкретного «кванта» – «платформы», «пирамиды» и т.д.), как в приведенном выше примере с «аллеей» и «башней». Три основные объемно-пространственные структуры, «пирамиду», «аллею» и «башню» мы относим к производным от базовой ОПС, «платформа». Представляется, что для объемно-пространственной структуры геометрическая конфигурация имеет значение. Так, структура «платформа» может обладать такими геометрическими признаками, как квадрат (прямоугольник), круг или многоугольник в плане. То же относится и к объемно-пространственной структуре «пирамида» с частными случаями в виде окружности в плане, которая дает структуру «конус». Кроме того, скругленный абрис в вертикальном сечении приводит к «полусфере». Но все равно все эти три вида относятся к одному объемно-пространственному типу (условно назван «пирамида»), в котором принцип организации основан на сужении пространства, собранного вдоль вертикальной оси. Все это схемы, но они ОПС, поэтому имеют четкие геометрические очертания.

4.2 Пространственные архетипы и их возможные истоки

По нашей концепции, подобно тому, как на ОПС основаны формы, сами они также имеют истоки, но в куда более «расплывчатых» (но не бесформенных) образованиях – в пространственных архетипах, находящихся в структурах подсознания и являющихся ощущением освоенных в процессе эволюции пространственных категорий. Последние, подобно кристаллам имеют неосязаемые оси, которые направляют их рост (**Myths of the Peoples of the World, 1991**). То есть, пространственные архетипы, на наш взгляд – это своего рода сгустки интуитивно ощущаемого пространства, которые распределяются вдоль «силовых линий» – определенных осей в трехмерном пространстве. Очевидно, их можно представить в виде неких трудноуловимых рефлексией подсознательных ощущений, которые и «заставляют» генерироваться пространственные конфигурации от самих этих архетипов до ОПС и конкретных форм. Но пространственные архетипы – это, не совсем аморфные образования, они имеют вполне конкретные оси, по которым и выстраивается пространство, но пространство без четких геометрических границ. Последние же, как мы отметили выше, более характерны для объемно-пространственных структур и, тем более, для конкретных архитектурных форм. В соответствии с этим, компактный («центрический») пространственный сгусток с горизонтальными размерами, преобладающими над вертикальным – есть архетип «платформа». На его основе, как было отмечено, и оформляется соответствующая объемно-пространственная структура, то есть, структура «платформа», а ее вид уже будет уточняться характеристиками в виде квадрата, прямоугольника, круга (или многоугольника) в плане. Этими основными планировочными конфигурациями (круг, квадрат, многоугольник) в характеристике ОПС мы должны ограничиться, поскольку дальнейшая детализация (например, звездчатый или фестончатый план) будет уже иметь признаки перехода к форме.

Следующие три подвида объемно-пространственной структуры («пирамида», «конус», «полусфера»), с «зонтичным» названием «пирамида», основаны на одном архетипе – сужающемся кверху пространственном сгустке, собранном вдоль вертикальной оси. К нему условно можно применить любое из этих названий – и «пирамида», и «конус» и «полусфера», но мы назвали его «пирамида». Если же такой пространственный сгусток будет гипертрофированно вытянут вдоль вертикальной оси, то он превратится в архетип «башня» – основанный же на нем каждый подвид ОПС «башня» может быть цилиндрическим, квадратным (или многоугольным) в плане. Как видим, в данном случае, в пространственных архетипах (в отличие от ОПС) нет места каким-либо пусть даже схематичным, но конкретным геометрическим образованиям.

Истоки пространственных архетипов пока весьма туманны, но, на наш взгляд таковыми являются «отпечатки» в глубинных (ментальных) структурах на уровне подсознания в виде «фигуры на плоскости», «вертикали» и «горизонтالي», названные нами пока с определенной степенью условности «пространственными универсалиями». Очевидно, их можно также назвать базовыми архетипами или архетипами первого (а может быть и нулевого) уровня, потому что по отдельности они и не имеют признаков пространственности («фигура», вертикальное и горизонтальное направления). Этим они и отличаются от рассмотренных, то есть, пространственных архетипов – так сказать, архетипов второго уровня. Но, поскольку и «фигура на плоскости» и «линия» (вертикальное и горизонтальные направления или таким же образом направленные оси) находятся в трехмерном пространстве и *совместно* участвуют в его структурировании, то вследствие этой кооперации «двухмерной» (плоскость) и «одномерных» (линии, оси, направления) составляющих и создается пространственный (трехмерный) «каркас». Поэтому-то мы и вправе называть эти универсалии пространственными (об универсалиях в пункте V и далее). То есть вместе они составляют своего рода пространственную «матрицу», по правилам которой и происходит процесс формообразования.

Таким образом, по нашей концепции, архетипы «фигура на плоскости», «вертикаль» и «горизонталь», то есть, базовые архетипы (ментальные структуры или пространственные универсалии) являются основой для развития последующей серии пространственных архетипов. А это, прежде всего, «платформа», затем «пирамида» («конус», «полусфера»), «аллея» и «башня», на которых и основаны соответствующие объемно-пространственные структуры и далее, архитектурные формы. Отметим, что чем более ранней стадией является архитектура, тем в большей степени форма повторяет объемно-пространственную структуру, а та, в свою очередь, архетип (напр., «очищенные» формы египетских пирамид, курганов и т.д.).

4.3 Взаимодействие пространственных архетипов, объемно-пространственных структур и архитектурных форм

При этом и формирование пространственных архетипов и соответственно объемно-пространственных структур, а на их основе и архитектурных форм, происходит в рассмотренной выше последовательности (**Рисунок 1**), то есть:

3) «пирамида» → 5) «башня» 1) «фигура на плоскости» → 2) «платформа» =
4) «аллея» (или фронтальное образование)

На возможных истоках «вертикали», «горизонтали» и «фигуры на плоскости», то есть, на базовых архетипах или пространственных универсалиях, мы остановимся позже. Пока же, относительно интересующих нас пространственных архетипов, ОПС и архитектурных форм выше приведенной схемы констатируем, что оси, на которых формируется пространство этих образований, являются еще и направлениями воздействий, которым неминуемо подвергаются и пространственные архетипы, и ОПС, и архитектурные формы – вытягивание их пространства то по вертикали, то по горизонтали (в каком-либо «победившем» нап-

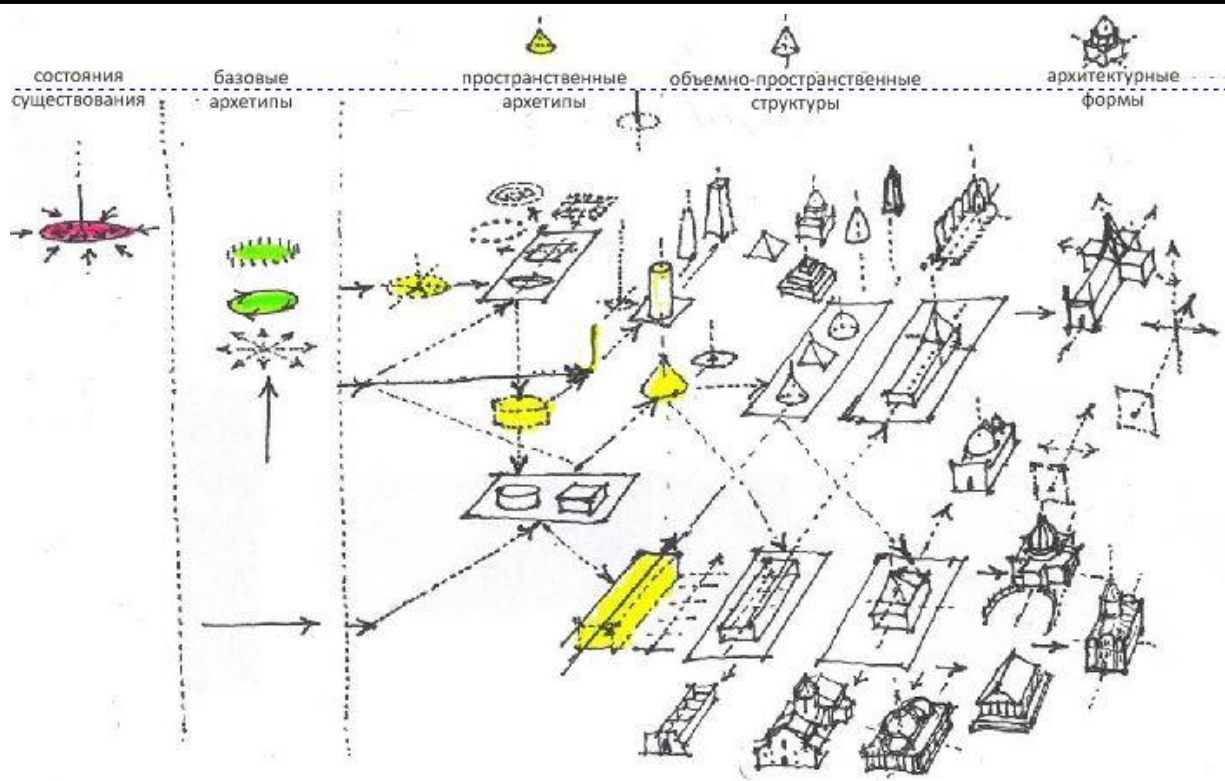


Рисунок 1 – Формирование пространственных архетипов, объемно-пространственных структур и архитектурных форм (материал автора).

равлении). Благодаря такой последовательной трансформации пространственных образований и возникает «хронология» всех звеньев обозначенной цепочки объемно-пространственных «квантов» («платформа», «пирамида», «аллея» и т.д.). Так, архетип «платформа» – параллелепипед («призма» или «цилиндр» с диаметром основания большим, чем его образующая) создается за счет влияния архетипа первого уровня «вертикаль» (то есть элементарное вытягивание по вертикали) на соответствующую фигуру на плоскости (круг, квадрат). Впрочем, для пространственного архетипа «платформа», в отличие от объемно-пространственной структуры, не так уж важно круг ли это или квадрат лежат в его основе – это, как мы отмечали выше, своего рода, некий компактный «сгусток» пространства с основным требованием, чтобы горизонтальные размеры были больше вертикального. Для возникшей же на этой основе обобщенной объемно-пространственной структуры конфигурация уже имеет принципиальное значение, поскольку от этого зависит, будет ли это «приплюснутый» цилиндр (типа медицинской таблетки), параллелепипед, а может быть даже многоугольная призма, но все они представляют собой «платформу», поскольку их горизонтальные размеры преобладают над вертикальными. Для возникающей же на основе ОПС архитектурной формы, геометрическая конфигурация имеет важнейшее значение, поскольку она и определяет конкретику этой формы. Именно форма, отталкиваясь от сферы подсознания (в которой и находится ОПС) формируется в осознаваемый образ, и, находясь на рубеже идеального и материального, переходит во внешний мир, то есть оформляется, обретая конкретные черты, подробности и детали.

Архетип «пирамида» создается в результате тенденции к дальнейшему «вытягиванию» вдоль вертикальной оси (с последовательным сужением) объемно-пространственной структуры «платформа», на основе чего складываются объемно-пространственные структуры типа «конус», «пирамида», «полусфера» (**Рисунок 2**) или даже уступчатая структура. Примером может служить появление пирамида на основе масштаба (**Zamarovsky, 1981**).

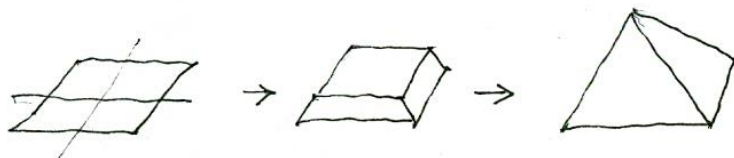


Рисунок 2 – Последовательность появления пространственных архетипов и объемно-пространственных структур «платформа» и «пирамида» («конус», «полусфера») (материал автора).

То есть, очевидно, несмотря на определенную конкретику разных видов ОПС (круг, квадрат в плане и т.д.), при дальнейшей трансформации в вертикальном направлении этой серии «платформ» создается некий обобщенный образ – пространственный архетип в виде сужающегося вдоль вертикальной оси пространства, геометрические характеристики которого впоследствии «уточняются» сначала в соответствующей ОПС и окончательно конкретизируются в архитектурных формах. То есть, условно говоря, преобладавшие на этапе «фигуры на плоскости» или «платформы», круглые в плане структуры впоследствии могут смениться квадратными пирамидальными формами (см. например, квадратный в плане «пирамидальный» Салбыкский курган в Хакасии, появившийся на основе оградок эпохи бронзы, которые могли быть не только квадратными, но и иметь в плане окружность или овал). В целом же, закономерная смена пространственной организации типа «платформа» на соответствующую организацию типа «пирамида» неоднократно прослеживается в истории архитектуры («хрестоматийный» пример – мастаба, затем на ее основе уступчатая пирамида Джосера, и далее, классические четырехугольные пирамиды). В случае же, когда на ОПС «платформа» преобладает воздействие тенденций «растягивающих» его по горизонтали (базовый архетип «горизонталь»), возникает или архетип «аллея», то есть, глубинно-пространственная композиция, или фронтальное образование с соответствующими объемно-пространственными структурами. Гипертрофированное же развитие «платформы» вдоль вертикальной оси (через стадию «пирамида») дает архетип «башня»¹. Этими основными видами пространственные архетипы и ограничиваются.

Далее, на этой основе, появляются, своего рода «смешанные» – композитные объемно-пространственные структуры. Это, на наш взгляд, происходит в результате дальнейшего «растягивающего» воздействия по вертикали или горизонтали на уже сложившиеся ОПС, с той только разницей, что в этих усилиях принимают участие не просто «вертикаль» или «горизонталь», как это было при формировании пространственных архетипов, а, по-видимому, сами эти архетипы, пытаясь обратить какую-либо объемно-пространственную структуру в «свою веру». В соответствии с этим продольно-осевые структуры различаются преобладанием центрального, чаще всего купольного пространства (храм Айя София, мавзолей ходжа Ахмед Яссави, собор Святого Петра) над ограниченно «растянутым» в глубину корпусом или, напротив, гипертрофированной пространственной глубиной корпуса (романские, готические соборы) с «вторичной» башней над средокрестием. В первом случае тенденция к «растягиванию» пространства в глубину (глубинно-пространственный архетип – «аллея») воздействовали на сложившуюся центрическую купольную структуру, несколько «растянув» ее вдоль продольной оси. Во втором случае центрический пространственный архетип («конус», «пирамида») повлиял на также уже сложившуюся «базиликальную» (глубинно-пространственную) структуру, что и выразилось в появлении лишь отмеченной выше башни над средокрестием (вертикальная ось) в романских или готических храмах. Возможно, последнее повлияло и на формирование самого средокрестия (**Рисунок 3**).

¹ Впрочем, архетип «башня» мог быть сгенерирован и иными «смежными» способами - а) «клонированием» исходного элемента (одноэтажный павильон → многоярусная пагода) и б) «внезапным» (одномоментным, «взрывным») появлением вертикального объема, при острой функциональной необходимости (нураги Сардинии, сигнальные башни Средней Азии и т.д.). Но и эти пути возникновения башенного объема, так или иначе, могут быть подведены под общий («зонтичный») принцип гипертрофированного развития геометрического тела вдоль вертикальной оси.

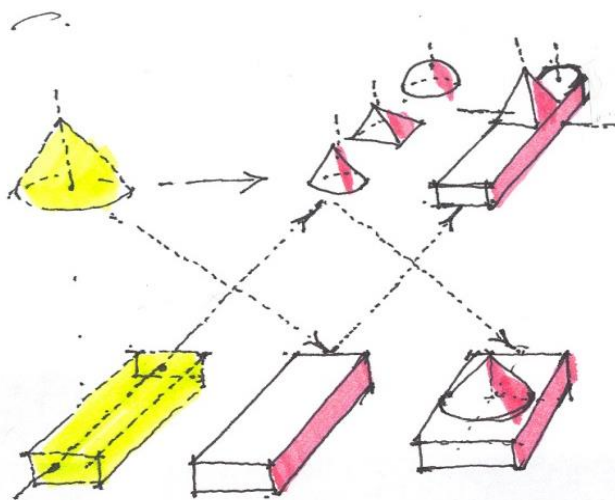


Рисунок 3 – Возникновение композитных объемно-пространственных структур: глубинно-центрическая (вверху справа) и центрическо-глубинная (внизу справа) (материал автора).

То есть, по нашему мнению, эти новые («композитные») объемно-пространственные структуры – центрическо-глубинная и глубинно-центрическая, создавались под влиянием соответствующего архетипа на сложившуюся объемно-пространственную структуру (центрическую или глубинно-пространственную) – потому и устойчивую к воздействиям, а не наоборот и не влиянием структур на структуры. При этом преобладающими оказывались свойства этих уже сформировавшихся объемно-пространственных структур, а не с «запозданием» заявивших о себе архетипов. То есть, по существу, доминировали не вновь появившиеся тенденции, незначительно «растягивающие» базовую структуру в «своем» направлении, а уже завоевавшие свое «место под солнцем» ОПС. Поэтому произошла своего рода, лишь небольшая уступка «опоздавшему к столу» архетипу. Таким образом, доминирующая «центричность» в виде господствующего в композиции центрального купола с небольшим продольно-осевым развитием корпуса в таких памятниках, как храм Ая София (Турция), мавзоль ходжа Ахмеда Ясави (Казахстан), в «однообъемных» православных храмах (без пристроенной колокольни), свидетельствует о первичности купольной центрической структуры, подвергшейся воздействию тенденции к развитию глубины пространства. Очевидна мощная вертикальная ось, присущая куполам и центрическим дворовым композициям, очень рано сформировавшаяся в средневековой архитектуре Среднего Востока, тормозила развитие ярко выраженных глубинно-пространственных структур. Отметим, что и дворовые композиции тоже незначительно «растягивались» вдоль продольной оси (мечеть Биби-Ханым, г. Самарканд). Напротив, исторически сложившаяся «базиликальная» структура Западной Европы, ассоциирующаяся в какой-то степени и с соответствующими античными греко-римскими храмами («периптерами»), привела к беспрецедентному господству глубинно-пространственных композиций готических храмов, но с «реверансом» в сторону центричности в виде средокрестия и башенки над ним. Впрочем, в средневековой архитектуре Западной Европы параллельно развивались и центрические композиции (типа, ротонды).

4.4 «Плоская» и «трехмерная» картины мира

Как мы предположили выше, пространственные архетипы в своей основе строятся на осях – вертикальной и горизонтальных. То есть горизонтальные оси (как минимум две) и образуют горизонтальную плоскость «проколотую» вертикальной осью, этот участок и ограничен «фигурой на плоскости» вокруг вертикальной оси. Но, чтобы произошла такая диффе-

ренциация пространства и выработалось ощущение этих осей, пусть и подсознательное, необходимо был достаточно долгий «путь» освоения пространства, уходящий истоками еще в животное состояние. Поскольку «...основа топономики – трехмерная система координат человеческого пространства – проникает в подсознание человека не сразу, но с определенной очередностью» – двухмерный топономный мир ребенка сменяется объемным трехмерным миром взрослого человека (Brodetsky, 2000). Очевидно, в данном случае, онтогенез повторяет филогенетическое развитие пространственных представлений. В мифах, сказках и других проявлениях культуры (напр., в шаманской практике проводов души), явно ощущаются отголоски древних представлений о мире в виде «плоской» (двухмерной) топологической поверхности (а, возможно и Вселенной). Отсюда и реликтовые выражения – «край света», «тридевятое царство» (мир мертвых) и т.д., места, находящиеся где-то очень далеко, но все же на земной поверхности. Совсем другим, развитым по вертикали представлялся мир времен Данте (Нижний – Средний – Верхний мир) – мир с новой пространственной парадигмой. Свидетельствуют об этом также и рассматриваемые нами в статье примеры из истории архитектуры. Условно говоря, в подсознании должны были сформироваться базовые архетипы – «вертикаль», «горизонталь» и затем, с помощью пересекающихся горизонтальных осей, еще и «фигура на плоскости». Все они объединились в единое целое в виде этой фигуры на плоскости (с горизонтальными осями) «проколотой» вертикальной осью. При этом, вертикальная и горизонтальные оси пересеклись в одной («исходной») точке (Рисунок 4).

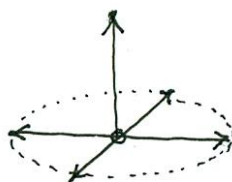


Рисунок 4 – Фигура на плоскости, «проколотая» вертикальной осью – исходная точка для развития пространственных представлений (материал автора).

На самом же деле, ощущение такого синкретичного пространства должно было складываться благодаря многочисленным жизненным ситуациям, практически одновременно. Такое, ментальное освоение пространства было необходимым условием для последующей трансляции его вовне, то есть для возникновения на этой основе деятельности по синтезированию искусственного пространства, что и привело впоследствии к возникновению архитектуры. По сравнению со статичными пространственными архетипами, базовые архетипы «вертикаль», «горизонталь», «фигура на плоскости» («пространственные универсалии»), практически «напрямую» выражают подсознательное ощущение движения (а шире, деятельности), что связано с их происхождением. В какой-то степени, возможно, они являются промежуточным звеном между эволюционировавшими в сторону жизнеобеспечения структурами мышления и пространственными категориями – между «смыслом» и «формой». «Вертикаль», «горизонталь» и их активное взаимодействие на определенном участке горизонтальной плоскости – суть отпечатки процесса освоения пространства в структурах мозга – движения в широком смысле этого слова – «погоня – бегство»; «человек-хозяин, стоящий в центре своего пространства» и т.д.² Поскольку, внутренняя идеальная деятельность, скорее всего и построена по образцу внешней предметной – и «внешняя и внутренняя деятельность имеют одинаковое общее строение» (Leontyev, 1977). Последнее, собственно и стало, в конце концов, основой для осознания вертикальной и горизонтальных осей в окружающем человеке «пространственном хаосе», подобно тому, как подготовленное ухо музыканта улавлива-

² Эти отпечатки могли совершенствоваться и в результате эмпатии при наблюдении за аналогичными процессами в окружении человека.

ет четкую структуру в протяжной и, казалось бы, однообразной мелодии. Горизонтальные же оси, лежащие в горизонтальной плоскости, и создают эту плоскость, в которой происходит взаимодействие всех этих осей на ограниченном участке – внутри поверхности «фигуры на плоскости» (в ее центре – в «исходной точке»). Впрочем, механизм архитектурного формообразования с его глубинными истоками нуждается в дальнейших углубленных междисциплинарных исследованиях.

4.5 Аутопоззис как основа для генезиса пространственных представлений

В первую очередь, благодаря такому освоению пространства сформировались огороженные «фигуры на плоскости» – ограды, загоны, круглые и квадратные в плане погребальные каменные выкладки и оградки, огораживающие и защищающие внутреннюю сакральную поверхность. В такой структуре и сошлись вместе в неразрывном целом «фигура» на горизонтальной плоскости с вертикальной осью в центре. А это и есть круглая или квадратная ограда, защищающая потомство людей и животных с хозяином в середине (Демиург, Первочеловек – «вертикаль»). Очевидно, такие эволюционно сложившиеся и эмоционально насыщенные пространственные ощущения (и их реализация), вызванные «состояниями существования», позволили роду человеческому выжить. Именно поэтому они и отпечатались в глубинных структурах подсознания³, каждый раз всплывая в «снятом» виде не только при необходимости приумножения потомства с обеспечением его ресурсами, но и стали точкой отсчета в дальнейшем освоении пространства и генерировании его искусственно создаваемых форм. К этому пространственному, пропитанному эмоциями состоянию, применим термин, который предложили Умберто Матурана и Франсиско Варело – аутопоззис (самопостроение, самопроизводство) (Galli, 2021). Собственно, древнейший этап огороженного «своего» пространства зафиксирован и в мифах – это и авестийская вара, и библейский загон для скота и даже Ковчег. Это исходное состояние пространственных представлений, но уже со сформировавшимися пересекающимися осями – одной вертикальной осью и, как минимум, двумя горизонтальными, лежащими в горизонтальной же плоскости. Последнее, как мы отметили выше, и является отправной точкой для дальнейшего развития объемно-пространственных структур в результате последовательного воздействия на них разнонаправленных «растягивающих» усилий (вертикальных, горизонтальных) – условием существования композиции является ее постоянное развитие – «движение». Если такового не происходит, то композиция «отмирает», то есть, по существу, становится памятником. Как было показано выше, в результате такого развития формируются, сначала архаичные, то есть, как бы, «промежуточные» объемно-пространственные структуры, с застытием в разного рода формах таких, как египетская мастаба, ранние курганы, Аржан («платформа»), затем египетские пирамиды, сакские курганы сер. I тыс. до н.э. («пирамида», «конус», «полусфера») и «высшие», то есть композитные объемно-пространственные структуры. На основе последних, как мы отмечали выше, появились великолепные архитектурные сооружения с центрическо-глубинной (храм Айя София, мавзолей ходжа Ахмеда Яссави, церкви, основанные на византийской традиции) и с глубинно-центрической (романские и готические храмы) композициями. Эти «высшие» объемно-пространственные структуры, возникшие еще в средние века, стали венцом архитектурного развития – ничего принципиально нового не появилось. Дальнейшие же поиски формообразования в аспекте ОПС вплоть до начала XX века оказались сосредоточенными вокруг этих структур с той или иной степенью их смещения. Впрочем, в плане художественной образности и одухотворяющего начала, архитектуру еще ждали великие открытия.

³ "Бесконечное повторение запечатлело этот опыт (experiences) в нашей психической конституции, но не в форме заполненных содержанием образов, а лишь в виде форм без содержания, представляющих только возможность определенного восприятия и действия. ... Речь идет не о врожденных идеях, а об унаследованных структурах мышления (thought-patterns)" (Jung, 1997).

5 ВЫВОДЫ

Таким образом, в процессе развития архитектуры произошло сначала освоение геометрической фигуры на горизонтальной плоскости («первая архитектурная революция»), то есть планировок в виде окружностей, квадратов и т.д. Только на этой основе появилась возможность формирования объема сооружения, с последующим художественным его осмыслением средствами композиции («вторая архитектурная революция»). Процесс формирования объема происходил в строгой последовательности – как в определенных этапах порождения формы (архетип – объемно-пространственная структура – архитектурная форма), так и порядка формирования геометрической составляющей («фигура на плоскости», на ее основе базовая «платформа», затем, «пирамида», «аллея» и «башня» и т.д.). В истоках же всей этой «порождающей грамматики» архитектурной формы лежала необходимость выживания, то есть, аутопоэзис. Последующие эксперименты с архитектурной формой (типа «каннибалистского» деконструктивизма) и привнесением технологических аспектов (агрессивное внедрение энергоэффективности и экологической составляющей, «самозабвенное» 3D-моделирование, применение 3D-принтеров, все больший вынос человека-творца за рамки создания архитектурного произведения), чреватые разрушением самого явления «Архитектура» в классическом его понимании как художественного явления.

В целом же, отметим, что последовательность в виде освоения сначала «горизонтальной плоскости», а на ее основе «вертикального» прорыва (активизация вертикальной оси) и уже на этой основе освоения окружающего эту «вертикаль» пространства, очевидно, является универсальной. Об этом свидетельствует история освоения окружающего пространства человеком. То есть выявленные принципы формирования объемно-пространственных структур, будучи абстрагированы от конкретного содержания пространственных категорий, могут быть применены к специфическому содержанию какой угодно сферы. Аналогично, каждый вновь полученный результат в какой-либо сфере должен быть перекодирован на некий универсальный методологический язык – с выявлением такого инвариантного ядра он сможет пополнить, своего рода, «фонд алгоритмов» освоения Нового. Наверное, и теория архитектуры, осмысленная на философском уровне может предоставить не один из таких «ключей».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Arnheim, R.** (1977). Art and Visual Perception. [Iskusstvo i visual'noye vospriyatiye]. Translation from English. Moscow: publishing house Progress. (in Russ.).
2. **Arnheim, R.** (1984). Dynamics of Architectural Forms [Dinamika arkhitekturnykh form]. Translation from English by V.L. Glazychev. Moscow, “Stroyizdat”, p. 192, illustration. (in Russ.).
3. **Rappoport, A. G., & Somov, G. U.** (1990). The Form in Architecture: Problems of Theory and Methodology. [Forma v architecture: problem teorii i metdologii]. Moscow, “Stroyizdat”. (in Russ.).
4. **Baitenov, E.** (2001a). Kazakh Single-Chamber Mausoleums. Compositional Preferences. [Kazakhskiyе odnokamernyye mavzolei. Kompozitsionnyye predpochteniya]. Almaty (Kazakhstan). KazLAACE Herald, 1, 10-15. (in Russ.).
5. **Baitenov, E.** (2001b). About Some Regularities in Forming of Kazakh Multi-Chamber Mausoleums [O nekotorykh zakonomernostyakh formirovaniya kazakhskikh mnogokamernykh mavzoleyev]. Almaty (Kazakhstan). KazLAACE Herald. 2, 23-25. (in Russ.).
6. **Baitenov, E.** (2003). Concentric (“Horizontal”) and Stepped (“Vertical”) Compositional Schemes in the Memorial Architecture of Kazakhstan [Kontsentricheskaya (“gorizontalnaya”) i stupenchataya (“vertikalnaya”) kompozitsionnyye skhemy v memorialnom zodchestve Ka-

- zakhstana]. Collection of researches “Architecture and Construction” [sbornik nauchnykh trudov “Arkhitektura i Stroitelstvo”]. Bishkek (Kyrgyzstan). Kyrgyz-Russian Slavic University, pp. 102-110. (in Russ.).
7. **Baitenov, E.** (2004). Memorial Architecture of Kazakhstan: Evolution and Problems of Form-development. [Memorialnoye zodzhestvo Kazakhstana: evolutsiya i problemy formoobrazovaniya]. Almaty (Kazakhstan). Publishing house of KazLAACE. (in Russ.).
 8. **Baitenov, E.** (2019). Regional Specifics of Architecture: Guide for High Schools, Specialties: 6B07311 – “Architecture of Residential and Public Buildings”, 7M07311 – “Architecture”, 8D07311 – “Architecture”. [Regionalnyye osobennosti arkhitektury: uchebnoye posobiye dlya spetsialnostey: 6B07311 – “Arkhitektura zhilykh i obshchestvennykh zdaniy”, 7M07311 – “Arkhitektura”, 8D07311 – “Arkhitektura”]. Almaty (Kazakhstan): International Educational Corporation (in Russ.).
 9. **Khomsky, N.** (1962, the 2nd issue). Syntactic Structures. The New in Linguistics. [Sintakticheskiye struktury. Novoye v lingvistike]. Moscow, 412-527. (in Russ.).
 10. **General History of Architecture** in 12 Volumes. State Committee on Civil Engineering and Architecture of the State Construction Department of the USSR, Scientific-Research Institute of the Theory, History and Perspective Problems of the Soviet Architecture (1966-1977). [Vseobshchaya istoriya arkhitektury v 12 tomax/Gosudarstvennyi komitet po grazhdanskomu stroitelstvu i arkhitekture pri gosstroye sssr, nauchno-issledovatel'skiy institut teorii, istorii i perspektivnykh problem sovetskoy arkhitektury]. Leningrad; Moscow; Publishing house of literature on construction [izdatel'stvo literatury po stroitelstvu] (in Russ.).
 11. **Stepanov, A. V., Malgin, V. I., & Ivanova, G. I.** (2007). Volumetric-spatial composition: textbook for universities [Objomno-prostranstvennaya kompozitsiya: uchebnik dlya vuzov]. Moscow: Architecture-s. (in Russ.).
 12. **Myths of the Peoples of the World. Encyclopedia in 2 Volumes** [Mify narodov mira. Entsiklopediya v 2 tomakh]. Chief Editor – S.A. Tokarev. (1991), Moscow, Soviet Encyclopedia, Volume 1, pp. 110-111 (in Russ.).
 13. **Jung, K. G.** (1997) Consciousness and Unconscious: Collection [Soznaniye i bessoznatelnoye: sbornik]. Translation from English. Sankt-Petersburg. Publishing house “University book” [Universitetskaya kniga], 76-93. (in Russ.).
 14. **Freude, M.** (1986). Animals Build. [Zhivotnyye stroyayt]. Translation from German. Moscow, “World” [“Mir”].
 15. **Zamarovsky,** (1981). Their Majesty the Pyramids. [Ikh velichestvo piramidy]. Translation from Slovak. Moscow: “Nauka” [Science], 207 – 240. (in Russ.).
 16. **Brodetsky, A. Y.** (2000) Non-speech Communication in Life and Art: the ABC of Silence [Vnerechevoye obshcheniye v zhizni i v iskusstve: azbuka molchaniya]. Moscow, Humanitarian publishing center VLADOS [Gumanitarny izdatelskiy tsentr VLADOS]. (in Russ.)
 17. **Leontyev, A. N.** (1977). Activity. Consciousness. Personality [Deyatel'nost. Soznaniye. Lichnost']. Second issue. Moscow, Political Publishing [Politizdat]. (in Russ.).
 18. **Galli, F.** (2021). New Design, New Philosophy, the Speculation of “Design” is Power, the Dark Side. Critical thinking through Negotiation, Politics and Leadership. Academia Letters, Article 3889, 1-6. <https://doi.org/10.20935/AL3889>

UDC 711.04
IRSTI 67.07.11
RESEARCH ARTICLE

COMPOSITIONAL AND PLANNING COMPONENT OF THE UNIQUENESS OF THE ARCHITECTURAL SPACE OF THE ENVIRONMENT

T. Kisselyova¹ , Y. Shlyakhtich² , M.G. Baidrakhmanova^{3,*} 

¹Astana International University, 010000, Astana, Kazakhstan

²Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin, 010011, Astana, Kazakhstan

³Toraighyrov University, 14000, Pavlodar, Kazakhstan

Abstract. *The study of public spaces through their analysis is key to the reconstruction of historical cities and districts, their adaptation to modern needs, and the resolution of design conflicts. The purpose of the analysis of public spaces should be to determine their "uniqueness" and the potential to improve this quality. The theoretical concepts put forward are confirmed by examples of the organization of public spaces in Astana, methods of analysis of archival materials and studies of modern urban development. Five factors of the "uniqueness" of public space are established. Based on the analysis of all existing theories, a generalizing idea of the principles of the development of the uniqueness factors of a particular public space is given. Analysis has shown that when planning and implementing the framework of the city, it is important to preserve or qualitatively introduce unique public spaces into its structure. The example of Astana has shown that when the status and population of any city changes, a number of difficulties arise that affect the functional and planning framework of the city and the quality of perception of public spaces. Thus, the discrepancy between the large-scale system and the violation of stylistic unity is more often revealed, which destroys the existing identity of the urban environment. A clear understanding of the essence of the problem will help to form the concept of an integrated approach in the design of public spaces and will pave the way for new searches in the architecture of the objects under study.*

Keywords: *architectural space, artistic object, spatial system, spatial framework, urban structure, uniqueness.*

***Corresponding author**

Meruyert Baidrakhmanova, e-mail: baidrakhmanova.mg@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-02>

Received 06 November 2023; Revised 21 November 2023; Accepted 12 January 2024

ӘОЖ 711.04
ҒТАМР 67.07.11
ҒЫЛЫМИ МАҚАЛА

ҚОРШАҒАН ОРТАНЫҢ СӘУЛЕТТІК КЕҢІСТІГІНІҢ БІРЕГЕЙЛІГІНІҢ КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ-ЖОСПАРЛАУ КОМПОНЕНТІ

Т.А. Киселева¹ , Е.В. Шляхтич² , М.Г. Байдрахманова^{3,*} 

¹Астана Халықаралық университеті, 010000, Астана, Қазақстан

²С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, 010011, Астана, Қазақстан

³Торайғыров университеті, 14000, Павлодар, Қазақстан

***Аңдатпа.** Қоғамдық кеңістіктерді талдау арқылы зерттеу, тарихи қалалар мен аудандарды қайта құру, оларды заманауи қажеттіліктерге бейімдеу және дизайн қайшылықтарын шешудің кілті болып табылады. Қоғамдық кеңістіктерді талдаудың мақсаты олардың «бірегейлігін» және осы сапаны жақсарту әлеуетін анықтау болуы керек. Ұсынылған теориялық тұжырымдамалар Астананың қоғамдық кеңістігін ұйымдастыру мысалдарымен, мұрағат материалдарын талдау және қаланың қазіргі заманғы құрылысын зерттеу әдістерімен расталады. Қоғамдық кеңістіктің «бірегейлігінің» бес факторы белгіленеді. Барлық қолданыстағы теорияларды талдау негізінде белгілі бір қоғамдық кеңістіктің бірегейлігі факторларының даму принциптері туралы жалпылама түсінік беріледі. Талдау кезінде, қала құрылымын жоспарлау және іс жүзінде жүзеге асыру кезінде оның құрылымына бірегей қоғамдық кеңістіктерді сақтау немесе сапалы түрде енгізу маңызды екені көрсетілді. Астана үлгісі кез келген қаланың мәртебесі мен саны өзгерген кезде қаланың функционалдық-жоспарлау қаңқасына және қоғамдық кеңістіктерді қабылдау сапасына әсер ететін бірқатар қиындықтар туындайтынын көрсетті. Сонымен қатар, ауқымды жүйенің сәйкес келмеуі және стилистикалық бірліктің бұзылуы жиі анықталады, бұл қалалық ортаның бар бірегейлігін бұзады. Мәселенің мәнін нақты түсіну қоғамдық кеңістіктерді жобалауда кешенді көзқарас тұжырымдамасын қалыптастыруға көмектеседі және зерттелетін объектілердің сәулетінде жаңа ізденістерге жол ашады.*

***Түйін сөздер:** сәулеттік кеңістік, көркемдік нысан, кеңістіктік жүйе, кеңістіктік жақтау, қалалық құрылым, бірегейлік.*

***Автор-корреспондент**

Меруерт Байдрахманова, e-mail: baidrakhmanova.mg@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-02>

Алынды 06 қараша 2023; Қайта қаралды 21 қараша 2023; Қабылданды 12 қаңтар 2024

УДК 711.04
МРНТИ 67.07.11
НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

КОМПОЗИЦИОННО-ПЛАНИРОВОЧНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ УНИКАЛЬНОСТИ АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА СРЕДЫ

Т.А. Киселева¹ , Е.В. Шляхтич² , М.Г. Байдрахманова^{3*} 

¹Международный университет Астана, 010000, Астана, Казахстан

²Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, 010011, Астана, Казахстан

³Торайгыров университет, 140000, Павлодар, Казахстан

Аннотация. *Изучение общественных пространств через их анализ является ключевым для реконструкции исторических городов и районов, адаптации их под современные потребности и разрешения проектных конфликтов. Целью анализа общественных пространств должно быть определение их «уникальности» и потенциала повышения этого качества. Выдвинутые теоретические концепции подтверждаются примерами организации общественных пространств Астаны, методами анализа архивных материалов и исследований современной застройки города. Устанавливаются пять факторов «уникальности» общественного пространства. На основе анализа всех существующих теорий дано обобщающее представление о принципах развития факторов уникальности того или иного общественного пространства. Анализ показал, что при планировании и практической реализации каркаса города важным является сохранение или качественное введение в его структуру уникальных общественных пространств. Пример Астаны показал, что при изменении статуса и численности любого города возникает ряд сложностей, влияющих на функционально-планировочный каркас города и на качество восприятия общественных пространств. При этом чаще является несоответствие масштабного строя и нарушение стилистического единства, что разрушает существующую самобытность городской среды. Четкое понимание сути проблемы поможет сформировать концепцию комплексного подхода в проектировании общественных пространств и создаст почву для новых поисков в архитектуре исследуемых объектов.*

Ключевые слова: *архитектурное пространство, художественный объект, пространственная система, пространственный каркас, городская структура, уникальность.*

*Автор-корреспондент

Меруерт Байдрахманова, e-mail: baidрахmanova.mg@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-02>

Поступило 06 ноября 2023; Пересмотрено 21 ноября 2023; Принято 12 января 2024

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 ВВЕДЕНИЕ

Архитектурное пространство города сегодня представляет собой совокупность целостностей, как «сложный конгломерат самостоятельных образов» не только в сознании человека, но и как объективно складывающаяся пространственная структура. Каждая из этих целостностей – частей общей структуры, становится условно выделенным местом, создавая при этом границы между внешним и внутренним. Пути движения из «внутреннего» во «внешнее» указывают направления. Таким образом, из «мест» и «направлений» формируется восприятие человеком города как структурно-пространственной системы.

Функционируя в целесообразно упорядоченном архитектурном пространстве, человек своей деятельностью выделяет особое пространство общественной жизни. Оно является сложной структурой, наполненной множеством экономических, социальных и культурных процессов, которые влияют на форму всего пространства города. В свою очередь, эта структура содержит пространства разные по качеству происходящих в них процессов.

Выявление уникальности городских общественных пространств с точки зрения улучшения качества городской среды имеет важное внутреннее значение как для самого города, так и его горожан. На современном этапе вопрос о выявлении ценности городской среды является злободневным и спорным.

Цель исследования – дать определение «уникальности» городских общественных пространств; исследовать теорию вопроса и апробировать методику по определению качества «уникальности» общественного городского пространства на примере анализа планировочной структуры современного каркаса города Астана.

Объект исследования – система критериев «уникальности» как современное направление развития общественных городских пространств.

Предметом исследования – являются общественные городские пространства каркаса города в границах рассматриваемой территории г. Астаны.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Сегодня накоплен большой объем знаний и обширной информации в вопросах ориентированного на человека городского планирования.

Теоретические работы современных исследователей, таких как Иконников А.В. (Ikonnikov, 1985), Орлов Д.Н., Орлова Н.А. (Orlov, & Orlova, 2017), Швидковский Д.О. (Shvidkovsky, 2009) и др., исследуют качества общественных пространств по разным показателям, применяя методы моделирования и включая такие характеристики как значимость «духа места», память о событиях и людях.

Одни теоретики занимались исследованием психологии восприятия общественных пространств. Так, в исследованиях Яргиной З.Н. (Yargina, 1991) анализируется потребность человека в духовном восприятии городской среды. Другие теоретики рассматривают социально-экологическую интерпретацию городской среды. Храмова М.Ю. (Khramova, 2008) в своем исследовании рассматривает отношения человека и архитектуры, принимает мифы, символы и образы общественных пространств как основу восприятия и чтения города.

Основные теоретические и исторические аспекты формирования городов, в частности г. Самары и г. Тольятти, были отражены в сериях научно-публицистических статей Васильчиковой С.Ф., Храмовой М.Ю. (Khramova, 2012) и Сеницыной И.А. Также интересны результаты научных работ Хриченкова А.В. (Khrichenkov, 2016).

Научные изыскания, как, в целом, по Республике Казахстан, так, в частности, по г. Алматы в разрезе темы исследования проводились учеными Иманбаевой Ж.А., Толеген Ж.Ж., Трофимовым В.П., Поповым Ю.Г. и Амандыковой Д.А. (Imanbayeva et.al., 2022). А исследования по РК и городу Астане освещены в трудах: Тоскиной В.В. (Toskina, 2002), Ивановой О.А. (Ivanova, 2017), Хайруллиним Д. (Khairulin, 2009) и ученых Корниловой

А.А., Хоровецкой Е.М., Лаптева В.А., Лаптевой И.В., Мамедова С., Оспанова Т., Сарсембаевой Д. ([Kornilova et.al., 2018](#), [Kornilova et.al., 2019](#), [Kornilova & Lapteva, 2019](#); [Kornilova & Laptev, 2019](#)).

После изучения и анализа фундаментальных научных трудов ученых-теоретиков и практиков, которые легли в основу теоретической базы исследования, возникает основание для формирования новых подходов к созданию «уникальных» общественных пространств.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методика исследования основывается на всестороннем и детальном рассмотрении решения поставленной проблемы. В процессе работы использовался комплексный подход, включающий несколько методов исследования:

1. Выявление устоявшихся теоретических концепций и научных подходов в рамках исследования по истории и теории архитектуры, по архитектурно-планировочному и пространственному развитию городов.
2. Изучение архивных и справочных источников, натурное исследование исторической и современной застройки г. Астаны, с привлечением сведений по истории.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

На современном этапе является актуальным применение и изучение анализа сложившихся общественных городских пространств в структуре каркаса города. Это связано с ролью общественных пространств как квинтэссенции города. Особенное значение их комплексное исследование приобретает в рамках реконструкции исторических городов, или сложившихся ранее районов, не удовлетворяющих современным запросам общества, которая порой связана с конфликтными проектными решениями.

Целью анализа общественных городских пространств должно быть определение их «уникальности» и потенциала повышения этого качества.

Объективно можно определить пространственные границы процессов, характерных для общественных городских пространств. Внутри этих границ формируется многообразное поле возможностей для реализации общественных процессов. Это поле является качеством «уникальности» общественного пространства. Чем плотнее поле возможностей, тем выше «уникальность», а, следовательно, и качественный уровень общественного городского пространства. Для разделения определенного пространства на участки с разным уровнем «уникальности», необходимо подвергнуть их анализу. Так в научных трудах Храмовой М.Ю. ([Khramova, 2008](#)) на основе исследования и анализа планировочных структур двух городов: г. Тольятти, сформированного в сравнительно короткий промежуток времени и сохраняющего свою структуру и по сей день, и, как противоположность – г. Самары, имеющего более длительное временное развитие территории, были установлены факторы «уникальности» общественного пространства, каждый из которых обладает рядом важных внутренних слагающих особенностей.

Учитывая, что городская структура – это система, построенная на отношении территорий разной функциональной и композиционной организации, можно сделать вывод, что уровень «уникальности» общественного пространства зависит от неких объективных факторов. Взаимодействие общественного городского пространства с природной и антропогенной внешней средой характеризуется фактором композиционно-ландшафтной особенности пространства ([Ikonnikov, 1985](#)). Соответственно, саму геометрию планировочной системы общественного городского пространства характеризует основополагающий фактор композиционно-планировочной особенности ([Orlov, & Orlova, 2017](#)). Сопутствующим композиционным фактором является фактор стилистической однородности пространства ([Shvidkovsky, 2009](#)), который представляет это пространство в исторической трансформации.

Следующим фактором «уникальности», является фактор, сочетающий в себе композиционный и функциональный критерии оценки пространства (Yargina, 1991) – фактор особенности освоения пространства. Этот фактор наиболее связан непосредственно с человеком, с его восприятием и потреблением пространства. Пятым фактором, является фактор концентрации общественной функции (Khramova, 2008), характеризующий насыщение пространства общественными процессами.

Анализ по каждому из факторов «уникальности» может представлять собой самостоятельный вариант исследования общественно-пространственного каркаса города. Композиционно-планировочная особенность (Orlov & Orlova, 2017) является одним из основополагающих факторов и может быть представлена одним из вариантов такого исследования. Для анализа композиционно-планировочной системы исследуются элементы конфигурации городского пространства. В качестве элементов конфигурации в городском пространстве выступают:

- композиционно-пространственные узлы (КПУ) – ограниченные компактные пространства, соразмерные человеческому восприятию, с определенным композиционным отношением и неизменным наличием пространственных доминант;
- композиционно-пространственные оси – могут считаться линейные пространства, соединяющие один или несколько КПУ и являющиеся композиционно формирующими для данной планировочной системы.

На **Рисунке 1** представлена графическая схема элементов городского пространства и их взаимосвязь.

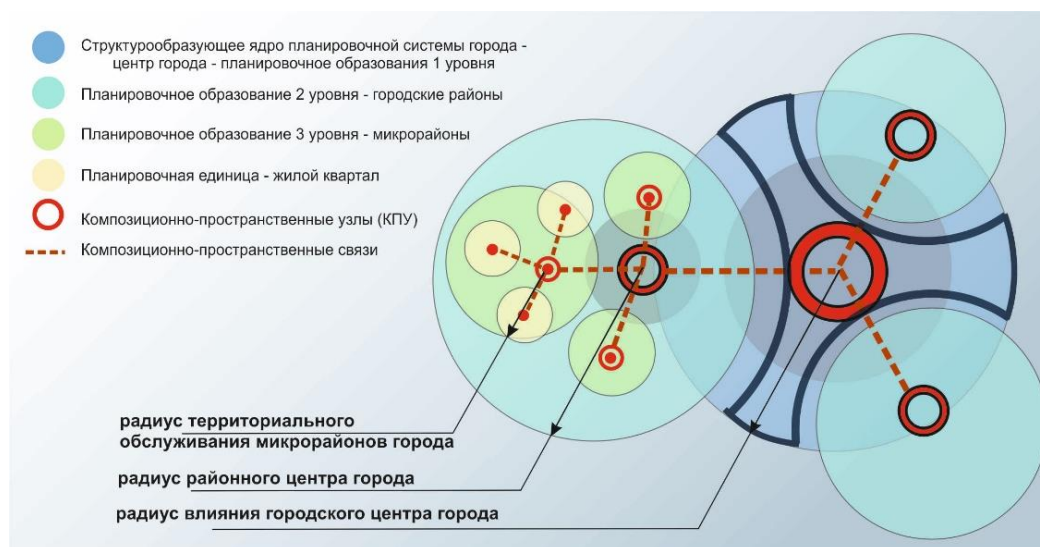


Рисунок 1 – Авторская концептуальная модель организации композиционно-планировочной системы городского образования [материал авторов]

Элементы конфигурации могут принадлежать как одному планировочному образованию, так и объединять всю планировочную систему города.

Так как композиционно-планировочный анализ, вследствие заявленных выше теоретических утверждений, является одним из вариантов исследования общественно-пространственного каркаса города, то в качестве примера хотелось бы провести анализ структуры г. Астана и основных его композиционно-планировочных систем. В этой связи необходимо обусловить важность и актуальность выбранного для дальнейшего исследования городского образования. Процесс формирования планировочного каркаса Астаны интересен тем, что столичные функции были перенесены в условия сложившейся архитектурно-планировочной структуры небольшого, но достаточно развитого на тот момент провинциального города.

Сегодня Астана – это город, который отличается от всех существующих городов в Казахстане: это современный город со своей социально-культурной, экономической и политической привлекательностью. Совершенно естественно это произошло из-за того, что городу придан новый импульс, новые функции, новое значение.

Город Астана расположен в северо-западной части страны, на приречной равнине и частично в долине реки Ишим. Анализ внешних и сущностных параметров развития города на всех его этапах становления позволяет утверждать, что уровень социально-экономического развития города, урбанистическая зрелость населения, реализация градостроительных планов обусловлены были тем фактом, что в разные периоды истории город выполнял административные функции разного уровня. Чем выше был административный статус города, тем глубже и колоссальнее были изменения его экономики, архитектурной среды, социокультурной сферы.

Пространственная структура города получила колоссальное развитие с переносом столицы. Архитектурный облик Астаны, как результат взаимодействия предшествующих периодов и историческое наследие, представляет живую ткань.

На **Рисунке 2** представлен генеральный план развития г. Астаны, отражающий все этапы становления города.

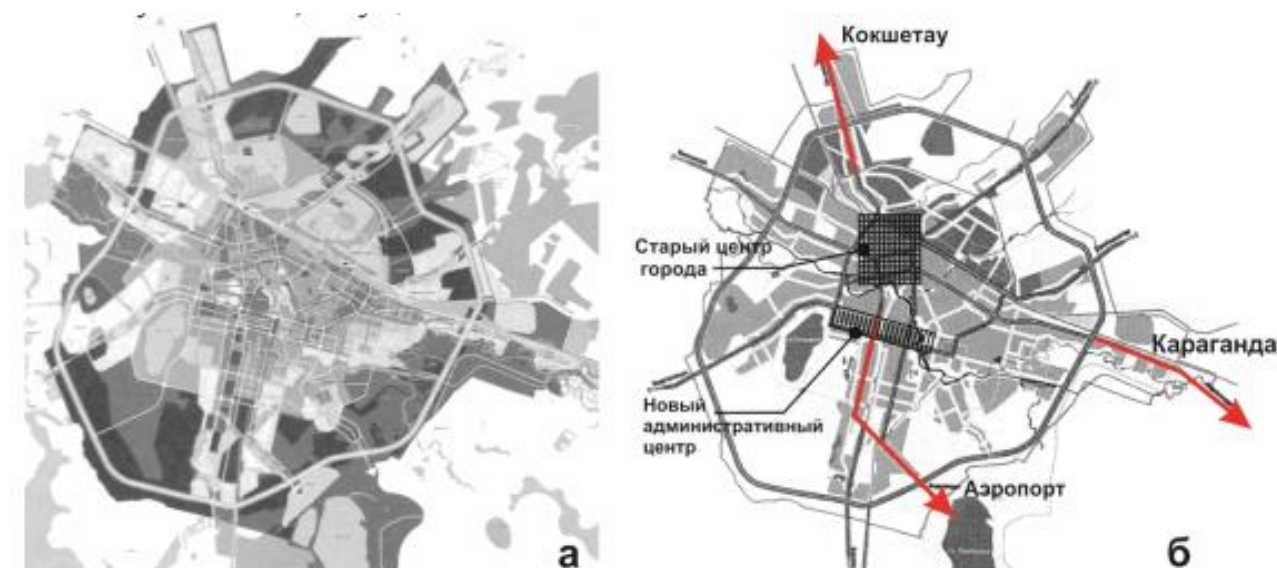


Рисунок 2 – Новый генеральный план развития Астаны:

а – схема зонирования территории города; б – основные направления развития города [10].

Вся Астана представляет собой агломерацию, которая имеет достаточно расчлененную многоядерную структуру. Градостроительно Астана структурно условно разделена на зоны, каждая из которых имеет ярко выраженную взаимосвязь своих селитебных территорий с расположенными в структуре района предприятиями и общественными центрами. Кроме этого, магистральная тенденция расположения основных улиц города объединяет вокруг себя все остальные небольшие улицы и переулки города (**Toskina, 2002**). Однако, как показала практика, общегородские связи недостаточно полноценны, чтобы говорить о наличии «живой ткани», гармонично соединяющей новый административный центр со старым в «единый организм». Прочитывается самодостаточность и автономность сложившихся городских образований внутри общегородской структуры, которая также незримо препятствует «слиянию» этих территорий. Степень урбанизации же отдельных существующих образований города требует оптимизации использования уже застроенных территорий, т.е. применения к ним мероприятий комплексной реконструкции.

Анализируя генезис Астанинского городского образования, можно определить ряд особенностей его развития на современном этапе. Одной из них, характеризующей любое поселение как город, является формирование единого общественно-пространственного каркаса с высоким уровнем индивидуальности – «уникальности». Вышеперечисленные особенности планировочной структуры Астаны влияют на специфику его общественно-пространственного каркаса. Она заключается во фрагментарности этого каркаса внутри всей городской структуры. Это связано с пространственной разобщенностью элементов структуры. Основными «сгустками» общественно-пространственного каркаса Астаны являются городские образования: Правобережье («старый город») и Левобережье («новый город»). Их фрагменты ряда внутренних слагающих и отличительных особенностей среды могут служить примером апробирования методики по определению качества «уникальности» общественного городского пространства в рамках данного исследования. Для этого рассмотрим подробнее особенности планировочного формирования каждого «города».

«Старый город» – исторический центр. Расположен между двумя основными городскими артериями: с юга – рекой Есиль, с севера – железнодорожной магистралью Западная Европа – Юго-Восточная Азия. Включает три административных района: Алматинский, Сарыаркинский и Байконурский районы. С момента образования и по сегодняшний день этот «город» является самостоятельным образованием, общественные функции которого носят как районный, так и общегородской характер. Композиционно-планировочно он характеризуется следующими факторами:

- «Старый город» имеет достаточно плотную планировочную сетку с четкой квартальной прямоугольной системой планировки, состоящей из кварталов различной формы со средней площадью 30 000 м² и высотой зданий в среднем 10-15 м. «Старый Город» также имеет определенные пространственно-стилистические характеристики: сочетание свободной и периметральной квартальных застроек с преобладанием последней. Стилистический морфотип основной фоновой застройки можно определить как сочетание «советского технологизма» 50-60-х годов - единого стиля застройки с вкраплением других стилей. Так, современное восприятие архитектурного образа участков линейного центра – центральной улицы (проспекта Республики) подчинено характеру движения в южном направлении – по мере приближения к границе левого берега, центральному мосту, высота и плотность застройки увеличивается; площадь перед мостом раскрывается свободным пространством с широкой панорамой застройки левого берега. Согласно линейному принципу построения градостроительной структуры плана, перпендикулярно главной улице, проходят второстепенные, образуя узлы перекрестков и площадей, к которым тяготеют важнейшие общегородские сооружения, требующие значительных пространств.

Особое тематическое зонирование территорий, образующих центральные улицы и площадь (деловая зона, торговая зона) сложилось с учетом старой планировки Целинограда – некоторые участки застройки невозможно было трансформировать под новые функции. Новые объекты архитектурной среды Астаны также вписывались в уже сложившуюся городскую структуру города, уплотняя ее, что в достаточной степени усложнило задачу формирования гармоничного и выразительного образа градостроительного формирования «старого города».

Несмотря на все аналитические разработки, в результате трансформации старой застройки под новые масштабы, сформировался сложный дробный силуэт центра правобережной части.

- «Новый город» – новый административный центр Астаны связан со «старым городом» мостом через р. Ишим и широкой транспортной магистралью. Границы «нового города» совпадают с существующей границей города, начиная от места пересечения строящейся противопаводковой дамбы, в юго-восточной части города, до пересечения правой протоки реки Есиль с существующей линией границы. Включает два административных района: Есильский и Нуринский районы.

Степной ландшафт способствует формированию широких открытых перспектив. Композиционно-планировочно новая часть города имеет более четкую планировочную структуру – линейное зонирование, включая зеленую зону р. Ишим. Кварталы имеют различную форму, площадь которых колеблется от 5 га до 15 га, высота – от 20 до 50 м и более. Новый Административный центр Астаны представлен обширной территорией, связанной главной композиционно пространственной осью – «водно-зеленым бульваром». Протяженная экспланада бульвара функционально разделена на три зоны: центральную, западную и восточную. На [Рисунке 3](#) представлена система перетекающих пространств административного центра, расположенных на разных уровнях, что способствует последовательному многоплановому восприятию видовых кадров, раскрывая их иногда с самых неожиданных ракурсов.

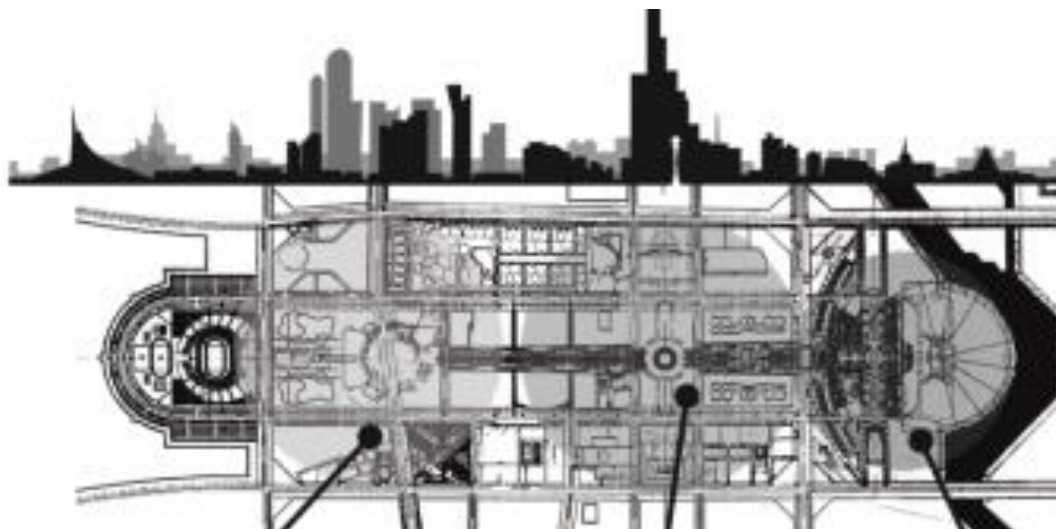


Рисунок 3 – Новый административный центр г. Астаны [10].

Территория нового административного центра включает и такие композиционно-пространственные узлы, как районы ЕХРО, Пирамиды, Ботанического сада, проспект Туран и бульвар Нурлы Жол. Композиционно-пространственную связь обеспечивает и насыщенная система зеленых насаждений, которая связывается в центральной части кольцевым Бульваром, пронизывающим основные общественно-жилые структуры нового городского образования.

Этот «новый город» отличается отсутствием какого-либо доминирующего архитектурного стиля, перенасыщением уникальных общественных сооружений. «Новый город» – гармоничный город, с большим количеством разнообразных видов средообразующих факторов и объектов, в которых имеется в наличии весь спектр разнообразных элементов, наполняющих и формирующих «уникальную» среду общественных городских пространств – интересен для туристов, любопытен для изучения архитекторов-практиков, создает почву для новых поисков в архитектуре исследуемых объектов.

5 ВЫВОДЫ

Прогноз перспектив развития городских пространств, даже фрагментарный, сегодня может облегчить реализацию конкретных проектов в будущем. Он должен предполагать многовариантность решений и приемов организации общественных городских пространств в сложившейся или формирующей структуре города и позволять определить не конкретные их формы, а наиболее вероятные пределы, в которых будут происходить качественные изменения в их перспективном развитии.

Пример Астаны показал, что при строительстве новой столицы на базе сложившейся среды провинциального города возникает ряд сложностей, влияющих на функционально-планировочный каркас городской застройки, на особенности архитектурного образа города и качество его восприятия. При восприятии городской среды на объектном уровне ярче выявляются несоответствия масштабного строя, а также нарушения стилистического единства и отсутствия согласованности элементов многих архитектурных ансамблей, что незримо разрушает тщательно создаваемую «уникальность» среды.

Комплексный анализ выявленной проблемы позволяет сделать вывод, что специфическими особенностями формирования общественных пространств является создание архитектурно-художественными средствами признаков индивидуальности, неповторимости, и своеобразия, с учетом исторической преемственности, экономической целесообразности, природно-ландшафтной ситуации и возможностью трансформации.

Этого можно достичь, используя следующие факторы:

- фактор композиционно-ландшафтной особенности пространства, т.е. обязательный учет природно-ландшафтной особенности разрабатываемой территории;
- фактор композиционно-планировочной особенности, т.е. учет геометрии и функционального зонирования разрабатываемой территории;
- фактор стилистической однородности пространства;
- фактор критериев функциональной оценки пространства, т.е. учет особенности освоения пространства разрабатываемой территории;
- фактор концентрации общественной функции, т.е. насыщение пространства различными общественными процессами.

Вместе с тем преобразование пространственной среды должно основываться на архитектурно-планировочной структуре города, в которой протекает деятельность человека, определяющаяся уровнем социальной организации общества, его техническими возможностями, экономической базой и региональными факторами.

Преобразование формирующегося уникального пространства, вместе с тем невозможно, без выявления внутренних противоречий развития и необходимости более полного соответствия между новыми подвижными и быстро меняющимися социально-экономическими условиями и сложившейся стабильной и медленно совершенствующейся планировочной структурой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Ikonnikov, A. V.** (1985). The artistic language of architecture [Hudozhestvennyj jazyk arhitektury. Iskusstvo] Iskusstvo. (In Russ.).
2. **Imanbayeva, Z. A., Tolegen, Z. Z., Trofimov, V. P., Popov, Y. G., & Amandykova, D. A.** (2022). On the issue of humanization of the urban environment of Kazakhstan [K voprosu gumanizacii gorodskoj sredy Kazahstana]. Qazbsqa Bulletin, Architecture and design, 2(84), 124-134. (In Russ).
3. **Ivanova, O. A.** (2017). Features of the formation of the architectural image of Astana – the new capital of Kazakhstan [Osobennosti formirovaniya arhitekturnogo obraza Astany – novoj stolicy Kazahstana]. Bulletin of V.G. Shukhov BSTU, 2. (In Russ.).
4. **Khairulin, D.** (2009). Formation and development of the architecture of the capital city [Formirovanie i razvitie arhitektury stolichnogo goroda]. AMIT 1(6). (In Russ.).
5. **Khramova, M. Y.** (2008). «Symbol of the city» in public space [«Simvol goroda» v obshchestvennom prostranstve]. Academia. Architecture and Construction, 4, 52-55. (In Russ.).
6. **Khramova, M. Y.** (2012). Architectural ensemble as the basis of qualitative characteristics of the cultural landscape of the city [Arhitekturnyj ansambl' kak osnova kachestvennoj harakteris-

- tiki kul'turnogo landshafta goroda]. Abstract of the dissertation, Samara State University of Architecture and Civil Engineering, Candidate of Architecture. (In Russ).
7. **Khrichenkov, A. V.** (2016). Architectural and spatial organization of trade service facilities of local significance (on the example of Yekaterinburg) [Arhitekturno-prostranstvennaja organizacija ob#ektov tovgovogo obsluzhivaniya mestnogo znachenija (na primere g. Ekaterinburga)]. Abstract of the dissertation, Ural State Academy of Architecture and Art, Candidate of Architecture]. (In Russ.).
 8. **Kornilova, A. A., Karabaev, G. A., Mammadov, S. E., Khorovetskaya, E. M., & Kiseleva, T. A.** (2018). Historical aspects of the formation of rural settlements in Northern Kazakhstan during the prerevolutionary period. *Terra Sebus. Acta Mvsei Sabesiensis*, 10, 271-285.
 9. **Kornilova, A. A., Khorovetskaya, Y. M., Mamedov, S. E., Ospanov, T. Z., & Sarsembayeva, D. Y.** (2019). Territory management: Urban planning and recreational planning of populated areas in the Republic of Kazakhstan in the second half of the 20th century. *Journal of Environmental Management and Tourism*, 10(6), 1295-1302. [https://doi.org/10.14505/jemt.v10.6\(38\).11](https://doi.org/10.14505/jemt.v10.6(38).11)
 10. **Kornilova, A. A., & Lapteva, I. V.** (2019). Regional features of the formation of master plans of cities. *KazATU named after S. Seifullin*. (In Russ).
 11. **Kornilova, A.A., & Laptev, V. A.** (2019). Architecture of the settlement framework and social infrastructure of the Republic of Kazakhstan. *KazATU named after S. Seifullin*. (In Russ).
 12. **Orlov, D. N. & Orlova, N. A.** (2017). «Theory of Architecture» by A.I. Nekrasov in the context of the philosophy of space [Teoriya arhitektury» A.I. Nekrasova v kontekste filosofii prostranstva]. *Bulletin of Samara State Technical University*, 7(4). <https://doi.org/10.17673/Vestnik.2017.04.20> (In Russ).
 13. **Shvidkovsky, D.** (2009). From megalith to megapolis: essays on the history of architecture and urban planning [Ot megalita do megapolisa: ocherki po istorii arhitektury i gradostroitel'stva. Arhitektura-S.]. *Architecture-S*. (In Russ).
 14. **Toskina, V. V.** (2002). The evolution of the architectural and planning structure of settlements in Northern Kazakhstan in the XIX-XX centuries: on the example of the Akmola region [Jevoljucija arhitekturno-planirovochnoj struktury naseleennyh punktov Severnogo Kazahstana v XIX-XX vv.: na primere Akmolinskoj oblasti]. Abstract of the dissertation, Novosibirsk State Academy of Architecture and Art, Candidate of Architecture. (In Russ).
 15. **Yargina, Z. N.** (1991). Aesthetics of the city [Jestetika goroda]. Moscow, Stroyizdat. (In Russ).

UDC 725
IRSTI 67.07.11
RESEARCH ARTICLE

ARCHITECTURE OF RESIDENTIAL BUILDINGS IN ASTANA 30-s-50s XX CENTURY

A.A. Toishiyeva* 

L.N. Gumilyov Eurasian National University, 10000, Astana, Kazakhstan

Abstract. *The study of the architecture of residential buildings is of great scientific interest, and the topic of housing always remains one of the most relevant in the development of society. The article analyzes the features of the formation of the architecture of residential buildings in Astana in the period from 1936 to 1954, which developed under the influence of socio-economic factors, political decisions, architectural and urban planning tasks of the first half of the 20th century. The study involves the use of a method of analysis, study and field survey of residential buildings in Astana of the 1930s-1950s. The article is based on documents collected by the author in 2014-2015 from the funds of the National Archive of the Republic of Kazakhstan, the State Archive of the city of Astana, the archive of the real estate center in the city of Astana, as well as materials from field surveys and photographic recordings of residential buildings. The theoretical foundation for the study was the works of Kazakh scientists: B.A. Glaudinova, M.G. Seydalina, A.S. Karpykova, T.K. Basenova, B.U. Kuspangalieva, K.I. Samoilova, K.G. Tokzhumanova, etc. As a result of the study, three periods of formation and development of the architecture of residential buildings in Astana were identified: pre-war (1936-1940s); war period (1941-1945); post-war period (1946-1953). Within the established periods, the characteristic features of the architecture of residential buildings in the city are determined: urban planning solutions for residential development, typological methods of housing construction and architectural style.*

Keywords: *residential buildings, architectural environment, architectural style, housing construction, historical periods, building materials.*

***Corresponding author**
Almagul Toishiyeva, e-mail: almagul7@inbox.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-03>

Received 03 November 2023; Revised 13 December 2023; Accepted 24 January 2024

XX ҒАСЫРДЫҢ 30-50 ЖЫЛДАРЫНДАҒЫ АСТАНА ТҰРҒЫН ҮЙЛЕРІНІҢ СӘУЛЕТІ

А.А. Тойшиева* 

Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, 10000, Астана, Қазақстан

Аңдатпа. Тұрғын ғимараттардың сәулетін зерттеу үлкен ғылыми қызығушылық тудырады және тұрғын үй тақырыбы әрқашан да қоғам дамуындағы ең өзекті мәселелердің бірі болып қала берді. Мақалада 20 ғасырдың бірінші жартысындағы әлеуметтік-экономикалық факторлардың, саяси шешімдердің, сәулет-қала құрылысы міндеттерінің әсерінен қалыптасқан 1936-1954 жылдар аралығындағы Астана тұрғын үйлер сәулетінің қалыптасу ерекшеліктері талданады. Зерттеу барысында 1930-1950 жылдары Астана қаласының тұрғын үй қорын талдау, зерттеу және пайдалану әдістерін қолдану ұсынылады. Мақала автордың 2014-2015 жылдары Қазақстан Республикасының Ұлттық мұрағаты, Астана қаласының Мемлекеттік мұрағаты және Астана қаласы бойынша жылжымайтын мүлік орталығының мұрағаты қорынан жинаған құжаттарына, сондай-ақ тұрғын үй құрылыстарын натурлық зерттеу және фотофиксациялау материалдарына сүйенеді. Зерттеудің теориялық негізін қазақ ғалымдары: Б.А. Глаудинов, М.Г. Сейдалин, А.С. Қарпықов, Т.К. Бәсенов, Б.У. Құспанғалиев, К.И. Самойлов, Қ.Г. Тоқжұманов, т.б. еңбектері құрады. Зерттеу нәтижесінде Астана қаласындағы тұрғын үйлер сәулетінің қалыптасуы мен дамуының үш кезеңі анықталды: соғысқа дейінгі (1936-1940 жылдар); соғыс кезеңі (1941-1945); соғыстан кейінгі кезең (1946-1953). Белгіленген мерзімдер шеңберінде қаладағы тұрғын үйлер сәулетінің ерекшеліктері анықталды: тұрғын үй құрылысының қала құрылысы шешімдері, тұрғын үй құрылысының типологиялық әдістері және сәулет стилі.

Түйін сөздер: тұрғын ғимараттар, сәулет ортасы, сәулет стилі, тұрғын үй құрылысы, тарихи кезеңдер, құрылыс материалдары.

*Автор-корреспондент

Алмагүл Тойшиева, e-mail: almagul7@inbox.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-03>

Алынды 03 қараша 2023; Қайта қаралды 13 желтоқсан 2023; Қабылданды 24 қаңтар 2023

УДК 725
МРНТИ 67.07.11
НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

АРХИТЕКТУРА ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ АСТАНЫ 30-х - 50-х годов XX ВЕКА

А.А. Тойшиева* 

Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, 10000, г. Астана,
Казахстан

Аннотация. Изучение архитектуры жилых зданий имеет большой научный интерес, и тема жилья всегда остается одной из самых актуальных в развитии общества. В статье анализируются особенности формирования архитектуры жилых зданий Астаны в период с 1936-го по 1954-е годы, сложившиеся под влиянием социально-экономических факторов, политических решений, архитектурно-градостроительных задач первой половины XX века. Исследование предполагает использование метода анализа, изучения и натурного обследования жилых зданий Астаны 1930-х-1950-х годов. Статья опирается на документы, собранные автором в 2014-2015 годах из фондов Национального архива РК, Государственного архива города Астаны, архива центра недвижимости по городу Астана, а также на материалы натурных обследований и фотофиксаций жилых строений. Теоретическим фундаментом для исследования послужили труды казахстанских ученых: Б.А. Глаудинова, М.Г. Сейдалина, А.С. Карпыкова, Т.К. Басенова, Б.У. Куспангалиева, К.И. Самойлова, К.Г. Токжуманова и др. В результате исследования определены три периода становления и развития архитектуры жилых зданий Астаны: довоенный (1936-1940-е годы); военный период (1941-1945-е годы); послевоенный период (1946-1953-е годы). В рамках установленных периодов определены характерные особенности архитектуры жилых зданий города: градостроительные решения жилой застройки, типологические приемы возведения жилья и архитектурный стиль.

Ключевые слова: жилые здания, архитектурная среда, архитектурный стиль, жилищное строительство, исторические периоды, строительные материалы.

*Автор-корреспондент

Алмагүл Тойшиева, e-mail: almagul7@inbox.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-03>

Поступила 03 ноября 2023 г.; Пересмотрено 13 декабря 2023 г.; Принято 24 января 2024 г.

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 ВВЕДЕНИЕ

Формирование архитектуры жилых зданий Астаны (до 1961 года город имел название Акмолинск) в период с 1936-го по 1954-е годы характеризуется активностью возведения жилья и значением роли города в социально-экономической жизни страны. Это было связано с развернувшимся планом строительства железнодорожных линий в 1930-е годы, которое способствовало развитию отдаленных Северных областей Казахстана, а также развитию системы сельскохозяйственных и промышленных связей между городами Центрального Казахстана. В связи с этим, для обеспечения программы строительства железных дорог (были обозначены короткие сроки) в город прибыло много специалистов и рабочих со всех регионов СССР. Численность населения города значительно выросла.

Все вышесказанные процессы определили ускоренные темпы жилищного строительства и оказали влияние на весь ход строительства, т.е. для быстрого возведения жилых домов применялись простые планировочные схемы, конструкции, материалы (**Tarasova, 1975**).

Стремительный размах строительства Акмолинска в эти годы, прогрессивные методы строительства в довоенное время, предопределили сложившуюся картину однообразной архитектурно-пространственной среды жилой застройки. Подобная ситуация складывалась во многих городах СССР (**Ivanova, 2017**). Архитектурно-строительный процесс в Советском государстве был очень тесно связан с социально-политической жизнью страны и, перед архитекторами стояла задача создания экономичных жилых домов, т.е. проекты были ориентированы на потребности жизни общества. Таким образом, критерий экономичного строительства стал ключевым в архитектуре (**Vasilieva, 2015**).

Так, согласно постановлению правительства СССР «Об улучшении строительного дела и об удешевлении строительства», вышедшего в 1936 году, обозначились меры, направленные на изживание полукустарных методов строительства, улучшение проектного и сметного дела» (**Maleko, 2019**). То есть это положило начало проектных разработок новых типовых серий. В 1938 году ведущие проектные мастерские во главе с такими известными советскими архитекторами, как В. Весниным, М. Гинзбургом, П. Голосовым и И. Желтовским, по приказу Наркомтяжпрома СССР, начали создавать проекты жилых зданий по типовым сериям. Квартиры в этих домах имели оптимальную уменьшенную площадь за счет увеличения количества квартир на этаже (**Ulko & Yastrebova, 2020**).

Исследуемый этап развития жилищного строительства Астаны подразумевает три периода: *довоенный* (1936-1940-е годы); *военный период* (1941-1945-е годы); *послевоенный период* (1946-1954-е годы).

Цель исследования – выявление основных градостроительных, архитектурно-планировочных, объемно-пространственных и стилевых особенностей формирования жилых зданий города Астаны в 1930-1950-е годы, сложившихся под воздействием внутренних и внешних факторов в процессе эволюции.

Исходя из указанной цели исследования, определены основные задачи исследования:

- проведение натурного обследования жилых планировочных единиц города Астаны в изучаемый период;
- выявление исторических, социально-экономических факторов, определяющих развитие жилищного сектора;
- определение основных этапов формирования жилых зданий Астаны в исследуемый период;
- определение градостроительных, архитектурно-планировочных, композиционных и стилевых особенностей формирования жилых единиц, опираясь на анализ архитектуры исследованных жилых зданий, построенных в период с 1936-го по 1954-е годы.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Тематике исследования развития архитектуры Астаны посвящен целый ряд научных работ и вызывает большой интерес. Актуальность исследования истории города, охватывающая ее различные аспекты развития, в частности становления архитектуры, связана с «политико-административным значением города» (Alpyspaeva, 2009) в жизни страны, от административного центра Акмолинского уезда, округа, области до обретения статуса столицы Астаны независимого Казахстана. В силу этого, изучение архитектуры и строительства жилых зданий Астаны на всех исторических этапах ее развития относится к списку наиболее актуальных тем.

Большой научный вклад по освещению вопросов развития казахстанской архитектуры XX века внесли труды ученых Глаудинова Б. А., Сейдалина М.Г., Карпыкова А.С. (Glaudinov et al., 1987), Басенова Т.К. (Basenov et al., 1973) и Куспангалиева Б.У., Самойлова К.И. (Kuspangaliev & Samoilov, 2021).

Аспект развития казахстанской архитектуры в контексте исторических событий страны раскрыли в своей книге А.И. Кастанье и Б.А. Глаудинов (Castanier & Glaudinov, 2012, pp. 138-142) «Архитектура Казахстана», где авторы отметили период 30-х годов XX века значимым этапом в подъеме народного хозяйства и культуры республики.

В научной работе Самойлова К.И. (Samoilov, 2004) отмечается, что резкие скачки социально-экономического развития общества на протяжении XX столетия способствовали появлению изменений в развитии городов Казахстана, что сопровождалось «ростом застройки территорий», в частности активностью строительства жилищного сектора.

В коллективной монографии Сактагановой З.Г., Абдрахмановой К.К., Досовой Б.А., Козиной В.В., Елеухановой С.В., Карсынбаевой Ж.А. и Утебаевой А.Д. (Saktaganova et al., 2017), посвященной истории советской городской повседневности, раскрываются демографические характеристики населения городов Центрального Казахстана, жилищные условия и уровень жизни людей в послевоенное время. Здесь авторы, изучая целый комплекс жилищных проблем послевоенного времени, затронули вопросы низкого уровня благоустроенности жилья, т.е. жилье было без элементарных бытовых условий.

В научной публикации автор К.Г. Токжуманов (Tokzhumanov, 2014), обращаясь к ретроспективному анализу градостроительства Астаны, обозначает, что в рассматриваемый период город представлял вид невзрачный, малоэтажная жилая застройка имела низкое качество строительства и без коммунальных удобств. Ускоренное и дешевое строительство этого периода, сопровождающее программой обеспечения жильем населения, определяло характер строительства и архитектуры жилых зданий.

Но, тем не менее, несмотря на повышенное внимание научных трудов к архитектуре Астаны, период формирования архитектуры жилых зданий с 1936-го по 1954-е годы остается недостаточно изученным. Цель данной работы – выявить основные архитектурно-планировочные и объемно-пространственные особенности формирования жилой среды города, сложившихся под воздействием внутренних и внешних факторов в исследуемый период времени.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование предполагает использование метода анализа, изучения и натурного обследования жилых зданий периода с 1936-го по 1954-е годы. В результате исследования выявлены характерные архитектурно-планировочные, объемно-пространственные и стилевые особенности жилых зданий.

Метод изучения и анализа подразумевает три этапа исследования:

- с целью получения необходимой теоретической базы для исследования произведен сбор архивных документов и литературных источников по данной тематике;

- в ходе изучения теоретического материала, методом анализа данных позволило выявить основные тенденции формирования архитектуры жилых зданий Астаны, характерные для каждого исторического временного отрезка исследуемого периода;

- для более глубокого анализа автор использовал предварительное натурное обследование жилых зданий, построенные в 1930-е-1950-е годы.

Материал исследования опирается на архивные данные, собранные автором в ГА РК (г.Астана), ГУ Государственного архива города Астаны, РКП Центра недвижимости по городу Астана. Натурное обследование жилых домов произведено с фотофиксацией объектов, многие из которых снесены в 2017-2018 годах.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Этап строительства жилых зданий Астаны со второй половины 30-х до середины 50-х годов XX века включает три периода: *довоенный* (1936-1940-е годы); *военный период* (1941-1945-е годы); *послевоенный период* (1946-1954 гг.).

4.1 ФОРМИРОВАНИЕ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В ДОВОЕННЫЙ ПЕРИОД (1936-1940-Е ГОДЫ)

В этот период в республике наблюдается рост жилищного строительства и характеризуется началом широкого проектирования и возведения экономичных жилых секций для массового жилища. Формирование жилой застройки Астаны в эти годы связано со строительством железнодорожных магистралей Акмолинск – Боровое, Акмолинск – Карталы, вызвавшее интенсивное строительство жилых домов для своих специалистов, и общежитий для рабочих. Эти перемены оказали влияние на рост численности населения за счет миграции сельских жителей в город, а также, прибывшей молодежи из братских союзных республик. Так, динамику численности населения города за исторический период с 1824-го по 1997-е годы можно проследить ниже ([Таблица 1](#)) ([National Archive of the Republic of Kazakhstan](#)).

Таблица 1

Численность населения за период с 1824-го по 1997-е годы

Годы	Численность населения на 1 января, тыс. человек	Примечание
1	2	3
1824		Год основания
1897	9,7	перепись
1926	12,8	перепись
1939	32,1	перепись
1949	76,0	перепись
1959	102,3	перепись
1970	181,3	перепись
1979	233,6	перепись
1989	282,5	перепись
1992	293,5	Год смены роста населения на спад
1997	277,1	

Жилая среда города создавалась по принципу расположения жилых зданий в непосредственной близости к месту трудовой деятельности, по фронту улицы вдоль железнодорожной линии.

Процесс быстрого расселения требовал ускоренные темпы строительства жилья. Строительное производство в городе было ориентировано на возведение максимального, но дешевого жилья, что способствовало применению простых конструктивных схем, большего объема местных строительных материалов. В силу этого застройка в Акмолинске (название города до 1961 года) в этот период была лишена архитектурной выразительности. Этажность домов не превышала 2-3-х этажей.

Жилищная политика по всей стране в этот период рассматривалась как социокультурный, идеологический, экономический феномен, изменения в котором в основном определялись от идеологических установок и влиянием архитектурных тенденций (Volkova, 2023).

Характерным примером служат двух-трех этажные жилые дома, выложенные из кирпича, каркасно-камышитовых и бревенчатых стен по улице Карасай-Батыра (ранее Первомайской), Шынтас (ранее Кривогуза), улице Карталинской.

Так, к примеру, автором было обследовано двухэтажное восьми квартирное жилое здание, дом № 9 по ул. Шынтас (ранее – Кривогуза). На **Рисунке 1** показан главный фасад здания и расположение его в структуре города, вдоль железнодорожной магистрали.



Рисунок 1 – Жилой дом постройки 1936 года по ул. Шынтас 9, г. Астана (материалы автора).

Стены жилого дома – бревенчатые. Здание построено в 1936 году. Выстроенное в русле конструктивизма, жилище имеет строго геометрические очертания основного объема в виде параллелепипеда, лишенного какого-либо декора. В архитектурно-художественном образе домов не предпринималось особого украшения как объемного, так и цветного, жилые дома этого периода имели отделку спокойного белого и бежевого цветов. Главный фасад симметричной композиции выделяется ритмом четких линий оконных проемов, которые перебиваются витражной плоскостью лестничных клеток. Окна имеют простой декоративный элемент обрамления – деревянные наличники с трех сторон, сверху и по бокам.

Простая, прямоугольная в плане планировка жилого дома состояла из двух одинаковых секций, каждая из которых включала по две трехкомнатной квартиры на каждом этаже. Площадь двухкомнатных квартир составляет около 40 кв.м., трехкомнатных квартир от 69,3 кв.м до 71,9 кв.м, высота жилых помещений в чистоте имела 2,5 м. Из **Рисунка 2** видно, что в планировке квартир отсутствовали санузел и ванная комната. Общая площадь территории участка составляла 2311 кв.м.



ул. Шынтас (бывшая ул.Кривогуза)

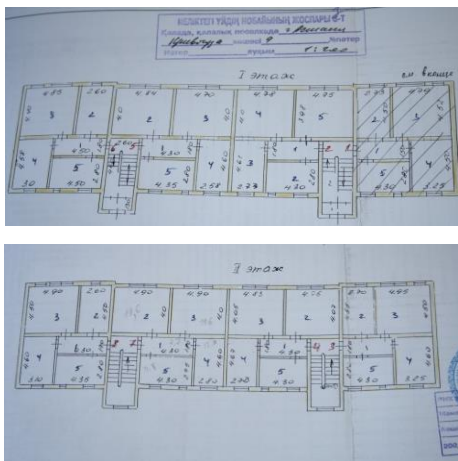
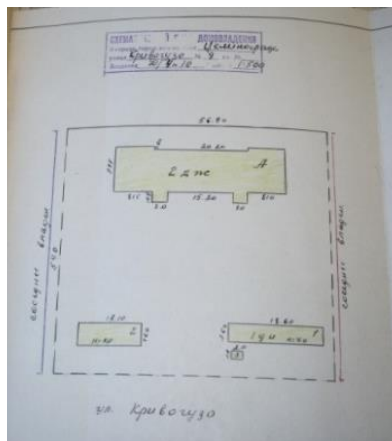


Рисунок 2 – План участка и план 1 этажа жилого дома по ул. Шынтас 9.

Источник: РГКП Центр недвижимости по городу Астана дело 5016 (архивные данные автором произведены в 2014 году). 1 – жилой дом; 2 – хозяйственное строение; 3 – уборная (материалы автора).

Организация территории дворового пространства осуществляла простые функции, площадки для детских игр и общения, и типичные для этого времени деревянные хозяйственные строения – сараи с отдельно стоящими уборными. Здесь необходимо отметить, что благоустройство внутри кварталов не выполнялось в полном объеме (в целом, дворы жилых домов городов советского периода не отличались функциональной насыщенностью). Такая обстановка сложилась по причине преследования основной цели в этот период строительства городов – обеспечить как можно большее количество населения собственным жильем. На **Рисунке 3** показаны фотографии, из которых можно заключить, что территория жилого двора имела больше функцию хозяйственно-бытового назначения.



Рисунок 3 – Хозяйственные строения и дворовое пространство жилого дома постройки 1936 года по ул. Шынтас 9 (ранее – Кривогуза), г. Астана (материалы автора).

Другой пример жилой постройки этого периода является кирпичное здание по ул. Карасай Батыра 10 (ранее – ул. Первомайской). По своему планировочному и объемному решению это здание выполнено с соблюдением композиционных приемов, основанных на принципах конструктивизма с элементами декора упрощенной классики. Так, на изображении обследованного дома, показанное на **Рисунке 4**, видно, что вытянутая по горизонтали объемная композиция со строгой прямоугольной планировкой дома делится на четыре композиционные оси, которые выделяются высокими световыми проемами, освещающих лестничные клетки. По торцам здания выступают треугольные фронтоны поперечной двухскатной кровли.

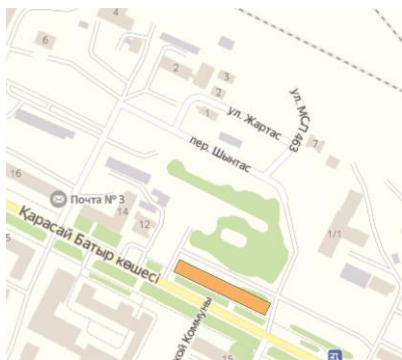


Рисунок 4 – Жилой дом постройки 1937 года по ул. Карасай Батыра 10, г. Астана (материалы автора).

Из декоративных элементов присутствуют односкатные зонты над входными группами, венчающий карниз и декоративные фронтоны, расположенные на карнизе по основным композиционным осям здания, что подчеркивает характер декоративных элементов (в упрощенном варианте) «сталинского классицизма».

Трехэтажный жилой дом включает четыре секции. На **Рисунке 5** показана планировка секций, которые спроектированы с двумя трехкомнатными квартирами на этаже, с одной проходной комнатой. Санузел отдельный без ванной комнаты. Площадь квартир варьируется от 47 до 49 кв.м. с высотой помещений до 3 метров в чистоте. В каждой квартире имеется летнее помещение – открытый балкон при спальне, который, с учетом местных климатических условий, ориентирован на южную сторону фасада. Здание имеет подвальное помещение, а также встроенное помещение на первом этаже - магазин, площадью 62,8 кв.м. Квартиры ориентированы на две стороны горизонта, где на северную, дворовую сторону дома обращены кухня и общая комната. Площадь участка застройки занимает 6302 кв.м.

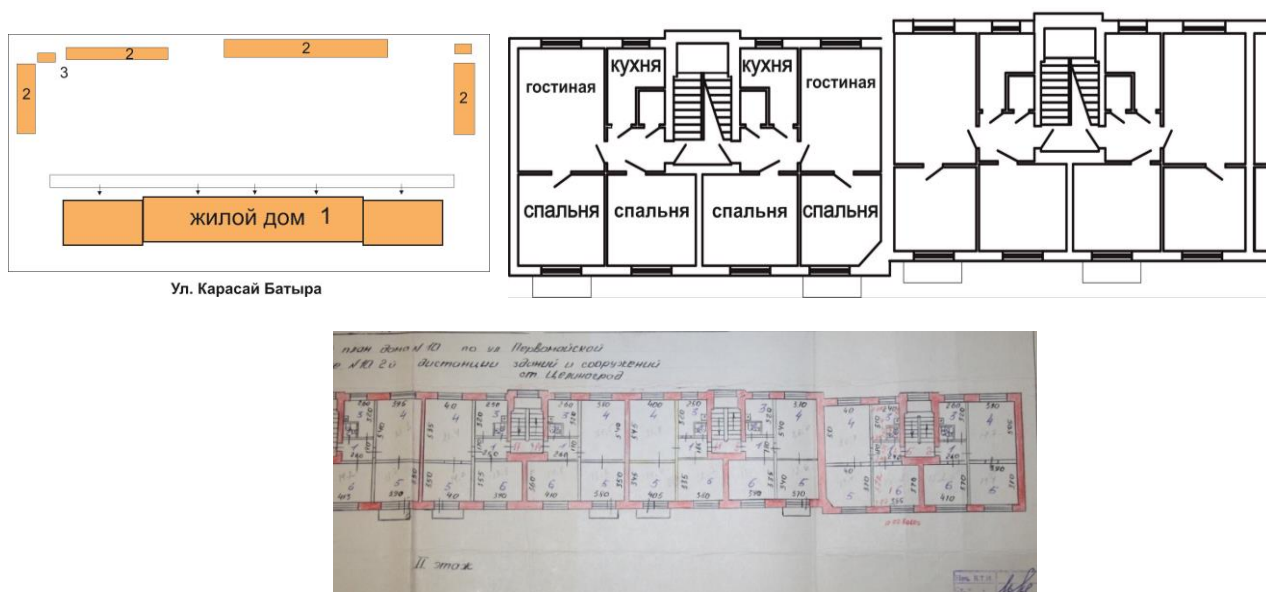


Рисунок 5 – Типовой план жилого дома по ул. Карасай Батыра 10 с планом участка (материалы автора).

Источник: РГКП Центр недвижимости по городу Астана: архивное дело 11815 (архивные данные автором произведены в 2014 году). 1 – жилой дом; 2 – хозяйственное строение; 3 – уборная.

4.2 ФОРМИРОВАНИЕ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В ВОЕННЫЙ ПЕРИОД (1941-1945-е годы)

Во время Великой Отечественной войны строительство жилых домов в городе имеет ускоренный характер в силу передислокации промпредприятий и эвакуации населения с западных (оккупированных врагом) областей страны в города Казахстана. Город Акмолинск принял десятки тысяч людей и, как и многие города республики, становится вторым домом для огромного потока переселенцев. Перебазирование заводов и фабрик было сопряжено также с эвакуацией людей из числа инженерно-технических и рабочих кадров. В результате население города резко выросло.

Резкий рост населения вызвал колоссальные проблемы, связанные с организацией своевременного обеспечения жильем населения, их трудоустройства, питания, оказания медицинской помощи, что вкуче породило тяжелые жилищно-бытовые условия военного периода (Ermekebay, 2021).

Прежде всего, были объективные причины ухудшения условий жизни социально-бытового характера. Основную долю средств в условиях тотальной войны поглощали военные расходы, которые только за 1941-1942 гг. возросли на 91, 2% (Sagtaganova & Abdrakhmanova, 2019).

В сентябре 1941 года выходит постановление СНК СССР № 2069 ([Resolution of the USSR Council of People's Commissars of the USSR, 1941](#)), в котором обозначились решения жилищного вопроса: уплотнение существующего жилого фонда и строительства упрощенного типа жилья для эвакуированного населения из местных строительных материалов; задачи по завершению в течение сентября и IV квартала 1941 года начатого строительства и незаконченных жилых зданий.

Помимо этого, слабо развитое коммунально-жилищное хозяйство городов Северного Казахстана не могли обеспечить резко возросшее население минимальными условиями жизни. То есть, тяжелое военное время вынуждало забыть о жилищных нормах, в 1943 году она уплотнилась в среднем до 2,3 кв.м на человека. Квартиры эвакуированному населению предоставлялись в основном из имевшего жилого фонда (Tabuldenov, 2015).

Таким образом, сложившиеся обстоятельства суровых военных лет определили характер архитектуры жилых строений. Основным видом жилья в Акмолинске являлись одноэтажные каркасно-засыпные бараки, общежития и частные жилые дома саманного типа. Архитектура жилых зданий города на этом временном этапе сохраняла малоэтажную структуру и состояла в основном из одноэтажных, двухэтажных жилых строений.

Быстровозводимые одноэтажные бараки с покомнатно-посемейным расселением имели временный характер, и не отвечали простым санитарно-бытовым условиям проживания. По рассказам одной из жительниц Астаны, Кошечевой Людмилы Валентиновны, за водой жители ходили на водопроводную колонку, расположенной недалеко от дома, уборные отсутствовали и располагались вне бараков на территории участка в виде деревянных строений. Отапливали жилье печкой-буржуйкой. Бараки с каркасно-засыпной конструктивной системой имели коридорную схему планировочного решения.

Архивные документы свидетельствуют о строительстве одноэтажных жилых зданий, начатых только в 1942 году. Так, на **Рисунке 6**, показана планировка одного из домов, расположенного по улице Карла Маркса (нынешнее название – улица Кенесары). Дом построен из саманного кирпича, наружные стены которого имеют толщину 550 мм, печки в доме выложены из жженого красного кирпича. Крыша шиферная по деревянным стропилам, полы выполнены по деревянным лагам. Площадь участка – 391 кв.м. Жилой двор включает сарай и уборную. Общая площадь дома составляет 46, 2 кв.м.

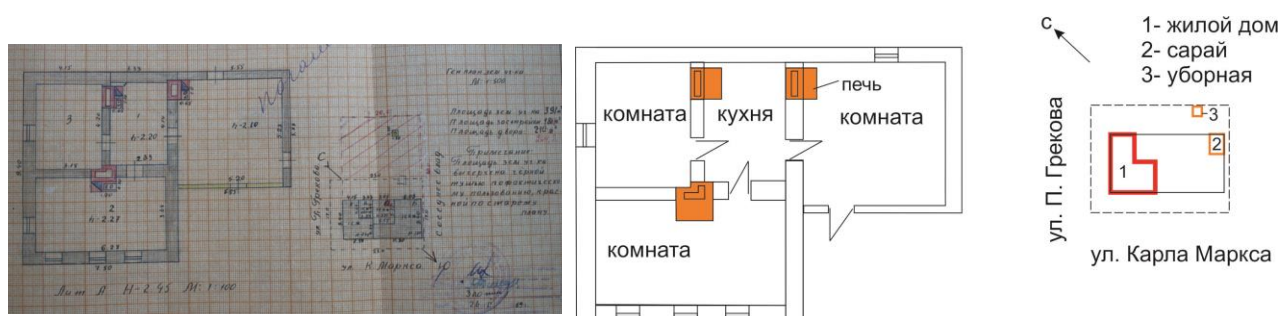


Рисунок 6 – План жилого дома и план участка, год постройки 1942 года, г. Акмолинск (материалы автора).

Источник: РГКП Центр недвижимости по городу Астана: архивное дело 13802 (архивные данные автором произведены в 2014 году).

4.3 ФОРМИРОВАНИЕ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ В ПОСЛЕВОЕННЫЙ ПЕРИОД (1946-1954 годы).

Послевоенный период, с 1946-го по 1954-е годы, вошел в историю города, а также страны в целом, как время серьезных перестроек в социально-экономической сфере, что повлияло на рост численности местного населения. На резкий рост населения Акмолинска в эти годы существенное значение повлияло восстановление строительства железнодорожных магистралей, которое временно было приостановлено во время Великой Отечественной войны.

Это стало «главной причиной возникновения одной из острейших социальных проблем» (**Abrahmanova, 2012**) – необходимостью обеспечения жильем населения, решением которой было строительство новых жилых домов.

Жилая застройка Астаны в этот период не превышала также одного-двух, трех этажей и осуществлялась комплексно. Для этого периода характерны жилые дома по улице Гете. Группы домов размещались как по фронту улиц, так и смешанно, формируя целые кварталы. Примером может служить застройка жилого квартала, расположенного вдоль железной

дороги, в районе улицы Гете. Автором статьи были исследованы три жилых дома по улице Гете, которые построены с 1946-го по 1949-е годы – дом №16 (1946 года постройки), дом №18 (1947 года) и дом №20 (1949 года).

Декор жилых домов этого периода довольно скромнен. В архитектурном убранстве рядовой 2-3-х этажной застройки, выполненной в стиле «упрощенной классики», как показано на **Рисунке 7**, наблюдаются простые классические декоративные элементы и детали в виде межэтажных, венчающих карнизов, розеток, сандриков, кронштейнов, филенок. Наружные стены домов выполнены из шлакоблочного кирпича, где толщина всего слоя составляет 750 мм. Цветовое решение фасадов остается в белом и бежевом тонах.

Большая часть жилых домов, построенных в 40-е-50-е годы XX века – это двух - трех-этажные дома, выложенные из шлакоблоков, кирпича и каркасно-камышитовых стен, расположенных обычно рядами. Ряд таких домов можно увидеть вокруг центральной площади, либо вдоль железнодорожного вокзала. Общая характеристика жилых домов – однотипный прием расположения оконных проемов на фасадах и скатные крыши, выполненные из шиферного материала. Эти дома, выстроенные в одну цепочку, формируют основу архитектурного наследия города (**NA RK**).



Рисунок 7 – Жилая застройка по улице Гете 18, 20.
Жилые дома постройки с 1946 по 1949 годы (материалы автора).

Быстрые темпы возведения жилья послевоенного периода, повлекли необходимость перехода к типовым проектам и сериям. Жилые дома по ул. Гете были построены по серии 207 «Проект 207-1». Общая площадь двухкомнатных квартир, в среднем, составляло от 54,4 до 58,4 кв.м, трехкомнатных квартир 71 кв.м. Ориентация квартир двухсторонняя, с некоторым нарушением норм ориентации помещений по сторонам света, например, некоторые спальные комнаты ориентированы на северную сторону горизонта, а гостиная на южную. На **Рисунке 8** показаны план одного из жилых домов (№20), планировочная организация участка строения.

Согласно данным статистического управления о состоянии жилищного фонда в городах Центрального Казахстана, средний размер жилой площади на одного человека не превышала 4,3 кв.м, а по санитарным нормам оно должно было быть 8 кв.м (**Abrakmanova, 2012**).

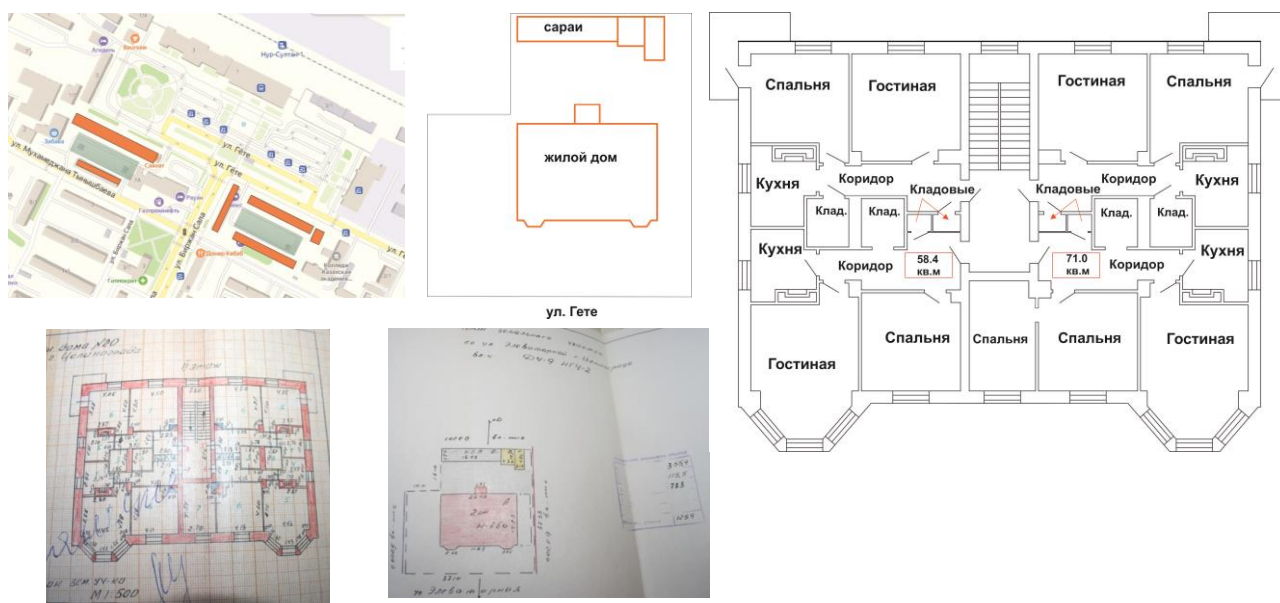


Рисунок 8 – План участка и план типового этажа жилого дома по ул. Гете 20 (материалы автора).

Источник: РГКП Центр недвижимости по городу Астана дело 4850-5 (архивные данные произведены автором в 2014 году).

5 ВЫВОДЫ

В результате исторического анализа жилых зданий г. Астаны 30-х-50-х годов XX века выявлены социально-экономические предпосылки, связанные с развитием промышленности и значением города как железнодорожного узла Центрального Казахстана в период с 1936-го по 1954-е годы, оказавшие влияние на формирование архитектуры жилых домов. Определены три этапа рассматриваемого периода: *довоенный* (1936-1940-е годы); *военный период* (1941-1945-е годы); *послевоенный период* (1946-1954 гг.).

Характерные черты жилой застройки 30-х - 50-х годов XX столетия:

- основной градостроительный тип застройки – строчная застройка, т.е. линейное расположение вдоль железнодорожной линии и по фронту основных улиц;
- малоэтажная застройка;
- основным планировочным типом жилых зданий являются двух-трех этажные секционные дома. В послевоенный период со второй половины 40-х до начала 50-х годов XX века, в связи с восстановительным периодом развития общества вводится новый типовой проект серии 207-1;
- основной тип планов исследованных жилых домов – вытянутая прямоугольная форма. Со второй половины 40-х до начала 54-го годов XX столетия форма плана незначительно меняется (серия 207-1) – имеет более компактную структуру, появляется эркерная часть в планировке квартир для увеличения площади помещения и его остекление по периметру позволяет улучшить освещенность;
- общая черта всех квартир на этом этапе - имеют рациональную планировку на одну семью (с учетом норм расселения на тот момент), с малой площадью кухонь и санузлов, без ванной комнаты;
- небольшие площади квартир: двухкомнатные квартиры имели площадь 54 кв. м, трехкомнатные квартиры – от 47 до 71 кв.м;
- низкий уровень благоустройства жилых дворов и санитарно-гигиенических условий;

- архитектурно-художественное, пространственное и типологическое однообразие (образ, цвет, планировочные решения);

- строительные материалы в основном местного производства (камыш, кирпич).

Проведенный анализ архитектуры жилых зданий исследуемого периода позволил:

- обосновать градостроительное расположение жилых домов в структуре города;

- выявить характерные признаки по типологическому решению жилых зданий:

- определить основные особенности каждого типа жилого здания: градостроительные, типологические приемы, архитектурный стиль, архитектурно-планировочные, конструктивные, подчеркивающие характер развития архитектуры жилых единиц в рамках установленного периода исследования и эффективность принятых решений на данном этапе развития города;

- расширить знания в области истории развития архитектуры жилья г. Астаны 30-х-50-х годов XX века, материал которого можно использовать в учебном процессе, при изучении дисциплины «История архитектуры Казахстана».

В заключение хочется отметить, что архитектура жилых зданий Астаны 1930-1950-х годов развивалась в контексте сложных социально-экономических, политических изменений в обществе, определившие ее основные тенденции в решении острых жилищных вопросов по реализации ускоренных планов строительства. Пытаясь ответить на сложные жилищные вопросы общества, архитектура обоснованно сформировала на данном этапе рациональные установки архитектурно-планировочного содержания, формообразования, единого стиля, положившие начало новым тенденциям в массовом жилищном строительстве в последующие годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Tarasova, E. A.** (1975). Chapter "Architecture of residential and mass cultural and domestic buildings (part 1) 1933-1941" [Arhitektura zhilyh i massovyh kulturno-bytovyh zdaniy (chast 1). 1933-1941] General History of Architecture. V. 12, Book one, Architecture of the USSR. N.V. Baranova (ed.): Moscow, Stroyizdat. <https://tehne.com/event/arhivsyachina/arhitektura-sssr-1933-1941-gg-zhilye-i-massovye-kulturno-bytovye-zdaniya> (in Russ.).
2. **Ivanova, O. A.** (2017). Features of formation of the architectural image of Astana - the new capital of Kazakhstan [Osobennosti formirovaniya arhitekturnogo obraza Astany – novoj stolicy Kazahstana] Vestnik BSTU named after V.G. Shukhov, 2, 97-105. <https://doi.org/10.12737/23814> (in Russ.).
3. **Vasilieva, A. V.** (2015). Optimal type of residential building for mass construction in the projects of architects of the first and third five-year period [Optimalnyj tip zhilogo doma dlya massovogo stroitelstva v proektah arhitektorov pervoj i tretej pyatiletok] Academia. Architecture and Construction, 2, 54-60. (in Russ.).
4. **Maleko, E. V.** (2019). Features of the formation of new architectural stylistics as the basis for the creation of urban space of the Soviet state in the 30-50s of the XX century (on the example of Magnitogorsk) [Osobennosti formirovaniya novoj arhitekturnoj stilistiki kak osnovy sozdaniya urbanisticheskogo prostranstva sovetskogo gosudarstva 30-50-h gg. XX veka (na primere g. Magnitogorska)] Gramota, V. 12, issue 3, 156-160. (in Russ.).
5. **Ulko, A. S., & Yastrebova, I. M.** (2020). Standardization and typization in domestic housing construction (1930-1950) [Standartizaciya i tipizaciya v otechestvennom zhilishnom stroitelstve (1930-1950 gg.)] Architecture and modern information technologies. 2(51), 69-79. <https://doi.org/10.24411/1998-4839-2020-15105> (in Russ.).
6. **Alpyspaeva, G. A.** (2009). Akmola, Tselinograd, Astana: the historical path of formation and growth [Akmola, Celinograd, Astana: istoricheskij put stanovleniya i razvitiya] (in Russ.).

7. **Glaudinov, B. A., Seydalin, M. G., & Karpykov, A. S.** (1987). Architecture of Soviet Kazakhstan [Arhitektura sovetskogo Kazahstana] Stroyizdat: Moscow, Russia. (in Russ.).
8. **Basenov, T. K., Gershberg, V. M., & Greben, V. G.** (1973). Urban planning of Kazakhstan [Gradostroitelstvo Kazahstana] Alma-Ata: Kazakhstan. <https://search.rsl.ru/ru/record/01007256297> (in Russ.).
9. **Kuspangaliev, B. U., & Samoilo, K. I.** (2021). Development of architecture of Kazakhstan at the turn of the millennium [Razvitie arhitektury Kazahstana na rubezhe tysyachiletij] ACADEMIA, Architecture and Construction, 2, 16-24. <https://doi.org/10.22337/2077-9038-2021-2-16-24> (in Russ.).
10. **Castanier, A. I., & Glaudinov, B. A.** (2012). The Becoming of Socialist Architecture of Kazakhstan in Kazakstan arkitekturasy - Arkhitektura Kazahstana [Қазақстан арhитектурасы - Арhitektura Kazahstana] Vol. 7. "Өнер баспасы": Almaty, Kazakhstan. <https://www.twirpx.com/file/3051018/> (in Kaz. and Russ.).
11. **Samoilo, K. I.** (2004). Architecture of Kazakhstan of the XX century (development of architectural and artistic forms) [Arhitektura Kazahstana XX veka (razvitie arhitekturno-hudozhestvennyh form)] "M-ARI" design: Moscow-Almaty, Russia, Kazakhstan (in Russ.).
12. **Saktaganova, Z. G., Abrakhmanova, K. K., Dosova, B. A., Kozina, V. V., Eleukhanova, S. V., Karsybaeva, J. A., & Utebaeva, A. D.** (2017). History of urban everyday life of Central Kazakhstan in 1946-1991 (with plots of demographic and social history) [Istoriya gorodskoj povsednevnosti Centralnogo Kazahstana v 1946-1991 gody (s syuzhetami demograficheskoy i socialnoj istorii)]: Monograph, Saktaganova, Z.G. (ed.): Glasir, Karaganda, Kazakhstan. [cited November 2, 2023]. <https://rep.ksu.kz/handle/data/10594> (in Russ.).
13. **Tokzhumanov, K. G.** (2014). "Astana. In search of the image of an ideal city" [Astana. V poiskah obraza idealnogo goroda] New View. International Scientific Bulletin, 3, 7-16. (in Russ.).
14. National Archive of the Republic of Kazakhstan. NA RK. F. 90. In. 1. C. 1. Sh. 15. / C. 2. Sh.16.
15. **Volkova, A. V.** (2023). Architecture and power: Transformation of housing policy in the 1920s-1930s. [Arhitektura i vlast: Transformaciya zhilishnoj politiki 1920-1930-h gg.] Humanitarian Accent, 2, 92-100. (in Russ.).
16. **Ermekbay J. A.** (2021). From the history of evacuation of civilian population in Kazakhstan during the Great Patriotic War [Iz istorii evakuacii grazhdanskogo naseleniya v Kazahstan v gody Velikoj Otechestvennoj Vojny] Vestnik of Omsk Technical University. Series "Historical Sciences", Vol. 8, 1(29), 16-22. [https://doi.org/10.24147/2312-1300.2021.8\(1\).16-22](https://doi.org/10.24147/2312-1300.2021.8(1).16-22) (in Russ.).
17. **Sagtaganova Z. G., & Abdrakhmanova K. K.** (2019). Everyday life in Kazakhstan during the Great Patriotic War [Povsednevnyaya zhizn v Kazahstane v gody Velikoj Otechestvennoj Vojny] Vestnik of Omsk University. Series: "Historical Sciences". 4 (24). 93-103. (in Russ.).
18. Resolution of the USSR Council of People's Commissars of the USSR No. 2069. (1941). On the provision of living quarters for the evacuated population [O predostavlenii zhilyh pomeshenij dlya evakuirovannogo naseleniya] F. P-5446. In 1. C. 195. (in Russ.). Retrieved from <https://statearchive.ru/snk/pp41.htm>
19. **Tabuldenov A. N.** (2015). Deportation of peoples and evacuation of the population in Northern Kazakhstan (1937-1956 years) [Deportaciya narodov i evakuaciya naseleniya v Severnyj Kazahstan (1937-1956 gody)] Monograph. Kostanay Academy of the Ministry of Internal Affairs of the Republic of Kazakhstan named after Sh. Kabyibaev. (in Russ.).
20. **Abdrakhmanova, K. K.** (2012). Housing and living conditions in Central Kazakhstan (1945-1953) [Zhilishno-bytovye usloviya v Centralnom Kazahstane (1945-1953 gg.)] Labyrinth. Journal of socio-humanitarian research. 2, 66-77. (in Russ.).

UDC 624
IRSTI 67.01.05
RESEARCH ARTICLE

METHODS OF INJECTION STRENGTHENING OF FOUNDATIONS IN CONSTRUCTION

B.M. Aubakirova* 

International Educational Corporation, 050043, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *The article discusses the problems of strengthening strip foundations of buildings and structures. In accordance with the main reasons for strengthening foundations and artificially improving the construction properties of the soil foundation, the reserves and reserves of the bearing capacity of the soil foundation were assessed by analyzing the results of the technical condition of the building and analyzing its physical condition and mechanical characteristics. The exact dimensions of the foundation structures, their condition and the loads acting on them were determined, and the geological and hydrogeological conditions of the surrounding area were studied. A classification of methods for strengthening foundations and artificially improving the construction properties of the soil foundation is given; it is proven that strengthening methods depend on the design features of the building, types of foundations, operating loads, engineering-geological and hydrogeological conditions. In addition to the need to strengthen, as well as the capabilities and technical equipment of organizations performing this type of work, there are many other methods. Pile reinforcement methods are one of the most effective types of foundations. Research has proven that piles are not used to strengthen foundations, since the resulting dynamic impacts can lead to additional settlement of the building being restored. The study noted the basic requirements for reliable strengthening of the foundation and artificial improvement of the construction properties of the soil foundation, especially when water-saturated salty clay soils are formed at the base of the building.*

Keywords: *pile foundation, injection pile, silt-clay soil, controlled expansion, solution composition.*

***Corresponding author**

Bakhyt Aubakirova, e-mail: b.aubakirova@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-04>

Received 16 January 2024; Revised 26 February 2024; Accepted 13 March 2024

ӘОЖ 624
ҒТАМР 67.01.05
ҒЫЛЫМИ МАҚАЛА

ҚҰРЫЛЫС САЛАЛАРЫНДАҒЫ ІРГЕТАСТАРДЫ ИНЪЕКЦИЯЛЫҚ КҮШЕЙТУ ӘДІСТЕРІ

Б.М. Аубакирова* 

Халықаралық білім беру корпорациясы, 050043, Алматы, Қазақстан

Андатпа. Мақалада ғимараттар мен құрылыстардың таспалы іргетастарын нығайту мәселесі қарастырылған. Іргетастарды нығайтудың және оның құрылыс қасиеттерін жасанды түрде жақсартудың негізгі себептеріне сәйкес, құрылыстың техникалық жағдайының нәтижелерін талдау және оның физикалық жағдайын зерттеу арқылы топырақ іргетасының көтергіштігінің және механикалық қасиеттері сипатталған. Іргетас құрылымдарының нақты өлшемдері, олардың жай-күйі және оларға әсер ететін жүктемелер анықталды, айналадағы аумақтың геологиялық және гидрогеологиялық жағдайлары зерттелді. Іргетастарды нығайту және топырақ іргетасының құрылыс қасиеттерін жасанды түрде жақсарту әдістерінің классификациясы келтірілген, ғимараттың жобалық ерекшеліктеріне байланысты нығайту әдістері қарастырылып, іргетастардың түрлеріне, пайдалану аясына және оған түсетін жүктемелері, іргетастардың инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық жағдайларға байланысты екендігі дәлелденген. Осы жұмыс түрін орындайтын ұйымдардың мүмкіндіктері мен техникалық жарақтандырылуымен қатар, күшейту қажеттілігінен басқа, көптеген басқа әдістер бар. Қаданы нығайту әдістері іргетастың ең тиімді түрлерінің бірі болып табылады. Зерттеулер қадалардың іргетастарды нығайту үшін пайдаланылмайтынын дәлелдеді, өйткені нәтижесінде пайда болатын динамикалық әсерлер қалпына келтірілетін ғимараттың қосымша отыруына әкелуі мүмкін. Зерттеу барысында іргетастың сенімді нығаюына және топырақ іргетасының құрылыс қасиеттерін жасанды түрде жақсартуға қойылатын негізгі талаптар атап өтілді, әсіресе ғимараттың табанында суға қаныққан лайлы сазды топырақтар пайда болған кезде.

Түйін сөздер: қадалы іргетас, инъекциялық қада, шаңды-сазды топырақ, бақыланатын кеңею, ерітінді құрамы.

*Автор-корреспондент

Бахыт Аубакирова, e-mail: b.aubakirova@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-04>

Алынды 16 қаңтар 2024; Қайта қаралды 26 ақпан 2024; Қабылданды 13 наурыз 2024

УДК 624
МРНТИ 67.01.05
ҒЫЛЫМИ МАҚАЛА

МЕТОДЫ ИНЪЕКЦИОННОГО УСИЛЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Б.М.Аубакирова* 

Международная образовательная корпорация, 050043, Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос укрепления ленточных фундаментов зданий и сооружений. В соответствии с основными причинами укрепления фундамента и искусственного улучшения его строительных свойств, описаны несущие и механические свойства почвенного фундамента путем анализа результатов технического состояния сооружения и изучения его физического состояния. Определены точные размеры фундаментных сооружений, их состояние и действующие на них нагрузки, изучены геологические и гидрогеологические условия окружающей территории. Приведена классификация методов укрепления фундаментов и искусственного улучшения строительных свойств земляного фундамента, рассмотрены методы укрепления в зависимости от конструктивных особенностей здания, доказана зависимость от типов фундаментов, сферы эксплуатации и очаг нагрузок, инженерно-геологических и гидрогеологических условий фундаментов. Наряду с возможностями и техническим оснащением организаций, выполняющих этот вид работ, помимо необходимости усиления, существует множество других методов. Методы укрепления свай являются одними из самых эффективных типов фундаментов. Исследования доказали, что сваи не используются для укрепления фундаментов, поскольку возникающие в результате динамические эффекты могут привести к дополнительному сидению восстанавливаемого здания. В ходе исследования были отмечены основные требования к надежному укреплению фундамента и искусственному улучшению строительных свойств земляного фундамента, особенно при образовании в основании здания насыщенных водой илистых глинистых грунтов.

Ключевые слова: свайный фундамент, инъекционная свая, пылевато-глинистый грунт, контролируемое расширение, состав раствора.

*Автор-корреспондент

Бахыт Аубакирова, e-mail: b.aubakirova@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-04>

Поступило 16 января 2024; Пересмотрено 26 февраля 2024; Принято 13 марта 2024

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 КІРІСПЕ

Бүгінгі таңда әлеуметтік және инженерлік инфрақұрылым объектілерін орналастыру үшін ғимараттардың жер асты кеңістігін дамытуды реттейтін заманауи талаптарға сәйкес қайта құруды, қалпына келтіруді және модернизацияны қажет ететін көптеген ғимараттар мен құрылыстар бар.

Олардың барлығы, әдетте, қала құрылысының орталық бөлігінің тығыз жағдайында, күрделі инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық жағдайларда орналасқан, олардың негізінде шаңды-сазды топырақ жатыр. Осыған байланысты тығыз жағдайда және шектеулі қосымша деформацияларда жер асты кеңістігін одан әрі қауіпсіз дамыту үшін қайта қалпына келтірілген ғимараттардың жолақты іргетастарын топырақ негізін тығыздаумен нығайтудың тиімді және сенімді әдісін жасау зерттеудің өзекті тақырыбы болып табылады. Бұл жұмыста «гидравликалық сыну» режимінде ерітіндіні инъекциялау және соңында бақыланатын кеңейту арқылы манжет технологиясы бойынша бұрғылау инъекциялық қадаларын орнатудың жаңа әдісі ұсынылады, ол таспалы іргетас астындағы топырақ негізін сапалы және тиімді тығыздауға, оны қосымша жүктеме қолданылғанға дейін жұмысқа қосуға, мойынтірек қабілетін едәуір арттыруға, сондай-ақ ерітіндінің көп бөлігін сенімді локализациялауға бағытталған. Тығыз жағдайда жер асты кеңістігін одан әрі қауіпсіз дамыту үшін қайта қалпына келтірілген ғимараттардың жолақты іргетастарын топырақ негізін тығыздаумен нығайтудың тиімді және сенімді әдістерін табу қазіргі уақытта ең маңызды мәселелердің бірі ретінде қарастыруға болады (**Bronin, 2010; Dubinin et al., 2021**).

Ғимараттың сыртқы түрі мен құрылымдық ерекшеліктерін бұзбай, кез келген топырақ жағдайында немесе тығыз жағдайда жұмыс істеуге мүмкіндік беретін әдістер қарастырылады. Бұл әдістердің әрқайсысының өз қолдану саласы бар. Кейбір жағдайларда кемшіліктердің бірі – ерітіндінің шаңды-сазды топырақ массивінде болжанбайтын және бақыланбайтын түрде таралуы, нәтижесінде жоспарда негіздің біркелкі емес сығылу ықтималдығы және басқа да жағымсыз әсерлері (**Bugrov, 2012**).

Іргетастарды нығайту әдістерін дамытуға және топырақ негізінің құрылыс қасиеттерін жасанды жақсартуға арналған ғылыми-зерттеу еңбектері біршама бар. Осы еңбектерде ғимараттың құрылымдық ерекшеліктеріне, іргетастардың түрлеріне, қолданыстағы жүктемелерге, инженерлік-геологиялық және гидрогеологиялық жағдайларға, сондай-ақ күшейту қажеттілігін тудыратын себептерге байланысты күшейту әдістерінің көптеген жіктемелері келтірілген (**Ermolaev, 2014**).

Негізінде шаңды-сазды топырақтар жатқан ғимараттар мен құрылыстардың таспалы іргетастарын нығайту тәсілдерін талдау және нығайтудың жаңа тиімді әдісін әзірлеу. Таспалы іргетастарды технологиялық күшейту үшін статикалық жүктеу жағдайында шаңды-сазды топырақ негізімен манжет технологиясы бойынша дайындалған бұрғылау инъекциялық қадалардың өзара әрекеттесуін зерттеу (**Kritsky, 2015**).

2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Қазіргі уақытта әлемдік және отандық тәжірибеде жол, тау-кен, азаматтық, гидротехникалық және құрылыстың басқа салалары үшін инъекциялық күшейтудің көптеген әдістері бар.

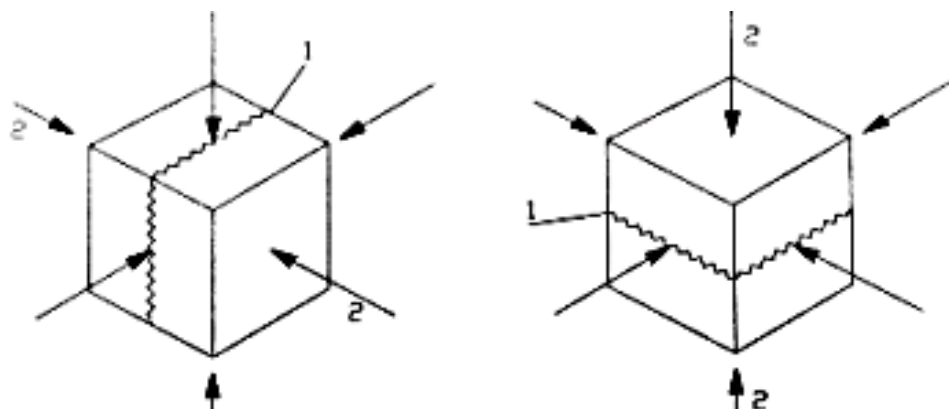
Топырақ негізін цементтеу тәсілі – топыраққа әртүрлі цементті ерітінділерді 0,6МПа қысымда инъекциялауды айтады. Бұл әдіс жарықшақтардың мөлшері 0,1 мм-ден кем емес жарылған жартасты және жартылай жартасты жыныстардың жарықтары мен қуыстарын, сондай-ақ сүзгілеу коэффициенттері тәулігіне 80-200 м ірі түйіршікті, қиыршық тасты және ірі түйіршікті құмды топырақты толтыру үшін қолданылады. Цементтеудің артықшылығы – қолданылатын экологиялық тұтқыр-цементтің кең таралуы және қолжетімділігі. Төмен қысымды инъекцияның кемшілігі (0,2-0,6 МПа) – оның қайта жаңартылатын ғимараттардың түбінде өте сирек кездесетін жоғары өткізгіш топырақтарға қолданылуы (**Ponomarenko, 2018**).

Сіндіру режимінде инъекциялау – ол 0,2 МПа дейінгі қысымда әртүрлі құрамдағы ерітінділерді инъекциялаудан тұрады. Мұндай қысыммен топырақтың табиғи құрылымы бұзылмайды, жарықтар, бос жерлер ерітіндімен толтырылады. Жабдық ретінде негізінен алдын ала бұрғыланған ұңғымаларға батырылатын диаметрі 2-3 мм тесіктері бар металл перфорацияланған құбырлар болып табылатын инъекциялар қолданылады. Осы инъекция режимін қолдану аясы сүзу коэффициенті 80 м/тәу дейін сусымалы топырақты бекітумен шектеледі (**Sakharov, 2015**).

Ағынды бекіту технологиясы топырақты бұзу және оны ерітіндімен бір уақытта араластыру үшін 40-100 МПа қысымды ерітіндінің жоғары қысымды ағынының энергиясын пайдалануға негізделген.

Қысым бір немесе екі саптамамен жабдықталған монитордың көмегімен жасалады, ол арқылы топыраққа ұңғыма осіне перпендикуляр бағытта ерітінді беріледі. Ерітіндімен бірге монитордың айналуы және оның ұңғыма бойымен қозғалуы жүреді. Нәтижесінде топырақтың ұсақ бөліктері шайылып ерітіндімен бетіне шығарылады, ал үлкендері қалады және толтырғыш ретінде әрекет етеді (**Samokhvalov, 2015**).

Қысымды (жоғары қысымды) инъекция – бұл тәсілде ерітінділерді инъекциялаудан тұрады, бірақ 0,6-дан 10,0 МПа-ға дейінгі қысымда. Онда әлсіз өткізгіш шаңды-сазды топырақтарда топырақтың гидравликалық сынулары (жарықтары) пайда болады. Ерітінді инъекциясы жоғарғы қысымды құбыршектерге жалғанған ерітінді сорғысын топыраққа енгізу арқылы инъекцияланады. Жер массасындағы жарықшақты гидравликалық сыну деп атаймыз. Ол арқылы ерітіндінің әртүрлі бағытта тігінен, көлденең немесе көлбеу таралуы жүреді (**1-сурет**).



1-сурет – Топырақ массивінде гидравликалық сынулардың бағыттары:
(1) сынудың жазықтығы; (2) ең кіші негізгі кернеу (**Samokhvalov, 2015**).

Әр түрлі компоненттерді бір уақытта қолдану арқылы анықталатын бекітудің үш түрі бар.

Біркомпоненттік (Jet1) – 40-60 МПа қысыммен цемент ерітіндісінің ағыны қолданылады, сазды топырақтарда бекіту аймағының радиусы 0,3-0,4 м аспайды, бекітілген құмды топырақтың беріктігі 10 МПа дейін, сазды 1-2 МПа.

Екікомпоненттік (Jet2) – цемент ерітіндісінің ағыны топыраққа ауадан қысқышпен беріледі, бекіту аймағының радиусы 2,5 м-ге дейін, беріктігі бір компонентті (Jet1) қарағанда төмен;

Үшкомпоненттік (Jet3) – ауа қысқышындағы су ағыны топырақты шаю үшін қолданылады, ал бекітетін цемент ерітіндісі едәуір аз қысымымен беріледі, бекіту аймағының радиусы 3 м-ден асады, беріктігі екікомпонентті (Jet2) және біркомпоненттімен (Jet1) салыстырғанда төмен.

Қайта құру жағдайында әдісті қолданудың кемшіліктері:

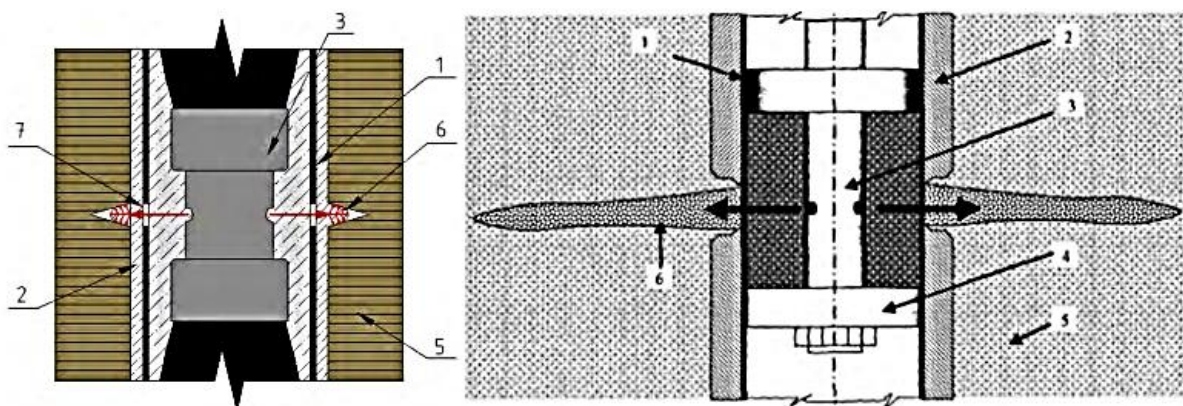
- тікбұрышты немесе дөңгелек құбырлар түріндегі профильді арматураны батырып қолдануды қажет ететін арматуралау қиындықтары;

- көп көлемдегі топырақтың бекітілуінің және ерітіндінің технологиялық шығындарының талап етілетіндігіне байланысты жоғары құны мен материал сыйымдылығы;
- жоғары қысыммен жұмыс істеу кезінде қауіпсіздік техникасының ерекше жағдайларын қамтамасыз ету.

Бұл әдістің айтарлықтай кемшіліктерін де атап өткеніміз дұрыс болады:

- гидравликалық сынулардың бақыланбайтын және болжанбайтын сипатына байланысты ерітіндінің жер бетіне, жер асты коммуникацияларына, туннельдерге таралуы;
- бірдей инженерлік-геологиялық жағдайларда пайда болған гидравликалық сынулардың геометриялық параметрлерінің айтарлықтай айырмашылығы және нәтижесінде жоспарда негіздің біркелкі емес сығылу ықтималдығы;
- орындалған жұмыстардың сапасын бақылаудың тікелей әдістерінің болмауы және жанама жұмыстардың жоғары құны (**Bogomolov, 2011**).

Манжетті (көлденең) инъекция технологиясы – ерітіндіні ұңғымаға орнатылған перфорацияланған металл құбыр («инъекция-тампон», «манжет бағанасы», «құбыр – инъекция») арқылы инъекциялаудан тұрады, оның саңылаулары сыртынан инъекция кезінде ерітіндінің құбырға кері түсуін болдырмайтын тексеру клапаны ретінде әрекет ететін резеңке манжеттермен жабылады. Бұл технологияның басты артықшылығы – топырақ массивінде биіктігі бойынша көлденең гидравликалық сынулардың ұйымдастырылуы нәтижесінде топырақ негізінің біркелкі және сапалы бекітуі болып табылады (**2-сурет**).



2-сурет – Топырақ массивінде гидравликалық сынулардың пайда болуы:

(1) манжетті құбыр (инъекциялық құбыр); (2) обойма; (3) пакер; (4) тампон сақинасы; (5) топырақ; (6) гидравликалық сынудың қалыптасуы; (7) перфорация тесіктері (**Kritsky, 2015**).

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Ұсынылған әдісті қолдана отырып, ғимараттарды нығайтуды жобалау үшін қаданың соңында бақыланатын кеңеюді қалыптастыру кезінде де, статикалық жүктеме кезінде де жер массасының әртүрлі нүктелеріндегі кернеу-деформациялық жағдайын (КДЖ) өзгерісін болжау қажет, ол үшін $0,2 \text{ м}^3$ цилиндрлік науаларда және $1,2 \text{ м}^3$ тікбұрышты наuada бірқатар зертханалық тәжірибелер жүргізілді.

Зертханалық зерттеулердің міндеттері:

1. Ерітіндінің құрамын және оның негізгі технологиялық және беріктік сипаттамаларын анықтау;
2. Қалыптасуына әсер ететін негізгі факторларды анықтау
3. Сазды топырақ массивіндегі бақыланатын кеңейту;
4. Ерітіндіні инъекциялау кезінде тығыздалған бақыланатын кеңею аймағының көлденең және тік қозғалыстарын зерттеу;

5. Бақыланатын кеңею қалыптасқаннан кейін топырақ массивінің физикалық сипаттамаларының өзгеруін анықтау;

6. Тік статикалық жүктеме әсерінен бақыланатын кеңейтімі бар модельдік қаданың жұмысын зерттеу.

Айта кету керек, негіз топырақтарын бекітудің цементтеу және инъекциялық әдістерінің барлық түрлері үшін, тәжірибе көрсеткендей, топырақ негізінің физика-механикалық сипаттамаларына байланысты ерітіндінің құрамын дұрыс таңдау өте маңызды. Атап айтқанда, тозаңды-сазды топырақтар (күмды саздар, саздақтар және саздар), олардың генезисі бойынша коллоидтық мөлшердегі жеке минералды бөлшектерден тұратын шөгінді топырақтарға жатады (бөлшектер дәндерінің мөлшері 0,10 мм-ден аз), икемділік саны $I_p > 1$ және сулы коллоидтық байланыста. Олар ең күрделі минералды-дисперсті түзілімдерді ұсынады, олардың беріктік қасиеттері жеке минералды дәндердің беріктігіне емес, минералды бөлшектер арасындағы құрылымдық байланыстарға байланысты, осыған байланысты ерітіндінің дұрыс құрамын таңдау топырақтың құрылымдық механикалық және сүзу көрсеткіштерінің өзгеруі болып табылады. Құрылыс нарығында ерітінділердің өте үлкен таңдауы бар: цемент, саз цемент, көбік және кеңейтілген цемент ерітінділері, жоғары дисперсті цемент негізіндегі ерітінділер және т.б., әртүрлі қоспалары бар.

Ерітіндінің құрамын **3-сурет** анықтау үшін бентонит пен сұйық әйнектің және В/С: 0,6-1,0 әртүрлі пайыздық қоспаларымен үш эксперимент жүргізілді.



3-сурет – Ерітіндінің құрамын анықтау:

(а) АзНИИ конусы; (б) таралуды анықтау; (в) қабаттануларды анықтау; (г) ПГМ-500 пресси; (д), (е) қысу беріктігін анықтау; (з), (ж) бөліну кезіндегі созылуды анықтау. (д) және (ж) бастапқы, ал (е) және (з) сынамаларды бұзудың соңғы сатысы (автордың материалы).

Зертханалық эксперименттер жүргізер алдында зерттеу деректері негізінде ерітінділерді дайындау үшін негізгі реагенттер таңдалды: М400 по маркалы цемент, ПБМБ маркалы бентонит, сұйық шыны (натрий силикаты).

М400 маркалы цемент-дөрөкі дисперсиямен ерекшеленетін жалпы мақсаттағы цемент, фракция өлшемінің көрсеткіші $D_{95}=70-80$ микрон, меншікті беті $2500 \text{ см}^2/\text{г}$;

ПБМБ маркалы бентонит – минералды бөлшектердің нәзіктігі мен коллоидтық қасиеттеріне байланысты ерітіндінің тұрақтылығы мен икемділігін арттырады. Ерітіндінің тұрақтылығы оны тұрақты күйге келтіру деп түсініледі. Сондай-ақ, бентонит құрамына кальцийленген сода кіреді (натрий көмірқышқыл газы) Na_2CO_3 - кальций иондарын байланыстыруға мүмкіндік береді, құрамында гипс, ангидрит, цемент бар;

- сұйық шыны (натрий силикаты) – жалпы химиялық формула $\text{Na}_2\text{O} * n\text{SiO}_2$ түрінде болады, мұндағы n – кремнеземнің молекулаларының саны. Натрий силикатының сулы ерітіндісі-тығыздығы $1300-1800 \text{ кг/м}^3$ болатын ашық сары түсті тұтқыр сұйықтық. Сұйық шыны қоспасы ерітіндіні орнату уақытын тездетуге және оның беріктігін арттыруға көмектеседі;

- су – цемент қатынасы (С/Ц) – ерітінділердің қозғалғыштығына қойылатын талаптарға сүйене отырып, 0,6-1,2 құрайды, бұл судың көп мөлшеріне әкеледі және нәтижесінде алынған цемент тасының беріктігінің төмендеуіне әкеледі. Сонымен қатар, судың бөлінуі мен ерітіндінің қабаттануына әкеліп соғады, сондай-ақ үлкен қысымның әсерінен судың біршама қысылуы жүреді.

Бірінші кезеңде әртүрлі құрамдағы ерітінділердің таралуы анықталды (**1-кесте**).

1-кесте

Ерітінділердің таралуы (18-22 см) (автордың материалы)

№ құрамы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
С/Ц	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0
Бетонит, %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Натрий силикаты, %	-	-	-	1	1	1	3	3	3	5	5	5
Таралуы, см	20	27	30	18	25	28	11	19	24	7	14	17
№ құрамы	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
С/Ц	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0	0,6	0,8	1,0
Бетонит, %	5	5	5	10	10	10	5	5	5	5	5	5
Натрий силикаты, %	-	-	-	-	-	-	1	1	1	3	3	3
Таралуы, см	14	18	26	11	17	23	10	16	22	9	14	20

Нормативтік құжаттарының талаптарына сәйкес таралу АзНИИ конусының көмегімен анықталды. Эксперименттердің бірінші кезеңінде қорытындысы бойынша таралу көрсеткіші бойынша талаптарға сәйкес келетін 8 үлгі бөлінді-18-ден 22 см-ге дейін. Бұдан әрі сәйкес 8 үлгінің әрқайсысын бөлу кезінде су бөлуді, қысу және созылу беріктігін анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді, олардың нәтижелері келтірілген (**2, 3 және 4-кестелерде**).

2-кесте

Ерітінді үлгілерінің су бөлуі (**Berlinov, 2011**).

№ құрамы	1	4	8	12	14	18	21	24
С/Ц	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0
Бетонит, %	-	-	-	5	10	5	5	-
Натрий силикаты, %	-	1	3	-	-	1	3	5
Су бөлуі, %	11,1	3,0	7,8	6,3	3,0	1,5	0,4	0,7

3-кесте

Ерітінді үлгілерінің сығылуға беріктігі (**Chunyuk & Yudina, 2020; Kreis, V. A. 2020**)

№ құрамы	1	4	8	12	14	18	21	24
С/Ц	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0
Бетонит, %	-	-	-	5	10	5	5	-
Натрий силикаты, %	-	1	3	-	-	1	3	5
Беріктігі, МПа	6,5	7,4	6,8	2,6	1,2	1,6	6,6	5,4

4-кесте

Ерітінді үлгілерінің созылуға беріктігі (0,6-0,8 МПа) (**Chunyuk & Yudina, 2020**)

№ құрамы	1	4	8	12	14	18	21	24
С/Ц	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	1,0	1,0	1,0
Бетонит, %	-	-	-	5	10	5	5	-
Натрий силикаты, %	-	1	3	-	-	1	3	5
Беріктігі, МПа	0,75	0,8	0,7	0,2	0,1	0,15	0,7	0,6

Бөліну кезінде қысу және созылу беріктігін анықтау үшін $D=70$ мм, $h=70$ мм цилиндрлік пішінді 8 үлгі жасалды. Сынақтар ПГМ-500МГ4 гидравликалық прессте жүргізілді. Бөлінген кездегі ерітіндінің сығылу беріктігі – 6-8 МПа-ға дейін, ал созылу беріктігі – 0,6-0,8 МПа болуы керек.

Барлық кестелерді біріктіре отырып, әрі қарай зертханалық зерттеулер үшін қажетті технологиялық және механикалық сипаттамаларға байланысты №4 және №21 ерітіндінің екі құрамы таңдалды:

№4 су-цемент с $C/C = 0,6$ (массасы бойынша) және 1% сұйық шыны (натрий силикаты) қосу;

№21 сазды-цементті $C/C = 1$ және 5% ПБМБ маркалы бентонит және 3% сұйық шыны (натрий силикаты) қосылады.

4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Топырақ массиві ретінде арнайы дайындалған топырақ пастасы пайдаланылды, берілген физикалық-механикалық сипаттамалары бар (тығыз икемді саздақ) анықталған, бұл сипаттамалар бірқатар эксперименттерде аздап өзгергені көрсетілген (**5-кесте**).

Топырақ пастасы қалыңдығы $h = 100$ мм қабаттармен төселіп, қолмен тығыздалған. Топырақтан 2 мм-ден үлкен барлық қоспалар алынып тасталды.

5-кесте

Топырақ пастасының физика-механикалық сипаттамалары (**Karol, 2020**).

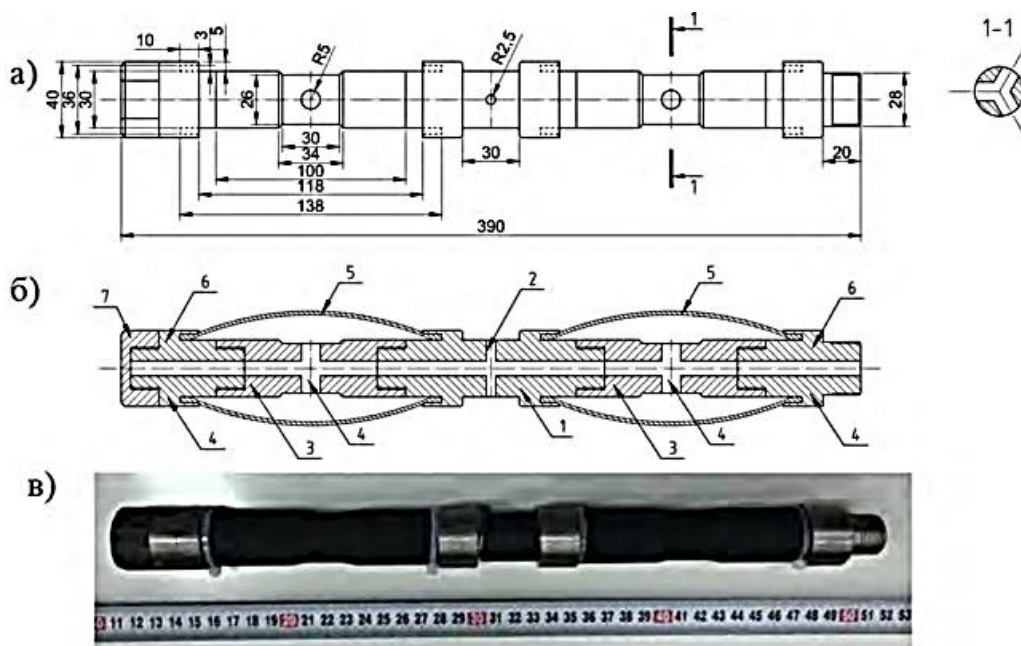
ρ , г/см ³	ρ_d , г/см ³	W , д.ед.	s_R , д. ед.	e , д.ед.	I_p , д. ед.	I_L	φ , град	c , кПа	E , МПа
1,7-1,9	1,4-1,6	0,29-0,31	0,88- 0,92	0,8- 0,9	0,15-0,16	0,35-0,45	18-20	27-29	4,0-5,0

Топырақтың беті кептіруге жол бермеу үшін полиэтилен пленкамен герметикалық жабылған. Әр тәжірибеден кейін топырақ науадан (лоток) алынды. Цилиндрлік науаларды олардың түбінен 40 см мөлшерінде толтыру кезінде диаметрі 80 мм пластикалық құбырды орнату және бекіту жүргізілді, оның соңында топырақ массивіндегі бұрғыланған ұңғыманы модельдейтін бітегіш бар, ол кейіннен құбырмен ауыстырылды. инъекция. Ерітінді инъекциясы өнімділігі 8 л/мин дейінгі бұрандалы ерітінді сорғысының көмегімен және инъекция кезінде инъекцияның құбыраралық кеңістігін екі жағынан герметикалық түрде жабатын пакер арқылы (**4-сурет**) 0,1 МПа дейінгі жұмыс қысымымен жүзеге асырылды.

Пакердің дизайны кез келген көкжиек бойынша қысымды реттеу мүмкіндігімен әр перфорация аймағына инъекция жасауға (соның ішінде қайталауға) мүмкіндік береді.

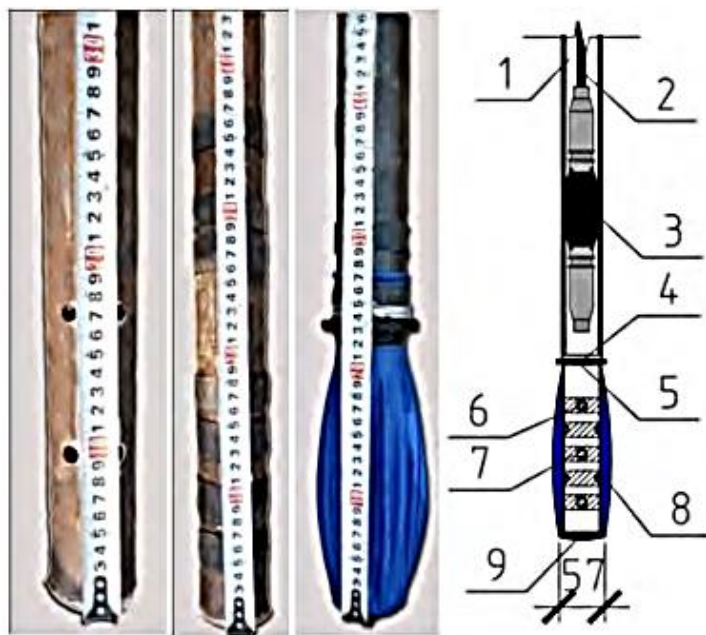
Ерітінді инъекциясының көлемі 0,1 МПа дейінгі қысымда 10 литр болды. Ерітіндіні мембрана-стаканға енгізгеннен кейін және бақыланатын кеңеюді қалыптастырғаннан кейін, топырақ пастасындағы кернеулерді релаксациялау және қайта бөлу үшін қажетті 20 тәулікке тең технологиялық үзіліс жасалды, сонымен қатар ерітінді берілген беріктігін жинады, содан кейін топырақ пен кеңейту-қадасын қайта қабат-қабат шығару жүзеге асырылды.

Мембрана-шынысы бар инъекциялық құбырдың дизайны ұзындығы 1,2 м, диаметрі 57 мм металл құбырдан тұрады **5-сурет**. Инъекцияның төменгі ұшында мембрана орналасқан жерде стакан дәнекерленген бітегіш және диаметрі 8 мм тесіктердің 4 қатары болды, олардың үстіне ені 25 мм, қалыңдығы 1 мм резеңке манжеттер орнатылды, олар тексеру клапанының рөлін атқарды (**Polyakova et al., 2022**).



4-сурет – Пакер: а – кимадағы пакердің дизайны, б – пакердің жалпы схемасы; в-пакердің фотосуреті; (1) орталық бөлім; (2) пакерден ерітіндінің шығуына арналған тесік; (3) бүйірлік бөлімдер; (4) пакер мембраналарын толтыруға арналған тесіктер; (5) резеңке мембраналар; (6) соңғы бөлімдер; (7) бітегіш.
(автордың материалы).

Мембрана-шыны қысқыштың көмегімен инъекцияның төменгі ұшынан 20 см қашықтықта бекітілді. Тікелей қысқыштың астына сыртқы диаметрі 80 мм болатын қатты тығыздағыш сақина орнатылды, бұл мембрана-шынының ерітінді инъекциясының қысымымен құбырлы кеңістікте қозғалуын болдырмайды.



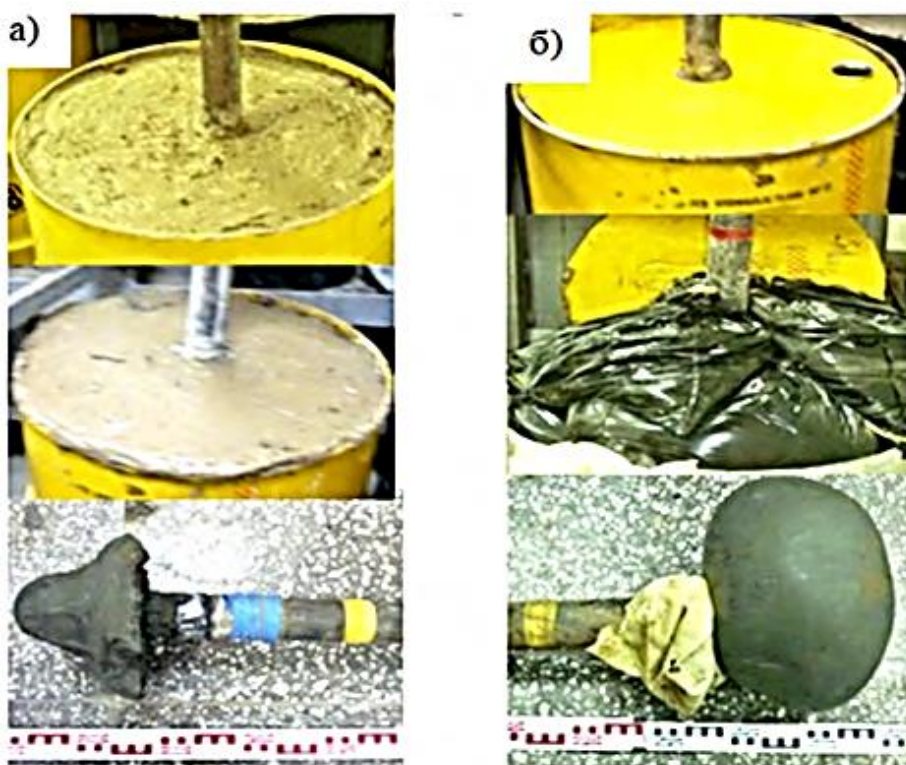
5-сурет – Мембрана-шынысы бар инъекциялық құбырдың дизайны: (1) инъекциялық құбыр, (2) резеңке құбыршегі, (3) пакер, (4) қысқыш, (5) тығыздағыш сақина, (6) перфорация тесігі (d=8 мм), (7) резеңке манжет; (8) мембрана-шыны, (9) бітегіш
(автордың материалы).

Бақыланатын кеңеюдің қалыптасуы мен геометриялық параметрлеріне әсер ететін факторларды қарастырса болады.

1. Бақыланатын кеңейтуді қалыптастыру кезінде топырақ массивінің деформациясының әртүрлі шарттары: бірқатар эксперименттер цилиндрлік науаларды жүктеместен өтті – топырақ массивінің еркін тік жылжу мүмкіндігі үшін және жүктемемен қойылған жағдайда ескерілді. Жүктің салмағы 200 кг болды, жүктеме 50 кг құм салынған алдын ала өлшенген қаптардың көмегімен жүзеге асырылды.

Науаға ерітіндіні тиеусіз инъекциялау кезінде жер массасының айтарлықтай көтерілуі және топырақ тесіктеріндегі судың бетіне шығуы байқалды. Топырақ алынғаннан кейін ерітіндінің негізгі бөлігі кеңеюдің жоғарғы бөлігінде локализацияланғаны анықталды (**6a-сурет**), бұл ретте кеңеюдің дұрыс түрі қалыптаспаған.

Екінші жағдайда жүктеменің жеткілікті массасы ерітіндінің қысыммен топырақты жоғары қарай сығуына жол бермеді, соның арқасында көлденең бағытта созылған диаметрі 220 мм эллипс тәрізді кеңею пайда болды (**6б-сурет**).



6-сурет – Топырақтың деформациясының әртүрлі шарттары:
а – жүксіз, б – жүкпен (автордың материалы).

2. Ерітіндінің әртүрлі құрамдары: бақыланатын кеңеюдің пайда болуына ерітіндінің құрамы да әсер етеді. Инъекцияға арналған бірқатар зертханалық тәжірибелер негізінде №4 және №21 ерітінділердің екі құрамы таңдалды (**7-сурет**).

Эксперименттердің нәтижелері инъекция қысымымен №4 құрамды қолданған кезде ерітіндінің қабаттануы және кеңеюдің жоғарғы жағында бос судың локализациясы болғанын көрсетеді (**7a-сурет**). Сонымен қатар, ерітіндінің тұтқырлығы мен икемділігінің төмендігіне байланысты цемент бөлшектерінің тұндырылуына, сондай-ақ оның қату уақытын тездететін сұйық әйнектің әсеріне байланысты Пакер бітеліп қалды (**7б-сурет**).



7-сурет – Стакан мембранасына ерітінділерді инъекциялау нәтижелері:
 а – № 4 құрам, б – №21 құрам, в – №4 құрам ерітіндісін инъекциялау кезінде қаптаманың бітелуі
 (автордың материалы).

№21 құрамын қолдану ерітіндінің қабаттануын болдырмайтын және оның тұрақтылығы мен икемділігін арттыратын бентонитті, сондай-ақ орнату уақытын жеделдетуге және оның беріктігін арттыруға ықпал ететін сұйық әйнекті қолдану арқылы болжамды геометриялық параметрлердің эллипс тәрізді кеңеюіне мүмкіндік берді (**7 в-сурет**). Сондай-ақ, инъекцияның төменгі ұшының астында ерітіндінің қажетті қалыңдығы 5-7 см түзілетінін атап өткен жөн.



8-сурет – Цилиндрлік науалардағы топырақ массивінде пайда болған кеңейтімдер
 (автордың материалы).

Зертханалық тәжірибелер барысында көлемі $0,2\text{ м}^3$ цилиндрлік науаларда топырақ массивінде 9 кеңейту қалыптасты (**8-сурет**).

Қосымша зерттеулер жүргізу үшін №21 «алюминий цемент» ерітіндісі түпкілікті таңдалды және оның негізгі сипаттамалары анықталды (**Pronozin & Lushnikov, 2018**):

- таралуы – 22 см;
- су бөлуі – 1,0 мл (0,4 %);
- тығыздығы – 1500-1600 кг/м³;
- қысуға беріктігі – 6,6 МПа;
- бөліну кезіндегі созылу беріктігі – 0,7 МПа.

5 ҚОРЫТЫНДЫ

Шаңды сазды топырақтар жатқан ғимараттар мен құрылыстардың таспалы іргетастарын нығайтудың жаңа тәсілі әзірленді, бұл бұрғылау қадаларының құрылғысын бақыланатын кеңеюмен біріктіруге мүмкіндік береді, ерітіндіні «фрекинг» режимінде инъекциялаудың манжеттік технологиясы (соның ішінде қайталама) топырақ массивінің кез келген көкжиегі бойынша және іргетас құрылымын бір технологиялық операцияда қалпына келтіру, бұл оның тиімділігін айтарлықтай арттырады.

Жүктеме кезінде кеңейтілетін қадалардың жұмыс кестесінде бастапқы сызықтық және сызықтық емес деформация аймақтары бар екендігі анықталды. Магистральдың жұмысын ескере отырып, қаданың жүк көтергіштігі кеңейту көлеміне дерлік сызықтық тәуелді екендігі белгілі болды. Кеңейту көлемінің 10 л-ге артуы қаданың жүк көтергіштігінің (кеңеюімен) орта есеппен 14-19%-ға артуына ықпал етеді. Сондай-ақ, жүктеменің бастапқы сатыларында кері деформациялардың белсенді өсуі байқалады, бұл негізде топырақ массиві жүктелген кезде пайда болған тығыздалған аймақ шегінде серпімді деформациялардың және кеңеюдің пайда болуында қалған қалдық кернеулердің болуымен түсіндіріледі. Түсіру кезінде қаданың серпімді шығуының мәні шөгудің толық мәнінің орта есеппен 25% құрайды. Гидравликалық сыну болған кезде қадалардың серпімді шығуының мөлшері 2-2,5 есе азаяды.

Бұрғылау-инъекциялық қаданың бөшкесін қалыптастыру кезінде тек «гидравликалық сыну» режимінде ерітіндінің қайталама инъекциясын қолдану керек екендігі анықталды, онда гидравликалық сынудың саны артады және оларды инъекциялық құбырдан 0,5 м қашықтықта (қалыңдығы 130 мм-ге дейін максималды ашумен) сваяның маңындағы топырақ массивінде оқшаулау жүреді, нәтижесінде қаданың жүк көтергіштігі орта есеппен 20%-ға артады. Сондай-ақ, орташа мәні 0,2 МПа болатын ұңғыманың қабырғаларына тұрақты әсер ететін қысым есебінен қадалар бөшкесінің диаметрінің орта есеппен 2 есе ұлғаюы байқалады, бұл гидравликалық жарылыстардың пайда болуымен бірге инъекциялық құбырдан орташа радиусы 0,2-0,4 м болатын тығыздалған аймақтың пайда болуына және осы аймақ шегінде физика-механикалық сипаттамалардың өзгеруіне әкеледі: тығыздық орта есеппен 17%-ға дейін артады, ылғалдылық 28%-ға дейін төмендейді, деформация модулі 35%-ға дейін артады – болашақта қаданың бөшкесінің параметрлерін есептеу кезінде ескеру қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. **Berlinov, M. V.** (2011). Foundations and foundation [Osnovaniya i fundamenty] (In Russ.).
2. **Bogomolov, V. A.** (2011). High-pressure injection of soils as a way to create geotechnogenic systems in construction [Vysokonapornaya in'ekciya gruntov kak sposob sozdaniya geotekhnogennyh sistem v stroitel'stve] (In Russ.).

3. **Bronin, V. N.** (2010). The experience of injecting soil fixation in the foundations of buildings and structures [Opyt in"ekcionnogo zakrepleniya gruntov v osnovanii zdanij i sooruzhenij], (In Russ.).
4. **Bugrov, A. K.** (2014). Effective methods of strengthening weak foundations and the construction of foundations on them [Effektivnye metody usileniya slabyh osnovanij i ustrojstvo fundamentov na nih] (In Russ.).
5. **Chunyuq, D. Y., & Yudina, I. M.** (2020). Foundations, retaining walls and pit fences [Fundamenty, podpornye steny i ograzhdeniya kotlovanov] (In Russ.).
6. **Dubinin, A., Imambayeva, R., Imambaev, N., Polyakova, I., & Sadyrov, R.** (2021). Rules for the Formation of an Information Model of Facilities at Different Stages of the Life Cycle. International Journal of GEOMATE, 25(109), 117-124.
7. **Ermolaev, V. A.** (2014). Strengthening of the foundation of buildings and structures by hydraulic fracturing using cuff technology [Uprochnenie osnovaniya zdanij i sooruzhenij metodom gidrorazryva s ispol'zovaniem manzhetnoj tekhnologii] <https://ofmg.ru/index.php/ofmg/article/view/1248/0> (In Russ.).
8. **Karol, R. H.** (2020). Chemical grouting and soil stabilization. In American Society of Civil Engineers (Vol. 536).
9. **Kritsky, M. Y.** (2015). On the use of the pressure injection method for compaction of the soil base of deformable buildings [Ob ispol'zovanii metoda napornoj in"ekcii dlya uplotneniya gruntovogo osnovaniya deformiruemyh zdanij] (In Russ.).
10. **Kreis, V. A.** (2020). All about Foundations [Vsyo o fundamentah]. (In Russ.).
11. **Polyakova, I., Imambayeva, R., Aubakirova, B., Shogelova, N., Glyzno, Y., & Zhmagulova, A.** (2022). Determining Static Characteristics of Corrugated Shell Elements Made from Composite Materials. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6(7), 120. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269399>
12. **Ponomarenko, Y. V.** (2018). Strengthening the foundations of the foundations of operated buildings and structures [Ukreplenie osnovanij fundamentov ekspluatiruemyh zdanij i sooruzhenij] (In Russ.).
13. **Pronozin, Y. V., & Lushnikov, V. V.** (2018). The device of drilling-injection piles with hydraulic fracturing and soil crimping [Ustrojstvo buroin"ekcionnyh svaj s gidrorazryvom i opressovkoj gruntov] (In Russ.).
14. **Samokhvalov, M. A.** (2015). Results of field studies of the operation of a drill-injection pile with controlled broadening [Rezultaty polevyh issledovanij raboty buroin"ekcionnoj svai s kontroliruемым ushireniem] (In Russ.).
15. **Sakharov, I. I.** (2017). Hydraulic fracturing method of fixing the foundations of operated buildings and structures [Gidrorazryvnoj metod zakrepleniya osnovanij ekspluatiruemyh zdanij i sooruzhenij] (In Russ.).

UDC 624.1
IRSTI 67.13.21
REVIEW ARTICLE

TECHNOLOGY FOR STRENGTHENING SOIL MATERIALS USING TWO-COMPONENT POLYURETHANE MATERIAL GEOPUR

S.Zh. Jumadilova , V.A. Khomyakov , A.M. Kuanyshbai* 

International Educational Corporation, 050043, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *Almaty and its environs are located in the foothill zone of the Zailiysky Alatau, where, given the lack of sites with good soils, many buildings and structures have to be built on weak soils, weak clay or subsidence bases. Another problem is construction in seismically active areas, which imposes certain restrictions on the design of foundations and the construction of structures. In such cases, specialized engineering measures are required, whether it is soil replacement, pile foundations or artificial foundations. In construction, there is a wide range of methods for fixing soils: strengthening with piles, vertical reinforcing elements, chemical fixing with solutions that allow you to carry out activities. This article describes the methods and sequence of work when using a two-component polyurethane material GEOPUR. In laboratory and field conditions to increase the bearing capacity of soils. The result of the application of this technology is a triple effect: increased moisture resistance and sealing; stopping or reducing water inflow to underground structures; stabilizing soil cementation - increasing the stability of the foundations of buildings and underground structures; there is a structuring and strengthening of soil, rocks and structures. Due to the introduction of the Geopur® material, soil structuring occurs, and it passes from the class of dispersed to the class of semi-rocky soils, the strength of which is characterized by the uniaxial compressive strength R . Studies have shown that the value of R in depth varies from 1.94 MPa at a depth of 0.9 m up to 4.57 MPa at a depth of 4.20 m. In accordance with state standard 25100-2011, such material belongs to a variety of soils with low or reduced strength.*

Keywords: *soil fixed, injection method, soil, two component resins.*

***Corresponding author**

Aidana Kuanyshbai, e-mail: a.kuanyshbai@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-05>

Received 08 January 2024; Revised 12 February 2024; Accepted 18 March 2024

ӘОЖ 624.1
ҒТАМР 67.13.21
ШОЛУ МАҚАЛАСЫ

ГЕОРУР ЕКІКОМПОНЕНТТІК ПОЛИУРЕТАНДЫ МАТЕРИАЛДЫ ҚОЛДАНА ОТЫРЫП, ЖЕР МАССИВТЕРІН ҚАТАЙТУ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

С.Ж. Джумадилова , В.А. Хомяков , М.А. Қуанышбай* 

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Андатпа. Алматы және оның айналасы Іле Алатауының тау бөктерінде орналасқан, онда жақсы топырақтары бар учаскелердің тапшылығын ескере отырып, көптеген ғимараттар мен құрылыстарды әлсіз топырақтарда, әлсіз сазды немесе шөгінді негіздерде жүзеге асыру тура келеді. Тағы бір мәселе – іргестарды жобалау мен құрылыстарды салу кезінде белгілі бір шектеулер қоятын сейсмикалық белсенді аудандарда құрылыс салу. Мұндай жағдайларда топырақты ауыстыру, қадалардың іргестарын салу немесе жасанды негіз жасау сияқты мамандандырылған инженерлік шаралар қажет. Құрылыста топырақты бекітудің көптеген әдістері бар: қадалармен, тік арматуралық элементтермен нығайту, іс-шараларды жүзеге асыруға мүмкіндік беретін ерітінділермен химиялық бекіту. Бұл мақалада геориг екікомпонентті полиуретанды материалды пайдалану кезінде жұмыстың әдістері мен реттілігі келтірілген. зертханалық және далалық жағдайларда топырақтың көтергіштігін арттыру. Бұл технологияны қолданудың нәтижесі үш есе әсер етеді: ылғалға төзімділікті арттыру және тығыздау; жер асты құрылымдарына су ағынын тоқтату немесе азайту; топырақты тұрақтандыру цементтеу – ғимараттар мен жерасты құрылымдарының негіздерінің тұрақтылығын арттыру; топырақты, жыныстар мен құрылымдарды құрылымдау және нығайту.

Түйін сөздер: топырақты бекіту, инъекциялық әдіс, топырақ, екікомпоненттік шайырлар.

*Автор-корреспондент
Айдана Қуанышбай, e-mail: a.kuanyshbai@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-05>

Алынды 08 қаңтар 2024; Қайта қаралды 12 ақпан 2024; Қабылданды 18 наурыз 2024

УДК 624.1
МРНТИ 67.13.21
ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ

ТЕХНОЛОГИЯ УПРОЧНЕНИЯ ГРУНТОВЫХ МАССИВОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДВУХКОМПОНЕНТНОГО ПОЛИУРЕТАНОВОГО МАТЕРИАЛА GEOPUR

С.Ж. Джумадилова , В.А. Хомяков , М.А. Куанышбай* 

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. Алматы и его окрестности располагаются в предгорной зоне Заилийского Алатау, где с учетом дефицита участков с хорошими грунтами многие здания и сооружения приходится реализовывать на слабых грунтах, слабых глинистых или просадочных основаниях. Еще одной проблемой является строительство в сейсмоактивных районах, что накладывает определенные ограничения при проектировании фундаментов и строительстве сооружений. В таких случаях требуется проведение специализированных инженерных мероприятий, будь то замена грунта, устройство свайных фундаментов или выполнение искусственного основания. В строительстве существует широкий спектр методов закрепления грунтов: упрочнение сваями, вертикальными армирующими элементами, химическое закрепление растворами, которые позволяют осуществлять мероприятия. В данной статье приводятся методики и последовательность выполнения работ при использовании двухкомпонентного полиуретанового материала GEOPUR. в лабораторных и полевых условиях по повышению несущей способности грунтов. Результатом применения данной технологии является тройной эффект: повышение влагостойкости и герметизация; остановка или уменьшение водопритока в подземные сооружения; стабилизирующая цементация грунта – повышение устойчивости оснований зданий и подземных сооружений; происходит структурирование и укрепление грунта, породы и конструкций.

Ключевые слова: закрепление грунта, инъекционный метод, грунт, двухкомпонентные смолы.

*Автор-корреспондент
Айдана Куанышбай, e-mail: a.kuanyshbai@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-05>

Поступило 08 января 2024; Пересмотрено 12 февраля 2024; Принято 18 марта 2024

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 INTRODUCTION

According to the survey, the territory is located on a gently sloping plain, an elongated strip along the northern slope of the Zailiysky Alatau ridge. The accumulative type of relief is widespread within the entire metro line. In geomorphological terms, the section from the Moskva station to the Kalkaman station is located within the piedmont plume formed as a result of the confluence of the alluvial fans of the Bolshaya Almatinka and Kargalinka mountain rivers. The surface is flat, with a slope from the mountains to the plain. The surface is complicated by the river valleys of the Kargalinka and B. Almatinka rivers. The valley of the Kargalinka River is poorly expressed. Flood-plain areas are poorly traced. The left bank of the river is steep, the right bank is gentle. The depth of the river incision is 1.50-3.0 m. The sides are composed of loam, the bottom of the river is pebbly. The valley of the B. Almatinka river with a cutting depth of -5-6m. The sides are steep, from the surface to a depth of 2.60 m they are composed of loams, deeper - boulder and pebble soils with sandy loamy, loamy and sandy aggregates. The banks of the river are lined with reinforced concrete slabs (Toma & Al-Hadidi, 2022).

2 CLASSIFICATION OF GEOPUR MATERIAL

GEOPUR® TECHNOLOGIES products are based on high-pressure grouting technique using GEOPUR two-component polyurethane material manufactured by company GME Consult. The use of GEOPUR technology allows filling voids and cracks in the rock by injection of polyurethane resin, as well as reducing the porosity of macroporous soils by filling pores with cementing material to increase the strength of the anchor fastening in the construction of retaining walls and the operation of anchors in the stabilization of landslides and to increase the efficiency of the base in the construction of micropiled foundations for buildings, structures and machines

GEOPUR is a cementing material. Application possibilities of GEOPUR material tend to be applied in various fields: underground structures, tunneling; geological and technical works; civil engineering.

The materials of the GEOPUR® injection system include polyurethane resins that differ in the level of foaming, which increases in sequence from types 082/1000, 082/600, 082/360, 082/290, 082/180, 082/90, 230, 240. Not includes fluorinated and chlorinated hydrocarbons and halogens. Composition of GEOPUR®: component A honey-colored liquid (all types); it is a composition of polyepoliol, catalyst, admixture, flame retardant, foam strengthening and water. Component B dark yellow-brown liquid (all types); a mixture of polycyclic oligomers emanating from its performance. Always after mixing the two main components in the calculated ratio, an exothermic process of polyurethane resins occurs. The level of foaming of the reaction product determines the mechanical properties. In all systems, it is possible to move the start of the curing and foaming reaction by 360 seconds. Material is typically delivered with foaming onset in two minutes (Weng et al., 2019).

Table 1

Laboratory research program (author's material)

Soil type	The state of the fixed type of soil	Component composition		Defined parameters				Note
		A	B	Physical		Mechanical		
				Density, t/m ³	Note	Compressive strength, MPa	Modulus of deformation MPa	
loam	solid	1	1,1	+		+	+	
	soft plastic	1	1,1	+		+	+	
	fluid	1	1,1	+		+	+	

* the number of tested samples is not less than 6 pieces

3 METHODOLOGY FOR CONDUCTING LABORATORY RESEARCH

For laboratory studies, samples of loam of different soil conditions were prepared according to the test program. To prepare the samples, a cylinder made of a high-strength plastic pipe with dimensions from 35 cm to 50 cm in height and a diameter of 20 cm to 40 cm was used. The end walls of the pipes were monolithic with reinforced mortar grade M100. A hole was drilled in the pipe wall and the R8 “packer” device was installed to inject the mixture component according to the test program. View the [figure 1-2](#).



Figure 1 – Sample preparation for laboratory testing (author’s material)

For injection, an injection pump of the applicable types is installed, including injection accessories. The device allows you to dose individual components in a ratio of 1:1, in the case of the Geour brand 082/90 system, which was pumped into the sample under pressure by means of a pump until complete failure ([Pu et al., 2021](#)). A failure was taken to be the state when the mixture bled out through the gaps in the end faces of the cover, or back through the packer. After the injection, the samples were kept for 24 hours, for the formation of foam and fixing with the soil. The next step was to remove the samples from the cylinders and separate the fixed mass from the non-fixed mass. To determine the volume of fixed soil, special measurements were carried out, the calculation of mass and volume. Next, rectangular or round specimens up to 10 cm high were cut out of the hardened mass, which were tested on by hydraulic test press MATEST with a capacity of 2000 kN according to the loading scheme with a statically increasing load ([Awwad & Nurakov, 2020](#)).



Figure 2 – An example of fixing loam with a two-component resin in the laboratory (author’s material)

4 FIELD TEST METHODOLOGY

Field studies were carried out on the territory of the construction site "Metrostroyproekt". Soil injection during the construction of underground structures is used to overcome areas of incoherent water-saturated and disturbed rocky soils, eliminate water inflows into underground workings and structures, install pit fencing, protective screens (curtains), strengthen the bases and foundations of buildings and other structures located in the zone of influence of construction. For field research, using a Permon VKS 80 pneumatic drill with a reverse, 2 screw anchors with a diameter of 32 mm were drilled into the ground to a depth of 3.5 meters at a distance of 2 from the axis. At each end of the anchor before drilling, diamond core bits with a diameter of 38 mm were installed (Lukpanov et al., 2019). After reaching a depth of 3.5 meters, mounting foam was poured around the anchor for sealing and metal plates were installed. A coupling with a mixer and a gun for injecting a two-component resin are installed on the upper end of the anchor. The two component resin is injected using a portable Graco Reactor E-10hp system. The Reactor E-10hp is a 1:1.1 mixing ratio electrically powered portable dispenser. Two-component resin after mixing is injected with a special gun (Tao et al., 2023). Fluid is supplied to the Reactor E-10hp by gravity and comes from the 22.7 L (6 gal) supply tanks installed on the unit. 3 anchors were injected in the field. Anchors 1 and 2 were installed in loam to a depth of 4.2m. Anchor 3 is installed in gravel soil to a depth of 3.5 m. Obviously, the application of one or another method of soil stabilization will depend on the porosity of the base, or on its filtration coefficient (Zhussupbekov et al., 2018).



Figure 3 – An example of fixing loam in the field (Ankers 1 and 2)
(author's material)

Data on the consumption of two-component resin for each anchor:

Anchor No. 1 - the amount of injected two-component resin is 62 kg. Pumping time is 38 min. The volume of hardened soil is 0.98 m³, the consumption percentage is 63.27 kg/m³. (Date of injection 02.09.2021, date of removal of the anchor 05.09.2021)

Anchor No. 2 - the amount of injected two-component resin is 65 kg. Pumping time is 38 min. The volume of hardened soil is 0.82 m³, the consumption percentage is 79.27 kg/m³. (Date of injection 02.09.2021, date of removal of the anchor 05.09.2021)

Anchor No. 3 - the amount of injected two-component resin is 82 kg. Pumping time 40 min. The volume of hardened soil (a mixture of loam and gravel soil) is 0.703 m³. The consumption percentage for gravel soil was 116.65 kg/m³. (injection date 12.24.2021, anchor removal date 01.17.2022). View the **Figures 3-5 and Tables 3-4**.

The more often the piles are made, the greater the degree of compaction the base soil receives (Liu et al., 2019).

Table 3
Density determination from field tests (author's material)

Group No.	No.	Sample No.	Sampling depth, m	Height, cm	Width, cm	Length, cm	Weight, kg	Density, p (kg/m ³)	Average density, kg/m ³
1	1	П-С-1,1	0,9	11	7	8,4	0,836	1292,51	
	2	П-С-1,2	0,9	10,7	7,6	8,8	0,908	1268,83	
	3	П-С-1,3	0,9	9	7,5	8,2	0,732	1322,49	1287,97
	4	П-С-1,5	0,9	9,6	8,3	9,3	1,104	1489,83	
	5	П-С-1,6	0,9	10,6	10,3	7,7	1,064	1265,63	
	6	П-С-1,7	0,9	13,5	10	10,1	1,728	1267,32	
2	1	П-С-2,1	1,85	12,8	8,5	9,1	1,48	1494,82	
	2	П-С-2,2	1,85	12	7,5	7,3	0,96	1461,18	
	3	П-С-2,4	1,85	9	7,2	8,3	0,684	1271,75	
	4	П-С-2,5	1,85	13,5	6,5	9,3	1,006	1232,72	1356,50
	5	П-С-2,6	1,85	10,7	5,5	9,3	0,636	1162,05	
	6	П-С-2,8	1,85	7,3	6,8	7,2	0,542	1516,47	
3	1	П-С-3,1	2,1	10,7	7,7	9,3	1,042	1359,91	
	2	П-С-3,2	2,1	11,7	8,4	9,3	1,408	1540,47	
	3	П-С-3,4	2,1	11,4	5,8	11,5	1,214	1596,57	1487,52
	4	П-С-3,5	2,1	10	6,6	9,8	0,928	1434,75	
	5	П-С-4,1	2,3	10,6	5,4	8,2	0,722	1538,23	
	6	П-С-4,2	2,3	9,9	8,8	8,3	0,998	1380,17	
	7	П-С-4,3	2,3	10,9	6,1	7,7	0,8	1562,58	
4	1	П-С-5,1	3	12,2	5	6,1	0,564	1515,72	
	2	П-С-5,3	3	12,1	5,9	6,3	0,554	1231,77	
	3	П-С-5,6	3	12,6	6,2	10,5	1,26	1536,09	
	4	П-С-5,7	3	12,6	5,1	9,4	0,858	1420,42	1455,94
	5	П-С-5,8	3	8,5	6,4	7,7	0,616	1470,58	
	6	П-С-5,9	3	11	9	7,7	1,19	1561,06	
5	1	П-С-6,1	3,4	9,1	7	9	0,808	1409,38	
	2	П-С-6,2	3,4	9,9	7,4	8,3	0,688	1131,47	
	3	П-С-6,3	3,4	8,1	6,9	7,7	0,636	1477,85	1363,0
	4	П-С-6,4	3,4	9,3	6,1	9	0,682	1335,76	
	5	П-С-6,5	3,4	12,5	8	7,9	1,156	1463,29	
	6	П-С-6,6	3,4	10,8	7,6	10,3	1,15	1360,26	
6	1	П-С-7,1	4,2	16	10,6	9,8	2,672	1607,62	
	2	П-С-7,2	4,2	12,6	10	10,5	1,912	1445,20	
	3	П-С-7,3	4,2	13,7	7,6	8,8	1,324	1445,01	1479,13
	4	П-С-7,4	4,2	14,5	8,2	8,6	1,442	1410,21	
	5	П-С-7,5	4,2	15	11,1	11,7	2,882	1479,42	
	6	П-С-7,6	4,2	8,8	8,3	8,8	0,956	1487,35	

Table 4
Results of laboratory studies of hardening of massifs with GEOPUR material (author's material)

Soil type	Sample number	Soil condition	Density (t/m ³)	Humidity (W)	Initial volume (m ³)	Volume of injection (kg)	Volume of hardened soil (m ³)	Consumption percentage (kg/m ³)
loam	L-C-1	natural	1,751	0,22	0,06	0,06	0,000165	363,64
	L-C-2	natural	1,728	0,16	0,06	0,31	0,00322	96,27
	L-C-3	natural	1,716	0,20	0,05	0,09	0,000351	256,41
	L-C-4	natural	1,743	0,17	0,06	0,253	0,00266	95,11
	L-C-5	wet			0,273	0,04	0,117	0,0002

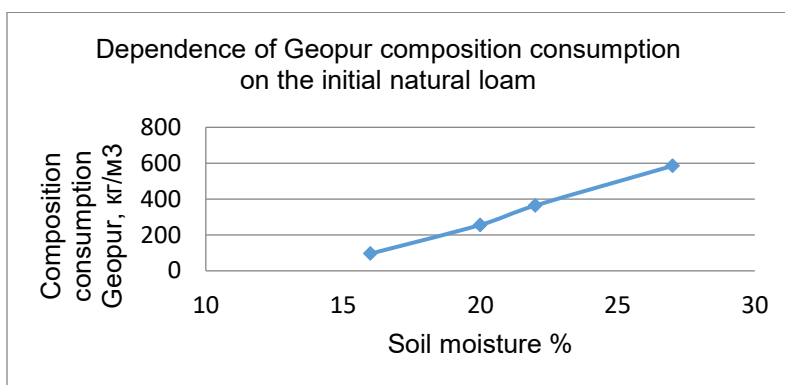


Figure 4 – Dependence of Geopur composition consumption on the initial natural loam (author's material)

5 DETERMINATION OF UNIAXIAL COMPRESSIVE STRENGTH

The loading of a clay soil sample is carried out at a given rate of increment of the relative vertical deformation of the sample, choosing it depending on the expected strength of the soil R_c , so that the test time is 2 – 15 min, which usually corresponds to a rate of 0.5% – 2% per 1 min. A lower speed is chosen for samples with smaller deformations during destruction. The vertical deformations of the sample were measured with an error of 0.01 mm for clay soils and recorded during loading at no less than 10 stress values before failure. The test was carried out until the destruction of the sample, i.e., until the maximum value of the vertical load was reached. In the case of testing a clay soil sample in the absence of visible signs of destruction, the test was terminated at a relative vertical deformation of the sample $\epsilon = 15\%$ (Ulitsky et al., 2017).

To determine the modulus of deformation and the modulus of elasticity of the soil, the test was not brought to the destruction of the sample, stopping it at a stress of 50% – 60% of the value of R_c . If necessary, the sample was unloaded in the same sequence as the loading (Chen et al., 2022).

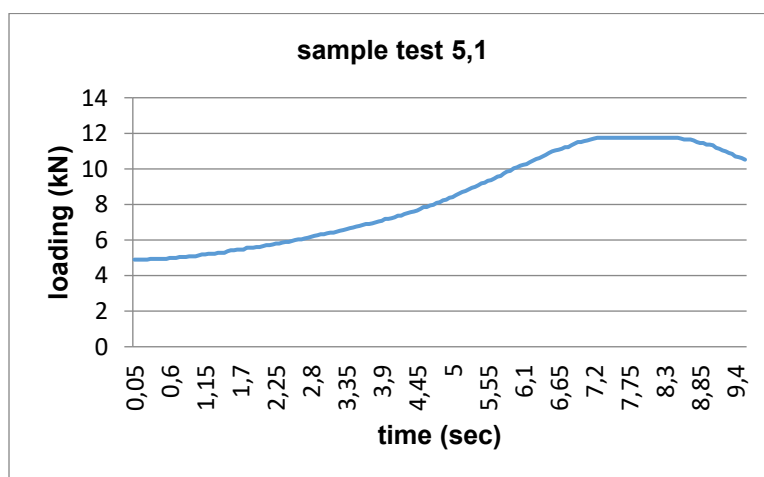


Figure 5 – Resulting sample test schedule (author's material)

To determine the modulus of deformation and the modulus of elasticity of the soil, the test was not brought to the destruction of the sample, stopping it at a stress of 50% - 60% of the value of R_c . If necessary, the sample was unloaded in the same sequence as the loading (Khomyakov et al., 2020).

Table 5
Determination of strength by field tests (author's material)

Group No.	No.	Sample No.	Depth of sampling (m)	Maximum load, F (kN)	Tensile strength, Rc (MPa)	Average tensile strength (MPa)
1	1	П-C-1,1	0,9	14,316	2,435	
	2	П-C-1,2	0,9	16,932	2,532	
	3	П-C-1,3	0,9	12,842	2,088	
	4	П-C-1,5	0,9	10,273	1,331	1,946
	5	П-C-1,6	0,9	10,511	1,325	
	6	П-C-1,7	0,9	19,834	1,964	
2	1	П-C-2,1	1,85	43,377	5,608	
	2	П-C-2,2	1,85	27,253	4,978	
	3	П-C-2,4	1,85	12,699	2,125	
	4	П-C-2,5	1,85	20,119	3,328	3,966
	5	П-C-2,6	1,85	16,076	3,143	
	6	П-C-2,8	1,85	22,592	4,614	
3	1	П-C-3,1	2,1	24,352	3,401	
	2	П-C-3,2	2,1	27,967	3,580	
	3	П-C-3,4	2,1	32,771	4,913	4,969
	4	П-C-3,5	2,1	21,356	3,302	
	5	П-C-4,1	2,3	32,961	7,444	
	6	П-C-4,2	2,3	52,889	7,241	
	7	П-C-4,3	2,3	23,02	4,901	
4	1	П-C-5,1	3	11,367	3,727	
	2	П-C-5,3	3	9,703	2,610	
	3	П-C-5,6	3	28,728	4,413	
	4	П-C-5,7	3	15,505	3,234	3,475
	5	П-C-5,8	3	24,352	4,942	
	6	П-C-5,9	3	13,317	1,922	
5	1	П-C-6,1	3,4	10,559	1,676	
	2	П-C-6,2	3,4	8,514	1,386	
	3	П-C-6,3	3,4	11,177	2,104	2,134
	4	П-C-6,4	3,4	7,372	1,343	
	5	П-C-6,5	3,4	20,832	3,296	
	6	П-C-6,6	3,4	23,496	3,002	
6	1	П-C-7,1	4,2	48,038	4,624	
	2	П-C-7,2	4,2	43,139	4,108	
	3	П-C-7,3	4,2	43,329	6,479	4,567
	4	П-C-7,4	4,2	19,548	2,772	
	5	П-C-7,5	4,2	78,478	6,043	
	6	П-C-7,6	4,2	24,637	3,373	

6 CONCLUSIONS

The average density of the hardened soil as a whole has changed in the direction of decrease. According to Kazakh Geotechnical Research Institute surveys, the natural density of loams was 1.64-1.67 t/m³. After the introduction of Geopur® materials, the density changes and is 1.28t/m³ from a depth of 0.9 to 1.48t/m³ at a depth of 4.20m. The decrease in density occurs as a result of decompaction of the soil during foaming with Geopur® material.

Due to the introduction of the Geopur® material, soil structuring occurs, and it passes from the class of dispersed to the class of semi-rocky soils, the strength of which is characterized by the uniaxial compressive strength R. Studies have shown that the value of R in depth varies from 1.94MPa at a depth of 0.9m up to 4.57 MPa at a depth of 4.20 m. In accordance with state standard 25100-2011, such material belongs to a variety of soils with low or reduced strength.

The effectiveness of applying the hardening method using Geopur® material should be confirmed by verification calculations of accepted structural models using the physical and mechanical properties of the hardened soil obtained as a result of these studies.

When hardening is carried out according to the technology using the two-component polyurethane material GEOPUR®, with an appropriate calculation justification, the bearing capacity and operational reliability of soil massifs will be ensured.

REFERENCES

1. **Weng, Meng-Chia - Liu, Yong - Lee, Jeffrey - Awwad, Talal - Gruzin, Vladimir - Kim, Vladimir** (2019) Sustainable Reconstruction in Conditions of Dense Urban Development: 13-23. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-95750-0_2
2. **Khomyakov V., Yemenov Y, Zhamek N.**, (2020) Methods of restoration of deformed retaining walls in seismic conditions 16th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 1-12. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43281652>
3. **Zhussupbekov A, Zhunisov T, Issina A, Awwad T.** (2013) Geotechnical and structural investigations of historical monuments of Kazakhstan. In Proceedings of Second International Symposium on Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites, Naples, Italy (pp. 779-784 https://www.researchgate.net/publication/260615494_Geotechnical_and_structural_investigations_of_historical_monuments_of_Kazakhstan
4. **Toma, N.M., Al-Hadidi, M.T.**(2022). The effect of soaking and wetting on the properties of the gypsum soil treated with polyurethane. Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences. <https://jaaru.org/index.php/auisseng/article/view/615>
5. **Ulitsky, V., Shashkin, A., Shashkin, K., Lisyuk, M., Awwad, T.** (2017). Numerical simulation of new construction projects and existing buildings and structures taking into account their deformation scheme. In ICSMGE 2017-19th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 2061-2064. <http://surl.li/sbcmh>
6. **Lukpanov, R.E., Awwad, T., Orazova, D.K., Tsigulyov, D.V.** (2019). Geotechnical Research and Design of Wind Power Plant. Sustainable Civil Infrastructures. 220-7. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-01920-4_19
7. **Pu, S., Duan, W., Zhu, Z., Wang, W., Zhang, C., Li, N., Jiang, P., Wu, Z.** (2022). Environmental behavior and engineering performance of self-developed silico-aluminophosphate geopolymer binder stabilized lead contaminated soil. Journal of Cleaner Production.. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134808>
8. **Liu, J., Chen, Z., Zeng, Z., Kanungo, D.P., Bu, F., Bai, Y., Qi, C., Qian, W.** (2020). Influence of polyurethane polymer on the strength and mechanical behavior of sand-root composite. Fibers and polymers, 21, 829-39. <https://doi.org/10.1007/s12221-020-9331-z>
9. **Al-Atroush, M.E., Sebaey, T.A.** (2021). Stabilization of expansive soil using hydrophobic polyurethane foam: A review. Transportation Geotechnics. Mar 1;27:100494 <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100494>
10. **Tao, R., Li, H., Liu, Z., Zhang, X., Wang, M., Shen, W., Qu, M., Mei, Y.** (2023). The adsorbent preparation of FeOOH@ PU for effective chromium (VI) removal. Environmental Science and Pollution Research. 33-69. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24569-2>
11. **Chen, R., Cai, G., Dong, X., Pu, S., Dai, X., Duan, W.** (2022). Green utilization of modified biomass by-product rice husk ash: A novel eco-friendly binder for stabilizing waste clay as road material. Journal of Cleaner Production. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134303>
12. **Awwad, T., Donia, M.** (2016). The efficiency of using a seismic base isolation system for a 2D concrete frame founded upon improved soft soil with rigid inclusions. Earthquake Engineering and Engineering Vibration. 49-60. <https://doi.org/10.1007/s11803-016-0304-6>
13. **Awwad, T., Meziab, A.** (2020). Influence of natural pozzolana & lime additives on improvement of clayey soil (CBR) to be useable in embankment of road works, 457-475, https://www.researchgate.net/publication/345247376_Influence_of_Natural_Pozzolana_Lime_Additives_on_Improvement_of_Clayey_Soil_CBR_to_be_Useable_in_Embankment_of_Road_Works
14. **Awwad, T., Nurakov, S.** (2020). The Determination of Soil Cutting Force Applied with Bucketless Bottom Rotor with Account of Speed and Runout, 476-486, https://doi.org/10.1007/978-981-15-0450-1_50
15. **Awwad, T., Kodsı, S., Oda, K., Inui, T.** (2019). A study of the influence of surcharge loading on clay soil settlements using viscous modelling. Viskoz modelleme kullanilan kil zemini <http://surl.li/scylr>

UDC 691.3
IRSTI 67.09.55
RESEARCH ARTICLE

INVESTIGATION OF THE ISSUE OF INCREASING THE STRENGTH OF ARBOLITE BASED ON A MULTICOMPONENT BINDER

S. Zhanatuly , S.S. Uderbayev* , A.U. Zhapakhova , G.A. Zhakapbayeva 

Korkyt Ata Kyzylorda University, 120001, Kyzylorda, Kazakhstan

Abstract. *An urgent issue in the construction industry is the introduction of resource-saving, energy-saving technologies in the production of building materials, products and structures. By reviewing foreign literary scientific works, it has been proved that it is possible to obtain composite materials – arbolite products based on vegetable agricultural waste such as cotton stalks, rice husks and its straw and other organic fillers. In particular, the following formulations have been adopted: (1) CHP ash – 60%; (2) CHP ash – 50%; (3) CHP ash 45% + rice husk ash 5%; (4) CHP ash-42% + rice husk ash 10%. The cement of the 3th and 4th composition and the ash of the CHP with the addition of rice husk ash are crushed in a ball mill with a specific surface area of up to 3500-4000 cm²/g. For the production of arbolite products, the technology of pressed arbolite, manufactured by conveyor method, has been applied. The compressive strength of arbolite samples based on various plant agricultural waste and a multicomponent binder was determined. The developed technological operations improve the physical properties of arbolite and increase its strength. As a result of experimental studies, the strength of arbolite with a density of 615 kg/m³ based on rice husks during compression was 2.5 MPa, arbolite with a density of 621 kg/m³ based on wood chips was 2.6 MPa, arbolite with a density of 605 kg/m³ based on cotton stems was 2.40 MPa, arbolite with a density of 614 kg/m³ based on mown rice straw-2.2 MPa and reed sawdust, the strength of arbolite with a density of 617 kg/m³ on the basis was 2.0 MPa.*

Keywords: *arbolite, compressive strength, multicomponent binder, ash of Kyzylorda CHP, ash of rice husk.*

***Corresponding author**

Saken Uderbayev, e-mail: saken.uderbayev@gmail.com

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-05>

Received 08 January 2024; Revised 12 February 2024; Accepted 18 March 2024

КӨПКОМПОНЕНТТІ БАЙЛАНЫСТЫРҒЫШ ЗАТ НЕГІЗІНДЕГІ АРБОЛИТТІҢ БЕРІКТІГІН КӨТЕРУ МӘСЕЛЕСІН ЗЕРТТЕУ

С. Жанатұлы , С.С. Удербаев* , А.У. Жапахова , Г.А. Жакапбаева 

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, 120001, Қазақстан

Андатпа. Құрылыс индустриясының өзекті мәселесі болып құрылыс материалдар, бұйымдар мен конструкциялар өндірісінде ресурсты, энергияны үнемдеуші технологияларды енгізу болып табылады. Шетелдік әдеби ғылыми жұмыстарға шолу жасау арқылы өсімдіктес ауылиарушалық қалдықтар – мақта сабақтары, күріш қауызы мен оның сабанынан композициялық құрылыс материалы – арболитті алуға болатыны дәлелденген. Атап айтқанда келесі құрамдар қабылданды: (1) ЖЭО күлі 60%; (2) ЖЭО күлі 50%; (3) ЖЭО күлі 45% + 5% күріш қауызының күлі; (4) ЖЭО күлі 42% + 10% күріш қауызының күлі қосылды. 3 және 4-ші құрамдағы цемент пен ЖЭО күліне күріш қауызының күлі қосылып бірге шарлы диірменде меншікті беті 3500-4000 см²/г дейін майдаланды. Арболиттік бұйымдарды өндіру үшін конвейерлі тәсілмен дайындалатын пресстелетін арболиттің технологиясы қолданылған. Әртүрлі өсімдіктес ауылиаруашылық қалдықтар мен көпкомпонентті байланыстырғыш зат негізіндегі арболит үлгілерінің сығу кезіндегі беріктері анықталды. Жасалған технологиялық операциялар арболиттің физикалық қасиеттерін жақсартады және беріктігін күшейтеді. Эксперименталды зерттеулердің нәтижесінде күріш қауызы негізіндегі 615 кг/м³ тығыздықтағы арболиттің сығу кезіндегі беріктігі 2,5 МПа, ағаш жаңқасында негізіндегі 621 кг/м³ тығыздықтағы арболиттің беріктігі 2,6 МПа, мақта сабақтары негізіндегі 605 кг/м³ тығыздықтағы арболиттің беріктігі 2,40 МПа, шабылған күріш сабаны негізіндегі 614 кг/м³ тығыздықтағы арболиттің беріктігі 2,2 МПа және қамыс үгінділері негізіндегі 617 кг/м³ тығыздықтағы арболиттің беріктігі 2,0 МПа құрады.

Түйін сөздер: арболит, сығу кезіндегі беріктік, көпкомпонентті байланыстырғыш, Қызылорда ЖЭО күлі, күріш қауызының күлі.

*Автор-корреспондент

Сакен Удербаев, e-mail: saken.uderbayev@gmail.com

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-05>

Алынды 08 қаңтар 2024; Қайта қаралды 12 ақпан 2024; Қабылданды 18 наурыз 2024

УДК 691.3
МРНТИ 67.09.55
НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ АРБОЛИТА НА ОСНОВЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ВЯЖУЩЕГО ВЕЩЕСТВА

С. Жанатұлы , С.С. Удербаев* , А.У. Жапахова , Г.А. Жакапбаева 

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, 120001, Казахстан

Аннотация. *Актуальным вопросом в строительной индустрии является внедрение ресурсосберегающих, энергосберегающих технологий в производстве строительных материалов, изделий и конструкций. Путем обзора зарубежных литературных научных работ доказано, что можно получать композиционные материалы – арболитовые изделия на основе растительных сельскохозяйственных отходов таких, как стебли хлопчатника, рисовой шелухи и ее соломы и других органических заполнителей. В частности, приняты следующие составы: (1) Зола ТЭЦ – 60%; (2) Зола ТЭЦ – 50%; (3) Зола ТЭЦ 45% + зола рисовой шелухи 5%; (4) Зола ТЭЦ-42% + зола рисовой шелухи 10%. Цемент 3-го и 4-го состава и зола ТЭЦ с добавлением золы рисовой шелухи измельчены в шаровой мельнице с удельной поверхностью до 3500-4000 см²/г. Для производства арболитовых изделий применена технология прессованного арболита, изготавливаемого конвейерным способом. Определена прочность при сжатии образцов арболита на основе различных растительных сельскохозяйственных отходов и многокомпонентного вяжущего вещества. Разработанные технологические операции улучшают физические свойства арболита и повышают его прочность. В результате экспериментальных исследований прочность арболита плотностью 615 кг/м³ на основе рисовой шелухи при сжатии составила 2,5 МПа, арболита плотностью 621 кг/м³ на основе древесной стружки – 2,6 МПа, арболита плотностью 605 кг/м³ на основе хлопковых стеблей – 2,40 МПа, арболита плотностью 614 кг/м³ на основе скошенной рисовой соломы – 2,2 МПа и тростниковой опилки. Прочность арболита плотностью 617 кг/м³ на основе составила 2,0 МПа.*

Ключевые слова: *арболит, прочность при сжатии, многокомпонентное вяжущее, зола Кызылординской ТЭЦ, зола рисовой лузги.*

*Автор-корреспондент

Сакен Удербаев, e-mail: saken.uderbayev@gmail.com

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-05>

Поступило 08 января 2024; Пересмотрено 12 февраля 2024; Принято 18 марта 2024

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 КІРІСПЕ

Құрылыс материалдары мен бұйымдар индустриясы қазіргі кезде құрылыстың қарқынды дамуына елеулі әсер етуде. Сондықтан құрылыс нарығына сапалы құрылыс материалдармен қамтамасыз ету өзекті мәселелердің бірі болып тұр. Бұл еліміздің экономикалық дамуына әсер етеді. Еліміздің әлеуметтік экономикалық ахуалын жақсартудың бір жолы – бұл тұрғын үй құрылысын, сонымен қатар жергілікті шикізаттардан құрылыс материалдарын өндіруді дамыту керектігі. Қызылорда облысының индустриалдық және инновациялық даму стратегиясының бағытнамасы отанымыздың экономикалық жағдайын дамытуға қомақты әсерін тигізеді.

Қазақстан Республикасында құрылыс индустриясының дамуы нарықтық жағдайға ауысуына байланысты зерттеушілердің алдына көптеген міндеттер қойды. Материалдық ресурстарды тиімді пайдалану, экологиялық таза технологияны құрылыс материалдарын өндіруге енгізу, сонымен қатар арзан жергілікті шикізат материалдарын және әр түрлі өндіріс қалдықтарын кеңінен өндіріске қолдану.

Құрылыс материалдарының өндірісінде өзекті мәселелердің бірі болып жергілікті шикізат материалдарын қолдану, қорүнөмдеуші технология жасау. Олар негізінен жергілікті кондициялық емес шикізат ресурстары, өндіріс қалдықтарының химиялық-минералогиялық құрамдары ұқсас болып келуі қажет. Сондықтан табиғи шикізат материалдарын үнемдеу технологиясын жасау және жаңа құрылыс материалдарымен қамтамасыз ету тиімді өзекті мәселе болып келеді. Оған арболит бұйымдарын жатқызуға болады.

Арболит шетел тілінен «ағаштыбетон» деген мағынаны білдіреді. Арболит, әдетте, ағаш дайындау, өңдеу өнеркәсіптерінің және ауылшаруашылық өндірісінің қалдықтары – толтырғыш есебінде және оны тұтқыр затпен біріктіру арқылы алынатын материал. Тұтқыр байланыстырушы зат ретінде кәдімгі портландцементтер және оның түрлері және жоғары беріктілікті гипс қолданылады. Сонымен бірге химиялық қоспалар қолданылады.

Органикалық толтырғыш заттардың ерекшелігі олардың құрамындағы қант, фенол, таниндер суда еріп, қант түзеп портландцементтің қатаюына кері әсерін тигізеді. Бұл зиянды әсерді жою не әлсірету үшін алдымен органикалық толтырғыштардың бетін минералды затпен бүркіп жабу және сонан соң толтырғышты тұтқыр байланыстырушы затпен араластыру, цементтің қатаюын жылдамдататын химиялық қоспа, яғни кальций хлоридын қосу қажет.

Ағаш қалдығы негізінде арболит құрылыс материалы ретінде Еуропа елдерінде, Америка және Канада мемлекеттерінде кеңінен қолданыс тапқан. Аталған елдерде олар кеңінен қолданылады және экологиялық жағынан тиімді және энергия үнемдейді. Арболит бұйымдары әр мемлекетте әр түрлі атаулармен аталады. Бұл құрылыс материалдары тек қана жеке тұрғын үйлерде емес, сонымен қатар басқа бағыттағы ғимараттар мен имараттарда қолданылуда. Ұсынылып отырған мақалада көпкомпонентті байланыстырғыш зат негізіндегі арболитті өндіру кезінде Қызылорда ЖЭО күлі кешенді қолданылады және арболиттің беріктігін көтеру үшін механохимиялық активациялау жүргізіледі.

Қызылорда облысында күріш өсіру кеңінен қолданылады. Әр жыл сайын бұл аймақта ғана шикі күрішті өңдеу кезінде 50 мың тонна күріш қауызы бөлінеді. Күріш өңдеу қалдықтары мемлекетімізге үлкен шығын әкелетіні айтпаса да белгілі.

Оңтүстік Қазақстандағы ауылшаруашылық қалдықтарының көп бөлінуі арболит бұйымдары мен конструкцияларын өндіру технологиясын дамытуға үлкен жол береді. Арболит құрылыс материалы – белсенді конструктивті-жылуоқшаулағыш материал болып саналады және де ол өсімдік тектес толтырғыштан дайындалатын материал.

2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Қазақстан Республикасында күріш өсіретін ірі өңір Қызылорда облысы болып табылады. Жыл сайын өңделмеген күріштің тек бір түрін өңдеу кезінде Қызылорда облысында 40 мың тоннаға дейін күріш шабағы мен сабан бөлінеді, бұл орасан зор үйінділерді құрайды. Деректерді және қалдықтардың басқа да түрлерін кәдеге жарату және қайта өңдеу өзекті мәселе болып табылады. Белгілі болғандай, құрамында целлюлоза бар толтырғыштарды пайдалана отырып, композициялық материалдарды өндіру үшін едәуір шикізат ресурстарының бірі ауыл шаруашылығы өндірісінің қалдықтары болып табылады. Мұндай бұйымдарды қолданудың тиімділігі көптеген зерттеулермен және өндіріске енгізудің практикалық нәтижесімен дәлелденген (**Marques et al., 2019, Marques et al., 2021, Portillo-Rodríguez, 2013, Chabannes et al., 2015**). Алайда органикалық толтырғыш өзінің табиғаты бойынша композициялық материалдардың техникалық қасиеттерін төмендетеді. Осыған байланысты мақаланың ұсынылған тақырыбы қасиеттері жақсартылған композициялық материалдарды алуға бағытталған.

Күріш әлемдегі ең көп өсірілетін астықтардың бірі болып табылады. Күріш қауызы жиынтық техникалық сипаттамалары бойынша композициялық материалдарды өндіру үшін толтырғыш ретінде жарамды (**Marques et al., 2019, Marques et al., 2021, Portillo-Rodríguez, 2013, Chabannes et al., 2015, Sassoni et al., 2013, Karade, 2010, Bassyouni&Waheed, 2013, Bisht, 2020**). Шикізат күрішті қайта өңдеу кезінде 20 пайызға дейін күріш қауызы бөлінеді, ол оны өртеген кезде, сондай-ақ қоқыс тастайтын жерлерде сақтаған кезде қоршаған ортаны ластайды (**Romasanta et al., 2017, Memon et al., 2011**). Көптеген зерттеушілер күріш қауызы мен оның сабанын гидравликалық байланыстырғыш затпен бірге қосып композициялық материалдарға алумен айналысты (**Behak&Peres, 2008, Chabannes et al., 2014**). Алайда, органикалық толтырғыштағы суда еритін «цементтік улар» заттардың бетонның беріктігіне теріс әсер ететінін атап өту қажет.

Келесі жұмыста автор (**Portillo-Rodríguez, 2013**) құрылыс индустриясында агроөнеркәсіптік кешенінің қалдықтарын пайдалануға арналған жұмыстарға шолу жасады. Шолу экологиялық мәселелердің баламасын оларды пайдалана отырып қарауға бағытталған. Атап айтқанда, күріш қауызын құрылыс материалдарының элементтерін дайындау үшін оның табиғи, ұсақталған немесе күлді күйінде пайдалану жөніндегі әдебиетке шолу жасалды. Бұл қабырға қалау, бетон және құрылыс ерітінділерін өндіру. Қолдану тиімділігі кремнеземнің жоғары құрамымен және осындай қоспаның пуццоландық қасиеттерімен дәлелденеді. Алайда жұмыста күріш кесегін құрылыс материалының бір түрінде кешенді пайдалану қарастырылмаған.

Ғалымдардың келесі жұмыстарында (**Behak&Peres, 2008, Bassyouni&Waheed, 2015**) күріш қауызы мен оның сабанын құрылыста қолдану тиімділігі қаралды. Күріш қауызын толық жағу қоршаған табиғи ортаны және атмосфераны ластайды. Осы жұмыстарды талдай отырып, аталған қалдықтарды пайдалану жөніндегі технологиялық және техникалық-экономикалық негізделген шешімдерді әзірлеу талап етіледі.

Келесі жұмыста авторлар (**Marques et al., 2019**) күріш қауызы бар цемент негізіндегі композиттердің қасиеттерін анықтау және зерттеу бойынша эксперименттік жұмыстар жүргізді. Олар цемент негізіндегі композиттерді ғимараттардың жылу және акустикалық сипаттамаларын жақсарту үшін қолдануға болатынын анықтады. Сондай-ақ авторлар бұл зерттеулерді құрылыс саласындағы қалдықтарды кәдеге жарату мәселелерін шешуге үлес қосу ретінде қарастырады.

Жоғарыда аталған авторлардың кейінгі жұмысында (**Marques et al., 2021**) күріш қауызынан, ағаш және резеңке түйіршіктерінен жасалған цемент негізіндегі композициялық материалдардың пайдалану сипаттамалары зерттелді. Жұмыс мақсаты – әзірленген композициялық материалдарды акустикалық тосқауылдар ретінде және жылу оқшаулағыш материалдар ретінде моноқабатты конструкцияларда пайдалану. Олардың механикалық, ұзақ

мерзімді және акустикалық сипаттамаларын анықтау үшін зертханалық сынақтардың кең спектрі жүргізілгенін атап өту керек. Олар күріш қауызынан жасалған цемент негізіндегі композициялық материалдарды ағаш және резеңке түйіршіктердегі композиттермен салыстырғанда жылу оқшаулағыш қабат ретінде пайдалануға болатынын дәлелдеді. Бұл жұмыс ауыл шаруашылығы өсімдік шаруашылығының жергілікті жанама қалдықтары жақсы экологиялық сипаттамалары бар композициялық қабырға материалдарын алу үшін пайдаланылуы мүмкін екенін тағы да дәлелдейді.

Келесі мақаласында зерттеушілер ([Romasanta et al., 2017](#)) күріш қауызын талшық ретінде пайдалану бойынша эксперименттер жүргізді. Күріш қауызының химиялық және физикалық қасиеттерін өзгерту жолымен оның бетін түрлендіру есебінен механикалық қасиеттерін жақсартуға ықпал ететін түрлендірудің әртүрлі әдістері қолданылды. Сонымен қатар, күріш қауызын пайдаланып жасалған композиттердің трибологиялық қасиеттерінің болуы талданды. Автордың пікірінше, бұл композиттерді қолдануды тежейтін болады. Біздің пікірімізше, күріш қауызы негізіндегі композиттердің, яғни арболиттің трибологиялық қасиеттерінің төмендеуі күріш қауызының үстіңгі бетінің модификациялануымен және композициялық материал компоненттерінің адгезиялық беріктігінің артуымен байланысты болады деп есептейміз.

Осы әдебиеттік шолу жүргізу арқылы көпкомпонентті байланыстырғыш зат, яғни Қызылорда жылу орталығынан жиналған күл үйінділердегі күлді механохимиялық активациялау арқылы цемент құрамына қосып арболиттің беріктігін көтеру мәселесін зерттеу болып табылады.

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Тәжірибелік жұмысты жүргізуге қолданылатын шикізат материалдары үшін портландцемент, шағыл құмы, күріш қауызынан толтырғыштар, барий және кальций хлориды, су қолданылады.

Портландцемент. Тәжірибелік жұмыста Жамбыл және Өскемен қалаларының цемент зауытында өндірілетін маркасы 400 болатын цемент қолданылды. Цемент МемСТ 10178-85, МемСТ 310.1-85, 310.2-85, 310.3-85, 310.4-85 стандартына сәйкес сынаудан өткізілді.

Төмендегі 1 және 2 кестеде Жамбыл және Өскемен қалаларында өндірілетін цементтің химиялық құрамы және олардың физика-механикалық қасиеттерінің сипаттамалары, ал 2.3 кестеде цементтің минералогиялық құрамы көрсетілген.

Қамырдың орташа тығыздығы –	24,9 %;
Ұстасуының басы –	2 сағ. 38мин.;
Ұстасуының соңы –	4 сағ. 26мин.;
Сығылу кезіндегі шектік беріктігі –	42,5 МПа;
Иілу кезіндегі шектік беріктігі –	5,7 МПа;
Конуста жайылуы –	110 мм.

1-кесте

Цементтің химиялық құрамы, % масса бойынша

Атауы	CaO	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	SO ₃	R ₂ O	к.к.ш.	Σ
Жамбыл цементі	61,48	23,38	6,09	6,38	1,09	0,60	0,38	0,52	99,92
Өскемен цементі	63,5	22,58	5,89	5,87	0,95	0,4	0,31	0,46	99,93

2-кесте

Цементтің физика-механикалық қасиеттері

Сипаттамасы	Жамбыл зауытының цементі	Өскемен зауытының цементі
Беттік үлесі, см ² /г	3550	3250
Цемент қамырының қалыпты қоюлығы, %	24,9	25,3
Ұстасуының басы, сағ.мин	2-28	2-03
Ұстасуының соңы, сағ.мин	3-40	2-55
Сығылу кезіндегі шектік беріктігі, МПа	38,3	40,7
Иілу кезіндегі шектік беріктігі, МПа	5,8	6,0

3-кесте

Цементтің минералогиялық құрамы

Зауыт	Минералдардың құрамы, %			
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF
Жамбыл цементі	55	22	5	15
Өскемен цементі	56	25	4	15

Негізгі байланыстырғыш қызметін натрий силикатында ерітілген-сұйық натрийлі шыны атқарады. Ішкі көрінісі – сұрдан қызыл қоңыр түске дейінгі қою сұйықтық; кремнезем ерітіндісінен және суда ерітілген силикаттан тұрады, құрамының өзгешелігін Si – O – Si силиксандық жүйесіндегі k силикат атомдар санына байланысты болады. Егер k=1 тең болса онда бұл – төмен тұтқырлықтағы мономер ерітіндісі, k=2-25 кезінде олигомер ерітіндісі, k>25 және молекулалық массасы M<10⁶ болған кезінде поликремнеземді қышқыл тұтқырлы; молекулалық массасы M>10⁶ немесе бөлшектердің өлшемдері 5 нм болғанда – коллойдты кремнеземді болады.

Көпкомпонентті байланыстырғыш затқа минералды қоспа ретінде Қызылорда ЖЭО-нан жиналған күлі қолданылды. ҚНЖЕ-І.В.2-69 талаптарына сәйкес «Байланыстырғыш заттар, бетонға және ерітіндіге арналған бейорганикалық қоспалар» күлдің құрамында кремнезем 40%-дан кем емес, ангидрид қышқылы 3%-дан, тесу кезінде шығын 10%-дан аспауы керек. Қызылорда ЖЭО күлі жоғарыда көрсетілген талаптарды қанағаттандырады және келесі сипатта болады:

- Меншікті беті ПСХ-8АК (МемСТ 310-69) – 2550 см²/г,
- Жұту бойынша белсендігі СаО (МемСТ 6269-63) – 32 мг/г,
- нақты тығыздығы – 2,0 г/см³,
- үйінді тығыздығы – 955 кг/м³.

Ерітінді шыны М силикат модулімен сипатталады, натрий және кремнезем оксидтерінің молярлық қатынастарын көрсетеді:

$$M=K*SiO_2/Na_2O \quad (1)$$

мұндағы К – қышқыл оксидінің молярлық массасының кремнеземнің молярлық массасына қатынасын сипаттайтын коэффициент. Масса бойынша натрийлі сұйық шыныдағы кремнезем құрамы 69-76%.

Сұйық шыныны тәжірибеде қолдану МемСТ 13078-81 стандарттарын қанағаттандырады: тығыздығы – 1,35 г/см³; булаудан кейінгі құрғақ заттың құрамы – 45%; тостаған немесе шыны-аяқ тәрізді визкометр бойынша шартты тұтқырлығы – ВЗ-4 – 20-25 с; силикат модулі – 2,0; рН – 10,8. Химиялық құрамы (масса бойынша %): SiO₂ – 32-34; Fe₂O₃ + Al₂O₃ – 0.25; СаО көп емес 0.2; SO₃ көп емес 0.18; Na₂O – 11-13.5; H₂O – 55.

Натрийлі сұйық шынының кремнефторлы натрийде катаю тендеуі:



Кремнофторидті натрий сұйық шыныда баяу ериді, осыған байланысты барлық технологиялық процестерді (араластыру, мөлшерлеу және тағы басқа) өмірге қауіпсіз шегінде жүргізуге болады. Басқа қоспалар – $MgSiF_6$ немесе $Al_2(SiF_6)_3$ сұйық шынымен тез әрекеттеседі және қоспа жылдам жайылымдылығын жояды.

Арболитті өндіру технологиясы және оған қосылатын шикізаттар МемСТ 19222-84 стандартының барлық талаптарына және шарттарына сәйкес болу керек.

Экспериментте толтырғыш ретінде ауылшаруашылық қалдықтары – күріш қауызы, күріш қауызы сабаны, гуза-пай және ағаш жоңқалары мен үгінділері қолданылды. Күріш қауызының техникалық сипаттамалары толтырғыш ретінде ТУ-822-11-78 талаптарына сай. Қолданылатын күріш қауызының фракциялық құрамы 4-кестеде берілген.

Күріш қауызының тығыздығы – 737 кг/м^3 , үйінді тығыздығы – 80-нен 150 кг/м^3 , тығыздау процесінде бұл көрсеткіш 400 кг/м^3 болады. Жылу өткізгіштік коэффициенті – $0,151 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{C}$.

4-кесте

Күріш қауызының фракциялық құрамы

Қалдықтар, електегі ұяшық өлшемімен және електің массасы, %		
5 мм	2 мм	1 мм
89,5	8,5	2,0

Зерттеу көрсеткендей күріш қауызы екі бөліктен тұрады: органикалық және органикалық емес заттардан. Органикалық бөлігінің құрамында целлюлоза, лигнина, пентозана және аз мөлшердегі протеиндер мен витаминдер болады. Ал органикалық емес бөлігінің негізгі заты кремнезем болып табылады.

Химиялық қоспа ретінде келесі заттар қолданылды.

Кальций хлориді. $CaCl_2$ – ақ түсті ұнтақ, техникалық құрғақ, МемСТ 450–92 стандартының талаптарына сәйкес келеді және сұйық шыны;

Су. МемСТ 23732–94 стандарттарының талаптарына қанағаттандыратын, байланыстырғыш және арболит араласпасын дайындауға су құбыры арқылы берілетін ауыз су қолданылады.

Бастапқы және белсенді байланыстырғыштың сипаттамасын МемСТ 310.1-93 «Цементтер. Жұқа майдалануды анықтау әдісі», МемСТ 310.2-93 «Цементтер. Сынау әдістері», МемСТ 310.3-91 «Цементтер. Қалыпты қоюлықты, ұстасу мерзімін және көлемнің біркелкі өзгеруін анықтау әдістері», МемСТ 310.4-76 «Цементтер. Сығу және иілу кезіндегі беріктікті анықтау тәсілдері» бойынша анықталған.

Зерттеліп отырған үлгілердің сығылып сынғандағы беріктігі (кгс/см^2 , МПа) төмендегі формула бойынша анықталды:

$$R_{сж} = P / F \quad (3)$$

мұндағы P – қиратушы салмақ, кгс; F – күйдірілген үлгінің көлденең қиылысының ауданы, см^2 .

Иіліп сынғандағы беріктігі (кгс/см^2 , МПа) $40 \times 40 \times 160$ мм үлгідегі балка бойынша төмендегі формула бойынша анықталады.

$$R_{сж} = P1 / bh^2 \quad (4)$$

мұндағы P – сындырушы күш, кгс; l – тіреулердің ара қашықтығы, см; b – үлгінің ені, см; h – үлгінің биіктігі, см.

Сығылып сынғандағы және иіліп сынғандағы үлгінің беріктігін анықтау үшін бес рет сынаманың нәтижесінің арифметикалық орташасы алынды.

Орындалған жұмыста кешенді физика-механикалық анализ әдістері қолданылды. Күріш қауызы мен сабаны негізіндегі арболиттің сусіңірімділік биіктігі МемСТ 25820-83 стандарт бойынша $10 \times 10 \times 10$ см куб әдісімен анықтайды. Ұсынылған технология бойынша дайындалған бұйымның сусіңірімділігі $70 \times 70 \times 70$ мм кубиктерде анықталды.

4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Бетонның сапасы негізінен қолданылатын шикізаттың сапасына, нақты айтсақ олардың потенциалдық жағдайы немесе мүмкіншілігін байланысты екенін айтамыз. Егер бұйым мықты және сапалы болатын болса, онда оның конструкциялық немесе ғимарат жұмыстарының қасиеттеріне жақсы әсер етеді. Бетонның маңызды қасиеттерінің бірі – сығылып сынғандағы беріктігі болып табылады.

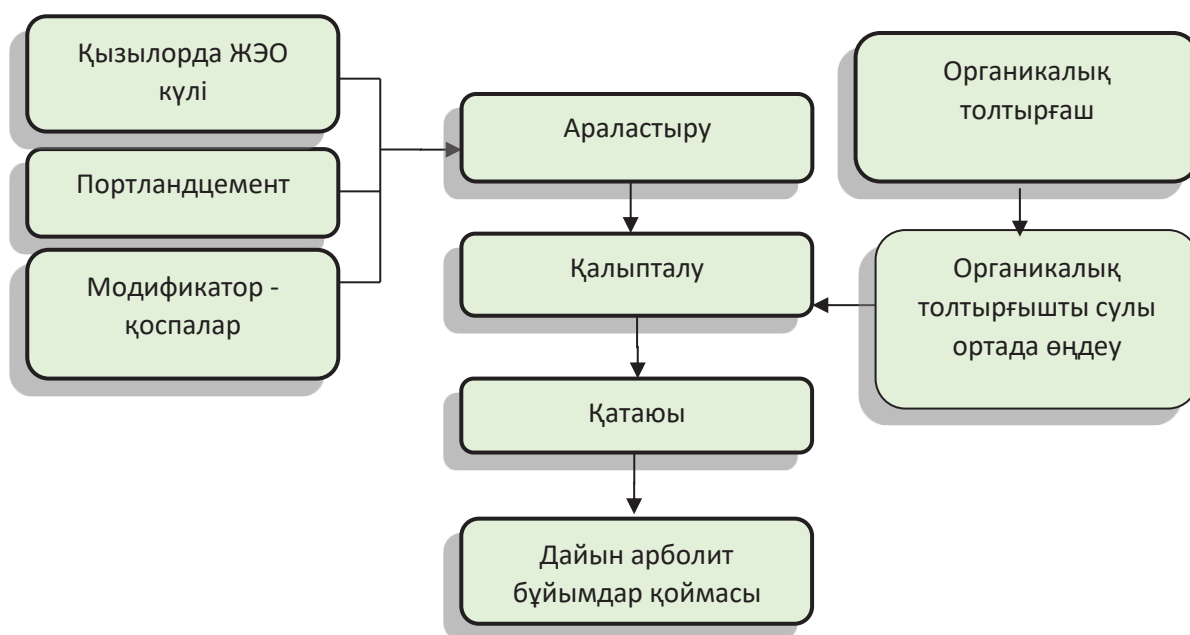
Қазіргі кезде тұрғын үй құрылысы құрылыс материалдарына және бұйымдарына беріктілік, ұзақ мерзімді қолдану, жылуөткізгіштік және экономикалық тиімділік қасиеттерінің жоғары дәрежеде болуын талап етеді. Жақсы қасиеттерімен және құрылыста кеңінен қолданылуы, сонымен қатар экономикалық тиімділігі жағынан шаруашылық ресурстарынан жасалынған құрастырылымды материалдар сұранысқа ие. Көпкомпонентті байланыстырғыш зат негізіндегі арболит материалдары осы талаптарға сәйкес келеді.

Арболиттің беріктігі мен тығыздығын анықтау үшін көптеген зерттеу жұмыстары жүргізілді. Зерттеу жұмыстарының негізгі мақсаты біріншіден бұйымның беріктігін жоғарлату. Зерттеу жұмыстарын жүргізу кезінде өндіріс процесінде шикізаттың дайындалуы есепке алынбайды.

Сондықтан әрбір технологиялық процесте «беріктілік көрсеткіші» деген сауал туындайды, яғни күріш қауызы мен сабаны негізіндегі арболиттің компоненттеріне жоғары белсенділікте әсер етеді. **1-суреттен** де оны аңғаруға болады.

Зерттеулерде күріш қауызы мен сабаны негізіндегі арболиттің физикалық-механикалық қасиетін жоғарлату үшін шикізат құрамына күріш қауызы және сабан қосылады. Күріш сабаны арнайы қондырғыда майдаланады. Жіңішке талшықтарды қолдану қатаятын байланыстырғышты толтырғышпен, яғни күріш қауызымен жақсы байланысады. Қолданылған әдістер көпкомпонентті байланыстырғыш зат негізіндегі арболитқұрылымында тұрақтылықты қамтамасыз етеді.

Арболитті дайындау кезіндегі маңызды технологиялық процестің бірі толтырғыштарды дайындау яғни, толтырғыштарды сұйық ортада өңдеу болып табылады. Толтырғыштарды дайындаудың екі тәсілі бар: біріншісі – суда еритін заттарды локализациялау, толтырғыштың денесіне химиялық қоспалар қосу арқылы және басқада әдістер арқылы сіңіру; екіншісі – толтырғыштардан суда еритін заттарды бөліп алу.



1-сурет – Жоғары беріктіктегі арболитті дайындаудың технологиялық сызбасы (авторлардың материалы)

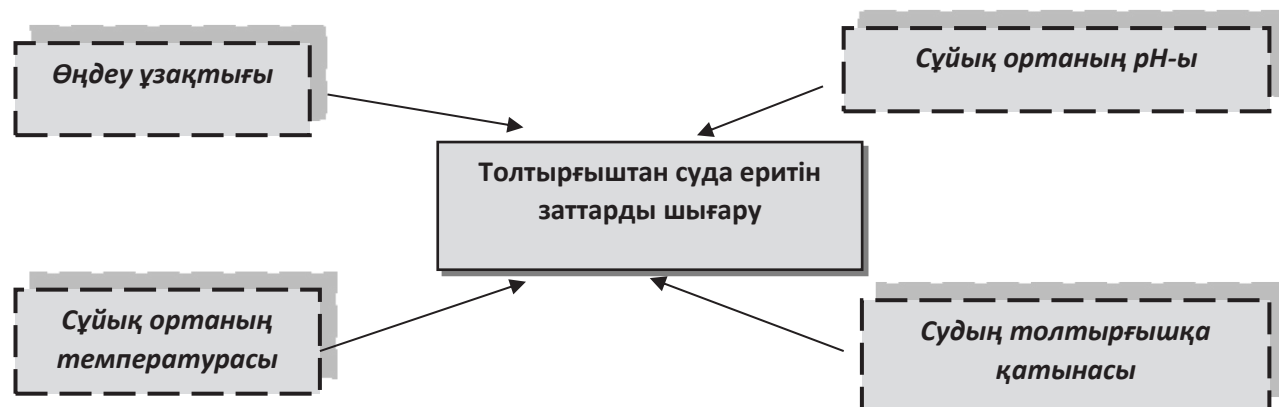
Соңғы жылдары ағаш және ауылшаруашылық қалдықтары – күріш қауызы мен сабағын, қамыс тұқымдарын суда еритін заттарлы нетрализациялау үшін (әк және цемент сүті, сұйық шыны, кальций хлориді, темір күкірт қышқылы, магний фторлы тұзы, магний күкірт қышқылы және т.б) химиялық өңдеу арқылы көптеген зерттеу жұмыстары жүргізілген. Бірақ көптеген зерттеу жұмыстары өңдеу процесінің қиындықтарына байланысты яғни, химиялық реактивтердің тапшылығынан немесе өндірудің қымбатқа түсуінен кең қолданылмай жатыр. Сондықтан арболит өндірісіне химиялық қоспаларды қолдану кең таралмаған.

Тәжірибеде жиі қолданылатын әдістердің бірі – толтырғыштарды сулы ортада дайындау. Бірақ мұндай әдіс толтырғыштардан суда еритін заттарды бөліп алу нәтиже бермейді.

Сондықтан ғылыми-зерттеу жұмыстарының бір бағыты болып органикалық толтырғыштардан (ағаштардың және ауылшаруашылық мәдениетінің қалдықтары) зиянды заттарды тиімді нетрализациялау әдіс және талап етілген қасиеттерді алу болып табылады.

Көпкомпонентті материалдардың беріктігі элементтердің беріктігі мен құрылымдық элементтерің арасындағы байланыс беріктігіне байланысты екені белгілі. Арболитте құралған компоненттер (ағаш пен цемент) беріктігі жоғары: ағашта – 15, цементе – 40МПа. Сол уақытта арболит беріктігі тәжірибеде 1,5 және 2,2 МПа жоғарламайды. Арболит беріктігін анықтаудың бір факторы болып әртүрлі бөлшектердің байланысу беріктігі болып табылады. Ары қарай «күлцемент-органикалық толтырғыштар» байланысу аймағындағы адгезиясын зерттеу және органикалық толтырғыштарды өндеудің тиімді тәсілін орнату.

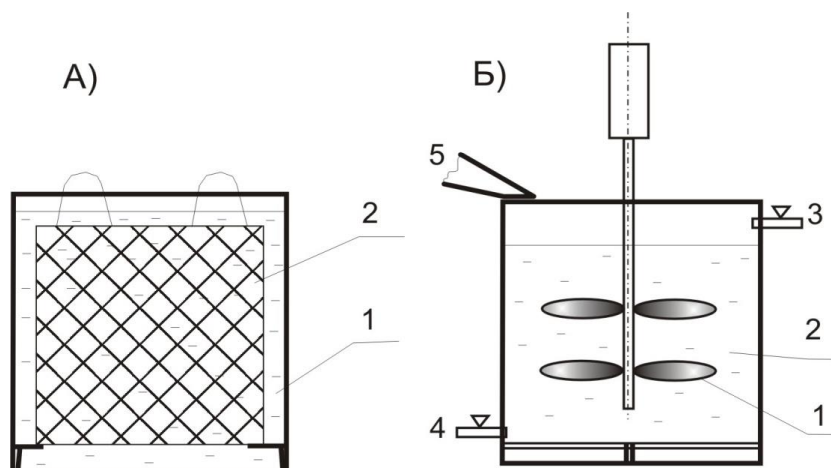
Технологиялық процестерді зерттеудің бірі – толтырғыштарды өңдеу. Тәжірибе орындау кезінде органикалық целлюлозоқұрамды толтырғыштарды әртүрлі факторларының әсерін есепке алу керек (2-сурет).



2-сурет – Толтырғыштардан суда еритін заттарды бөліп алу процестердің әсері мен факторы (авторлардың материалы)

Органикалық толтырғыштарды (ағаш) дайындау үшін толтырғыштарды сулы ортада өңдеу, яғни шаю арқылы жүргізіледі. Жұмыстың авторы (Uderbayev, 2008) толтырғыштар мен судың тиімді қатынасын 1:10 және 1:15 қабылдаған. Бұл қатынаста органикалық толтырғыштарды сулы ортада өңдеу ұзақтығы 15 минутқа тең. Келесі технологиялық процессте өңделген органикалық толтырғыштар көпкомпонентті байланыстырғыш заттармен араластырылады.

Бірінші қарастырылатын әдіс торлы контейнер – қозғалмайтын ортадағы сыйымдылық, екінші әдіс мәжбүрлі матыру экстрактивті заттарды жоюды тездету (3-сурет).



3-сурет – Органикалық толтырғыштарды сулы ортада өңдеуге арналған құрылғы:

- а) қозғалмайтын ортада матыру. 1 – сулы контейнер; 2 – толтырғыш толтырылған торлы контейнер.
 б) мәжбүрлі матыру. 1 – қалақты араластырғыш; 2 – сулы цилиндрлі сыйымдылық; 3, 4 – сәйкесінше суды беру және қалдық сұйықтықтың шығуы; 5 – органикалық толтырғыштарды беру астауы (авторлардың материалы)

3 (а) суретте көрсетілгендей органикалық толтырғыш торлы контейнерге салынып, толығымен судың ішінде өңделеді. Сыртқы контейнер мен ішкі торлы контейнердің орналасқан кезіндегі бір-бірінен арақашықтығы 30-40 мм болатындай қабылданған. Ал, **3 (б) суретте** көрсетілгендей контейнерде органикалық толтырғыш сумен бірге механикалық араластырылады. Бұл қондырғыда органикалық толтырғыштың құрамындағы суда еритін заттар белсенді шығарылады.

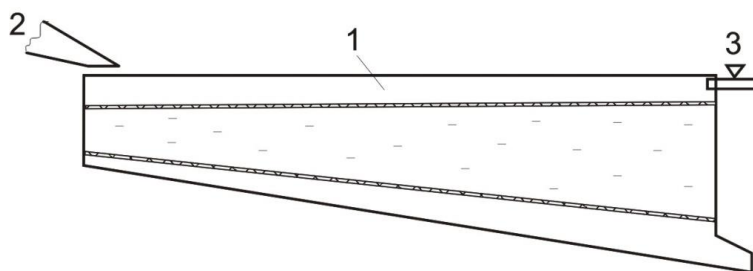
Тәжірибеде толтырғыштарды сулы немесе сұйық ортада өңдеу стационарлы және ағынды режимде іске асырылады. Стационарлы әдіс кезінде суда еритін заттарды жою процесі толығымен жүзеге асырылмайды, сондықтан арболиттің физика-механикалық қасиетіне әсер етеді. Ағындық сулы немесе сұйық ортада өңдеу әдісі кезінде судың шығыны көп болады.

Сұйық ортада толтырғыштарды өңдеу Люберес және Түмен арболит зауыттарында, «Дюризол» (Австрия) фирмасында жүзеге асырылды.

Өңдеудің тиімді түрі ағымдық суда толтырғыштарды өңдеу. Бірақ, жоғарыда айтылғандай, мұндай әдісте судың шығыны жоғарылайды (**4-сурет**).

Көптеген өндірісте, әсіресе шет елдерде, тек қана қылқанды тұқымды толтырғыштар қолданылад. Қылқанды тұқымды толтырғыштардан жасалған арболит беріктігі, жапырақты толтырғыштарға қарағанда жоғары.

Қазіргі кезде құрылыс материалдарының қасиетіне, құрылымына және экологиялық-экономикалық тиімділігіне жоғары талап қойылуда. Сонымен қатар, өндіріс қалдықтарын қолданып сапалы құралыс материалдарын өндіру міндеттері қойылған. Осы талаптардға жауап беретін көпкомпонентті байланыстырғыш зат негізіндегі арболитті алуға болады.



4-сурет – Ағындық суда өңдеу құрылғысы:

- 1 – сулы контейнер; 2 – органикалық толтырғыштарды беру астауы; 3 – суды беру (авторлардың материалы).

Түйірлерінің мөлшері шамамен 2-20 мм толтырғыштар қылқан жапырақты (қарағай, шырша, бал қарағай, сағыз қарақай, май қарақай) ағаштардың діні, тақтайлар, т.б. бұйымдар өндіргенде жиналатын қалдықтарды (бұтақтарды, кесінділерді, жанқаларды), сонымен қатар зығыр, сора және мақта сабақтарын, т.б. ұсату арқылы дайындалады. Үлкен қалдықтар (кесінділер, бұтақтар) алдымен шабқыш, онан соң ұсатқыш машиналардан өтеді, ал өлшемі кішілері (сора, зығыр сабақтары, жоңқа) тек қана ұсатылады.

Органикалық толтырғыштар негізіндегі бетондарда қолданылатын түйірлердің ұзындығы 40 мм-ден, ені 10 мм-ден, қалыңдығы 5 мм-ден аспауы тиіс; тесіктері 2 мм елеуіштен өтетін түйірлердің мөлшері 5%-тен аспауы, ал тесіктері 10 мм, 5 мм және 2 мм елеуіштердегі қалдықтар (жеке меншікті) сәйкесінше 30%-тен, 60%-тен және 5%-тен аспауы керек. Ағаш қалдықтарынан өндірілген толтырғышта қабықтың, қылқандардың және жапырақтардың мөлшері 5%-тен аспауы, ал сора, зығыр, мақта сабақтарынан өндірілген түйірлерде қылқыбыр және талшық мөлшері 4%-тен аспауы тиіс.

Қызылорда ірі күріш өндіруші облыс болып табылады. Қолданылмайтын күріш қалдықтары мемлекетімізге үлкен шығын әкелетіні айтпаса да белгілі.

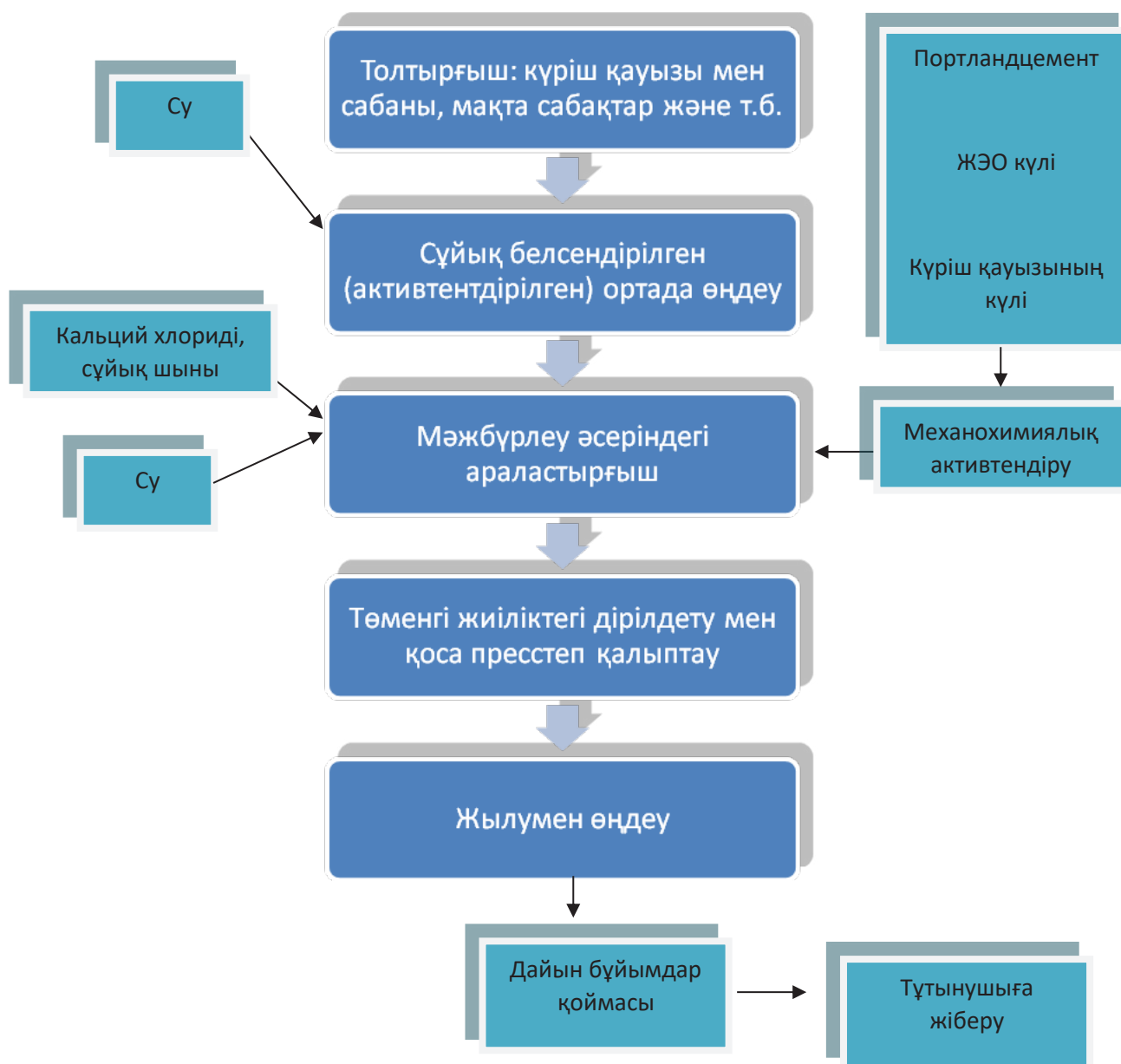
Оңтүстік Қазақстандағы ауылшаруашылық қалдықтарының қолжетімділігі, төмен бағалануы органикалық толтырғыштар негізіндегі бетонды өндіру технологиясын дамытуға үлкен мүмкіндік береді. Органикалық толтырғыштар негізіндегі құрылыс материалы – белсенді конструктивті-жылуоқшаулағыш материал, өсімдік тектес толтырғыштан дайындалатын материал.

Органикалық толтырғышты бетонның компоненттері өздерінің табиғатына және материалдың қасиетіне байланысты әр түрлі.

Табиғи өсімдік тектес толтырғыштарды қолдану МемСТ 19222-84 стандартының талаптарына сәйкес қолданылады. Қазіргі кезде құрылыс материалын алуға жаңа шикізат түрі күріш қауызына аса назар аударылуда.

Толтырғыш ретінде ауылшаруашылық қалдықтарын (күріш қауызын және собығы т.б.) қолдануға болады. Қызылорда облысы ірі күріш өндіретін аудан екені белгілі. Күріш қауызының техникалық сипаттамалары толтырғыш ретінде ТУ-822-11-78 талаптарына сай. Келесі **5-суретте** көпкомпонентті байланыстырғыш зат негізіндегі арболит өндірісінің технологиялық сұлбасы көрсетілген.

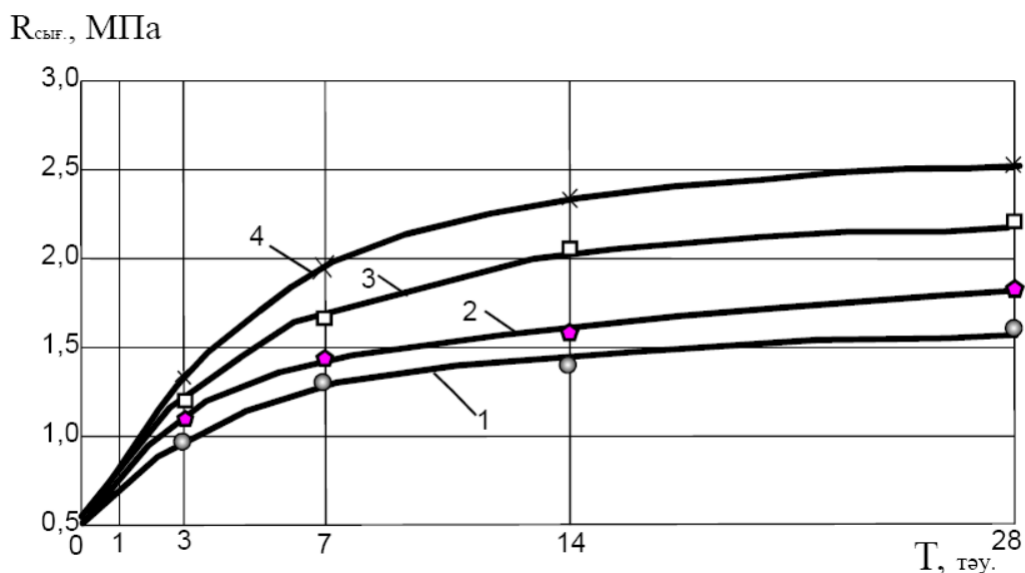
Бұл сұлба бойынша (**5-сурет**) алынған арболиттің көлемдік массасы $600-700 \text{ кг/м}^3$, ал аязға төзімділігі 30 – 35 цикл. Сондықтан органикалық толтырғышының ұстасу уақыты аз болғандықтан, электр энергиясының шығынын төмендетіп жоғары сапалы арболит материалын алуға болады. Көпкомпонентті байланыстырғыш зат Қызылорда жылу орталығының күлінен, портландцементтен және күріш қауызының күлінен тұрады. Оның шикізаттық компоненттерінің 5 құрамы бойынша арболит үлгілері дайындалды. Атап айтқанда келесі құрамдар қабылданды: 1 – ЖЭО күлі 60%; 2 – ЖЭО күлі 50%; 3 – ЖЭО күлі 45% + 5% күріш қауызының күлі; 4 – ЖЭО күлі 42% + 10% күріш қауызының күлі қосылды (**Uderbayev et al., 2021**). 4 және 5-нші құрамдағы цемент пен ЖЭО күліне күріш қауызының күлі қосылып бірге шарлы диірменде меншікті беті $3500-4000 \text{ см}^2/\text{г}$ дейін майдаланды. Органикалық толтырғыштар сілтілі сулы ортада өңделді. Суды қатты органикалық толтырғышқа қатынасы 1:10-ға тең болып қабылданды (**Uderbayev et al., 2018, Uderbayev et al., 2022**).



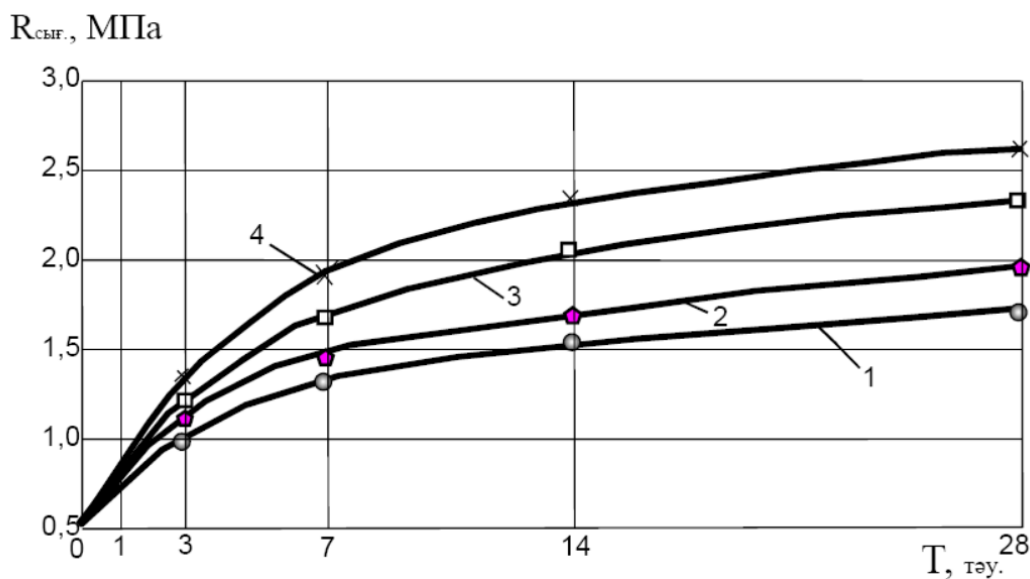
5-сурет – Көпкомпонентті байланыстырғыш зат негізіндегі арболит өндірісінің технологиялық сұлбасы (авторлардың материалы)

Ұсынылған әдіс бойынша тиімді жылу оқшаулағыш құрылыс материалдарын өндіруде ауылшаруашылығында қайта өндірілетін қалдықтарын кәдеге жарату мәселесін шешуге мүмкіндік береді. Осы ұсынылған тәсілмен дайындалған арболит, өзінің жылу техникалық сипаттамасы бойынша дәстүрлі кірпіш қабырғадан, керамзитті бетонды панельдерден кем түспейді, сонымен қатар, күрделі шығындар бойынша оның өзіндік құны көрсетілген материалдардан әлдеқайда төмен.

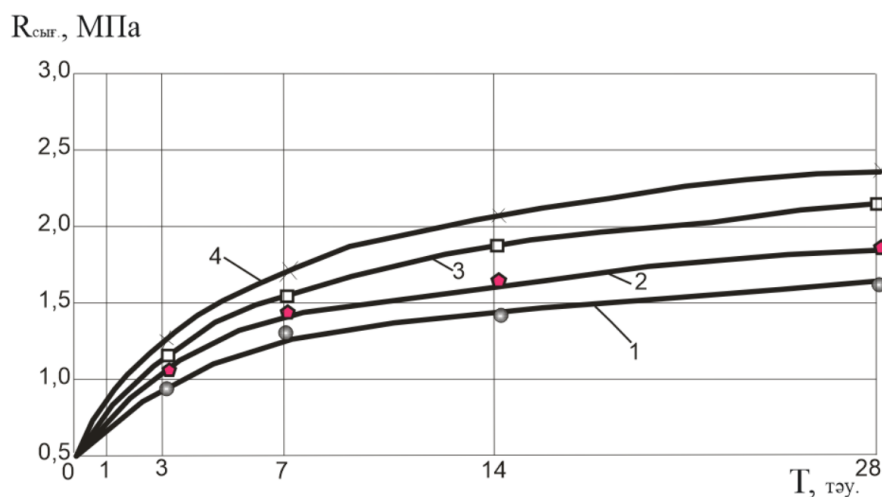
Арболиттің қысу кезіндегі беріктігі өңдеу тәсіліне байланысты келесі **6-10 суреттерде** көрсетілген.



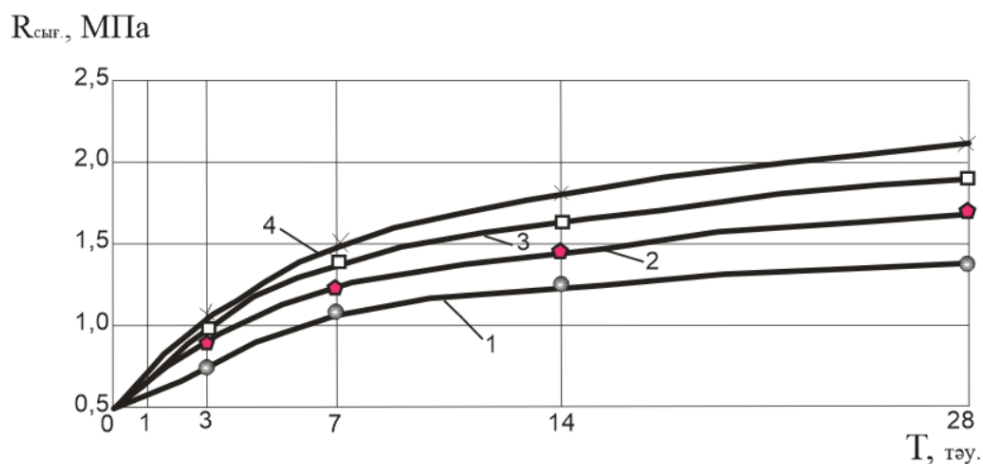
6-сурет – Органикалық толтырғыш – күріш қауызы және көпкомпонентті байланыстырғыш зат құрамындағы ЖЭО күлінің қосылысына байланысты 615 кг/м^3 тығыздықтағы арболиттің сығу кезіндегі беріктігіне тәуелділігі. 1 – ЖЭО күлі 60%; 2 – ЖЭО күлі 50%; 3 – ЖЭО күлі 45% + 5% күріш қауызының күлі; 4 – ЖЭО күлі 42% + 10% күріш қауызының күлі (авторлардың материалы)



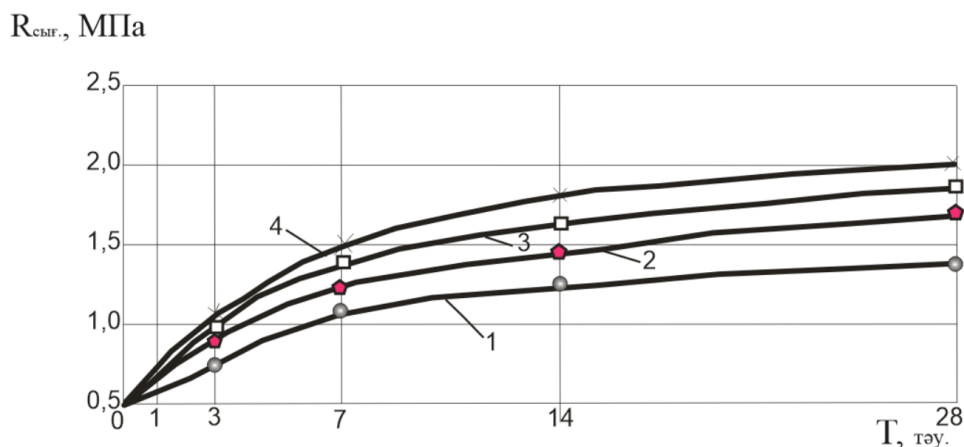
7-сурет – Органикалық толтырғыш-кылқанды ағаш жынысының майдаланған қалдықтары және көпкомпонентті байланыстырғыш зат құрамындағы ЖЭО күлінің қосылысына байланысты 621 кг/м^3 тығыздықтағы арболиттің сығу кезіндегі беріктігіне тәуелділігі: 1 – ЖЭО күлі 60%; 2 – ЖЭО күлі 50%; 3 – ЖЭО күлі 45% + 5% күріш қауызының күлі; 4 – ЖЭО күлі 42% + 10% күріш қауызының күлі (авторлардың материалы)



8-сурет – Органикалық толтырғыш – мақта сабақтарын (гуза-пай) қалдықтары және көпкомпонентті байланыстырғыш зат құрамындағы ЖЭО күлінің қосылысына байланысты 605 кг/м^3 тығыздықтағы арболиттің сығу кезіндегі беріктігіне тәуелділігі: 1 – ЖЭО күлі 60%; 2 – ЖЭО күлі 50%; 3 – ЖЭО күлі 45% + 5% күріш қауызының күлі; 4 – ЖЭО күлі 42% + 10% күріш қауызының күлі (авторлардың материалы)



9-сурет – Органикалық толтырғыш – шабылған күріш сабаны және көпкомпонентті байланыстырғыш зат құрамындағы ЖЭО күлінің қосылысына байланысты 614 кг/м^3 тығыздықтағы арболиттің сығу кезіндегі беріктігіне тәуелділігі: 1 – ЖЭО күлі 60%; 2 – ЖЭО күлі 50%; 3 – ЖЭО күлі 45% + 5% күріш қауызының күлі; 4 – ЖЭО күлі 42% + 10% күріш қауызының күлі (авторлардың материалы)



10-сурет – Органикалық толтырғыш-шабылған қамыс және көпкомпонентті байланыстырғыш зат құрамындағы ЖЭО күлінің қосылысына байланысты 617 кг/м^3 тығыздықтағы арболиттің сығу кезіндегі беріктігіне тәуелділігі: 1 – ЖЭО күлі 60%; 2 – ЖЭО күлі 50%; 3 – ЖЭО күлі 45% + 5% күріш қауызының күлі; 4 – ЖЭО күлі 42% + 10% күріш қауызының күлі (авторлардың материалы)

6-10 суреттерде көрсетілгендей, 5-10% мөлшерінде күріш қауызының күлі көп-компонентті байланыстырғыштың құрамына енгізу арқылы арболиттің беріктігінің елеулі өсуін байқауға болады. Сонымен қатар, сұйық ортада өңделетін органикалық толтырғыш сол рН ортаның көрсеткіші сілтіліден (рН=8,82) қышқылға дейін (рН=5,91) өзгерту арқылы арболиттің физикалық механикалық қасиеттері өзгертіні дәлелденген.

5 ҚОРЫТЫНДЫЛАР

Арболиттік бұйымдарды өндіру үшін конвейерлі тәсілмен дайындалатын пресстелетін арболиттің танымал технологиясы қолданылған. Мұнда сапалы арболиттік бұйымдарын алу мақсатында технологиялық параметрлер мен қалыптау шарттары оңтайлы қабылданған.

Эксперименттік зерттеулер жүргізу алдында күріш қауызының фракциялық құрамы, қолданылатын цементтің химиялық және минералогиялық құрамы мен оның физика-механикалық қасиеттері анықталды.

Әртүрлі өсімдіктес ауылшаруашылық қалдықтар, яғни органикалық толтырғыш пен көпкомпонентті байланыстырғыш зат құрамындағы Қызылорда ЖЭО күлінің қосылысына байланысты беріктері анықталды. Шикізаттар компонентінің 5 құрамы бойынша арболит үлгілері дайындалды. Атап айтқанда келесі құрамдар қабылданды: 1 – ЖЭО күлі 60%; 2 – ЖЭО күлі 50%; 3 – ЖЭО күлі 45% + 5% күріш қауызының күлі; 4 ЖЭО күлі 42% + 10% күріш қауызының күлі қосылды.

Күріш қауызы күлі қосылған 4 және 5-нші құрам Қызылорда ЖЭО күлі мен портландцементпен бірге қосылып шарлы диірменде меншікті беті 3500-4000 см²/г дейін майдаланды. Органикалық толтырғыштар сілтілі сулы ортада өңделді. Суды қатты органикалық толтырғышқа қатынасы 1:10-ға тең болып қабылданды.

Жасалған технологиялық операциялар арболиттің физикалық қасиеттерін жақсартады және беріктігін күшейтеді. Эксперименталды зерттеулердің нәтижесінде күріш қауызы негізіндегі 615 кг/м³ тығыздықтағы арболиттің сығу кезіндегі беріктігі 2,5 МПа, ағаш жаңқасында негізіндегі 621 кг/м³ тығыздықтағы арболиттің сығу кезіндегі беріктігі 2,6 МПа, мақта сабақтары негізіндегі 605 кг/м³ тығыздықтағы арболиттің сығу кезіндегі беріктігі 2,40 МПа, шабылған күріш сабаны негізіндегі 614 кг/м³ тығыздықтағы арболиттің сығу кезіндегі беріктігі 2,2 МПа, қамыс үгінділері негізіндегі 617 кг/м³ тығыздықтағы арболиттің сығу кезіндегі беріктігі 2,0 МПа құрады.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. **Marques, B., Tadeu, A., Almeida, J., António, J.** (2019). Experimental characterisation of cement-based composites with rice husk. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, 14 (2), 147-153. <https://doi.org/10.2495/DNE-V14-N2-147-153>
2. **Marques, B., Almeida, J., Tadeu, A., António, J., Santos, M. I., de Brito, J., & Oliveira, M.** (2021). Rice husk cement-based composites for acoustic barriers and thermal insulating layers. *Journal of Building Engineering*, 39, 102297. <https://doi.org/10.1016/J.JOBE.2021.102297>
3. **Portillo-Rodríguez, A. M.** (2013). Characterization of materials formed by rice husk for construction. 2nd International Meeting for Researchers in Materials and Plasma Technology IOP Publishing *Journal of Physics: Conference Series* 466 <https://doi.org/10.1088/1742-6596/466/1/012038>
4. **Chabannes, M., Garcia-Diaz, E., Clerc, L. & Bénétzet, J.-C.** (2015). Studying the hardening and mechanical performances of rice husk and hemp-based building materials cured under natural and accelerated carbonation. *Construction and Building Materials*, 94, 105–115. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095006181500714X>

5. **Sassoni, E., Manzi, S., Motori, A., Montecchi, M., Canti, M.** (2014). Novel sustainable hemp-based composites for application in the building industry: Physical, thermal and mechanical characterization. *Energy and Buildings*, **77**, 219–226. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.03.033>
6. **Karade, S.R.** (2010) Cement-bonded composites from lignocellulosic wastes. *Construction and Building Materials*, **24**, 1323–1330. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.02.003>
7. **Bassyouni, M. & Waheed Ul Hasan, S.** (2015). 13 - The use of rice straw and husk fibers as Reinforcements in composites. In *Biofiber Reinforcements in Composite Materials*, 385–422. <http://doi.org/10.1533/9781782421276.4.385>
8. **Bisht, N., Gope, P. C., Rani, N.** (2020). Rice husk as a fibre in composites: A review. *Journal of the Mechanical Behavior of Materials*, **29** (1), 147-162. <https://doi.org/10.1515/jmbm-2020-0015>
9. **Romasanta, R. R., Sander, B. O., Gaihre, Y. K., Alberto, M. C., Gummert, M., Quilty, J., Nguyen, V. H., Castalone, A. G., Balingbing, C., Sandro, J., Correa, T. & Wassmann, R.** (2017). How does burning of rice straw affect CH₄ and N₂O emissions? A comparative experiment of different on-field straw management practices. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, **239** (15), 143–153. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.12.042>
10. **Memon, S., Shaikh S., Akbar, H.** (2011). Utilization of Rice Husk Ash as viscosity modifying agent in Self Compacting Concrete. *Construction and Building Materials*, **25** (2), 1044-1048. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.06.074>
11. **Behak, L., Peres, W.** (2008). Caracterización de un material compuesto por suelo arenoso, ceniza de cáscara de arroz y cal potencialmente útil para su uso en pavimentación. *Revista Ingeniería de Construcción*, **23** (1), 34-41. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732008000100004>
12. **Chabannes, M., Bénézet, J.-C., Clerc, L. & Garcia-Diaz, E.** (2014). Use of raw rice husk as natural aggregate in a lightweight insulating concrete: An innovative application. *Construction and Building Materials*, **70**, 428-438. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2014.07.025>
13. **Uderbayev S.S.** (2008). Monograph: Effective building material - arbolite based on agricultural waste". Almaty: "Gylym". [Monografiya: Jeffektivnyj stroitel'nyj material arbolit na osnove sel'skohozjajstvennyh othodov. Almaty: Gylym.] (In Russ).
14. **Uderbayev S.S., Bissenov K.A., Zhanatuly S., Arystanbek A.B.** (2021). Utility model Patent No. 6149. The method of making arbolite products. RSE "National Institute of Intellectual Property" of the Ministry of Justice of the Republic of Kazakhstan. [Patent na poleznuju model' № 6149. Sposob izgotovlenija arbolitovyh izdelij. RGP «Nacional'nyj institut intellektual'noj sobstvennosti» MJu RK.] (In Russ).
15. **Uderbayev S. S., Sadirslam A. A., Zhanatuly S., Onaibekov B. K.** (2021). Features of the use of arbolite walls based on rice husk. XV International scientific and practical conference. Global science and innovation 2021: Central Asia, 4(15), Series "Technical Sciences". Nursultan, 55-60 [Kyrish kauryzy negizindegi arbolitten zhasalghan kabrygalardy pajdalanu erekshelikteri. XV Mezhdunarodnaja nauchno-prakticheskaja konferencija. Global'naja nauka i innovacii 2021: Central'naja Azija, 4(15), Serija "Tehnicheskie nauki". Nursultan, 55-60] (In Kaz).
16. **Uderbayev S.S., Zhanatuly S., Akbarov S.M.** (2022). Influence of activation methods of gold-cement binder on the strength of arbolite products. Proceedings of the XVII international scientific and Practical Conference "European science of the XXI century-2022", Volume 3 Science and studies, 42-46 [Vlijanie sposobov aktivacii zolocementnogo vjazhushhego na prochnost' arbolitovyh izdelii. Materialy XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii "Evropejskaja nauka XXI veka-2022", Tom 3: Nauka i issledovanija, 42-46] (In Russ).

UDC 67.11.41
IRSTI 67.11.33
RESEARCH ARTICLE

INVESTIGATION OF DEFECTS IN DECORATIVE BRICK CLADDING OF FACADES OF FRAME BUILDINGS

A.U. Zhapakhova* , S.S. Uderbayev 

Korkyt Ata Kyzylorda University, 120001, Kyzylorda, Kazakhstan

Abstract. *The use of layered walls in the construction of frame buildings is due to the need to increase the energy efficiency of enclosing structures. At the same time, defects at existing facilities are, for the most part, a consequence of insufficient experience in the design and construction of such facilities. The authors analyzed and summarized the causes of the most common defects in the facing layer of walls known in world scientific practice. Some results of experimental studies carried out by the authors on the strength of masonry under local compression in places where they rest on floor discs are presented. It was established that for masonry made of solid bricks, the compressive resistance R_{com} at $c = 0.5t$ decreased by 30% compared to the strength of masonry at $c = t$. For masonry made of hollow ceramic stones, the decrease in strength was even greater. Issues requiring study have been identified regarding the selection of anchors, the selection of insulation, the selection of mortar components and other equally important components of a complex structure in the form of an external layered wall.*

Keywords: *Building, energy-efficient structures, wall, brick, void, defect.*

***Corresponding author**
Akmaral Zhapakhova, e-mail: zhapakhova@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-07>

Received 09 November 2023; Revised 11 December 2023; Accepted 15 January 2024

ӘОЖ 67.11.41
ҒТАМР 67.11.33
ҒЫЛЫМИ МАҚАЛА

ҚАҢҚАЛЫ ҒИМАРАТТАРДЫҢ ҚАСБЕТТЕРІН СӘНДІК КІРПІШПЕН ҚАПТАУ АҚАУЛАРЫН ЗЕРТТЕУ

А.У. Жапахова* , С.С. Удербает 

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, 120001, Қызылорда, Қазақстан

Аңдатпа. Қаңқалық ғимараттардың құрылысында қабатты қабырғаларды пайдалану қоршау конструкцияларының энергия тиімділігін арттыру қажеттілігіне байланысты. Сонымен қатар, жұмыс істеп тұрған объектілердегі ақаулар көп жағдайда мұндай объектілерді жобалау және салу тәжірибесінің жеткіліксіздігінің салдары болып табылады. Авторлар әлемдік ғылыми тәжірибеде белгілі қабырғалардың қаптау қабатындағы жиі кездесетін ақаулардың себептерін талдап, қорытындылады. Еден дискілеріне тірелген жерлерде жергілікті қысу кезінде қалау беріктігіне авторлар жүргізген тәжірибелік зерттеулердің кейбір нәтижелері берілген. Тұтас кірпіштен жасалған қалау үшін $c = 0,5t$ кезіндегі R_{com} қысу кедергісі $c = t$ кезіндегі кірпіштің беріктігімен салыстырғанда 30% төмендегені анықталды. Қуыс керамикалық тастардан жасалған кірпіш үшін беріктіктің төмендеуі одан да көп болды. Зәкірлерді таңдауға, оқшаулауды таңдауға, ерітінді компоненттерін таңдауға және сыртқы қабатты қабырға түріндегі күрделі құрылымның басқа да бірдей маңызды компоненттеріне қатысты зерттеуді қажет ететін мәселелер анықталды.

Түйін сөздер: ғимарат, энерготиімді құрылымдар, қабырға, кірпіш, қуыстылық, ақау.

*Автор-корреспондент

Акмарал Жапахова, e-mail: zhapakhova@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-07>

Алынды 09 қараша 2023; Қайта қаралды 11 желтоқсан 2023; Қабылданды 15 қаңтар 2024

УДК 67.11.41
МРНТИ 67.11.33
НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФЕКТОВ ДЕКОРАТИВНОЙ КИРПИЧНОЙ ОБЛИЦОВКИ ФАСАДОВ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ

А.У. Жапахова* , С.С. Удербает 

Кызылординский университет имени Коркыт Ата, 120001, Кызылорда, Казахстан

Аннотация. *Использование слоистых стен при возведении каркасных зданий обусловлено необходимостью повышения энергоэффективности ограждающих конструкций. При этом дефекты на существующих объектах являются, по большей части, следствием недостаточного опыта проектирования и строительства подобных объектов. Авторами были проанализированы и обобщены известные в мировой научной практике причины возникновения наиболее часто встречающихся дефектов облицовочного слоя стен. Приведены отдельные результаты выполненных авторами экспериментальных исследований прочности каменной кладки на местное сжатие в местах опирания на диски перекрытий. Установлено, что для кладки из полнотелого кирпича сопротивление сжатию $R_{сж}$, при $s=0,5t$ уменьшилось на 30% по сравнению с прочностью кладки при $s=t$. Для кладки из пустотелых керамических камней снижение прочности оказалось еще большим. Выявлены требующие изучения вопросы по подбору анкеров, подбору утеплителя, подбору составляющих раствора и других не менее важных составляющих комплексной конструкции в виде наружной слоистой стены.*

Ключевые слова: *здание, энергоэффективные конструкции, стена, кирпич, пустотность, дефект.*

*Автор-корреспондент

Акмарал Жапахова, e-mail: zhapakhova@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-07>

Поступила 09 ноября 2023 г.; Пересмотрено 11 декабря 2023 г.; Принято 15 января 2024 г.

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 КІРІСПЕ

Бүгінгі күні тұрғын және қоғамдық ғимараттарды жобалау кезінде қабатты қабырғаларды орнату технологиясы жиі қолданылады. ТМД елдерінде беткі кірпіш қабаты бар қабатты қабырғалар өткен ғасырдың 90-жылдарының ортасынан бастап жылу берудің кедергісіне қойылатын нормативтік талаптардың қатаңдатылуына байланысты кеңінен қолданылды. Қолдану негізінен қабырғаның кішігірім өлшемдерін сақтай отырып, үй ішінде ыңғайлы санитарлық жағдайды қамтамасыз ету қажеттілігіне байланысты. Тиісті нормативтік база мен құрылыс тәжірибесі болмағандықтан, көптеген шешімдер шетелден және ең алдымен Еуропалық елдерінен алынды, онда қабат қабырғалары 20-30 жыл бұрын кеңінен енгізіле бастады. **1-суретте** қабатты қабырғалардың жұмысы, әсіресе көп қабатты қанқалы-монолитті тұрғын үй құрылысында, алғашқы 3-5 жылда бірқатар елеулі кемшіліктерді анықтады, бұл көптеген жағдайларда қабырға қоршауларының апатты жағдайына әкелді (**Yuschube et al., 2018; Derkach & Orlovich, 2011; Montaeв et al., 2016**).

Бұл залалдардың пайда болуына ықпал ететін негізгі себептер мыналар болып табылады (**Aver'ianov & Baikova, 2012**):

- анкерлер ретінде кірпіштің ішкі және беттік қабаттарының сәйкес келмейтін ерітінді қосылыстары арасындағы иілісі бар Вр-I сым торын пайдалану;
- алдыңғы қабатта көлденең және тік компенсаторлардың болмауы;
- беткі қабатты арнайы кронштейндерге емес, аралық жабындарға сүйеу;
- қаптау қабатын төсеу үшін қуыстылығы жоғары кірпішті пайдалану.



1-сурет – Сыртқы бет қабатының зақымдалуы
(авторлардың материалы)

Қазіргі уақытта елімізде қолданыстағы және жоспарланған ғимараттардың энергия тиімділігін арттыру бойынша мемлекеттік бағдарламаның кең ауқымды дамуы жүріп жатқан болса да, жаңадан салынған үйлерде сыртқы бет қабатындағы ақаулардың белгілі себептері қайталануда. Осы себепті, қабатты қабырғаларды есептеу принциптерін әзірлеу, сондай-ақ ақаулардың пайда болуын болдырмау шаралары құрылысшыларды әлі де қызықтырады.

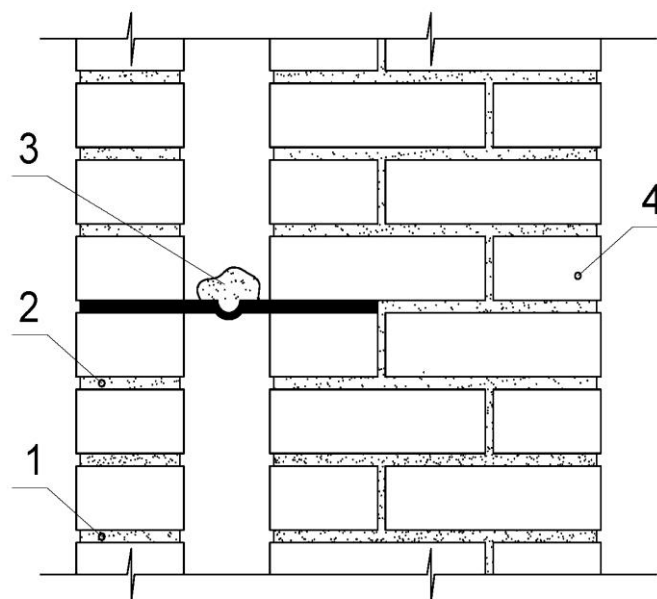
2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Жобалаушылар мен құрылысшылардың ең консервативті көзқарасы қабырғаның беткі қабаты үшін материалды таңдауға қатысты. Тастан жасалған қаптама эстетикалық қасиеттерден басқа, ғимараттың бүкіл жұмыс кезеңінде ішкі құрылымдарды қоршаған ортаның теріс әсерінен қорғау функцияларын сенімді түрде орындауы керек: ауыспалы температура әсерлері, мерзімді ылғалдану және кептіру, агрессивті қоршаған орта әсерлері, күн радиациясы, күш әсерлері (мысалы, жел жүктемесі) және т.б.

Бұл функцияларды қамтамасыз ету тек жұмыс сапасымен ғана емес, сонымен қатар тиісті материалдарды таңдаумен де қол жеткізілетіні анық. Бұл, ең алдымен, климаттық жағдайларға байланысты тиісті аязға төзімділікке, суды сіңіруге, кеуектілікке және беріктікке ие болуы керек тастарға қатысты. Жұмсақ климаты бар елдерде бет қабаты үшін әдетте бос мөлшері 50%-дан асатын қуыс керамикалық тастар қолданылады. Қыстың аязды температурасы бар солтүстік аймақтарда қаптау қабаты үшін 15%-ға дейін қуыс немесе қуысты тесік тәрізді керамикалық тастар қолданылады. Сонымен қатар, жаңбыр суының кірпіштің қаптау қабатына енуіне жол бермеу үшін қаптау қалыңдығы 3 мм-ден аспайтын жұқа ерітінді тігістерінде және су өткізбейтін ерітінділерде орындалады.

ТМД елдерінің аумағында қаптау қабатын қалау үшін жоғары қуыс керамикалық тастарды кеңінен қолдану олардың қорғаныш және сәндік қасиеттерінің мерзімінен бұрын сарқылуына себеп болды (**Zhapakhova et al., 2023; Gagarin, 2009**). Бұл қабаттар арасындағы металл анкерлік қосылыстары бар қабатты қабырғаларға ғана емес, сонымен қатар қабаттар арасындағы бір-біріне кірпіш байланыстары бар қабырғаларға да қатысты. Соңғы жағдайда, тастардың ығысуға төзімділіктің төмендігіне байланысты, бет қабатының температуралық деформацияларына байланысты байлау кесіндісі байқалады (**Derkach, 2010**).

Қаптау қабаты үшін бос қуысты тастарды пайдаланған кезде жобалаушылардың негізгі дәлелдері – қаптама қабатының термофизикалық қасиеттерінің жоғарылауы және кірпіштің жеңіл салмағы болып табылады. Айта кету керек, қуыс кірпішті қолдану (тұтас кірпішпен салыстырғанда) қабырға қоршауының жылу-физикалық қасиеттерін арттыруға іс жүзінде ешқандай әсер етпейді (**Badin & Sychev, 2017**).



2-сурет – Көп қабатты қабырғаларда суық көпірлердің пайда болуы:
1 – бет қабаты, 2 – анкерлік байланыстар, 3 – ерітінді,
4 – ішкі қабат, 5 – ауа қабаты (авторлардың материалы)

Сонымен қатар, бос қуыстардың ұтымсыз орналасуынан қабырғаның беткі қабатында жылу-физикалық қасиеттері төмендеген және бу өткізгіштігі жоғарылаған аймақтар пайда болады. Бұл алдыңғы қабаттың ішкі бетіндегі ылғалдың шоғырлануына ықпал етіп, оның шамадан тыс ылғалдануына және еріп кету себебінен мерзімінен бұрын бұзылуына әкеледі. Кейіннен жаңбыр суы ашылған қуыстарға еніп, еріту процесі жылдамдайды. **2-суретте** көпқабатты қабырғаларда суық көпірлердің пайда болу схемасы көрсетілген.

Бос қуысты тастардан қалау салу кезінде ерітінді бос орындарға түсіп, кейде оларды жартысына дейін толтыратыны анық. Бұл жағдайда ерітінді материалдарының артық жұмсалуы байқалады. Арматуралық торларды анкер байланысы ретінде қолданған кезде, қалау кезінде тігістерден ағып жатқан ерітіндінің жиналуына ықпал етеді. Нәтижесінде беткі және ішкі қабаттар арасында қабатты кірпіш қабырғалардың жылу-физикалық параметрлерін нашарлататын суық көпірлер пайда болады.

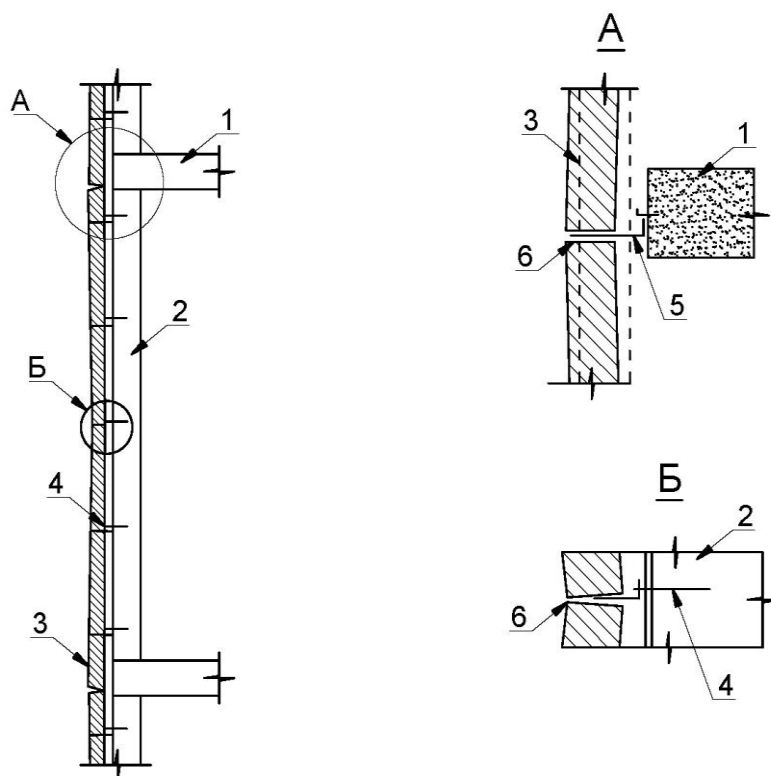
Қабатты қабырғалардың отандық шешімдерінің маңызды кемшіліктерінің қатарына кірпіштің беткі және ішкі қабаттары арасында желдетілетін ауа саңылауының болмауы жатады (**Ishchuk, 2008**). Шетелдік құрылыста мұндай алшақтықты орнату, тіпті аралық жылу оқшаулағыш қабаты болмаған жағдайда да міндетті болып табылады. Бұл әсіресе атмосфералық ылғалдылығы жоғары және температурасы төмен аймақтар үшін өте маңызды. Қазіргі заманғы екі қабатты қабырғаларда ішкі қабат әдетте газ силикат немесе көбік бетон блоктарынан немесе құймалыаражабын мен бағаналар немесе көлденең темірбетон қабырғалары арасындағы кеңістікті толтыратын қуысты керамикалық тастардан жасалады.

Ішінде жинақталған конденсат ішкі қабатты ылғалдандырып, сыртқықабырғалардың жылу оқшаулау қасиеттерін күрт төмендетеді. Мұндай қалаудың ылғалдылығының 10-15%-ға артуы оның жылу оқшаулау қабілетінің 50%-ға дейін жоғалуына әкелетіні белгілі. Бет қабатының ішкі және сыртқы беттерінде желдетілетін ауа саңылауының болмауынан температура айырмашылығы пайда болады.

Бұл жағдайда оң температурада бет қабаты сыртқа қарай бүгіледі, оғананкер байланыстары кедергі келтіреді. Анкер байланыстарында айтарлықтай созылу күштері пайда болады, ал қабырғаның бет қабатында тік жазықтықтан иілу кернеулері пайда болады. Суық температурада жағдай өзгереді: бет қабаты ішке қарай бүгіледі, оған тас қалауының ішкі қабаты кедергі келтіреді. **3-суретте** металды бұрыштарға сүйенетін беткі қабаттың деформациялау схемасы көрсетілген. Нәтижесінде қабырға жазықтығына перпендикуляр беткей қабатындағы көлденең қосылыстарда елеулі ығысу кернеулері пайда болады, олар иілу моменттерінің қалыпты кернеулерімен бірге горизонталь ерітінді қосылыстарының ашылуына әкеледі.

Беріктік сипаттамаларын анықтау үшін қаптау құрылымдарының фрагменттерін табиғи (натуралық) сынау қайтадан өзекті бола бастады. Мұндай зерттеулердің нәтижелері құрылымның белгілі бір түрінің беріктігін ғана емес, сонымен қатар құрылымдардың болжамды жұмыс сипаты мен сипаттамаларын растауға немесе жоққа шығаруға мүмкіндік береді (**Strizhnev, 2020**).

Кешенді сынақтар кірпіштің қаптау қабаты бар аралас қасбеттік құрылымның үлкен форматты үлгілері бойынша жүргізілді. Олардың айрықша ерекшелігі әртүрлі типтегі кірпіш сызбаларының металдың ішкі құрылымына бірдей конструктивтік шешімдері бар эксперименттік үлгілердің беріктік сипаттамаларына әсерін бағалау болды (**Pavlova & Zakharov, 2022**).



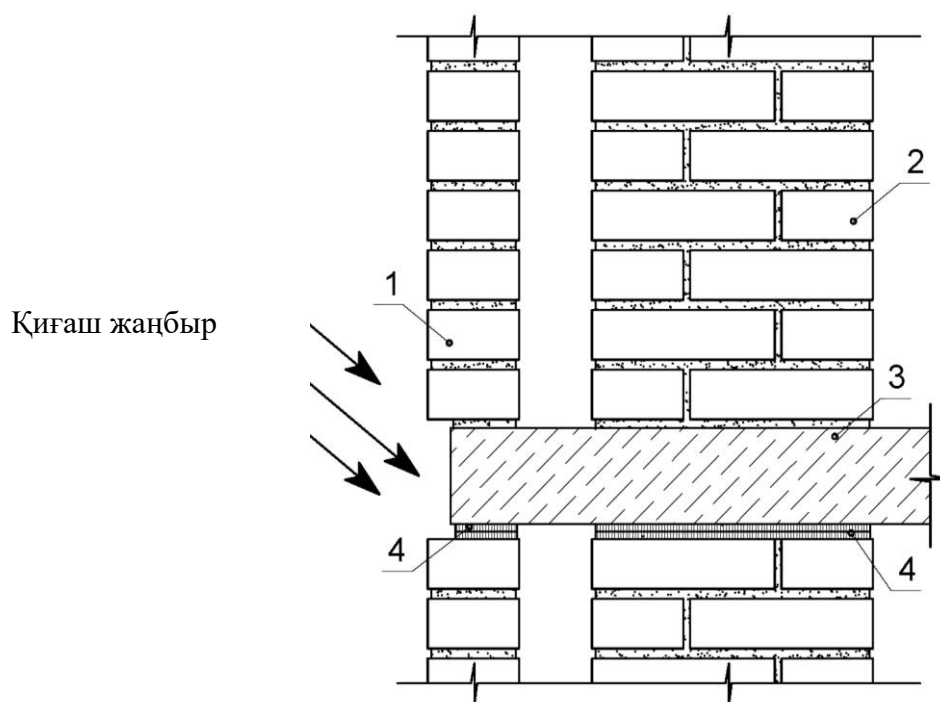
3-сурет – Металл бұрыштарға сүйенетін бет қабатын деформациялау схемасы:
 1 – аражабын, 2 – ішкі қабат, 3 – сыртқы бет кірпіш қабаты, 4 – көлденең анкер,
 5 – тірек бұрышы, 6 – жарықшақ (авторлардың материалы)

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Бірқатар шетелдік нормаларда, мысалы, 6 EUROCOD, бірінші шекті күй бойынша қаптау қабатын есептеуден басқа, көлденең жүктемелер мен температуралық әсерлердің әсерінен ауытқуды тексеру қажет. Ерітінді жазықтығындағы көлденең жарықтар тіректер арасындағы қаптау қабатының h биіктігінің $1/2000$ шамасында салыстырмалы ауытқуларда пайда болуы мүмкін; $h/360 - h/600$ кезінде жарықшақтардың ашылу ені әдетте $1,0$ мм-ден аспайды. Алайда, жарықтардың ашылу ені осындай болса да, қабырға арқылы ағып жатқан жаңбыр суы, әсіресе қиғаш жаңбыр кезінде, тастардың бос жерлеріне жиналып, теріс әсер етеді.

Жаңбыр суы түзілген көлденең жарықтарға тастардың бос жерлеріне жиналады, бұл теріс температурада олардың бұзылуына әкеледі. Сонымен қатар, ылғал тереңірек еніп, ішкі қабатқа жетеді, бұл қабырғалардың ішкі қабатының деградациясына ықпал етеді. Жұмыста силикатты кірпішпен қапталған және ішкі газдалған бетон қабаты бар екі қабатты қабырғаларды зертханалық және табиғи зерттеулер келтірілген (Nuguzhinov et al., 2016). Қабаттар арасында ауа желдету саңылауы болмаған кезде ішкі қабаттың деградациясы оның қалыңдығының $1/3$ бөлігіне жететіні анықталды.

Ылғалдылық тұрғысынан бет қабатының ең осал бөлігі – аражабын астындағы кірпіштің үстінгі жағы **4-суретте** көрсетілген. Ылғалдандыру тұрғысынан бет қабатының ең осал бөлігі – аралық жабын тақталарының астындағы кірпіштің үстінгі жағы. Қабырғадан ағып жатқан жаңбыр суы, әсіресе қиғаш жаңбыр кезінде, тастардың ашық бос жерлеріне еніп, оларды нөлдік температурада ерітуді тездетеді. Кеуекті материалдармен толтырылған көлденең деформациялық тігістер болған кезде, соңғысы атмосфералық ылғалды губка тәрізді сіңіріп, оны бет қабатына терең жеткізеді.



4-сурет – Ішкі және бет қабаттардың аралық жабынмен жанасуы:
 1 – кірпіш қабатының беткі жағы, 2 – ішкі қабат, 3 – темірбетон аражабын,
 4 – көлденең деформация тігісі (авторлардың материалы).

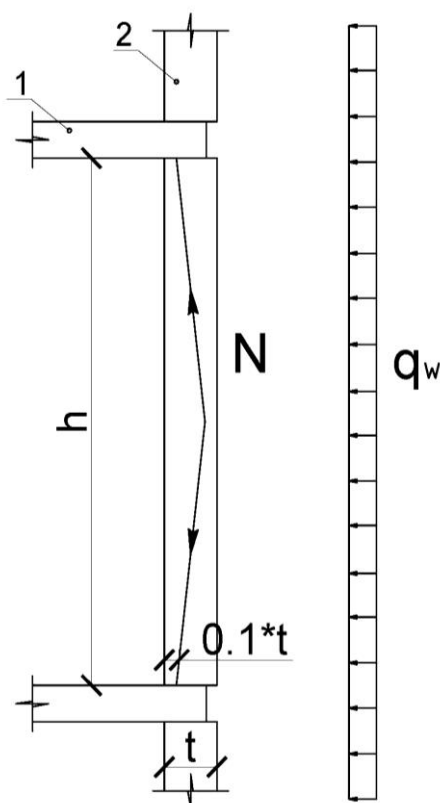
Жаңбыр суының кірпіш қабатының тастарының бос жерлеріне жиналуына балкон тақталарымен лоджия тақталарындағы тамшы науаның болмауы да ықпал етеді. Жаңбыр суының ең көп мөлшері осы тақталарға іргелес бұрыштардағы кірпіштің жоғарғы қатарларының бос жерлеріне жиналады. Осы себептерге байланысты тек кірпіш қатарығана емес, сонымен қатар аражабын дискілерінің ұштарының бетон қорғаныш қабаты да қарқынды жібітуге ұшырайды. Нәтижесінде аражабын дискілеріндегі бет қабатының тиімді тіреу ені азаяды.

Қуыс дәрежесі жоғары тастарды қолданудың кемшіліктерінің бірі – анкер байланыстарын бекітудің төмен сенімділігі. Соңғысы тек көлденең ғана емес, сонымен қатар бет қабатының температуралық деформацияларынан туындаған тік ығысу күштерін де қабылдайды. Ығысу күштері анкердің кірпіштің беткейлерімен жанасуына жергілікті кернеулердің шоғырлануын тудырады. Бос тастарда бұл анкер астындағы материалды бояуға және анкердің тиімді ұзындығын азайтуға әкеледі.

Қабырғаның ішкі қабатында ұқсас құбылыс бар, ол сыртқы қаптау қабатына іргелес беткі аймақтардың деградациясымен күшейеді. Мұндай деформацияларға ең сезімтал – кірпіштің жоғарғы қатарлары (аражабын дискілері мен кірпіш қатарының арасындағы көлденең деформациялық тігістерге іргелес), онда кірпіштің меншікті салмағынан қысу күші өте төмен болады. Байланыстарды бекітудің тиімді ұзындығының төмендеуі нәтижесінде соңғылары жұмыстан ажыратылады, бұл бет қабатының кернеулі-деформацияланған күйіне теріс әсер етеді.

Көлденең деформациялық тігістер болмаған жағдайда бет қабаты өте қолайсыз жағдайларда болады. Өкінішке орай, мұндай шешім құрылыс тәжірибесінде кең таралған. Көлденең деформациялық саңылаудың болмауы іргелес қабаттардың аражабын дискілері арасындағы бет қабатын қысып тастайды. Температураның қысылуының, сондай-ақ аражабын дискілерінің иілуінің нәтижесінде бет қабаты қысу кернеулерін сезінеді, олардың ең көп концентрациясы аражабын дискілерімен байланыс кезінде пайда болады. Беттік қабаттағы қысу күші жел жүктемесінен де пайда болады.

5-суретте тік қозғалыс еркіндігінің болмауына байланысты аражабын дискілерінің арасына қысылған беткі қабат иілу кезінде еркін тірек арқалық ретінде емес, арка тәрізді құрылым ретінде әрекет етеді. Жел жүктемелерінің әсерінен сыртқы кірпіш қабырғаларды есептеудің бұл тәсілі EN 1996-1-1. Eurocode 6-та қабылданғанын атап өткен жөн. Бұл жағдайда доға күшінен N туындайтын аралық әдетте кірпіш қалыңдығы $t = 0,1$ -ге тең ені бар қалаудың соңғы бөліктеріне беріледі. Осылайша, бет қабатының аражабын дискілерімен түйіндесуінде көлденең деформациялық тігістер болмаған кезде температураның әсерінен қысу кернеулерінің концентрациясы, жел, аражабын иілістері, сондай-ақ температуралық деформациялардың қысылуымен үйкеліспен шектелген жанама кернеулер пайда болады.



5-сурет – Жел жүктемесінің әсерінен қысылған бет қабатындағы доға әсері: 1 – аражабын, 2 – бет қабаты (авторлардың материалы).

4 НӘТИЖЕЛЕР МЕН ТАЛҚЫЛАУ

Шетелдік тәжірибеде бет қабатының аражабын жанасуындағы температуралық тангенс кернеулерін төмендету мақсатында жылжымалы төсемдер қолданылатынын атап өткен жөн (**Orlovich & Derkach, 2011**). Нәтижесінде бұл кернеулер кірпіштің бос жерлеріне судың түсуінен кірпішті жібітумен бірге, алдыңғы қабаттардың жоғарғы және төменгі қатарларын бояуға және сындыруға әкеледі, бұл олардың апаттық жағдайын алдын-ала анықтайды. Мұндай бұзылудың алдын алу үшін бет қабатын қалаудың төменгі 3-5 қатарын қалау толық денелі кірпіштен жасалуы керек.

Толық денелі кірпіштен қалау терезе мен есіктің балкон саңылауларының маңдайшаларының үстінде жасалуы керек. Осы мақала авторларының пікірінше, мұндай шешім тиімді болғанымен, құрылыс алаңында бақылау тұрғысынан жүзеге асыру қиын.

Бет қабатын қалаудың беріктігін бағалау үшін кернеулі-деформацияланған күйдің белгілі бір түрін ескере отырып, жеке беріктік критерийлері ұтымды пайдаланылды:

- көлденең деформациялық тігістер болмаған кезде еден тақталарымен түйісу аймағында қалау температураның қысылған деформацияларынан қысуды сезінеді. Бұл кернеу күйі үшін қысу кернеулеріне негізделген беріктік критерийі қолданылды:

$$\sigma_{ac} \leq R_c \quad (1)$$

мұндағы R_c – анықталған кірпіштің қысуға төзімділігі.

- тік деформациялық тігістер болмаған кезде кірпіштің беріктігін еріген тігістер бойымен немесе оларға α бұрышпен әсер ететін созылу кернеулері анықтайды.

Бұл жағдайда созылу кернеулеріне негізделген критерий қолданылды:

$$\sigma_{at} \leq R_{at} \quad (2)$$

мұндағы R_{at} – кірпіштің көлденең ерітінді тігістеріне бұрышпен созылуына төзімділігі.

Қуыс кірпіштен жасалған кірпіш үшін R_{at} мәнін келесі өрнек арқылы анықталды:

$$R_{ta} = \frac{R_{to}}{1+(n-1) \cdot \sin^{\lambda} \alpha} \quad (3)$$

мұндағы R_{to} – көлденең ерітінді буындары бойымен созылу үшін есептелген қалау кедергісі;
 n, λ – эксперименталды түрде анықталған коэффициенттер.

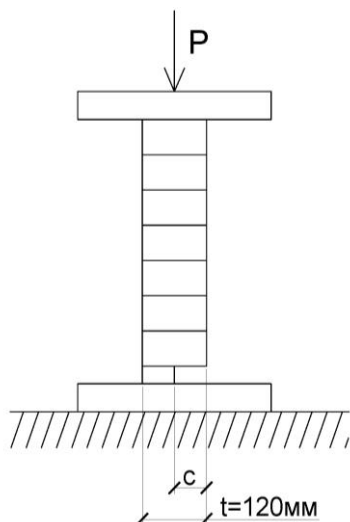
- көлденең және тік деформациялық тігістер болмаған кезде, қалау көлденең ерітінді тігістеріне перпендикуляр қысылып, тігістерге параллель созылуы мүмкін.

Төменде аражабын дискілеріне тіреу орындарында жергілікті сығу үшін тас қалауының беріктігін эксперименттік зерттеу авторлары жүргізген жеке нәтижелер берілген.

Қалау үлгілері М75 маркалы цемент-құм ерітіндісіндегі М100 маркалы ойық (қуыс 40%) және толыққанды керамикалық тастардан жасалған. **6а-суретте** өзгермелі параметр $c = t$, $c = 0,75t$ және $c = 0,5t$ тең қабылданған тірек ені c болғаны көрсетілген. **6б-суретте** $c = t$ кезінде үлгілердің бұзылуы кірпіштің бөлінуі нәтижесінде, ал $c < t$ кезінде тірек алаңының шекарасына сәйкес келетін тік жазықтықта жоңқалау нәтижесінде пайда болғаны көрсетілген. Есептеу нәтижелері 1-кестеде келтірілген.

Тұтас кірпіштен жасалған қалау үшін $c = 0,5t$ кезіндегі $R_{сығу}$ сығуға кедергісі $c = t$ кезіндегі кірпіштің беріктігімен салыстырғанда 30% төмендегені анықталды. Қуыс керамикалық тастардан жасалған кірпіш үшін беріктіктің төмендеуі одан да көп болды.

а)



б)



6-сурет – Кірпіш қалауды жергілікті сығуға сынау: а) сынаудың есептік сызбасы, б) кірпіш қалаудың қираған үлгісі (авторлардың материалы).

Сыртқы кірпіштің әлсіреуі сыртқы бойлық қабырғаның кірпіш учаскесін орталықтан тыс сығуға есептеу арқылы расталады:

$$N = m_g \cdot \varphi_l \cdot R \cdot A_c \cdot \omega \quad (4)$$

мұндағы m_g – жүктеменің ұзақ мерзімді әсер ету әсерін ескеретін коэффициент;
 φ_l – элементтің центрден тыс сығылуындағы бойлық иілу коэффициенті;
 R – кірпіштің қысылуына есептелген қарсылық;
 A_c – кернеулердің тікбұрышты эпюрасындағы қиманың сығылған бөлігінің ауданы;
 ω – кірпіштің түрі мен қимасына байланысты анықталатын коэффициент.

1-кесте

Бойлық қабырғаның қалау учаскесін орталықтан тыс сығуға есептеу нәтижелері

Металл бұрышқа кірпіш қалаудың толық қабатты тірегі кезінде есептеу (жобалық шешім)			Металл бұрышқа кірпіш қалаудың толық емес қабаттық тірегі кезінде есептеу (жобалық шешім)		
N	$m_g, \varphi_l, R, A_c, w$	кор (+), жүк көтергіштігінің жетіспеушілігі (-), %	N	$m_g, \varphi_l, R, A_c, w$	кор (+), жүк көтергіштігінің жетіспеушілігі (-), %
18,54	72,31	+74,4	129,73	42,79	-203,2

Сондай-ақ, алдыңғы қабатта үлкен қуысты тастар пайдаланылған кезде (ең көп таралғандары қуыстығы 40% кірпіштер) беткі қабаттың зақымдану дәрежесі тұтас кірпіштен жасалған беткі қабатқа қарағанда көбірек болатыны анықталды. n және λ коэффициенттерін (3) анықтау үшін көлденең ерітінді қосылыстарына бұрышта α күштердің әсерінен тас қалау R_{α} созылу беріктігін анықтау үшін қалау үлгілері қиғаш сығуға және жазықтықтан тыс иілуге сыналған.

Сынақ нәтижелері бойынша:

- кірпіштің есептелген созылу кедергісі анықталады: горизонталь ерітінді қосылыстары бойымен $R_{t0} = 0,45 \text{ МПа}$, горизонталь ерітінді қосылыстарына 45° бұрышта $R_{t45} = 0,39 \text{ МПа}$, көлденең ерітінді қосылыстары бойынша $R_{t90} = 0,14 \text{ МПа}$ (алынған мәнде бірқатар зерттеушілердің эксперименттерінің нәтижелерімен жақсы үйлеседі);

- осы есептелген қарсылықтардың негізінде $n = R_{t0}/R_{t90} = 3,5$ және $\lambda = 2,1$ коэффициенттері анықталды, олар көлденең ерітінді қосылыстарына α бұрышындағы күштердің әсерінен кірпіштің созылу беріктігін есептеу өрнегіне кіреді (3). Осыдан кейін бұл өрнек (3) (5) пішінін алды:

$$R_{t\alpha} = \frac{R_{t0}}{1+(3.5-1) \cdot \sin^{2.1} \alpha} = \frac{R_{t0}}{1+2.5 \cdot \sin^{2.1} \alpha} \quad (5)$$

Иілгіш байламдардың көп қабатты қабырғада максималды күштерін анықтау үшін беткі және ішкі қабаттарды қалау жіктерінен шығаруға арналған икемді байламдарға сынақтар жүргізілді.

5 ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген эксперименттік және теориялық зерттеулер негізінде:

1. Климаттық температуралық әсерлердің бет қабатының зақымдануының қалыптасуы мен дамуына елеулі үлес қосқанын көрсететін бет қабатының зақымдануының қалыптасу және даму заңдылықтары белгіленді.

2. Көлденең ерітінді қосылыстары бойымен немесе оларға α бұрышта әсер ететін σ_{α} созылу кернеулері климаттық температура әсерінен кірпіштің беткі қабатының беріктігі үшін шешуші болатыны анықталды. Негізгі созылу кернеулерінің критерийі кірпіштің беріктігін талдау үшін ең қолайлы екендігі дәлелденді.

3. Тұтас кірпіштен жасалған қалау үшін $c = 0,5m$ кезінде $R_{сызу}$ қысуға төзімділігі $c = t$ кезіндегі кірпіштің беріктігімен салыстырғанда 30% төмендегені анықталды

4. Эксперименттік және теориялық зерттеулердің нәтижелері бойынша климаттық температура әсерінен беткі қабатты есептеу және сыртқы көпқабатты қабырғаларды жобалау бойынша ұсыныстар тұжырымдалған, олардың негізгілері:

- беткі қабаттың жоғары орналасқан аралық жабын тақталарымен түйіндесуінде көлденең деформациялық жіктерді қабат сайын орнатудың қажеттілігі туралы;
- төсеніш қабатының аралық жабын тақталарынан асып түсу мөлшерін шектеу туралы;
- беткі қабат кірпіштерінің қуыстылығын шектеу.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. **Jushhube, S. V., Podshivalov I. I., Filippovich A. A., & Shalginov R. V.** (2018). Strength of masonry of external walls made of hollow ceramic stone. Housing Engineering [Prochnost' kladki naruzhnyh sten iz pustotologo keramicheskogo kamnja. Zhilishhnoe stroitel'stvo], 1-2, 52-54. (In Russ).
2. **Derkach, V.N., & Orlovich R. B.** (2011). Issues of quality and durability of cladding of layered stone walls. [Voprosy kachestva i dolgovechnosti oblicovki sloistyh kamennyh sten], Magazine of civil engineering, (2), 42-47. (In Russ).
3. **Montaev, S. A., Narmanova, R. A., Shakeshev, B. T., Adilova, N. B., & Narikov, K. A.** (2016). Resource and energy saving technologies for the production of wall ceramics, Monograph [Resurso- i jenergosberegajushhie tehnologii proizvodstva stenovoj keramiki, Monografija]. Kyzylorda: «Zhienaj». (In Russ).
4. **Aver'janov, V. K., Bajkova, S. A., Gorshkov, A. S., Grishkevich, A. V., Kochnev, A. P., Leont'ev, D. N., Melezhik, A. A., Mihajlov, A. G., Rymkevich, P. P., & Tjutjunnikov, A. I.** (2012). Regional concept for ensuring energy efficiency of residential and public buildings. Housing Engineering [Regional'naja koncepcija obespechenija jenergeticheskoy jeffektivnosti zhilyh i obshhestvennyh zdaniy. Zhilishhnoe stroitel'stvo], (3), 2-4. (In Russ).
5. **Zhapahova, A. U., Uderbayev, S. S., Kelmagambetov, N. K., Zhapahova, G. U., & Majhanova, K. O.** (2023). Study of use of modern building materials in strengthening of bricks [Kirpish kalauyn kyshejtude zamanai kurylys materialdarynyn koldanyluyn zertteu]. QazBSQA Habarshysy. Kurylys konstrukcijalary zhane materialdary, 2(88), 192-205. <https://doi.org/10.51488/1680-080X/2023.2-20> (In Kaz).
6. **Gagarin, V. G.** (2009). Thermophysical properties of modern wall enclosing structures of multi-storey buildings. In Trudy II All-Russian Scientific and Technical Conference " [Stroitel'naya Teplofizicheskie svojstva sovremennyh stenovyh ograzhdajushhih konstrukcij mnogoetazhnyh zdaniy. Trudy II Vserossijskoj nauchno-tehnicheskoy konferencii «Stroitel'naja teplofizika i jenergo»] (Vol. 69, pp. 33-44). <https://cyberleninka.ru/article/n/teplofizicheskie-problemy-sovremennyh-stenovyh-ograzhdayuschih-konstruksiy-mnogoetazhnyh-zdaniy> (In Russ).
7. **Derkach, V. N.** (2010). Damage to ceramic cladding of external walls of multi-storey stone

- buildings. Bulletin of Brest State Technical University. Bulletin of Brest State Technical University. Construction and architecture [Povrezhdenija keramicheskoy oblicovki naruzhnyh sten mnogojetazhnyh kamennyh zdaniy]. Vestnik Brestskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta. Stroitel'stvo i arhitektura], 1, 40-42. (In Russ). <https://rep.bstu.by/bitstream/handle/data/5470/40-42.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. (In Russ).
8. **Badin, G. M., Sychev, S. A., & Makaridze, G. D.** (2017). Technologies for construction and reconstruction of energy-efficient buildings. BHV-Petersburg [Tehnologii stroitel'stva i rekonstrukcii jenergojefektivnyh zdaniy]. Sankt-Peterburg: BHV-Peterburg. <https://viewer.rsl.ru/ru/rsl01008910992> (In Russ).
 9. **Ishhuk, M. K.** (2008). Causes of defects in external walls with a facing layer of brickwork. Housing Engineering [Prichiny defektov naruzhnyh sten s oblicovochnym sloem kirpichnoj kladki. Zhilishhnoe stroitel'stvo], (3), 28-31. <http://rifsm.ru/editions/journals/2/2008/138/> (In Russ).
 10. **Strizhnev, P. V.** (2020). Facades made of facing bricks in multi-apartment residential buildings. Young Scientist [Fasady iz oblicovochnogo kirpicha v mnogokvartirnyh domah. Molodoj uchjonyj, (24), 122-125. <https://moluch.ru/archive/314/71494/> (In Russ).
 11. **Nuguzhinov, Zh. S., Kopanitsa, D. G., Kosharnova, Y., Ustinov, A. M., & Useinov, E. S.** (2016). Experimental studies of lightweight brickwork under central and eccentric loading. Bulletin of Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering [Jeksperimental'nye issledovanija kladki oblegčennogo kirpicha na central'nuju i necentral'nuju nagruzku. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta], (2 (55)), 107-116. <https://vestnik.tsuab.ru/jour/article/view/151/152> (In Russ).
 12. **Orlovich, R. B., & Derkach, V. N.** (2011). Conjugation of the front layer of layered stone walls with floor slabs. Industrial and Civil Engineering [Soprjazhenie licevogo sloja sploshnyh kamennyh sten s plitami perekrytija. Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo], (11), 62-65. https://unistroy.spbstu.ru/userfiles/files/2_Zimin_71.pdf (In Russ).

UDC 528.481
IRSTI 36.16.19
RESEARCH ARTICLE

MONITORING HAZARDOUS GEOLOGICAL PROCESSES AT THE KASKELEN-TALGAR PLANT USING WITH GEODESIC METHODS

Zh.A. Zhiyembayeva^{1,*} , R.K. Zhanakova² , M.A. Sarybayev¹ ,
G. Nurtay¹ , Y.E. Yelzhanov³ 

¹ Al-Farabi Kazakh National University, 050038, Almaty, Kazakhstan

² Kazakh Automobile and Road Institute named after L.B. Goncharov, 050061, Almaty, Kazakhstan

³ International Educational Corporation, 050043, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *The article discusses spectrometric, comparative-morphological and landscape-indication methods of interpretation, as well as instrumental measurements with the help of which one can study hazardous geological processes. The relevance of the study is characterized by the area's susceptibility to landslides, weathering, avalanches and other processes, and the excessive density of inhabitants in the mountainous and foothill parts of the Trans-Ili Alatau, which today is home to more than 2 million people. As a result of interpretation, several maps were created that make it possible to distribute the territory of the landfill according to the degree of danger of landslides and predict the position of individual landslide-prone areas. Using instrumental measurements, displacement values on landslide slopes were determined. Instrumental observations were carried out with a high-precision tacheometer TS15, light rangefinders, and a measuring tape using benchmarks installed on landslide-prone slopes. The purpose of the research work is to conduct research work on the study of geological changes at 27 observation posts, in order to assess the impact of the hazardous geological processes on the life of the population, buildings and communications. By analyzing the results of the conducted research, we can say that it was possible to directly decipher many unstudied, hard-to-reach landslide-prone areas.*

Keywords: *geological processes, tacheometer TS15, interpretation of images, instrumental measurements, satellite.*

***Corresponding author**

Zhanar Zhiyembayeva, e-mail: zhanara1711@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-08>

Received 28 December 2023; Revised 25 January 2024; Accepted 14 February 2024

ӘОЖ 528.481
ҒТАМР 36.16.19
ҒЫЛЫМИ МАҚАЛА

ҚАСКЕЛЕН-ТАЛҒАР ПОЛИГОНЫНДАҒЫ ҚАУІПТІ ГЕОЛОГИЯЛЫҚ ҮРДІСТЕРДІ ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ ӘДІСТЕРМЕН ЗЕРТТЕУ

Ж.А. Жиенбаева^{1,*} , Р.К. Жанакөва² , М.А. Сарыбаев¹ ,
Г. Нұртай¹ , Е.А. Елжанов³ 

¹ Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, 050038, Алматы, Қазақстан

² Л.Б. Гончаров атындағы Қазақ автомобиль-жол институты, 050061, Алматы, Қазақстан

³ Халықаралық білім беру корпорациясы, 050043, Алматы, Қазақстан

Аннотация. Мақалада дешифрлеудің спектрометриялық, салыстырмалы-морфологиялық және ландшафттық-индикациялық әдістері, сондай-ақ қауіпті геологиялық үрдістерге (ҚГҮ) зерттеу жүргізу үшін аспаптық өлшеулер қарастырылған. Зерттеу жүргізудің өзектілігі өңірдің көшкін, желдену және басқа үрдістерге ұшырауымен, қазіргі уақытта 2 миллионнан астам адам тұратын және өнеркәсіп объектілері, тұрғын ғимараттар, саяжай массивтері мен инженерлік коммуникациялар шоғырланған Іле Алатауының тау бөктеріндегі аймағы халқының тығыздығымен айқындалады. Дешифрлеу нәтижесінде полигон аумағын көшкін қаупінің дәрежесі бойынша бөлуге және жекелеген көшкін қаупі бар учаскелердің жағдайын болжауға мүмкіндік беретін бірнеше карталар жасалды. Аспаптық өлшеулердің көмегімен көшкін беткейлеріндегі орын ауыстыру шамалары анықталады. Аспаптық бақылаулар жоғары дәлдіктегі TS15 тахеометрі, жарық өлшегіштер, көшкін қаупі бар беткейлерде орнатылған тіректер бойынша өлшеуіш таспамен жүргізілді. Бұл зерттеудің мақсаты Қаскелен-Талғар полигонындағы ҚГҮ-ны геодезиялық өлшеудің дәстүрлі және заманауи әдістерімен зерделеу, сондай-ақ оларды салыстыра отырып, зерттеудің неғұрлым дәл және қолжетімді әдісін анықтау. Зерттеу жұмысының мақсаты – зерттеу мониторингін жүргізу, ҚГҮ-нің халықтың өмірі, ғимараттар мен коммуникацияларға әсерін зерделеу. Талдаулар жүргізе келе, көптеген зерттелмеген, жетуі қиын көшкін қаупі бар аймақтарды тікелей ашуға мүмкіндік туды деп айта аламыз.

Түйін сөздер: геологиялық үрдістер, тахеометр TS15, әуесуреттерді дешифрлеу, аспаптық өлшеулер, жерсерік.

*Автор-корреспондент

Жанар Жиенбаева, e-mail: zhanara1711@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-08>

Алынды 28 желтоқсан 2023; Қайта қаралды 25 қаңтар 2024; Қабылданды 14 ақпан 2024

УДК 528.481
МРНТИ 36.16.19
НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПАСНЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА КАСКЕЛЕН-ТАЛГАРСКОМ ПОЛИГОНЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Ж.А. Жиенбаева^{1,*} , Р.К. Жанаква² , М.А. Сарыбаев¹ ,
Г. Нуртай¹ , Е.А. Елжанов³ 

¹ Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 050038, Алматы, Казахстан

² Казахский автомобильно-дорожный институт имени Л.Б. Гончарова,
050061, Алматы, Казахстан

³ Международная образовательная корпорация, 050043, Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье рассмотрены спектрометрические, сравнительно-морфологические и ландшафтно-индикационные методы дешифрирования, а также инструментальные измерения, с помощью которых можно исследовать опасные геологические процессы (ОГП). Актуальность проведения исследования характеризуется подверженностью местности оползням, выветриваниям, обвалам и другим процессам, чрезмерной плотностью жителей горных и предгорных частях Заилийского Алатау, на которых сегодня проживает больше 2 миллионов человек. В результате дешифрирования были созданы несколько карт, которые позволяют распределить территорию полигона по степени опасности возникновения оползней и прогнозировать положение отдельных оползнеопасных участков. С помощью инструментальных измерений определены величины смещения на оползневых склонах. Инструментальные наблюдения проводились высокоточным тахеометром TS15, светодальномерами, мерной лентой по реперам, установленных на оползнеопасных склонах. Целевое назначение исследовательских работ – ведение исследовательских работ по изучению геологических изменений на 27 постах наблюдений с целью оценки влияния ОГП на жизнедеятельность населения, строения и коммуникации. Анализируя можно сказать, что удалось непосредственно отдешифрировать множество не изученных труднодоступных оползнеопасных участков.

Ключевые слова: геологические процессы, тахеометр TS15, дешифрирование космоснимков, инструментальные измерения, спутник.

*Автор-корреспондент
Жанар Жиенбаева, e-mail: zhanara1711@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-08>

Получено 28 декабря 2023; Пересмотрено 25 января 2024; Принято 14 февраля 2024

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 ВВЕДЕНИЕ

Опасными геологическими процессами являются те явления, которые негативно влияют или потенциально могут повлиять на объекты экономики или вызвать чрезвычайные ситуации и обстоятельства, ставящие под угрозу жизнь человека (**Smirnov, 2022 & Svalova, et al., 2019**). Потепление климата, замечающееся в эти дни, может полностью изменить развитие всяких природных процессов, приносящую опасность для жизни человека. К ним относятся гидрометеорологические, экзогенные и геокриогенные явления.

В настоящее время прогноз активации и проявления каких-либо опасных геологических процессов, контроль динамики их развития, осуществление защитных мероприятий приобрели основную актуальность государственного масштаба. Геологические процессы развивались, развиваются и будут развиваться на протяжении всей истории и будущего нашей Земли. (**Mazur, et al., 2004; Mustafaev, et al., 2008; Medeu, 2004**).

Предгорные зоны исследуемой территории находятся на высоте 1020-1930 м и лежат в зоне 8-9 балльных землетрясений. В конце 90-х является началом активного строительства различных зон отдыха, туристических баз, зданий, ресторанов в исследуемой зоне, которая наиболее подвержена оползням, обвалам, донной и боковой эрозии, оврагообразованиям и т.д. Все строения проводились без согласования с геологическими службами и специализированными организациями РК, в результате перегрузка склонов, а увеличение увлажнения склонов хозяйственными водами привело к нарушению настоящего состояния склонов, что привело, в свою очередь, к деформации зданий и сооружений. Строительство велось без наблюдений СНиП.

Космические снимки в наше время неоднократно используются для мониторинга различных природных явлений. Для изучения процессов, влияющих на жизнедеятельность и безопасность населения г. Алматы, нами ежегодно с 2006 г. заказывались космические снимки (КС). Таким образом, мы имеем базу КС, по которой возможно сопоставить снимки различных годов залетов и произвести прогноз возникновения и развития ОГП (**Mustafaev, et al., 2008; Medeu, 2004; Salmenov, 2014**).

Основным методом прогнозирования считается дешифрирование космических снимков с использованием современных беспилотно летательных аппаратов, марки SOUTH SkyCruiser A22/A22-Plus. Дешифрирование всех полученных данных на всю исследуемую зону совершалось сравнительно-морфологическими, спектрометрическими, а также ландшафтно-индикационными способами.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Созданию Каскелен-Талгарского полигона и выбору 27 постов для проведения режимных наблюдений, предшествовал ряд работ, проведенных с 2004 по 2006 годы гидрогеологами таких, как Смоляр В.А., Буров Б.В., Голяндина В.В. и др. (**Seminsky, 2022**).

По анализам обширных материалов инженерно-геологических, гидрогеологических и геолого-сейсмических условий исследуемой территории в 2006 году были завершены работы шести постов наблюдений в Алматинской области, в котором приняли участие ученые Сальменов Е.З., Борисов В.Н. Для целенаправленного изучения условий формирования, распространения и активизации ОГП, в результате проведенных работ были восстановлены 6 постов наблюдения, на которых в 2006 году начаты режимные наблюдения (**Salmenov, et al., 2014-16; Smolyar, et al., 2005**).

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Рассматривая экзогенные процессы с точки зрения их возможной опасности необходимо подчеркнуть их связь с современной земной поверхностью – главным компонентом окружающей среды. К опасным геологическим процессам относятся: землетрясения, вывет-

ривание, обвалы, осыпи, снежные лавины, оползни, донная и боковая эрозия, селевые явления, суффозия, плоскостной смыв и др. (Salmenov, et al., 2014; Shaytorov, et al., 2006).

Из большого количества различных видов ОГП, отмечаемых на площади Каскелен-Талгарского полигона, были выбраны 27 участков проявлений оползневых, обвальных, эрозионных процессов, подтопления и заболачивания территорий (Таблица 1). Важным критерием выбора местоположения постов являлась близость проявлений ОГП к зонам отдыха, туристическим комплексам, дорогам, негативное влияние на население. Для проведения мониторинга ОГП были организованы стационарные посты наблюдений с установкой на оползнеопасных склонах опорных и грунтовых реперов, геодезических точек, трещиномеров, пробурены наблюдательные скважины.

На Рисунке 1 показана обзорная карта с исследуемыми постами Каскелен-Талгарского полигона.

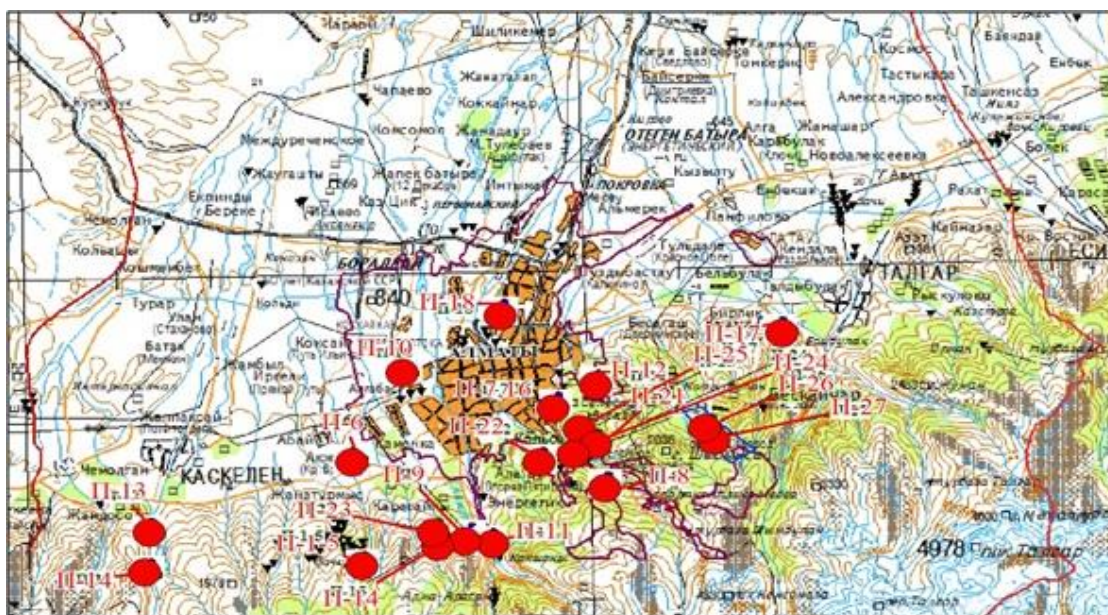


Рисунок 1 – Обзорная карта исследуемых постов Каскелен-Талгарского полигона (материалы авторов)

Таблица 1

Назначенные точки исследования Каскелен-Талгарского полигона (материалы авторов)

№ постов	Названия точек исследования
пост 1	обрушение левого берега реки Аксай
пост 2	оползень, река Акжар
пост 3	обвальные процессы на конусе выноса Акжарского обвала
пост 4	оползень, река Аксай, правый берег
пост 5	дачный массив, река Аксай, левый берег
пост 6	обрушение береговой кромки карьера АДК
пост 7	западный склон горы Коктобе
пост 8	оползень «Лесхоз»
пост 9	оползень, лог Малютинский
пост 10	подтопление, посёлок АДК
пост 11	зона отдыха, река Б.Алматинка
пост 12	оползень, бассейн реки Широкая щель
пост 13	техногенный оползень, река Каскелен, юго-западнее плотины
пост 14	река Каскелен, среднее течение
пост 15	оползень, садовое товарищество Алма
пост 16	оползень, гора Коктобе, северная часть
пост 17	оползень, река Талгар, дом отдыха
пост 18	подтопление, микрорайон Кулагер

пост 19	заболачивание, южного берега Капчагайского водохранилища
пост 20	озеро Сорбулак
пост 21	масштабные строительные работы в прилазковой зоне
пост 22	формирование трещин на склоне, улица Банковая
пост 23	бассейн р. Каргалинка, севернее 200 м селевой плотины
пост 24	бассейн р. Солоновка, юго-западная окраина пос. Юбилейное
пост 25	бассейн р. Солоновка, пос. Юбилейное, школа
пост 26	бассейн р. Котырбулак, пос. Горный садовод, турбаза, баня
пост 27	бассейн р. Котырбулак, пос. Горный садовод турбаза

Методы дешифрирования делятся на: спектрометрические, ландшафтно-индикационные, а также сравнительно-морфологические. Дешифрирование исследуемых материалов производилось в полуавтоматическом режиме. Именно это и мешает решению задач дешифрирования материалов космической съемки спектрометрическими методами (Cicerone, et al., 2009; Kio, 2014). Ландшафтно-индикационный метод дешифрирования предполагает использование структурных и яркостных признаков (Ma, et al., 2014).

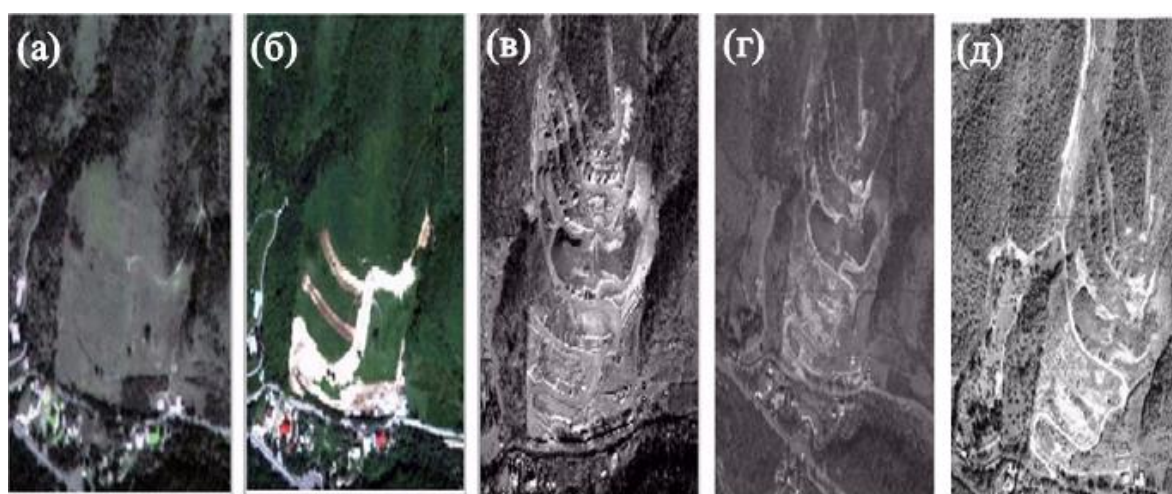


Рисунок 2 – на участке Бутаковка динамика измерения природных ландшафтов.

(а) Мультиспектральный снимок – 2006 года залета. Склон юго-западной экспозиции не нарушен и имеет естественный природный ландшафт; (б) мультиспектральный снимок – 2007 года залета. Начало строительных работ террасирование склона под строительство домов крутыми уступами высотой до 8 м; (в) мультиспектральный снимок – 2009 года залета. Склон юго-западной экспозиции нарушен.

Масштабное производство работ по террасированию склона под строительство домов;

(г) панхроматический снимок – 2015 года залета. Склон юго-западной экспозиции нарушен.

Выборка грунта под строительство домов прекращена, но на склоне наблюдается дальнейшее и интенсивное и интенсивный помыв котлованов; (д) панхроматический снимок – 2021 года залета.

Отмечается активизация оползневых и эрозионных процессов (материалы авторов).

На **Рисунке 2** все эти методы применяются в процессе работы комплексно и, в нашем случае, дополняются данными наземного обследования и материалами полевого фотографирования.

На **Рисунке 3** по дешифрированию космоснимка возникла угроза возникновения просядочных явлений на зоне станции.

Дешифрирование аэрофотоснимков перед обычными наземными исследованиями имеет ряд преимуществ, главными из которых являются:

- возможность широкого обзора местности и изучение её в обобщенном виде, с выявлением особенностей пространственного распределения природной обстановки и их взаимосвязи;

- получение ряда количественных показателей динамики изменения современных геологических процессов (Svalova, et al., 2019; Vranken, et al., 2015).

Наибольший объем информации связан с дешифрированием верхней ландшафтной оболочки и таких компонентов ландшафта, как рельеф, гидрографическая сеть, растительность, срывы и оплывины почвенного покрова, выходы скальных пород, оползни, осыпи, обвалы, селепроявления и т.д. Эти объекты непосредственно отражаются на снимках и информация из них, может быть получена по прямым признакам – размеру и форме, типу и яркостному контрасту, цвету и теням (**Рисунок 3**).

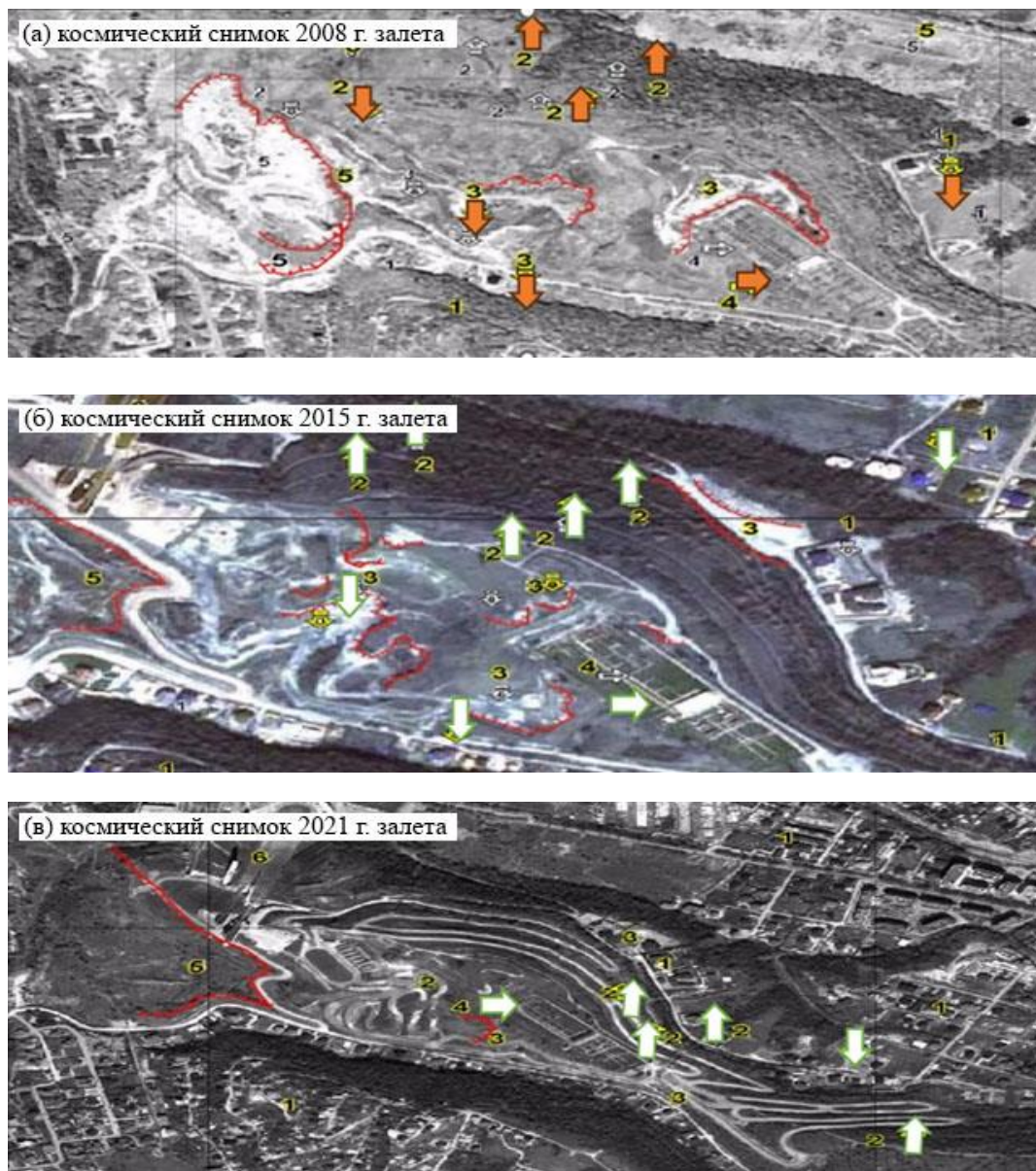


Рисунок 3 – Исследование водораздельной части прилавковой зоны трамплинов:

- 1 – Строительство жилых массивов на участках, ранее неподверженных техногенному воздействию;
- 2 – террасирование склонов, опоясывание горы трамплинов серпантинами беговых дорожек;
- 3 – нарушение почвенно-растительного слоя водораздельной части для строительства, но строительство не начато из-за возможного возникновения посадочных явлений; 4 – подстанция; 5 – заброшенный карьер;
- 6 – трамплин и его инфраструктура (материалы авторов).

Дешифрируемые элементы переносятся на предварительные специальные карты, где отражаются инженерно-геологические условия и современные геологические процессы. Здесь наиболее полно сочетается большая точность съемок высокого разрешения с достаточной частотой необходимой информации (**Wirtz, et al., 2014; Postoyev, et al., 2005**).

Снимки использовались для контроля широкого круга процессов и уточнения территорий их распространения в наиболее труднодоступных местах.

На ряду с исследованиями космоснимков были проведены инструментальные измерения на 27 постах, в частности, на северном склоне гребня горы Коктобе. Для наблюдения за развитием трещин на постах наблюдений установлены 45 трещиномеров.

Инструментальные измерения проводились тахеометром TS15, светодальномерами, мерной лентой по реперам, установленных на оползнеопасных склонах. Измерения проводились каждые 10 дней.

Пост 16 расположен на северном склоне гребня горы Коктобе, на склоне северо-западной экспозиции, в 500 метрах на север от станции канатной дороги.

Причиной сошедшего 1998 году оползня была утечка воды из двух водоводов, проходящих по западному склону горы. Оползень-поток, объёмом 700–900 м³, сформировавшийся в верхней части склона, сошёл в сад дома № 46 по улице Радлова, разрушил хозяйственные постройки и повредил сад.

На посту установлено 3 опорных репера, расположенных выше оползня и 6 грунтовых реперов, 3 грунтовых репера расположены северо-восточнее оползня, 2 – юго-западнее оползня и один – южнее линии отрыва оползня.

Поверхность склона, вокруг оползневого цирка, разбита рядами трещин, северо-западного простирания, образование которых произошло в момент отрыва оползня (трещины отседания). Трещины отмечаются лишь в верхней части оползня.

Для изучения величины раскрытия трещин, по обе стороны оползня были установлены два трещиномера. Один установлен восточнее оползневого вреза, и один – западнее.

Следует отметить, что в мае 2017 г. был поврежден (вырван), грунтовый репер, расположенный в западной части оползня. Оперативно был установлен новый репер, и режимные наблюдения были продолжены. Ниже приведены отметки тахеометра TS15 (Таблица 2).

Таблица 2

Результаты осредненных данных при проведении топогеодезических работ тахеометром TS15 на посту 16 (материалы авторов)

Опорный репер	Грунтовые репера	Измеряемые параметры (величины)	2017 г.			2022 г.	
			апрель-июнь	июль-сентябрь	октябрь-декабрь	январь-март	октябрь-декабрь
1	2	3	4	5	6	7	8
P-1	1	Горизонтальный угол	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
		Вертикальный угол	81.5239	81.5244	81.5313	81.5323	81.5244
		Дальность	15.347	15.356	15.341	15.345	15.356
	2	Горизонтальный угол	293.0954	293.0963	293.0842	293.0847	293.0963
		Вертикальный угол	97.1087	97.1095	97.1052	97.1047	97.1095
		Дальность	13.596	13.594	13.776	13.788	13.594
	3	Горизонтальный угол	272.0469	272.0475	272.0251	272.0249	272.0475
		Вертикальный угол	105.2379	105.2383	105.2478	105.2482	105.2383
		Дальность	10.469	10.477	10.247	10.254	10.477
	4	Горизонтальный угол	249.5601	249.5602	249.5648	249.5649	249.5602
		Вертикальный угол	107.2112	107.2117	107.2207	107.2210	107.2117
		Дальность	22.674	22.679	22.963	22.972	22.679
	5	Горизонтальный угол	233.4774	233.4777	233.4788	233.4796	233.4777
		Вертикальный угол	112.2539	112.2546	112.2674	112.2683	112.2546
		Дальность	22.649	22.654	22.358	22.362	22.654
	6	Горизонтальный угол	198.3879	198.3887	198.3745	198.3742	198.3887
		Вертикальный угол	110.3482	110.3487	110.3384	110.3394	110.3487
		Дальность	13.746	13.749	136.233	136.238	13.749
	7	Горизонтальный угол	207.3749	207.3754	207.3724	207.3722	207.3754
		Вертикальный угол	112.5268	112.5271	112.5246	112.5257	112.5271
		Дальность	22.746	22.749	22.762	22.772	22.749

При изучении данных инструментальных измерений отмечались ровные незначительно изменяемые значения горизонтального угла и дальности. По величине дальности смещения очень небольшие, от 2 до 8 мм, составлена схема векторов смещения (Рисунок 4).

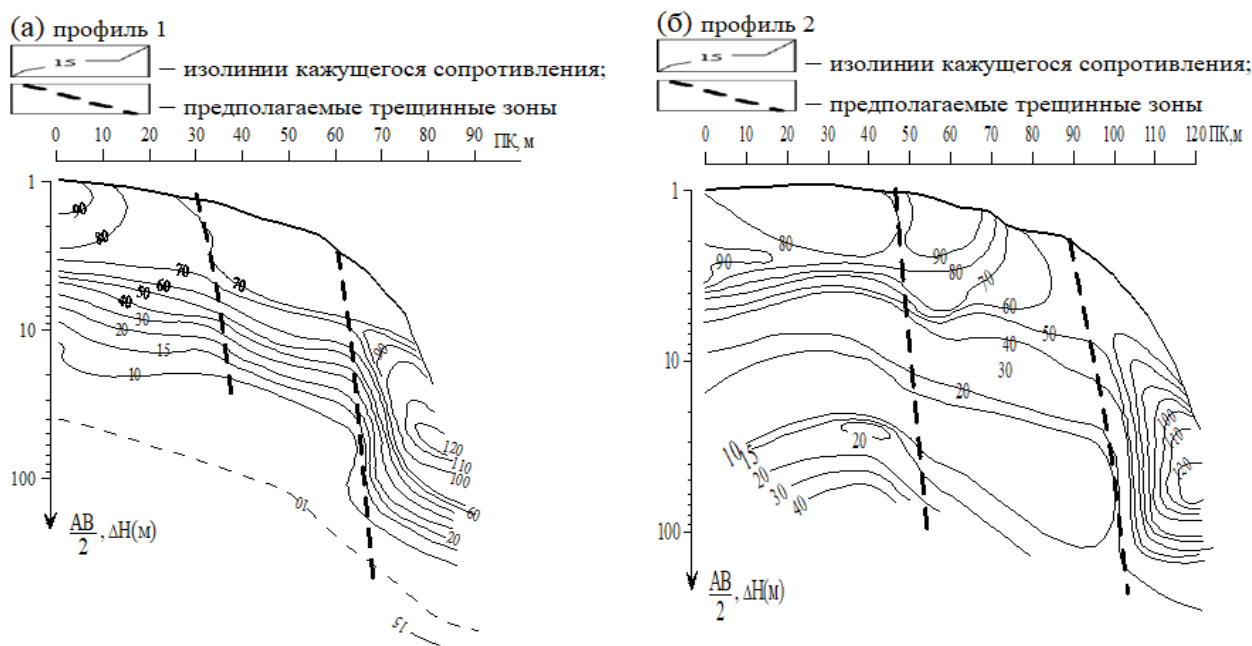


Рисунок 4 – на участке Коктобе разрезы изоом по данным ВЭЗ по профилям 1 и 2 (материалы авторов).

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Геодезические исследования являются важной частью рабочих процессов в разных видах деятельности: в строительстве (зданий и объектов инфраструктуры), геологоразведке и добыче полезных ископаемых, в городском планировании, землеустройстве и межевании, при выполнении кадастровых работ. Нельзя сказать, что традиционные методы полностью устарели и срочно нуждаются в полной замене. Однако следует признать, что в ряде случаев они зачастую оказываются гораздо менее эффективными по сравнению с новыми технологиями. Методика проведения геодезических исследований давно известна и мало отличается в плане национальных стандартов и требований. Развитие новых технологий, разумеется, вносит свои коррективы в эту сферу, но в целом традиционные методы и инструменты остаются востребованными. Более сложной становится задача по изысканиям на больших территориях. Хотя и в этом случае большая роль остается за наземными исследованиями и измерениями, выполнять их без поддержки с воздуха становится сложно, трудоемко и дорого. Подспорьем становится использование космической и аэрофотосъемки с последующей расшифровкой материала. Во-первых, сами космоснимки сегодня представляют собой почти полностью автоматизированные платформы с элементами искусственного интеллекта, высокопроизводительным аппаратным и программным обеспечением. Во-вторых, для таких платформ появилось много высококачественного дополнительного оборудования, которое обеспечивает выполнение задач почти любого уровня сложности. В-третьих, специализированное программное обеспечение и соответствующие приложения для компьютеров и мобильных устройств создают единую производственную среду и позволяют эффективно интегрировать беспилотные системы в общий рабочий процесс.

На Каскелен-Талгарском полигоне проявления ОГП отмечаются с неизменным постоянством до 5 – 7 случаев ежегодно. 2021 год был более засушливый, осадков выпало гораздо меньше, чем в 2018 г., но развитие ОГП отмечалось по всем бассейнам рек полигона.

Бассейн р. Каскелен: продолжается разрушение оползнеопасного склона, пост № 13, со смещением вниз по склону до 30 – 50 см, отмечается частичное разрушение дороги (поднятие асфальта дороги); оползень южнее 1 км селевой плотины, левый берег р. Каскелен – при активизации оползня возможны разрушения хоз. строений жилого дома; проявления оползней, расположенных на левом берегу реки, приведут к засыпке полотна дороги; маршрутами, проведёнными по правым притокам реки Каскелен рекам Емеген и Кожай, отмечается широкое развитие оползневых процессов по всей длине рек. Они расположены в малонаселённой зоне и прямого влияния на население не оказывают. Косвенное влияние – при сходе оползней и перегораживанию русел образуются озёра, при прорыве которых возникают паводки, как это было в 2010 году на р. Кожай; активизация боковой эрозии реки приводит к образованию заторов на реке.

Бассейн р. Кыргауылды: разрушение полотна дороги на 4 участках, с образованием крутых и отвесных откосов, высотой более 8-10 м; дорога к дачным массивам в 3 местах была перекрыта на некоторое время оползневыми отложениями; на расстоянии 1,2 км происходят обвалы, вывалы глыб, валунов, с крутых откосов дороги на асфальт.

Бассейн р. Аксай: многочисленные оползни, оплывины на горных склонах приводят к разрушению дачных участков, дорог, проложенных к дачным массивам; активизация боковой эрозии реки приводит склон в районе постов № 1 и № 5 в неустойчивое состояние; сход оползня по р. Акжар, пост № 2, привёл к частичному перекрытию поймы ручья Акжар и формированию дополнительных масс грунта в пойме, а так как по ручью ежегодно, 2-3 раза, проходят селевые потоки, то накопление твёрдой составляющей селевых потоков приведёт к ещё большим разрушениям; селевые потоки по ручью Акжар в 2016 году 3 раза перекрывали дорогу, проходящую по ущелью; мощный оползень в правом борту реки, ниже 1 км характерной излучины, перекрыл частично русло р. Аксай. Оползневые отложения были смыты с образованием отвесных ступеней высотой до 1,2-1,5 м.

Бассейн р. Большая Алматинка: активизация обвальных процессов по дороге ГЭС 1 – БАО на расстоянии более 3 км; активизация боковой эрозии приводит к обрушению пород в русло реки, пост № 11; по руслам левых притоков Большой Алматинки, лог Кокчека и Малютинский, это очаги ливневого селеобразования – сплошные оползни и обвалы; садовое товарищество Алма оползнем разрушен дачный дом.

Бассейн р. Есентай (Весновка): в результате ливневых дождей в 2016 году трасса для проведения лыжных соревнований на отдельных участках полностью разрушена или перекрыта отложениями оползней и оплывин; существует угроза разрушения электроподстанции № 131а Горный гигант, расположенной на гребне горы трамплинов; опасное расположение двух домов, всего в нескольких метрах от подножья крутого склона восточной экспозиции – активизация оползневых процессов может привести к их разрушению. За отчётный период продолжается разрушение горы трамплинов.

Бассейн р. Малая Алматинка: в результате ливневых дождей 2016 года в урочище Медео произошло формирование оползней, которые перекрывали дорогу на гребень плотины, а по западной дороге, в результате оползня, была опасность разрушения опоры канатной дороги на Чимбулак.

Дорога Медео – Чимбулак, южнее 180 м снеголавинной станции велика вероятность разрушения полотна дороги вследствие обрушения склона. Обрывистый склон расположен всего в 2 – 3 м от дороги. Ширина обрушения вдоль дороги до 25 – 30, длина по склону до 60 – 70 м, уклоны до 70 – 80°. По дороге отмечаются трещины.

Ручей Батарейка – по всей длине русла на крутых склонах V-образного ущелья отмечаются оползни, оплывины небольших объёмов.

Гора Коктобе – на территории парка проведены масштабные строительные работы. Построены новая станция канатной дороги, ресторанный комплекс, колесо обозрения, расширена территория гребня горы. Но на крутых склонах всё же отмечаются оплывины, срывы почвенно-растительного слоя, деформация ступеней лестниц, отмостки здания ресторана. На

свежеотсыпанных грунтах, западнее ресторана, организована широкая площадка для транспорта. На западной её окраине, несмотря на проведённое уплотнение грунтов, отмечается образование оползней.

Бассейн р. Широкая щель: оползнями периодически перекрывается дорога к дачным массивам и к пос. Сулусай, подпорная стенка повреждена.

Бассейн ручья Котырбулак: по всей длине ручья отмечаются оползни, оплывины у подножья крутых склонов, подрезаемых рекой. На турбазе Табаган на склоне западной экспозиции в 2016 году сошёл новый оползень. Здесь можно отметить наложение как природных факторов (обильные дожди), так и техногенных – утечка воды из водовода. Маршрутами, проведёнными в 2017 году, вновь отмечалась утечка воды из водоотводящих систем, на что было письмо руководителям лыжного курорта Табаган.

Кроме того, оползни, оплывины, обвалы произошли и по другим рекам Заилийского Алатау: Иссык, Тургень, Узын-Каргалы.

5 ВЫВОДЫ

Основной целью проведенных исследований являлось изучение опасных геологические процессы Каскелен-Талгарского полигона, с помощью традиционных и космических методов геодезических измерений. В результате проведённых работ было определено, что более точную информацию показывают космоснимки, а также их удобно использовать в невидимых местах для традиционного измерения.

В результате космических и традиционных измерений были созданы инженерно-геологические карты (**Рисунок 5**), которые позволяют распределить территорию полигона по степени опасности возникновения оползней и прогнозировать положение отдельных оползнеопасных участков.

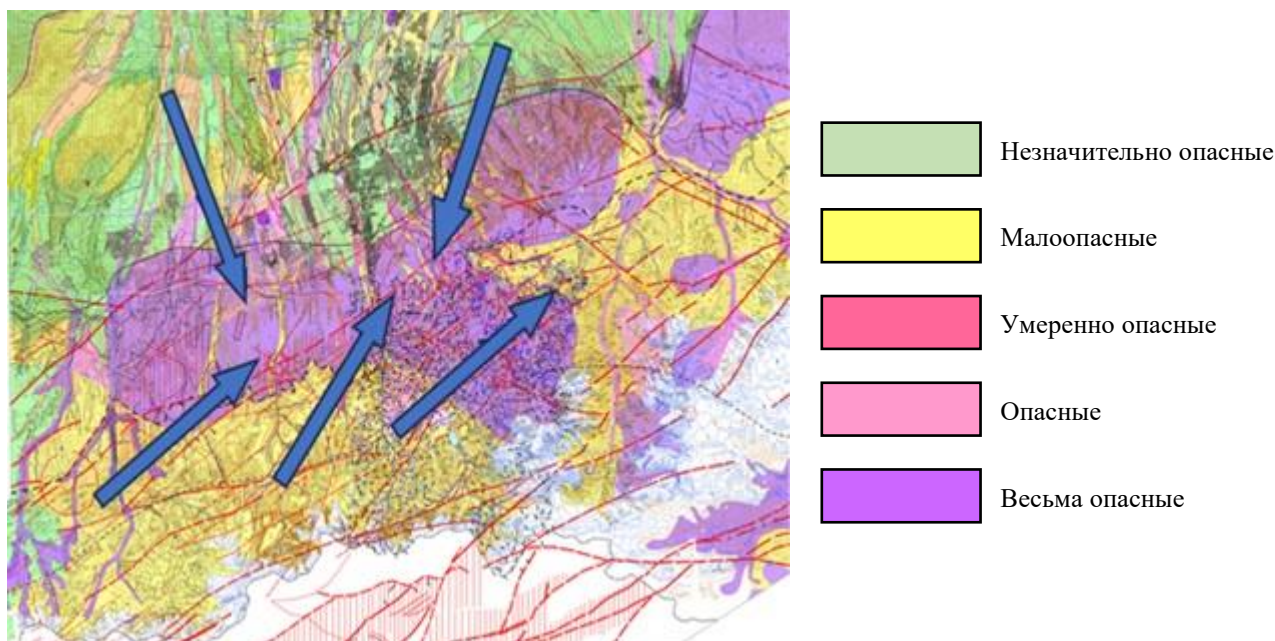


Рисунок 5 – Результаты исследования опасных геологических процессов Каскелен-Талгарского полигона (материалы авторов)

Исследование ОГП проводится комплексом различных методов и включает в себя: дешифрирование крупномасштабных космоснимков со спутников Ikonos, Quik, Bird, позволяющее определить масштабность воздействия человека на природные комплексы, выявить площади наиболее подверженные проявлению опасных геологических процессов, определить

направление проведения мониторинговых маршрутов; топогеодезические работы, выполняемые с целью изучения динамики развития процессов на стационарных постах полигона. Работы проводятся высокоточными современными геодезическими приборами (электронный тахеометр TS15, светодальномеры), со съёмкой с опорных точек грунтовых реперов, установленных на различных элементах изучаемого склона; измерения рулеткой линий между реперами, расположенными по разные стороны трещин; аэровизуальные наблюдения позволяют определить общие направления горных, опытных работ, маршрутных исследований; проведение мониторинговых маршрутов по площади полигона позволяет определить новые участки проявления опасных процессов масштабность и степень их влияния на население.

В настоящее время анализ выполненных исследований по мониторингу ОГП позволил сделать следующие основные выводы:

- По ручьям Акжар, Кокшукыр, Малютинский, Кызылжар, которые являются очагами ливневого селеобразования, прошли селевые потоки, которые привели к значительным изменениям строения долин этих ручьёв, с активизацией оползней, обвалов, боковой и донной эрозии, вдоль всего русла, формированию конусов выноса, перекрывших дороги, русла рек, инженерные коммуникации. Активизация оползневых процессов широко проявила себя на постах № 2, № 5, № 8, № 9, № 12, № 13, № 17, № 26. Сошедшими оползнями повреждены, или засыпаны репера на оползнеопасных склонах, частично перекрыты дороги. Селевые потоки по ручьям Акжар, Кокшукыр, Малютинский, Кызылжар на некоторое время перекрыли дороги по горным ущельям, повредили инженерные коммуникации, водоводы. Селевые отложения ручья Акжар перекрыли долину р. Аксай, заставив её прижаться к левому крутому берегу, что усилило боковую эрозию на постах № 1 и № 5. Крутой берег был подрезан в основании, а в пойме реки смыты 3 грунтовых репера, простоявшие с 2005 года (время создания Каскелен-Талгарского полигона).

- При дешифрировании космоснимков крупного масштаба и разных годов залета, отмечалась степень воздействия человека на природные комплексы, где за 2008-2023 годы выделены ряд площадей масштабного строительства в горной области Заилийского Алатау, определялась масштабность оползневых процессов, формирование и динамика развития трещин отрыва, намечались пути дальнейшего направления полевых работ по изучению ОГП. Для достижения наиболее полной, достоверной и детальной информации необходимы космоснимки высокого разрешения (0,1 – 0,4 на пиксель) и новая версия программы ENVI.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Smirnov, A. I.** (2022). Types and current activity of the development of hazardous geological processes in the Southern Urals and the Urals. [Vidy i sovremennaya aktivnost' razvitiya opasnyh geologicheskikh processov na Yuzhnom Urale i Priural'e. Doklady RAN. Nauka o zemle] Reports of the Russian Academy of Sciences. Geoscience, 507, 173-184. <https://doi.org/10.1134/S1028334X22601584> (In Russ.).
2. **Svalova, V. B., Zaalishvili, V. B., Ganapati, G. P., Nikolaev, A. V., Ginzburg, A. A.** (2019). Integrated environmental monitoring in Russia and India. [Kompleksnyj ekologicheskij monitoring v Rossii i Indii. Geologiya i Geofizika Yuga Rossii] Geology and Geophysics of the South of Russia, 9 (4), 86-101. <https://doi.org/10.23671/VNC.2019.4.44491>. (In Russ.).
3. **Mazur, I. I., Ivanov, O. P.** (2004). Dangerous natural processes (p. 702) [Opasnye prirodnye processy]. Moscow. Publishing House "Economy". (In Russ.).
4. **Mustafaev, S. T., Smolyar, V. A., Burov, B. V.** (2008). Hazardous geological processes in the territory of South-Eastern Kazakhstan [Opasnye geologicheskie processy na territorii Yugo-Vostochnogo Kazahstana] Almaty. (In Russ.).
5. **Medeu, A. R.** (2004). Report. Landslide phenomena in the foothill zone of the northern slope of the Trans-Ili Alatau (p. 135) [Otchyot. Opolznevye yavleniya predgornoj zony severnogo sklona Zailijskogo Alatau] (In Russ.).

6. **Salmenov, E. Z., Borisov, V. N.** (2014). Monitoring hazardous geological processes at the Kaskelen-Talgar test site (p. 321) [Vedenie monitoringa opasnyh geologicheskikh processov na Kaskelen-Talgarskom poligone] (In Russ.).
7. **Seminsky, K. Zh.** (2022). Integrated monitoring of hazardous geological processes in the Baikal region: organization of a pilot network and first results. *Geodynamics and Tectonophysics*, 13 (5) [Kompleksnyj monitoring opasnyh geologicheskikh processov v Pribajkal'e: organizaciya pilotnoj seti i pervye rezul'taty. Geodinamika i tektonofizika] <https://doi.org/10.5800/GT-2022-13-5-0677> (In Russ.).
8. **Salmenov, E. Z., Borisov, V. N.** (2014-16). Monitoring of hazardous geological processes at the Kaskelen-Talgar test site [Vedenie monitoringa opasnyh geologicheskikh processov na Kaskelen-Talgarskom poligone na 2014-2016 gody], 292 p. (In Russ.).
9. **Smolyar, V. A., Burov, B. V., Shestakova, V. V., Galyandina, V. V.** (2005). Generalization of hydrogeological, engineering-geological materials on the UGP of the South-Eastern region of Kazakhstan, exposed to the influence of UGP, for the purpose of certification, compilation of the cadaster. *Almaty* (p. 228) [Obobshchenie gidrogeologicheskikh, inzhenerno-geologicheskikh materialov po OGP Yugo-Vostochnogo regiona Kazahstana, podverzhennomu vozdejstviyu OGP, s cel'yu pasportizacii, sostavleniya kadastra] (In Russ.).
10. **Salmenov, E. Z., Borisov, V. N.** (2014). Creation of additional posts at the Kaskelen-Talgar site for monitoring hazardous geological processes for 2013-2014. *Almaty* (p. 183) [Sozдание dopolnitel'nyh postov na Kaskelen-Talgarskom poligone monitoringa opasnyh geologicheskikh processov na 2013-2014 gody] (In Russ.).
11. **Shaytorov, V. N., Stromov, V. M.** (2006). Results of geophysical work for engineering-geological exploration of areas of landslide processes in the Almaty region. *Funds of IGI NNC RK* [Rezul'taty geofizicheskikh rabot dlya inzhenerno-geologicheskoy razvedki uchastkov opolznevyh processov v Almatinskoj oblasti] (In Russ.).
12. **Cicerone, R. D., Ebel, J. E., Britton, J. A.** (2009). Systematic Compilation of Earthquake Precursors. *Tectonophysics*, 476 (3-4), 371-396. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2009.06.008>.
13. **Kuo, T.** (2014). Correlating Precursory Declines in Groundwater Radon with Earthquake Magnitude. *Groundwater*, 52 (2), 217-224. <https://doi.org/10.1111/gwat.12049>.
14. **Ma, J., Guo, Y., Sherman, S. I.** (2014). Accelerated Synergism along a Fault: A Possible Indicator for an Impending Major Earthquake. *Geodynamics & Tectonophysics*, 5 (2), 387-399 [Uskorenniy synergizm vdol' razloma: vozmozhnyy indikator neizbezhnogo krupnogo zemletryaseniya. Geodinamika i tektonofizika] <https://doi.org/10.5800/GT-2014-5-2-0134> (In Russ.).
15. **Svalova, V. B., Zaalishvili, V. B., Ganapathy, G. P., Nikolaev, A. V., Melkov, D. A.** (2019). Landslide risk in mountain areas. *Geology of the South of Russia*, 9 (2), 109-127. <https://doi.org/10.23671/VNC.2019.2.31981>.
16. **Vranken, L., Vantilt, G., Van Den Elckhaut, M., Vandekerckhove, L., Poesen, J.** (2015). Landslide risk assessment in densely populated hilly area. *Landslides*, 12 (4), 787-798. <https://doi.org/10.1007/s10346-014-0506-9>.
17. **Wirtz, A., Kron, W., Low, P., Steuer, M.** (2014). The need for data: natural disasters and the challenges of database management. *Natural Hazards*, 70, 135-157. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0312-4>.
18. **Postoyev, G. P., Svalova, V. B.** (2005). Landslides Risk Reduction and Monitoring for Urban Territories in Russia. *Landslides*, 297-303. https://doi.org/10.1007/3-540-28680-2_38.

UDC 624.15
IRSTI 67.01.05
RESEARCH ARTICLE

DESIGN METHODS AND FEATURES OF FOUNDATIONS OF HIGH-RISE BUILDINGS

A.M. Kuanyshbai¹ , B.M. Aubakirova^{1*} 

¹International Educational Corporation, 050043, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *The article large loads applied to the foundations of high-rise buildings from above-ground structures, as well as their high sensitivity to swaying, create their own peculiarities in the calculation and design of the foundations of high-rise buildings, which have not yet been sufficiently studied and require further research. In this regard, the study of these issues is relevant and has practical significance. The article proves that the pressure on the foundation of high-rise buildings is significantly higher than that of buildings up to 75 m high, which requires special laboratory and field studies; the features of geotechnical research, current standards, and excessive loads (1–2 MPa) are considered. High sensitivity to foundation deflections is ensured by increasing the dimensions (depth and width) of the compressed structure. The study examined the problems of calculation and design of foundations of high-rise buildings. The identified features of high-rise buildings require the development of geotechnical research, basic principles of calculation and design. It has been proven that in order to assess the accuracy of determining individual soil parameters, soil samples should be placed in devices that allow sealing the soil sample, as well as measuring pore and total pressure in order to restore the original state of the soil.*

Keywords: *high-rise building, pile foundation, loads, soils, pile-slab foundation.*

***Corresponding author**

Aubakirova Bakhyt, e-mail: b.aubakirova@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-09>

Received 15 January 2024; Revised 20 February 2024; Accepted 05 March 2024

ӘОЖ 624.15
ҒТАМР 67.01.05
ҒЫЛЫМИ МАҚАЛА

БИІК ҒИМАРАТТАРДЫҢ ІРГЕТАСТАРЫН ЖОБАЛАУ ӘДІСТЕРІ МЕН ЕРЕКШЕЛІКТЕРІ

М.А. Қуанышбай¹ , Б.М. Аубакирова^{1*} 

¹Халықаралық білім беру корпорациясы, 050043, Алматы, Қазақстан

Андатпа. Мақалада әлі жеткілікті зерттелмеген және қосымша зерттеулерді қажет ететін, биік ғимараттардың іргетастарына түсетін үлкен жүктемелер мен олардың тербеліске жоғары сезімталдығы, көп қабатты ғимараттардың іргетастарын есептеу және орналастыру ерекшеліктерін тудыраыны қарастырылған. Осыған байланысты бұл мәселелерді зерттеу өзекті және практикалық мәнге ие. Мақалада көпқабатты үйлердің іргетасына түсетін қысымның биіктігі 75 м-ге дейінгі ғимараттарға қарағанда әлдеқайда жоғары екендігі дәлелденген, бұл арнайы зертханалық және далалық зерттеулерді қажет етеді. Инженерлік-геологиялық зерттеулердің ерекшеліктері, қолданыстағы нормалар және шамадан тыс жүктемелер (1–2 МПа) қарастырылады. Іргетастың ауытқуларына жоғары сезімталдығы, құрылымның өлшемдерін (тереңдігі мен ені) ұлғайту арқылы қамтамасыз етіледі. Зерттеу барысында көпқабатты үйлердің іргетасын есептеу және жобалау мәселелері қарастырылды. Көпқабатты ғимараттардың анықталған ерекшеліктері геотехникалық зерттеулерді, есептеу мен жобалаудың негізгі принциптерін дамытуды талап етеді. Топырақтың жеке параметрлерін анықтаудың дәлдігін бағалау үшін топырақ үлгілерін топырақ үлгісін тығыздауға, сондай-ақ кеуекті кеңістікті өлшеуге мүмкіндік беретін құрылғыларға орналастыру керек екендігі дәлелденді.

Түйін сөздер: биік ғимарат, қадалы іргетас, жүктемелер, топырақтар, қадалмалы-плиталы іргетас.

*Автор-корреспондент
Аубакирова Бахыт, e-mail: b.aubakirova@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-09>

Алынды 15 қаңтар 2024; Қайта қаралды 20 ақпан 2024; Қабылданды 05 наурыз 2024

УДК 624.15
МРНТИ 67.01.05
НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОСОБЕННОСТИ ФУНДАМЕНТОВ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

М.А. Қуанышбай¹ , Б.М. Аубакирова^{1*} 

¹Международная образовательная корпорация, 050043, Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются нагрузки, прикладываемые к фундаментам высотных зданий от надземных сооружений, а также их высокая чувствительность к раскачиванию создают свои особенности расчета и устройства фундаментов высотных зданий, которые еще недостаточно изучены и требуют дальнейших исследований. В связи с этим исследование данных вопросов актуально и имеет практическое значение. В статье доказано, что давление на фундамент высотных зданий значительно выше, чем у зданий высотой до 75 м, что требует специальных лабораторных и натурных исследований, рассмотрены особенности инженерно-геологических исследований, действующих норм, чрезмерных нагрузок (1–2 МПа). Высокая чувствительность к прогибам фундамента обеспечивается увеличением размеров (глубины и ширины) сжимаемой конструкции. В ходе исследования рассмотрены проблемы расчета и проектирования фундаментов высотных зданий. Выявленные особенности высотных зданий требуют разработки инженерно-геологических исследований, основных принципов расчета и проектирования. Доказано, что для оценки точности определения отдельных параметров почвы образцы почвы следует помещать в приборы, позволяющие осуществлять герметизацию образца почвы, а также измерение порового и общего давления с целью восстановления исходного состояния грунта.

Ключевые слова: высотное здание, свайный фундамент, нагрузки, грунты, свайно-плитный фундамент.

*Автор-корреспондент
Аубакирова Бахыт, e-mail: b.aubakirova@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-09>

Поступило 15 января 2024; Пересмотрено 20 февраля 2024; Принято 05 марта 2024

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 КІРІСПЕ

Көп қабатты ғимараттардың конструкцияларын талдау негізінде биік ғимараттардың іргетастарын жобалау әдістері мен ерекшеліктері қарастырылып, қолданыстағы конструкцияларды қолдану мүмкіндігі бағаланып, биік ғимараттардың іргетастарын жетілдіру бойынша ұсыныстар берілді (**Shulyatiev et al., 2013**).

Көптеген жағдайларда іргетастарды есептеу үшін қатты изотропты серпімді ортаға арналған кернеулер мен деформацияларды байланыстыратын тендеулер қолданылады. Топырақ ортасы, оның қалыптасуына байланысты, жалпы жағдайда, икемділікке ие анизотропты, гетерогенді масса болып табылады. Осыған байланысты, топырақ массивінің жүктемесі мен деформациясынан кернеулердің таралуын есептеу үшін бірқатар болжамдар енгізіледі, олардың негізгілері: жүктеме бір бағытта қолданылады, пластикалық деформация аймақтары топырақ массивінің (**Pu et al., 2022**).

Биік ғимараттарды жобалау кезінде дәлірек есептеу қажет болғандықтан, биік ғимараттарды есептеу үшін көрсетілген болжамдардың қаншалықты қолданылатынын бағалау маңызды. Оны есептеу үшін топырақ параметрлерін анықтау қажет (**Berlinov, 2011**).

2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

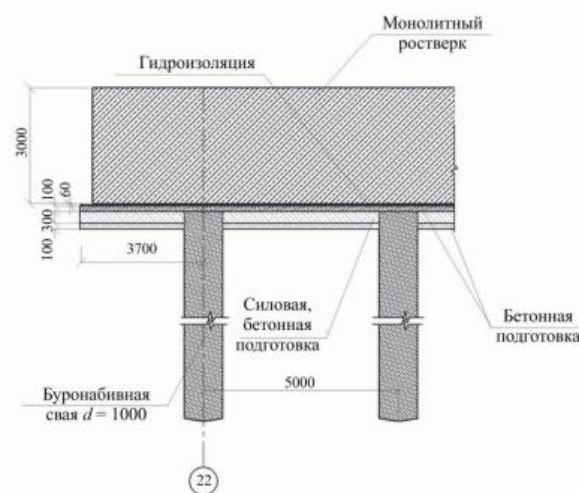
Қазіргі уақытта, негізінен, үздіксіз орта механикасында жақсы дамыған серпімділік, икемділік және сусымалы есептерді шешуге байланысты есептеулерде қолданылатын континуальды модельдер қолданылады. Сонымен қатар, егер оның барлық нүктелерінде ортаның физика-механикалық қасиеттері бірдей болса, орта біртекті болып саналады. Топырақтағы гетерогенділік тереңдікте үздіксіз немесе қабаттан қабатқа өзгеруі мүмкін.

Іргетас жобалау кезінде сығылатын қалыңдықтың тереңдігі және жалпы жұмысқа қатысатын негіз артады.

Қадалы терең төселетін іргетастар қазбасы бар және қазбасы жоқ түрінде жасалады. Топырақ қазбасы – іргетас қадалары соғылмалы және қағылмалы болады. Бөлімдері 300×300 және 350×350 стандартты соғылмалы және қысылмалы қадалар ереже бойынша іргетас табанындағы қысым 1 МПа шамамен биіктігі 200 м болатын ғимаратқа сай болғанда қолданылады. Керісінше жағдайда іргетастарды грунт қазбасымен жасау қажет, қадалары болат трубадан, баретталы, кессондар, консоль жасау арқылы іргетас табанын ауданын үлкейту қажет. Ең көп қолданылатын қадалы іргетастар, кез келген грунт жағдайында қолданылатын диаметрі 2 м дейін бұрғылы қағылмалы. Кессондар грунтты бұрғылау қиын болған жағдайда, өте жоғары жүктеме үлкен тереңдікке беру кезінде және құрылыс-монтажды жұмыстарды жылдам орындау кезінде қолданылады.

Қазіргі уақытта кессондар Гонконг қаласындағы биік ғимараттарды салуда қолданылады. Олар негізінде екі түрлі өлшемдермен дайындалады, диаметрі 3 немесе 5 м және ұзындығы 50 м болады. Кейбір жағдайларда құрылымы тұрақсыз грунттарда құрылыс жүргізгенде ең тиімдісі болат трубалы қадалар (**Arshid et al., 2013**).

Көптеген бірнеше қадаларға жүктеме беру үшін биік ғимараттың контурынан асатын қорабшалы ростверк жасайды. Мысалы бұндай ростверк Санкт-Петербург қаласындағы «Лахта-центр» мұнарасында қолданыған. Гидрооқшаулағыш құрылғының сапасын жақсарту үшін кейбір жағдайларда екі қабатты ростверк қолданылады. Ростверктің төменгі бөліктері қадалардың бастарын біріктіреді және гидроизоляцияға негіз болады (**1-сурет**). Осындай конструкция бір шетінен гидрооқшаулауды сапалы орындауға, екіншіден қадалардың бастарына июші моменттердің берілуін оқшаулайды. Бұл конструкция Москва-СИТИ объектілерінде қолданыған.



1-сурет – Екі қабатты ростверк конструкциясы (Shulyatiev et al., 2013).

Қадалмалы-плиталы іргетас плиталар мен қадалардың бірге жұмыс жасауын бідіреді. Ол іргетас табанындағы грунт жұмысқа қаосылып жүктеменің бөлігін қабылдағын жағдайла қолданылады (2-сурет). Іргетастың бұл типі іргетасқа біркелкі емес жүктемелер әсер еткенде және жаңада құрылыстың дайын ғимарттарға әсерін азайту үшін қолданылады. Жалпы бұл іргетас биік бөлшектерден тұратын бірыңғай стилобатпен біріктірілген көпфункционалды комплекстер салу кезінде эффективті болып келеді (Chunyuk et al., 2020).

Қадалмалы-плиталы іргетасты жобалу кезінде негіздегі топырақ пен қадалар, ростверктер арасындағы өзара әрекеттесуін ескеру қажет. Дәстүрлі проекциялау мен есептеулерге қарағанда қадалмалы-плиталы іргетасты жобалау негіз бен ғимарат арасындағы көбірек өзар әрекеттесуін қажет етеді.



2-сурет – Қадалы және плиталы іргетастың көріністері (Trufanov & Ignatova, 2010).

Жиналған тәжірибиелерге қарай қазіргі уақытта қадалмалы-плиталы іргетасты жобалаудың келесі түрлері кездеседі:

- Көптеген қысқа қадалардың орынына бірнеше ұзын қадалар қолдану;
- Қадаларды жүктеме әсер ететін аймақта орналастыру;
- Қадалардың көтергіштік қасиетін есептер кезде орталыққа қатысты бұрыштық және периметрлік қадалардың кептелуін ескеру қажет;
- Топырақтың табиғи күйін сақтау шаралары плитаның астында жобаның құрамдас бөлігі болуы керек;
- Ростверктің плиталық бөлігі мен қадалардың арасында плиталық іргетасты қосқан кезде монолитталатын алшақтық орнату қажет.

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Топырақтың белгілі бір параметрлерінің дұрыстығын бағалау барысында ең бастысы инженерлік-геологиялық зерттеулерді жүргізу қажет.

Биік ғимараттардың іргетасын жобалауға арналған инженерлік-геологиялық жағдайын зерттеу арқылы; тереңдігін ескеріп, топырақтың құрылымдарына ерекше назар аудару керек. Бастапқы кернеу күйін қалпына келтіру үшін, топырақ сынамаларын іріктеу кезінде және герметизациялауға, сондай-ақ кеуекті және жалпы қысымды өлшеуге мүмкіндік беретін аспабтарға салу керек. Бұл жағдайда топырақты қысу және тұрақтандыру сынақтарын одан әрі жүргізуге жарамды болуы керек (Kreis, 2020). Өкінішке орай, мұндай аспабтар көп көлемде шығарылмайды.

Сығылатын қалыңдықтың үлкен тереңдігінде қадалармен топырақты сынау маңызды рөлін атқарады, нәтижесінде топырақтың параметрлері кері есептеулер арқылы нақтыланады.

Осыған байланысты бірдей биік ғимараттарды салу кезінде, инженерлік-геологиялық зерттеулер жүргізу кезіндегі әдістеріне артықшылық беріледі, штамптау және прессиометриялық сынақтар, сондай-ақ кері есептеулер арқылы топырақтың механикалық сипаттамаларын нақтылай отырып, қадалармен топырақты сынау. Осыған байланысты, әртүрлі әдістермен алынған топырақтың механикалық параметрлерінде айтарлықтай айырмашылықтар болған жағдайда, геологиялық зерттеу әдістерінің нәтижелерінің (тұтастықтың ауысуы, топырақты қадалармен сынау, прессиометриялық, штамптау және т.б.) негізі ретінде қабылдау керек деген тұжырым жасалды, ал зертханалық сынақтарды жүргізу кезінде топырақ сынамасын алу сапасын бағалау керек. Сондай-ақ, сынақ жүргізілгенге дейін және жүктеме тарихын ескере отырып, бастапқы параметрлерін міндетті түрде қалпына келтіру бойынша ұсыныстар берілді. Екінші жағынан, топырақ параметрлерін анықтаудың сенімділігін арттыру үшін балама зертханада барлық сынақтардың кем дегенде 10% жүргізілуі керек (Trufanov & Ignatova, 2010).

Зерттеу барысында топырақтың деформация модулінің кернеу күйіне тәуелділігі анықталды.

Біз жалпы кернеу күйін көлемнің өзгеруіне әкелетін шар тензорына және пішіннің өзгеруіне әкелетін кернеу девиаторына бөлеміз. Деформацияланған күймен де солай жасайық содан кейін келесі инварианттарды пайдалануға мүмкіндік береді:

- орташа қалыпты кернеу, σ_m
- орташа сызықтық деформация, ε_m
- көлемді деформация, ε_v
- кернеу қарқындылығы, τ
- ығысу деформациясының қарқындылығы γ .

Қатты денелердің механикасы теориясына сәйкес массив нүктесіндегі кернеулі деформацияланған күй қалыпты ($\sigma_x, \sigma_y, \sigma_z$) және тангенциалды ($\tau_{xy} = \tau_{yx}, \tau_{xz} = \tau_{zx}$) кернеулермен, сондай-ақ сызықтық ($\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$) және бұрыштық ($\gamma_{xy} = \gamma_{yx}, \gamma_{xz} = \gamma_{zx}$) деформациялармен анықталады.

Олардың арасындағы байланыс келесі белгілі өрнектермен анықталады (1-2):

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E} [\sigma_x - \mu(\sigma_y + \sigma_z)]; \varepsilon_y = \frac{1}{E} [\sigma_y - \mu(\sigma_x + \sigma_z)]; \varepsilon_z = \frac{1}{E} [\sigma_z - \mu(\sigma_x + \sigma_y)] \quad ;(1)$$

$$\gamma_{xy} = \frac{2(1+\mu)}{E} \tau_{xy}; \gamma_{yz} = \frac{2(1+\mu)}{E} \tau_{yz}; \gamma_{xz} = \frac{2(1+\mu)}{E} \tau_{xz}; \quad (2)$$

$$\sigma_m = \frac{1}{3} (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z) = \frac{1}{3} (\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3); \quad (3)$$

$$\sigma_m = \frac{1}{3} (\varepsilon_x + \varepsilon_y + \varepsilon_z) = \frac{1}{3} (\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3); \quad (4)$$

$$\varepsilon_v = 3\varepsilon_m; \quad (5)$$

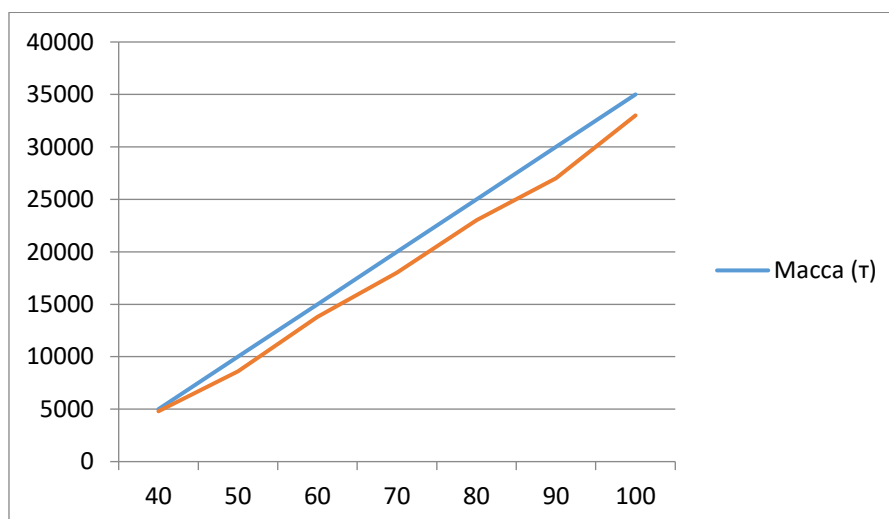
$$\tau = \frac{1}{\sqrt{6}} \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} = \frac{1}{\sqrt{6}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)}; \quad (6)$$

$$\gamma = \sqrt{\frac{2}{3}} \sqrt{(\varepsilon_x - \varepsilon_y)^2 + (\varepsilon_y - \varepsilon_z)^2 + (\varepsilon_z - \varepsilon_x)^2 + \frac{2}{3}(\gamma_{xy}^2 + \gamma_{yz}^2 + \gamma_{zx}^2)} = \sqrt{\frac{2}{3}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2)} = \sqrt{\sqrt{\frac{2}{3}} (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2} \quad (7)$$

Нәтижесінде салыстырмалы деформацияға кернеу қарқындылығы мен барлық негізгі кернеулердің шамалары да әсер ететіні анықталды. Сонымен қатар, кернеу пайда болуын қалыптасудан бастап барлық топырақ массивінің белгілі бір нүктесін жүктеу маңызды рөл атқарады, яғни негізгі кернеулердің бірдей қатынасында топырақтың әртүрлі салыстырмалы деформацияларын алуға болады (**Trufanov & Ignatova, 2010**).

Биік ғимараттардың жобалық шешімдері мен құрылымдарының ерекшеліктерін талдау негізінде іргетастарды жобалауға әсер ететін келесі ерекшеліктерді ажыратуға болады:

- құрылыс процесінде ғимараттардың биіктігінің өсуімен юрге біркелкі ғимараттың салмағы (**3-сурет**);
- жел жүктемелері, олардың әсерінен көлденең күш пен иілу моменті пайда болады, іргетас құрылымдарына беріледі. Бұл жағдайда іргетастың табанындағы қысымның жоғарылауын және шеткі аймақтарда орналасқан қадалардағы көлденең күш артуын ескеру қажет;
- жүктеменің едәуір бөлігі бар ғимараттың қаттылық элементтерінің болуы және орналасуы (лифт және баспалдақ секциялары, көтергіш қабырғалар және т. б.);
- ғимараттың құрылымына қатысты орналасуы;
- ғимараттардың қосымша элементтерінің болуы.



3-сурет – Көп қабатты ғимараттың салмағының қабаттар санына тәуелділігі (авторлар материалы)

Ең икемді деп саналатыны – топсалы рамалық құрылымдар. Орталық ядросы бар құрылымдық сұлба жағдайында оған тік және көлденең жүктемелер мен иілу моменті шоғырланған. Аутентификация жүйесі – бұл бағандарға жүктемелерді ішінара жіберетін,

осылайша ядроғағы иілу моментін төмендететін қатты аутентификация қабаттарының құрылғысы. Әдетте, бұл дизайн 100 қабаттан жоғары ғимараттарда қолданылады. Мысал ретінде кешеннің биік мұнарасын келтіруге болады ([Lukpanov et al., 2019](#)).

«Лахта орталығы», оның іргетасын жобалау, сонымен қатар әлемдегі ең биік ғимарат – Токиодағы биіктігі 4000 м болатын Никитина-Травуша мұнарасы жер сілкінісі мен дауылдың әсеріне арналған конустық торлы қабық түрінде. Ғимарат сыйымдылығы 500 000 адамға дейін тұрғын үй салу керек еді. Мұнараның түбінде биіктігі 100 м цилиндр бар, ол алдын - ала кернелген іргетасқа сүйенеді ([Polyakova et al., 2022](#)).

Көп қабатты ғимараттарды салу кезінде материал ретінде негізінен болат пен темірбетон қолданылады. Бұл жағдайда бетонның В80 және одан жоғары класы болуы мүмкін. Мысалы, Сауд Арабиясындағы Kindom Tower (биіктігі 1007 м) төменгі бөлігінде бетонның беріктігі 85МПа, ортаңғы және жоғарғы бөліктерінде сәйкесінше 75 және 65МПа құрайды. Арматураның диаметрі 40 мм-ден асады, ал беріктігі 420 және 520 МПа құрайды.

Жоғарыда айтылғандай, көп қабатты үйлер үшін маңызды фактор оның оралуы болып табылады. R. E. Scholl екі іргелес қабаттың салыстырмалы іу қатынасында келесі ықтимал бұзылуларды анықтады ([Polyakova et al., 2021](#)).

$i_u = 0,001$ – жүк көтермейтін құрылымдарды бұзу мүмкін емес;

$i_u = 0,002$ – тірек емес құрылымдардың бұзылуы мүмкін, тірек жақтау құрылымдарының бұзылуы мүмкін емес;

$i_u = 0,007$ – тірек емес конструкциялардың бұзылуы үлкен ықтималдықпен, тірек жақтау конструкцияларының-мүмкін.

R. Katzenbach and All. әр түрлі қатынас мәндерінде конструкциялардың қисайып қирау мүмкіндіктерінің түрлерін **1-кестеде** ұсынды.

1-кесте

Конструкциялардың қисайып қирау мүмкіндіктерінің түрлерін мәндері (авторлар материалы)

№ п/п	Қираудың түрі	Қисаю мәні
1	Лифт жабдықтарын пайдаланудың шекті мәні	1/750
2	Сырттан әйнектеу	1/600
3	Ғимараттың жүк көтермейтін конструкцияларында жарықтардың пайда болуы	1/500
4	Қатты өзектерде талшықты сызаттарының пайда болуы	1/300
5	Қатайтатын өзектерде сызаттардың пайда болуы, құрылыс құрылымдарының бұзылуының мүмкіндігі	1/150

Осылайша, жүргізілген талдау негізінде іргетастың шеткі нүктелерінің біркелкі емес шөгінділерімен анықталған және 0,001-ге тең болған кезде салынып жатқан ғимаратта ешқандай мәселелер болмайды деп қорытынды жасауға болады. Мәні 0,002-ге тең болса лифт жабдығын тегістеу және лифт шахталарының бетон бөлігін кесу қажет болуы мүмкін. Ал 0,003 мәнінде 0,002 мәнімен бірдей, сонымен қатар сыртқы әйнекті жөндеу қажет болуы мүмкін, ал тірек емес құрылымдар ғимарат максималды мәні кем дегенде 50% алғаннан кейін орындалуы керек ([Awwad et al., 2019](#)).

Соңғы іс-шараларды жүзеге асыру, біріншіден, ғимараттың түпкілікті шөгінділерін ғана емес, сонымен қатар оларды уақытында дамытуды да талап етеді; екіншіден, ғимарат құрылымдарының іргетасы мен орамының нақты шөгінділерін анықтау үшін де, кері есептеулер арқылы болжам нәтижелерін нақтылау үшін де мониторинг жүргізу. Ғимараттың үлкен мәнімен қаттылық ядросының тірек құрылымдарында жарықтар пайда болады, ғимараттың бұзылуы мүмкін ([Ulitsky et al., 2017](#)).

4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Сипатталған зерттеулердің негізінде биік ғимараттарды салу кезінде инженерлік-геологиялық зерттеулер жүргізудің келесі ерекшеліктерін бөліп көрсетуге болады:

- инженерлік-геологиялық ізденістер екі кезеңде орындалуы керек: жобалау алдындағы (тұжырымдамалық ұсыныстарды, техникалық тапсырмаларды және инженерлік-геологиялық пен инженерлік-геотехникалық ізденістер бағдарламаларын әзірлеу үшін) және жобалау (жобалау құжаттамасын әзірлеу үшін);

- зерттеу аймағының өлшемдері топырақтың гетерогенділігін, тығыздалуын және анизотропиясын ескере отырып анықталуы керек (олар болған кезде);

- инженерлік-геологиялық зерттеулерді жүргізу кезінде топырақты сынаудың далалық әдістерін, оның ішінде қадаларды, кері есептеулерді орындау арқылы негіз параметрлерін нақтылай отырып, негізгі әдістер ретінде пайдалану керек;

Биік ғимараттардың іргетастарының жіктелуі орындалды және іргетас түрінің топырақ түріне және ғимараттың қабатына, сондай-ақ қадалар іргетасының түріне инженерлік-геологиялық жағдайларға тәуелділік кестелері жасалды, оларды жобалау алдындағы кезеңде іргетас түрін таңдау үшін қолдануға болады ([Khomyakov et al., 2019](#)).

Биік ғимараттардың іргетастарын жобалаудың негізгі принциптері тұжырымдалған:

- шығарылған топырақтың көлемі ғимараттың жер асты бөлігінің көлеміне тең болуы керек;

- ғимараттың жер асты бөлігін дамыту арқылы базаның топырағына қысымды төмендету керек;

- іргетасқа жүктемені беру керек, ал қаттылық элементтері (баспалдақ торлары, лифт марштары және т.б.) ғимараттың тиісті сұлбасын қолдана отырып, орталық оське қатысты симметриялы түрде орналастырылуы керек;

- ғимаратты қазаншұңқырдың ортасына орналастырған жөн;

- ғимараттың биіктігі ұлғайған кезде іргетастың шөгіндісін азайту керек ([Zhusupbekov et al., 2013](#)).

Жүргізілген теориялық зерттеулердің нәтижесінде ФВЗ негізінің ҚҚС есептеу кезінде олардың біркелкі емес деформацияларға жоғары сезімталдығына байланысты келесі факторларды ескеру қажет екендігі анықталды:

- шұңқырды жобалау кезінде топырақтың тығыздалуы;

- қолданыстағы ғимараттар мен құрылыстардың әсері;

- уақыт бойынша жауын-шашынның дамуы;

- жер асты суларының деңгейінің өзгеруі;

- топырақтың гетерогенділігі, тығыздалуы және анизотропиясы;

- деформация модулінің кернеу күйіне тәуелділігі ([Toma & Al-Hadidi, 2022](#)).

5 ҚОРЫТЫНДЫЛАР

Есептеулер мен мониторинг нәтижелерін талдау материалдарына сәйкес, сазды топырақтарда көп қабатты ғимарат тұрғызылған жағдайда, құрылыс аяқталғаннан кейін де шөгінділер жалғасатыны анықталды. Тік және көлденең бағыттардағы кернеулердің айырмашылығына байланысты механикалық анизотропия барлық топырақтарға тән. Тік және көлденең бағытта анықталған деформация модульдерінің айырмашылығы, деформация модулінің топырақ массивінің параметрі тәуелділігі туралы жүргізілген зерттеулерге сәйкес, тіпті сыртқы біртекті топырақтар үшін де 1,5 еседен көп болуы мүмкін.

Биік ғимараттардың іргетастарын есептеу және жобалау мәселесінің жай күйін зерттеу нәтижесінде мыналар анықталды:

Биік ғимараттардың анықталған ерекшеліктері инженерлік-геологиялық зерттеулердің, осындай ғимараттарды есептеу мен жобалаудың негізгі принциптерін әзірлеуді талап етеді.

Көп қабатты ғимараттың орамға ерекше сезімталдығына байланысты орамға әсер ететін факторларды анықтау және оларды есептеу кезінде ескеру маңызды.

Топырақ деформация модулінің жүктемеге тәуелділігі түрінде гетерогенділікке ие. бұл факт үлкен сығылатын қалыңдығы бар көп қабатты ғимараттар үшін өте маңызды және жан-жақты зерттеу мен есептеулерді қажет етеді.

ӘДЕБИЕТТЕР

1. **Arshid, M. U., Shabbir, F., Hussain, J., Elahi, A., Ahmed, A., & Tahir, I. K.** (2013). Assessment of variation in soil parameters, for design of lightly loaded structural foundations. *Life Science Journal*, 10(12s).
2. **Awwad, T., Gruzin, V., & Kim, V.** (2019). Sustainable reconstruction in conditions of dense urban development. In *Current Geotechnical Engineering Aspects of Civil Infrastructures: Proceedings of the 5th GeoChina International Conference 2018–Civil Infrastructures Confronting Severe Weathers and Climate Changes: From Failure to Sustainability*, held on July 23 to 25, 2018 in HangZhou, China (pp. 13-23). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95750-0_2
3. **Berlinov, M. V.** (2011). Foundations and foundation [Osnovaniya i fundamenty]. (In Russ.).
4. **Chunyuq, D. Y., & Yudina, I. M.** (2020). Foundations, retaining walls and pit fences [Fundamenty, podpornye steny i ograzhdeniya kotlovanov] (In Russ.).
5. **Khomyakov, V., Yemenov, Y., & Zhamek, N.** (2019). Methods of restoration of deformed retaining walls in seismic conditions. In *Proceedings of 16th Asian Regional Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering*, ARC.
6. **Kreis, V. A.** (2020). All about Foundations [Vsy o fundamentah]. (In Russ.).
7. **Lukpanov, R. E., Awwad, T., Orazova, D. K., & Tsigulyov, D. V.** (2019). Geotechnical research and design of wind power plant. In *Dynamic Soil-Structure Interaction for Sustainable Infrastructures: Proceedings of the 2nd GeoMEast International Congress and Exhibition on Sustainable Civil Infrastructures*, Egypt 2018–The Official International Congress of the Soil-Structure Interaction Group in Egypt (SSIGE) (pp. 220-227). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-01920-4_19
8. **Polyakova, I. M., Imambayeva, R., & Aubakirova, B.** (2021). Determining the dynamic characteristics of elastic shell structures [Mezhdunarodnoe nauchnoe izdanie, vkhodyashchee v bazu dannyh Scopus, Vostochno-Evropejskij zhurnal peredovyh tekhnologij]. (In Russ.).
9. **Polyakova, I., Imambayeva, R., Aubakirova, B., Shogelova, N., Glyzno, Y., & Zhumagulova, A.** (2022). Determining Static Characteristics of Corrugated Shell Elements Made from Composite Materials. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 6(7), 120. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.269399>
10. **Pu, S., Duan, W., Zhu, Z., Wang, W., Zhang, C., Li, N., Jiang, P., & Wu, Z.** (2022). Environmental behavior and engineering performance of self-developed silico-aluminophosphate geopolymer binder stabilized lead contaminated soil. *Journal of Cleaner Production*, 379, 134808. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.134808>
11. **Shulyatiev, O., Dzagov, A., Bokov, I., & Shuliatev, S.** (2013, September). Correction of soil design parameters for the calculation of the foundation based on the results of barrettes static load test. In *Proceedings of the 18th International conference on soil mechanics and geotechnical engineering* (pp. 615-618).
12. **Toma, N. M., & Al-Hadidi, M. T.** (2022). The effect of soaking and wetting on the properties of the gypsum soil treated with polyurethane. *Association of Arab Universities Journal of Engineering Sciences*, 29(2), 01-08. <https://doi.org/10.33261/jaaru.2022.29.2.001>
13. **Trufanov, A. N., & Ignatova, O. I.** (2010). Features of engineering and geological surveys for high-rise [Osobennosti inzhenerno-geologicheskikh izyskanij dlya vysotnyh zdaniy]. (In Russ.).
14. **Ulitsky, V., Shashkin, A., Shashkin, K., Lisyuk, M., & Awwad, T.** (2017). Numerical simulation of new construction projects and existing buildings and structures taking into account their deformation scheme. In *ICSMGE 2017-19th International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering* (pp. 2061-2064).
15. **Zhussupbekov, A., Zhunisov, T., Issina, A., & Awwad, T.** (2013). Geotechnical and structural investigations of historical monuments of Kazakhstan. In *Proceedings of Second International Symposium on Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites*, Naples, Italy (pp. 779-784).

UDC 536.1
IRSTI 67.07.11
RESEARCH ARTICLE

REPLACEMENT OF THE FLAT WEB OF THE CRANE RUNWAY BEAM WITH A CORRUGATED WEB

A.A. Bryantsev , D.A. Okanov* 

International Educational Corporation, Almaty, 050043, Kazakhstan

Abstract. *This article is devoted to the study of the possibility of replacing a flat web in runway beams with a corrugated one in order to increase the reliability and stability of welded joints. In the study, an analysis of stresses in the structure of two types of web outlines was carried out, the features and advantages of corrugated webs were revealed. The article provides a detailed overview of the analysis results, demonstrating how a corrugated structure can effectively prevent the separation of welds under the influence of loads. The reasons for choosing this method and its practical applicability in industrial conditions are considered in detail. The study involved a computer experiment, including calculations using the Tonus PC SCAD post-processor, as well as the Lira-SAPR 2022 PC. The stages of the experiment include calculations of the geometric characteristics of various web shapes in the Tonus post-processor, modeling of three-dimensional runway crane beams with flat and corrugated webs, calculation and determination of the maximum normal stresses in the web in PC Lira-SAPR 2022, comparison of the results of beams with flat and corrugated webs and interpretation of the results, and substantiation of conclusions based on the data obtained. The authors highlight the prospects for the application of this approach in various fields of industry, emphasizing its importance for ensuring the safety and durability of crane girder structures. The results obtained are the basis for further research and practical implementation of innovative solutions in the design and operation of industrial facilities.*

Keywords: *runway beam, flat web, corrugated web, static load, overhead crane, flange separation, normal stresses.*

***Corresponding author**

Dias Okanov, e-mail: di.okanov@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-10>

Received 04 December 2023; Revised 29 January 2024; Accepted 19 February 2024

ӘОЖ 536.1
ҒТАМР 67.07.11
ҒЫЛЫМИ МАҚАЛА

КРАНАСТЫ АРҚАЛЫҒЫНЫҢ ЖАЛПАҚ ҚАБЫРҒАСЫН ГОФРЛЕНГЕН ҚАБЫРҒАҒА АУЫСТЫРУ

А.А. Брянцев , Д.А. Оканов* 

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Аңдатпа. Бұл мақала дәнекерленген қосылыстардың сенімділігі мен тұрақтылығын арттыру үшін кран арқалықтарындағы тегіс қабырғаны гофрленген қабырғаға ауыстыру мүмкіндігін зерттеуге арналған. Зерттеу барысында қабырға контурының екі түрінің құрылымындағы кернеулерге талдау жүргізілді, гофрленген қабырғалардың ерекшеліктері мен артықшылықтары анықталды. Мақалада гофрленген құрылымның жүктеме әсерінен дәнекерлеудің үзілуіне қалай тиімді жол бермейтінін көрсететін талдау нәтижелеріне егжей-тегжейлі шолу жасалады. Бұл әдісті таңдаудың себептері және оның өндірістік жағдайда практикалық қолданылуы егжей-тегжейлі қарастырылады. Зерттеуде SCAD BK Topus постпроцессорының, сондай-ақ LIRA-CAD 2022 BK көмегімен есептеулерді қамтитын компьютерлік эксперимент жүргізілді. Эксперименттің кезеңдері Тонус постпроцессорындағы әртүрлі қабырға контурларының геометриялық сипаттамаларын есептеуді, тегіс және гофрленген қабырғалары бар үш өлшемді кран арқалықтарын модельдеуді, Лира-САПР 2022 BK-де қабырғадағы максималды қалыпты кернеулерді есептеу және анықтауды, тегіс және гофрленген қабырғалары бар арқалықтардың нәтижелерін салыстыру және нәтижелерді түсіндіруді және алынған мәліметтер негізінде қорытындыларды негіздеуді қамтиды. Авторлар бұл тәсілді өнеркәсіптің әртүрлі салаларында қолдану перспективаларын атап өтіп, оның кран арқалықтарының конструкцияларының қауіпсіздігі мен беріктігін қамтамасыз етудегі маңыздылығын атап көрсетеді. Алынған нәтижелер өнеркәсіптік құрылыстарды жобалау мен пайдалануға инновациялық шешімдерді одан әрі зерттеу және практикалық енгізу үшін негіз болып табылады.

Түйін сөздер: кран арқалығы, жалпақ қабырға, гофрленген қабырға, статикалық жүктеме, көпір краны, сөре үзілісі, қалыпты кернеулер.

*Автор-корреспондент

Диас Оканов, e-mail: di.okanov@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-10>

Алынды 04 желтоқсан 2023; Қайта қаралды 29 қаңтар 2024; Қабылданды 19 ақпан 2024

УДК 536.1
МРНТИ 67.07.11
НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

ЗАМЕНА ПЛОСКОЙ СТЕНКИ ПОДКРАНОВОЙ БАЛКИ НА ГОФРИРОВАННУЮ СТЕНКУ

А.А. Брянцев , Д.А. Оканов* 

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050028, Казахстан

Аннотация. Данная статья посвящена исследованию возможности замены плоской стенки в подкрановых балках на гофрированную с целью повышения надежности и устойчивости сварных соединений. В ходе исследования проведен анализ напряжений в структуре двух типов очертаний стенок, выявлены особенности и преимущества гофрированных стенок. Статья предоставляет детальный обзор результатов анализа, демонстрируя, как гофрированная структура может эффективно предотвращать отрыв сварных швов под воздействием нагрузок. Подробно рассматриваются причины выбора данного метода и его практическая применимость в промышленных условиях. В исследовании был проведен компьютерный эксперимент, включающий в себя расчеты с использованием постпроцессора Тонус ПК SCAD, а также ПК Лира-САПР 2022. Этапы проведения эксперимента включают в себя расчеты геометрических характеристик различных очертаний стенки в постпроцессоре Тонус, моделирование трехмерных подкрановых балок с плоскими и гофрированными стенками, расчет и определение максимальных нормальных напряжений в стенке в ПК Лира-САПР 2022, сравнение результатов балок с плоскими и гофрированными стенками и интерпретацию результатов, и обоснование выводов на основе полученных данных. Авторы выделяют перспективы применения данного подхода в различных областях промышленности, подчеркивая его важность для обеспечения безопасности и долговечности конструкций подкрановых балок. Полученные результаты являются основой для дальнейших исследований и практического внедрения инновационных решений в проектирование и эксплуатацию промышленных сооружений.

Ключевые слова: подкрановая балка, плоская стенка, гофрированная стенка, статическая нагрузка, мостовой кран, отрыв пояса, нормальные напряжения.

*Автор-корреспондент

Диас Оканов, e-mail: di.okanov@mok.kz

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-10>

Поступило 04 декабря 2023; Пересмотрено 29 января 2024; Принято 19 февраля 2024

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 ВВЕДЕНИЕ

В последние годы подкрановым балкам уделяется большое внимание из-за роста строительства производственных зданий. Их надежность, прочность и эффективность позволяют улучшить производственные и логистические процессы, а также обеспечить безопасность при работе с тяжелыми нагрузками. Подкрановая балка – несущая конструкция, воспринимающая нагрузки от колес мостового крана, перемещающего груз в пределах цеха. Кроме того, подкрановые конструкции, как составные элементы каркаса, обеспечивают развязку колонн из плоскости рамы, передачу продольных усилий от тормозных нагрузок и ветровых нагрузок на вертикальные связи между колоннами, а также смягчают воздействие сейсмических и других факторов, способствуя скоординированной работе всей конструкции. Однако, подкрановая балка, как и любая конструкция, имеет проблемы, которые нужно решать.

Вследствие статических и динамических нагрузок в конструкции могут возникать повреждения, основным видом из которых являются трещины, образующиеся в верхнем поясе и в околошовной зоне. Также наблюдаются повреждения швов крепления тормозных устройств к подкрановым балкам и повреждения элементов узлов крепления балок к колоннам. Следует отметить, что дефекты в изготовлении и монтаже конструкций, такие как плохое качество сварки, неточности в монтаже и смещения рельса относительно оси подкрановой балки, способствуют преждевременному появлению этих повреждений (Kudishin, 2011).

При некоторых обстоятельствах в промышленных зданиях появляется необходимость использования подкрановых балок с гофрированной стенкой, пример которой показан на **Рисунке 1**, которая в значительной степени влияет на их прочность и устойчивость. Экономия стали достигает 20% за счет применения более тонкой стенки (Maximov et al., 2016), по сравнению с плоской и отказа от ребер жёсткости из-за улучшения устойчивости благодаря загибам гофры, вершины которых находятся вне плоскости стенки.



Рисунок 1 – Производство балки с гофрированной вертикальной стенкой на Челябинском металлургическом комбинате (материал авторов)

Разрушение балок с гофрированной стенкой сопровождается местной потерей устойчивости (в пределах одного гофра), либо общей потерей устойчивости стенки (одновременно в пределах нескольких гофров). Также исчерпание несущей способности может быть вызвано достижением предела текучести в сжатом поясе и деформацией его сечения.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Известные конструктивные решения рассматриваемых в настоящей работе балок хорошо поддаются классификации по следующим признакам.

А. По очертанию поверхности стенки:

- балки с гибкой (плоской, гладкой) стенкой;
- балки с гофрированной стенкой;
- балки с переменногофрированной стенкой.

Частое повреждение подкрановой балки – отрыв сварного шва стенки и верхнего пояса, как изображено на **Рисунке 2**. Это происходит из-за динамических нагрузок от движения мостового крана, его тележки с грузом, а также из-за появления эксцентриситета по причине смещения рельса вследствие длительной работы.



Рисунок 2 – Отрыв сварного шва, прикрепляющего стенку и вертикальное ребро жесткости к верхнему поясу подкрановой балки (материал авторов).

В 1972 году в Пензенском инженерно-строительном институте под руководством Е. И. Белени был создан стенд для тестирования подкрановых балок, имитирующих работу мостовых кранов тяжелого режима (**Nezhdanov, 2011**). В качестве первых испытуемых были выбраны балки традиционной формы, иллюстрированная на **Рисунке 3** изготовленные из стали ВСтЗпс5 (С255), с поперечными ребрами жесткости. Количество циклов нагружения достигало двух миллионов. Особенностью испытаний стала проверка балок без ребер, с гибкостью стенки 100 и подвижно-сосредоточенным нагружением с эксцентриситетом. Это создавало условия для локальной потери устойчивости. Волна вогнутости перемещалась за колесом, а в некоторых случаях было отмечено повышение выносливости. Это привело к благоприятному распределению локальных напряжений и увеличению давления от рельса на большую длину стенки, в результате чего появилась новая форма подкрановой балки, придающая стенке анизотропные характеристики, изображенные на **Рисунке 4**.

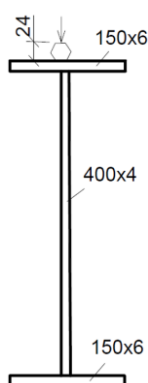


Рисунок 3 – Традиционное поперечное сечение сварной балки.

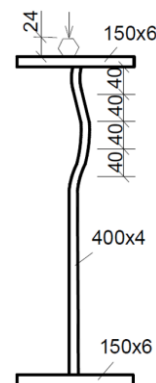


Рисунок 4 – Балка с продольными гофрами в стенке (**Nezhdanov, 2011**).

В 2015 году были проанализированы на предмет боковой изгиб при кручении подкрановые балки при трех группах мостовых кранов и разработана синусоидальная стенка. В результате был предложен новый метод разработки синусоидальных подкрановых балок (**Maali et al., 2015**).

Изгиб подкрановой балки непосредственно влияет на вероятность отрыва поясов от стенки. В 2017 году В. Вашкова, Р. Фойтик и Д. Пустка провели эксперимент со статическим нагружением подкрановой балки с плоской стенкой. Проводилось 5 нагружений с разным расположением мостового крана. Максимальное значение прогиба оказалось при нахождении мостового крана у первой опоры – 11,58 мм (**Vaškova et al., 2015**).

В 2018 году были проведены новые исследования для оценки усталостной прочности соединения верхней полки со стенками при сосредоточенных нагрузках от колеса. Результатом стали рекомендации для угла сварного шва для разных категорий деталей (**Citarellia & Feldman, 2019**).

П. Коссаковский, В. Вчишлик и М. Бакаларж в 2019 году провели визуальный и детальный осмотры подкрановых путей производственного завода в г. Кельце, Польша. Осмотры выявили ослабление и разрушение соединений рельс-балок, а также значительные горизонтальные и вертикальные отклонения расположения рельсов от указанных в стандарте PN-EN 1090-2:2009P. Согласно данному нормативному документу, при осевом расстоянии между рельсами $s = 30,5$ м, максимальное отклонение осевого расстояния составляет ± 8.6 мм. Отклонения варьировались от -1 до 15 мм (**Kossakowski et al., 2019**).

В 2020 году Матиас Ойлер и Колин провели исследование по усталостной прочности подкрановых балок. Представлено новое предложение по прогнозированию усталостной нагрузки балок подкранового пути в зависимости от типа работы крана (**Euler & Taylor, 2019**).

Для детального изучения вопроса о влиянии давления колес под эксцентриситетом на проверку усталости соединения полка-стенка и, следовательно, на требуемые размеры балки в рамках исследовательского проекта в 2020 году были проведены экспериментальные и численные исследования влияния продольной жесткости в различных системах. Сравнение с лабораторными испытаниями и проведенными численными расчетами показывает, что расширенная модель способна точно отражать увеличение напряжений изгиба за счет дополнительных продольных ребер жесткости (**Kettler et al., 2019**).

В 2021 году была предпринята попытка установить логическую процедуру проектирования балок подкрановых путей, основанную на расширении методов проектирования предельных состояний на двухосный изгиб. В уравнения взаимодействия включен дополнительный член для отношения расчетного момента к сопротивлению скручиванию секции. Сделаны предложения по определению сопротивления этого участка. Исследования показали, что это дополнение может обеспечить снижение сопротивления продольному скручиванию, вызванному поворотами скручивания (**Trahair, 2021**).

В работе 2022 года авторы проанализировали несколько вариантов соединений блочного рельса и подкрановой балки. Они сравнили локальные вертикальные сжимающие напряжения в стенке балки подкранового пути, рассчитанные с использованием аналитического подхода и численного моделирования. На локальное вертикальное сжимающее напряжение в стенке балки подкранового пути существенное влияние оказывали соединение рельса с балкой подкранового пути, тип соединения подкранового рельса, использование и длина эластомерной опорной подушки и износ крановых рельсов (**Polus et al., 2022**).

В том же году было проведено обследование цеха металлоконструкций, в котором крановые пути были установлены эксцентрично, и работа крана вызвала большой прогиб подкрановой балки, что потребовало принятия мер по усилению. Была создана конечно-элементная модель подкрановой балки и проанализированы максимальное напряжение, прогиб и амплитуда. Результаты показывают, что при отсутствии тормозной фермы максимальное напряжение и прогиб подкрановой балки значительно возрастают под действием внецентренной нагрузки (**Lu et al., 2022**).

В 2023 году немецкие исследователи рассмотрели влияние рельсовых стыков на местные напряжения в подкрановых балках. Представленные результаты исследований подтвердили, что на максимальные локальные вертикальные напряжения в стенках подкрановых балок сильное влияние оказывают разрывы подкрановых рельсов. На основе экспериментальных испытаний, а также численно-параметрических исследований разработаны коэффициенты повышения напряжений для максимальных вертикальных напряжений, характеризующие значительное увеличение локальных максимальных напряжений в зоне под стыками рельсов по сравнению с эталонными случаями с непрерывными рельсами ([Kettler et al., 2023](#)).

В том же году венгерские и немецкие ученые оценили упругое и неупругое сопротивление продольному изгибу двутавровых балок с синусоидальной гофрированной стенкой с помощью расширенного метода конечных элементов тонкостенной балки-колонны с 22 степенями свободы. Основываясь на результатах расширенного моделирования методом конечных элементов, параметрическое исследование показало, что стандартный коэффициент несовершенства приводит к консервативным результатам для прогнозирования неупругого сопротивления продольному изгибу синусоидально гофрированных балок, поэтому предлагается более точный, но все же безопасный коэффициент несовершенства для синусоидально гофрированных балок. гофрированные балки ([Hajdú et al., 2023](#)).

Одним из решений проблемы по предотвращению отрыва верхнего пояса от стенки может стать замена плоской стенки на гофрированную.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящая статья посвящена исследованию перспектив замены плоских стенок подкрановых балок на гофрированные стенки с целью улучшения их технических характеристик.

Для проведения исследования был использован компьютерный эксперимент, включающий в себя расчеты с использованием постпроцессора Тонус ПК SCAD, а также ПК Лира-САПР 2022.

Этапы проведения эксперимента включают в себя несколько ключевых шагов.

На первом этапе проводились расчеты в постпроцессоре Тонус. Этот этап включал в себя определение геометрических характеристик различных очертаний стенки подкрановой балки и нахождения оптимальной.

Второй этап включал в себя моделирование трехмерных подкрановых балок с плоскими и гофрированными стенками в ПК Лира-САПР 2022. Учитывались размеры, форма каждой модели, а также задавались граничные условия, учитывающие особенности эксплуатационных нагрузок и условия эксплуатации балок.

Третий этап включал расчеты в ПК Лира-САПР 2022. На этом этапе проводился расчет и определение максимальных нормальных напряжений в стенке подкрановой балки с эксцентриситетом и без него.

Четвертый этап включал сравнительный анализ. Здесь проводилось сопоставление результатов для балок с плоскими и гофрированными стенками с целью определения пользы от замены стенки.

Пятый этап включал интерпретацию результатов и обоснование выводов на основе полученных данных. В рамках этого этапа выявлялись преимущества и потенциальные ограничения использования гофрированных стенок.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Были выбраны одна плоская ([Таблица 1](#)) и пять гофрированных треугольных стенок с различными размерами очертания. За опорный объект, с которым будут сравниваться, взята балка с плоской стенкой, которая иллюстрирована на [Рисунке 5](#).

Размерные характеристики балки с плоской стенкой представлены в таблице 1 ([Melnikov et al., 1982](#)).

Таблица 1

Размерные характеристики ПС

h_w	t_w	b_f^1	t_f^1	b_f^2	t_f^2	h
640	6	250	10	200	10	660

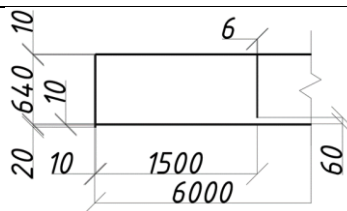


Рисунок 5 – Размеры подкрановой балки с плоской стенкой:

h_w – высота стенки, t_w – толщина стенки, b_f^1 – ширина верхнего пояса, t_f^1 – толщина верхнего пояса, b_f^2 – ширина нижнего пояса, t_f^2 – толщина нижнего пояса, h – высота балки (материал авторов).

Так же были определены координаты крайних точек гофрированной стенки, которые показаны на [Рисунке 6](#).

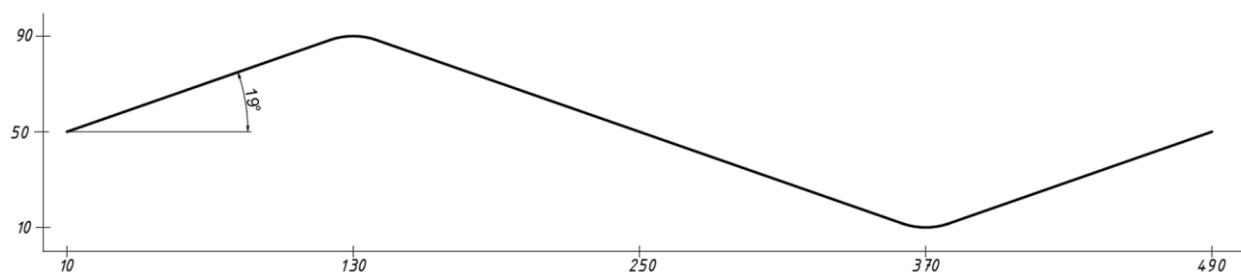


Рисунок 6 – Расположение точек ГС 480x80x6/30 по координатам (материал авторов).

Далее эти координаты, изображенные на [Рисунке 7](#), были введены в постпроцессор расчётного комплекса SCAD Тонус для определения геометрических характеристик.

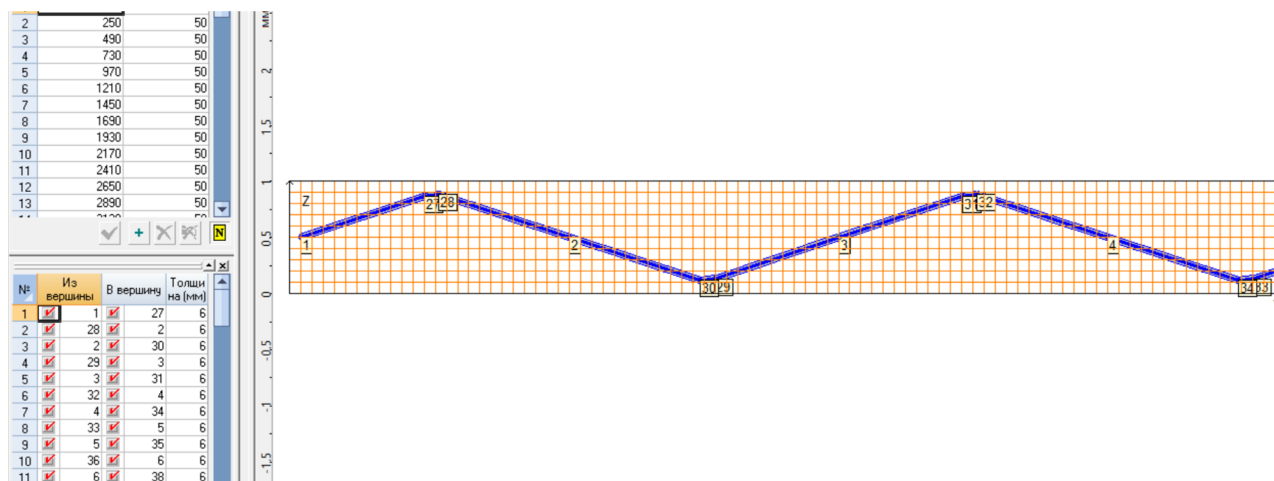


Рисунок 7 – Задание координат ГС Каз. 480x80x6/30 в постпроцессоре SCAD Тонус (материал авторов).

Основные параметры для сравнительного анализа для плоской и гофрированной стенок толщиной 6 мм приведены в [Таблице 2](#).

Таблица 2

Размерные характеристики гофра

Наименование показателя	Толщина стенки 6 мм				
	ГС Каз. 280x45x6/30	ГС Каз. 360x60x6/30	ГС Каз. 420x70x6/30	ГС Каз. 480x70x6/30	ГС Каз. 480x80x6/30
Вид гофрированной стенки					
Длина полуволны гофра a , мм	140	180	210	240	240
Высота волны гофра f , мм	45	60	70	70	80
Радиус скругления r , мм	30	30	30	30	30
Ширина панели гофра b_w , мм	147.1	189.7	221.4	250.0	253.0
Толщина стенки t_w , мм	6	6	6	6	6
Гибкость панели стенки h_w/t_w	24.5	31.6	36.9	41.7	42.2

Рассматривались балки длиной 6 м для определения точных показателей характеристики. При сравнении момента инерции, момента сопротивления, приведенного момента инерции, то есть отношения момента инерции к площади поперечного сечения, становится видна тенденция увеличения показателя по мере удлинения длины гофры (Таблица 3). Самой эффективной является ГС Каз. 480x80x6/30.

Таблица 3

Геометрические характеристики стенки

Наименование показателя	ПС	ГС Каз. 280x45x6/30	ГС Каз. 360x60x6/30	ГС Каз. 420x70x6/30	ГС Каз. 480x70x6/30	ГС Каз. 480x80x6/30
Длина рассмотренного отсека стенки, мм	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Площадь поперечного сечения, $см^2$	360.00	374.89	377.83	378.00	374.14	378.21
Длина стенки, мм	6000.00	6316.43	6336.79	6328.18	6256.00	6333.34
Момент инерции относительно центральной оси U_1 , $см^4$	10.80	558.66	1089.74	1505.63	1498.42	1964.84
Приведенный Момент инерции относительно центральной оси U_1 , $см^4 / 1 см^2$ площади	0.030	1.490	2.884	3.983	4.005	5.195
Радиус инерции относительно центральной оси U_1 , см	0.173	1.221	1.698	1.996	2.001	2.279
Минимальный момент сопротивления относительно оси V , $см^3$	36	240.52	345.668	411.558	401.783	468.083
Приведенный Минимальный момент сопротивления относительно оси V $см^3 / 1 см^2$ площади	0.100	0.642	0.915	1.089	1.074	1.238
Приведенный момент инерции относительно центральной оси U_1 , $см^4 / 1 кг$ массы стали гофра	3.82	189.83	367.41	507.40	510.19	661.79
Приведенный момент сопротивления относительно центральной оси U_1 $см^4 / 1 кг$ массы стали гофра	12.74	81.73	116.54	138.70	136.80	157.66
Эквивалентная толщина плоской стенки, мм		22.4	27.9	31.1	31.1	34.0
Расход стали на 1 п.м. стенки	0.471	0.490	0.494	0.495	0.490	0.495
Процентное отношение по расходу стали к ГС Каз. 280x45	96.03%	100.0%	100.8%	100.8%	99.8%	100.9%

Подкрановая балка воспринимает нагрузку от веса мостового крана. Был выбран кран грузоподъемностью 50/12,5 т. В расчёте учтены вес подкрановых конструкций, максимальное усилие на колесе крана, сумма ординат усилий. Ниже приведен **Рисунок 8**, на котором показано приложение сосредоточенной нагрузки от колеса мостового крана величиной 35,5 т. Расчет проводился в ПК Лира-САПР 2022.

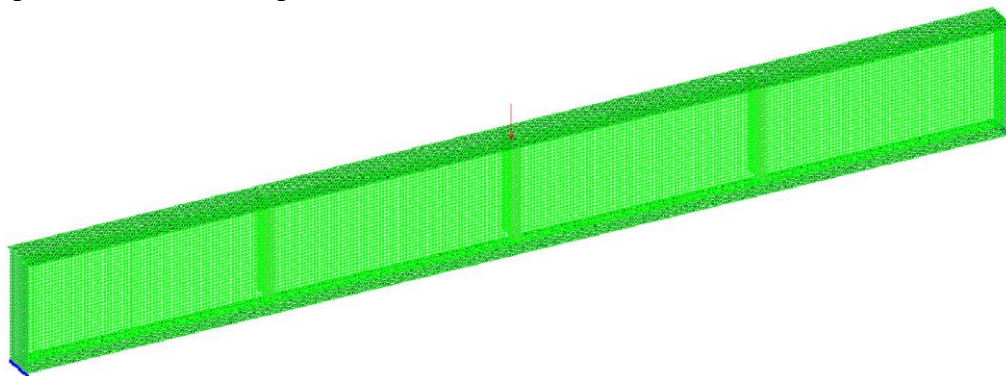


Рисунок 8 – Общий вид модели подкрановой балки пролетом 6,0 м с плоской стенкой, нагруженной в середине пролета колесом крана грузоподъемностью 50/12,5 т режима работы 6К (материал авторов).

Так же была смоделирована идентичная балка с приложением нагрузки с эксцентриситетом 20 мм, которая изображена на **Рисунке 9**, для имитации смещения рельса.

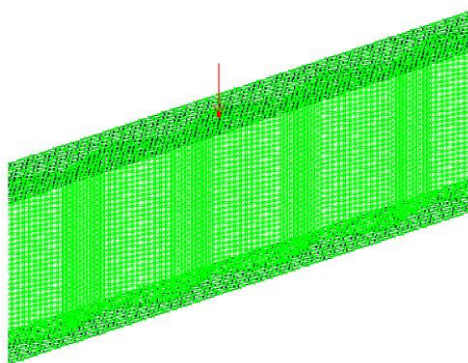


Рисунок 9 – Вид модели подкрановой балки пролетом 6,0 м со стенкой ГС Каз. 480x80x6/30, нагруженной в середине пролета колесом крана грузоподъемностью 50/12,5 т режима работы 6К (материал авторов).

4.1 НАПРЯЖЕНИЯ ПО N_x

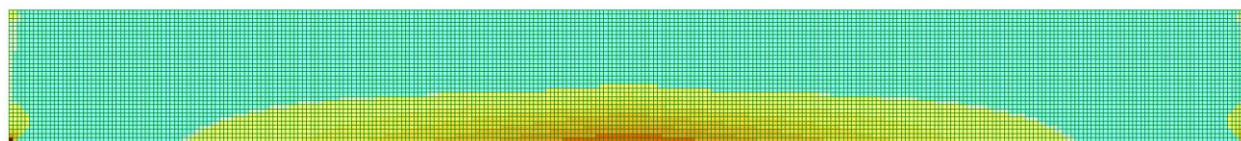


Рисунок 10 – Мозаика напряжений по N_x плоской стенке с ребрами жесткости при нулевом эксцентриситете (материал авторов).

По результатам расчета по N_x , которые показаны на **Рисунке 10**, максимальные положительные напряжения находятся в нижней части стенки в середине балки и углах, величиной 46300 т/м^2 . В середине это происходит вследствие нормальной работы изгибаемой конструкции на двух опорах, в которой верхние волокна воспринимают сжимающие усилия, а нижние – растягивающие. В углах – из-за отрывания стенки от нижней полки опорного ребра.

Наибольшие отрицательные напряжения наблюдаются в середине балки в верхней части стенки под полкой величиной 140 т/м^2 вследствие изгиба от собственного веса и приложения нагрузки. По всей стенке происходит равномерное рассеивание напряжения.

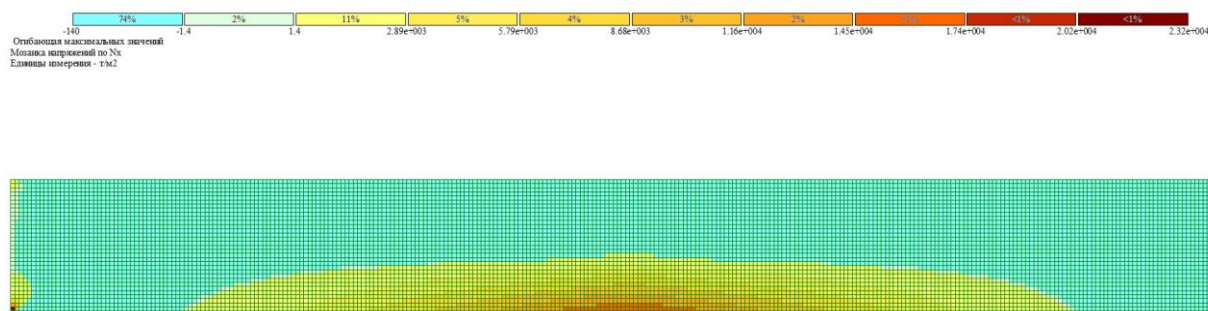


Рисунок 11 – Мозаика напряжений по N_x плоской стенки с ребрами жесткости при эксцентриситете 20 мм (материал авторов).

По положительным напряжениям, проиллюстрированные на **Рисунке 11**, максимальные усилия величиной 23200 т/м^2 находятся в нижних углах. Также большие напряжения в середине балки в нижней части стенки. В углах это происходит из-за отрывания стенки от нижней полки опорного ребра, в середине – вследствие нормальной работы изгибаемой конструкции на двух опорах, в которой верхние волокна воспринимают сжимающие усилия, а нижние – растягивающие.

Наибольшие отрицательные напряжения наблюдаются в середине балки в верхней части стенки под полкой величиной 140 т/м^2 вследствие изгиба от собственного веса и приложения нагрузки. По всей стенке происходит равномерное рассеивание напряжения.

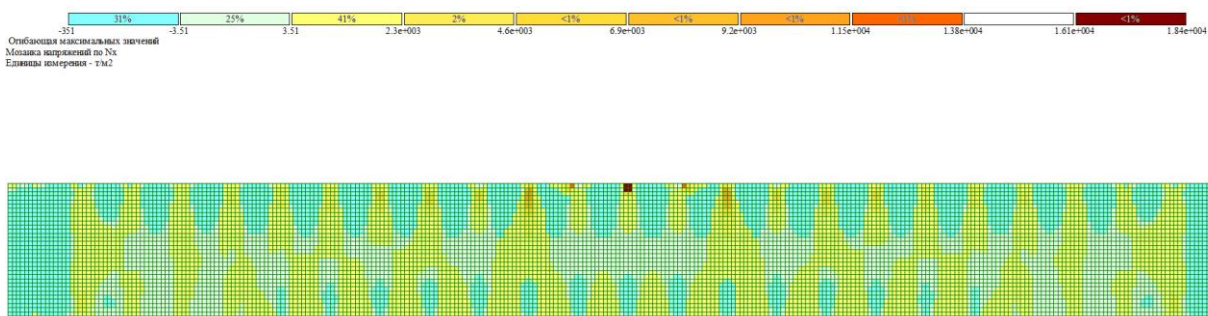


Рисунок 12 – Мозаика напряжений по N_x гофрированной стенки при нулевом эксцентриситете (материал авторов).

Максимальные напряжения величиной 18400 т/м^2 , изображенные на **Рисунке 12**, наблюдаются в зоне приложения нагрузки из-за того, что стенка не находится на оси загрузки и полка воспринимая на себя растягивает стенку. Также положительные значения находятся вдоль всех загибов гофров, так как они являются соединяющим элементом верхней и нижней полок.

Наибольшие отрицательные напряжения происходят в нижних углах стенки величиной 351 т/м^2 вследствие сжимающих усилий от нижней полки и опорного ребра. Также большие отрицательные значения располагаются в участках стенок, отдаленных от загибов гофра.

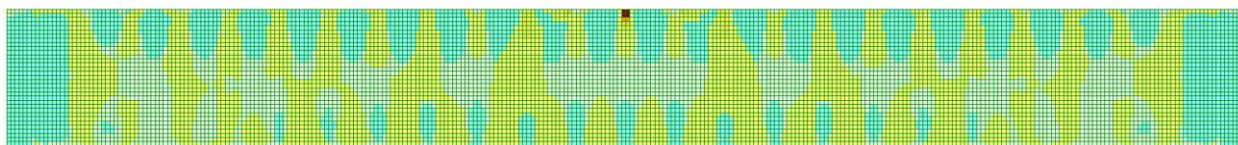
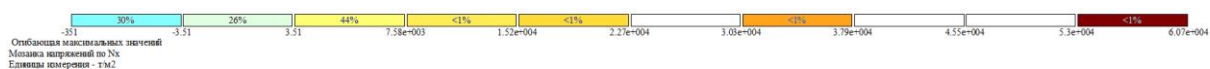


Рисунок 13 – Мозаика напряжений по N_x гофрированной стенки при эксцентриситете 20 мм (материал авторов).

Наибольшие напряжения величиной 60700 т/м^2 , которые показаны на **Рисунке 13**, расположены в зоне приложения нагрузки из-за того, что стенка не находится на оси загрузки и полка воспринимая на себя растягивает стенку. Также положительные значения находятся вдоль всех загибов гофров, так как они являются соединяющим элементом верхней и нижней полок.

Максимальные отрицательные напряжения наблюдаются в нижних углах стенки величиной 351 т/м^2 вследствие сжимающих усилий от нижней полки и опорного ребра. Также большие отрицательные значения располагаются в участках стенок, отдаленных от загибов гофра.

4.2 НАПРЯЖЕНИЯ N_y

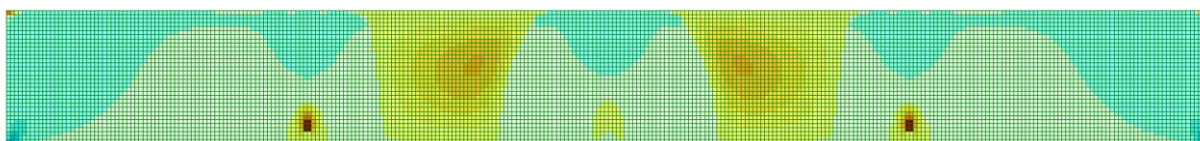


Рисунок 14 – Мозаика напряжений по N_y плоской стенке с ребрами жесткости при нулевом эксцентриситете (материал авторов).

Наибольшие положительные напряжения величиной 510 т/м^2 , которые проиллюстрированы на **Рисунке 14**, в нижней четверти в крайних ребрах жесткости, так как они воспринимают большую часть растягивающих усилий. Также большие положительные напряжения в середине балки в отдаленных от ребер жесткости участках стенки.

Максимальные отрицательные напряжения величиной 280 т/м^2 наблюдаются в нижних углах стенки вследствие сжатия нижней полкой и опорным ребром в результате изгиба балки. В целом большие отрицательные усилия расположены по краям балки и в верхних половинах стенки в зонах ребер жесткости.

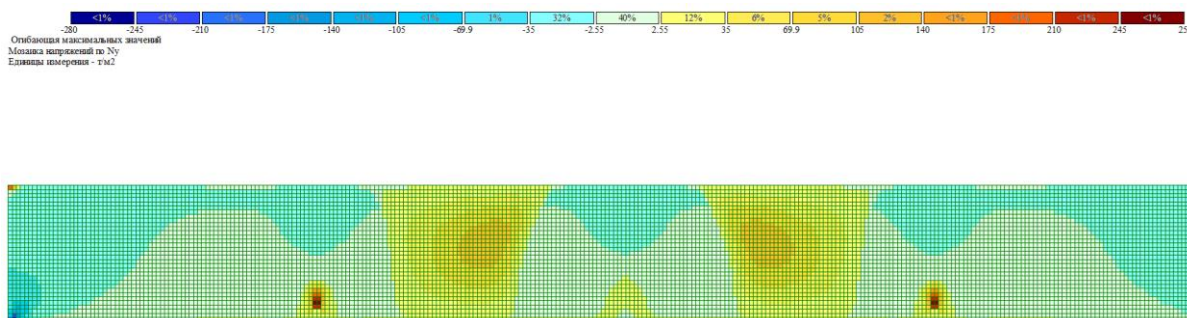


Рисунок 15 – Мозаика напряжений по N_y плоской стенке с ребрами жесткости при эксцентриситете 20 мм (материал авторов).

Максимальные положительные напряжения величиной 255 т/м^2 , которые изображены на **Рисунке 15**, в нижней четверти в крайних ребрах жесткости, так как они воспринимают большую часть растягивающих усилий. Они меньше, чем при нулевом эксцентриситете, потому что растягивающие усилия больше распределяются по нижней части стенки. Также большие положительные напряжения в середине балки в отдаленных от ребер жесткости участках стенки.

Наибольшие отрицательные напряжения величиной 280 т/м^2 наблюдаются в нижних углах стенки вследствие сжатия нижней полкой и опорным ребром в результате изгиба балки. В целом большие отрицательные усилия расположены по краям балки и в верхних половинах стенки в зонах ребер жесткости.

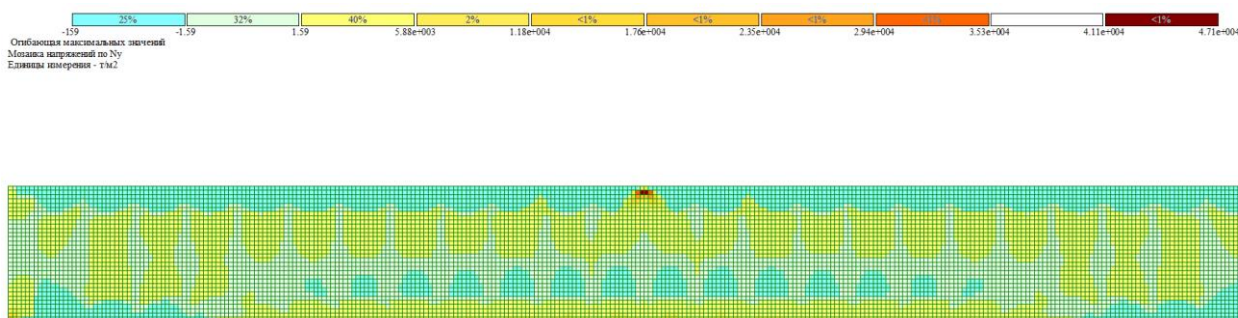


Рисунок 16 – Мозаика положительных напряжений по N_y гофрированной стенки при нулевом эксцентриситете (материал авторов).

Наибольшие положительные напряжения величиной 47100 т/м^2 , которые показаны на **Рисунке 16**, наблюдаются в зоне приложения нагрузки из-за того, что стенка не находится на оси загрузки и полка воспринимая на себя усилие, растягивает стенку. Также положительные значения находятся в верхней четверти под сжатой зоной, в участках стенок, отдаленных от загибов гофра и нижней части стенки.

Максимальные отрицательные напряжения величиной 159 т/м^2 наблюдаются в середине балки под верхней полкой, исключая непосредственно точку приложения нагрузки, так усилие приложено не по оси гофры. Также большие отрицательные значения располагаются под всей верхней полкой, в нижней четверти над растянутой зоной в участках стенок, отдаленных от загибов гофра и в нижних углах.

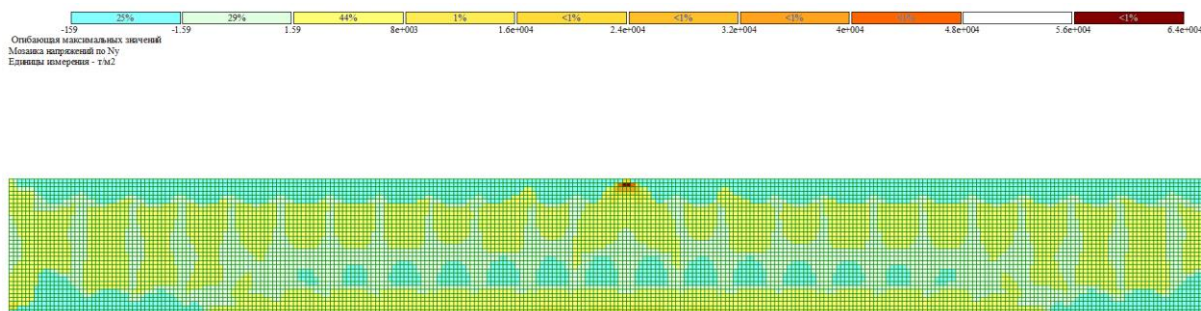


Рисунок 17 – Мозаика напряжений по N_y гофрированной стенки при эксцентриситете 20 мм (материал авторов).

Максимальные положительные напряжения величиной 64000 т/м^2 , проиллюстрированные на **Рисунке 17**, наблюдаются в зоне приложения нагрузки из-за того, что стенка не находится на оси загрузки и полка воспринимая на себя усилие, растягивает стенку. Также положительные значения находятся в верхней четверти под сжатой зоной, в участках стенок, отдаленных от загибов гофра и нижней части стенки.

Наибольшие отрицательные напряжения величиной 159 т/м^2 наблюдаются в середине балки под верхней полкой, исключая непосредственно точку приложения нагрузки, так усилие приложено не по оси гофры. Также большие отрицательные значения располагаются под всей верхней полкой, в нижней четверти над растянутой зоной в участках стенок, отдаленных от загибов гофра и в нижних углах.

Таблица 4

Максимальные напряжения в стенке подкрановых балок по N_x с нулевым эксцентриситетом

Зона стенки	Балка с плоской стенкой 6мм, нагрузка без эксцентриситета, т/м^2	Балка с гофрированной стенкой 6мм, нагрузка без эксцентриситета, т/м^2
В нижних углах	+46300	-134
В зоне приложения нагрузки	-140	+18400

По результатам расчета по максимальным напряжениям по N_x в стенке подкрановых балок по N_x с нулевым эксцентриситетом (**Таблица 4**) наибольшие усилия в плоской стенке находятся в нижних углах, величина которых по модулю больше соответствующих в гофрированной стенке в 345,5 раз. В гофрированной стенке максимальные напряжения располагаются в зоне приложения нагрузки, величина по модулю больше, чем в плоской стенке в той же зоне в 134 раза.

Таблица 5

Максимальные напряжения в стенке подкрановых балок по N_x с эксцентриситетом 20 мм

Зона стенки	Балка с плоской стенкой 6мм, нагрузка с эксцентриситетом 20мм, т/м^2	Балка с гофрированной стенкой 6мм, нагрузка с эксцентриситетом 20мм, т/м^2
В нижних углах	+23200	-134
В зоне приложения нагрузки	-140	+60700

По результатам расчета по наибольшие усилия по N_x в стенке подкрановых балок по N_x с эксцентриситетом 20 мм (**Таблица 5**) максимальные напряжения в плоской стенке находятся в нижних углах, величина которых по модулю больше соответствующих в гофрированной стенке в 173 раза. В гофрированной стенке наибольшие усилия располагаются в зоне приложения нагрузки, величина по модулю больше, чем в плоской стенке в той же зоне в 434 раза.

Таблица 6

Максимальные напряжения в стенке подкрановых балок по N_y с нулевым эксцентриситетом

Зона стенки	Балка с плоской стенкой 6мм, нагрузка без эксцентриситета, т/м ²	Балка с гофрированной стенкой 6мм, нагрузка без эксцентриситета, т/м ²
В нижней четверти в гофрах/крайних ребрах жесткости	+510	-46,9
В зоне приложения нагрузки	-25,3	+47100
В нижних углах	-280	-60,6

По результатам расчета по максимальным напряжениям по N_y в стенке подкрановых балок по N_x с нулевым эксцентриситетом (Таблица 6) наибольшие усилия в плоской стенке находятся в нижней четверти в крайних ребрах жесткости, величина которых по модулю больше соответствующих в гофрированной стенке в 11 раз. В гофрированной стенке максимальные напряжения располагаются в зоне приложения нагрузки, величина по модулю больше, чем в плоской стенке в той же зоне в 1862 раза. В нижних углах напряжения в плоской стенке больше, чем в гофрированной в 4,6 раз.

Таблица 7

Максимальные напряжения в стенке подкрановых балок по N_y с эксцентриситетом 20 мм

Зона стенки	Балка с плоской стенкой 6мм, нагрузка с эксцентриситетом 20 мм, т/м ²	Балка с гофрированной стенкой 6мм, нагрузка с экс- центриситетом 20 мм, т/м ²
В нижней четверти в гофрах/крайних ребрах жесткости	+255	-1,59
В зоне приложения нагрузки	-22,8	+64000
В нижних углах	-280	-139

По результатам расчета по наибольшим усилиям по N_y в стенке подкрановых балок по N_x с эксцентриситетом 20 мм (Таблица 7) максимальные напряжения в плоской стенке находятся в нижней четверти в крайних ребрах жесткости, величина которых по модулю больше соответствующих в гофрированной стенке в 160 раз. В гофрированной стенке наибольшие усилия располагаются в зоне приложения нагрузки, величина по модулю больше, чем в плоской стенке в той же зоне в 2807 раза. В нижних углах напряжения в плоской стенке больше, чем в гофрированной в 2 раза.

5 ВЫВОДЫ

В данной статье были рассмотрены важные аспекты исследования работы, особенностей проектирования и применения подкрановых балок в инженерных конструкциях. Подкрановые балки являются неотъемлемой частью подкрановых систем, которые выполняют ключевую роль в обеспечении грузоподъемности и эффективности различных производственных процессов.

Исследование работы подкрановых конструкций в условиях эксплуатации выявило сложность воздействия динамической нагрузки, циклического характера и неопределенности точного значения крановой нагрузки. Эти факторы играют критическую роль в проектировании и долговечности подкрановых балок.

Особенности проектирования подкрановых балок требуют учета разнообразных параметров, таких как тип нагрузки, связанный с кранами, жесткость конструкции, возможные деформации, а также экономические и технологические факторы. Нормы проектирования

предписывают ряд специфических требований, направленных на обеспечение прочности, устойчивости и долговечности подкрановых балок.

Практическое применение подкрановых балок охватывает широкий спектр отраслей, начиная от производства до складских и логистических операций. Оптимальный выбор конструкции подкрановой балки и ее параметров в зависимости от конкретных условий использования играет ключевую роль в обеспечении безопасности, эффективности и долговечности подкрановых систем.

Таким образом, понимание работы, особенностей проектирования и применения подкрановых балок имеет огромное значение для инженеров и специалистов, занимающихся проектированием и эксплуатацией подкрановых систем. Дальнейшие исследования и разработки в этой области будут способствовать совершенствованию технологий и обеспечению более эффективного и надежного функционирования подкрановых конструкций в различных сферах промышленности и производства.

Исходя из проведенного анализа напряжений по осям N_x и N_y в стенках подкрановой балки, можно сделать следующие выводы:

1. По эпюре N_x в гофрированной стенке при приложении нагрузки без эксцентриситета растягивающие усилия меньше, чем в плоской стенке на 27900 т/м^2 , причем при сжимающих напряжениях больше на 211 т/м^2 .

2. При эксцентриситете 20 мм в гофрированной стенке растягивающие усилия больше, чем в плоской на 37500 т/м^2 , в то же время отрицательные напряжения больше на 210 т/м^2 .

3. По эпюре N_y положительные усилия в гофрированной стенке при нагрузке с нулевым эксцентриситетом больше, чем в плоской стенке 46540 т/м^2 , сжимающие нагрузки меньше на 121 т/м^2 .

4. Растягивающие напряжения N_y в гофрированной стенке с нагрузкой с эксцентриситетом 20 мм меньше, чем в плоской стенке на 63745 т/м^2 , сжимающие нагрузки больше, чем в гофрированной стенке на 121 т/м^2 .

Несмотря на то, что наибольшие напряжения происходят в гофрированной стенке, в зоне крепления стенки к верхней полке они меньше.

Таким образом, выбор гофрированных стенок для подкрановых балок может значительно улучшить их несущую способность и надежность. Так же, решение о замене плоской стенки подкрановой балки на гофрированную является обоснованным и обещает значительно улучшить характеристики конструкции, снизить вероятность возникновения проблем с отрывом сварного шва и повысить общую производительность и безопасность промышленных сооружений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Kudishin, Y. I.** (2011). Metal structures [Metallicheskiye konstruksii] - 13th ed. Moscow: "Academy" publishing center. (In Russ.).
2. **Maximov, Y. S., Ostrikov, G. M., & Ibragimov, N. E.** (2016). Construction corrugated structures [Sroitel'nyye gofrirovannyye konstruksii]. Almaty, Kazakhstan. (In Russ.).
3. **Nezhdanov, K. K.** (1987). Increasing the durability of steel runway beams [Povysheniye dolgovechnosti stal'nykh podkranovykh balok] Industrial engineering, 43-45. (In Russ.).
4. **Maali, M., Aydin, A. C., & Sagiroglu, M.** (2015). Investigation of innovative steel runway beam in industrial building. Sadhana, 40(7), 2239-2251. <http://dx.doi.org/10.1007/s12046-015-0406-2>
5. **Vaškova, V., Fojtíka, R., & Pustka, D.** (2017). Analysis of a Crane Runway Failure. Procedia Engineering, 190, 255-262. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.05.335>

6. **Citarelli, S., & Feldman, M.** (2019). Derivation of a new fatigue class for top flange to web junctions of runway beams. *Procedia Structural Integrity*, 19, 336-345. <http://dx.doi.org/10.1016/j.prostr.2019.12.037>
7. **Kossakowski, P., Wcislik, W., & Bakalarz, M.** (2019). Failure of the overhead crane runway. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 284, p. 09001). EDP Sciences. <http://dx.doi.org/10.1051/mateconf/201928409001>
8. **Euler, M., & Taylor, C.** (2020). Fatigue action on crane runway beams. *Journal of Constructional Steel Research*, 181, 106476-106491. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2020.106476>
9. **Kettler, M., Unterweger, H., & Ebner, D.** (2020) Lokale Spannungen in Kranbahnträgern mit Längssteifen. *Stahlbau*, 90(4), 248-261. <https://doi.org/10.1002/stab.202000069>
10. **Trahair, N. S.** (2021). Limit states design of crane runway girders. *Engineering Structures*, volume 240, 112395-112402. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.112395>
11. **Polus, Ł., Chybiński, M., & Kurzawa, Z.** (2022). Local vertical compressive stress in the crane runway beam web. *Budownictwo i Architektura*, 21(4), 51-66. <http://dx.doi.org/10.35784/bud-arch.3231>
12. **Lu, C., Yang, Z., Li, P., Zhang, X., Huang, J., & Wang, L.** (2022). Finite Element Analysis and Reinforcement of Steel Crane Beam under Eccentric Track Loading. *Machines*, 10(9), 783-798. <https://doi.org/10.3390/machines10090783>
13. **Kettler, M., Jurschitsch, T., & Unterweger, H.** (2023, June). Impact of rail joints on the local stresses in crane runway girders. In *Structures* (Vol. 52, pp. 1087-1100). Elsevier. <http://dx.doi.org/10.1002/cepa.2306>
14. **Hajdú, G., Pasternak, H., & Papp, F.** (2023). Lateral-torsional buckling assessment of I-beams with sinusoidally corrugated web. *Journal of Constructional Steel Research*, 207, 107916-107932. <https://doi.org/10.1016/j.jcsr.2023.107916>
15. **Melnikov, N. P., Kuznetsov, V. V., Bakhtutskiy, V. M., Shuvalov, L. K., & Sorokina, I. M.** (1982). Assortment from Series 1.426.2-3 Steel crane beams [Sortament serii 1.426.2-3 Stal'nyye podkranovyye balki] *TsNIIProektstalkonstruktsiya*, 1-48. (In Russ.).

UDC 528.3
IRSTI 36.23.27
RESEARCH ARTICLE

GEODETIC MONITORING OF DEFORMATIONS OF BEARING REINFORCED CONCRETE STRUCTURES OF AN UNDERGROUND MULTI-FUNCTIONAL PUBLIC CENTER

M. Sailygarayeva^{1*} , A. Nurlan² , Zh. Baigurin¹ 

¹Satbayev University, 050000, Almaty, Kazakhstan

²LLP EliteStroy, 050023, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *The article highlights the stages of carrying out measurement and survey work of an underground multifunctional public center to assess the technical condition of the load-bearing structural elements of block 1 and the entrance group in order to carry out reconstruction on the above-ground part of the building. The reconstruction consisted of installing metal structures on the eastern and western sides of the dome and a metal canopy over the entrance group. As a result of a technical examination and geodetic observations, cracks with an opening width of 0.5 mm and significant deflections in the floor slabs and crossbars at the upper and lower levels were identified in the load-bearing structures. To ensure safe operation and timely detection of dangerous values of deformation of a unique building with an increased class of responsibility, an effective method of geodetic monitoring of deflections of reinforced concrete floor slabs and crossbars and recommendations for their strengthening, taking into account the location of the construction site at the intersection of zones of influence of several tectonic faults, are proposed. Geodetic observations of deformation processes were carried out. Based on the results of the measurements, it was decided to strengthen the reinforced concrete structures by gluing fiber-reinforced composite materials to the lower part of the floor slabs. A comparative analysis of the obtained quantitative parameters of shifts of load-bearing structures makes it possible to assess the technical condition of an underground building and its individual structures before and after strengthening measures.*

Keywords: *underground buildings, geodetic monitoring, trigonometric leveling, deformation marks, floor slabs, fiber-reinforced plastic.*

***Corresponding author**

Mariya Sailygarayeva, e-mail: mariya_23365@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-11>

Received 07 November 2023; Revised 08 December 2023; Accepted 24 January 2024

ӨОЖ 528.3
ҒТАМР 36.23.27
ҒЫЛЫМИ МАҚАЛА

ЖЕР АСТЫ КӨП ФУНКЦИЯЛЫ ҚОҒАМДЫҚ ОРТАЛЫҚТЫҢ ТІРІГІШТІ ТЕМІР-БЕТОН ҚҰРЫЛЫСТАРЫНЫҢ ДЕФОРМАЦИЯЛАРЫНА ГЕОДЕЗИЯЛЫҚ БАҚЫЛАУ

М.А. Сайлығараева^{1*} , А.Н. Нурлан² , Ж.Д. Байгурын¹ 

¹ Satbayev University, 050000, Алматы, Қазақстан

² «EliteStroy» ЖШС, 050023, Алматы, Қазақстан

Андатпа. Мақалада ғимараттың жерүсті бөлігін реконструкциялау мақсатында I блоктың және кіреберіс тобының жүк көтергіш құрылымдық элементтерінің техникалық жағдайын бағалау бойынша жерасты көпфункционалды қоғамдық орталығының өлшеу-іздістіру жұмыстарының кезеңдері көрсетілген. Қайта құру күмбездің шығыс және батыс жағындағы металл конструкцияларды және кіреберіс тобының үстіндегі металл шатырды орнатудан тұрды. Техникалық сараптау және геодезиялық бақылаулар нәтижесінде жүк көтергіш құрылымдарда ашылу ені 0,5 мм болатын жарықтар және еден плиталары мен тіректердің жоғарғы және төменгі деңгейлерінде айтарлықтай ауытқулары анықталды. Қауіпсіз жұмыс істеуді қамтамасыз ету және жауаптылығы жоғары бірегей ғимараттың деформациясының қауіпті мәндерін уақтылы анықтау үшін темірбетонды еден плиталары мен тіректердің ауытқуларын геодезиялық бақылаудың тиімді әдісі және оларды нығайту бойынша ұсыныстар ұсынылады. құрылыс алаңының бірнеше тектоникалық бұзылулардың әсер ету аймақтарының қиылысында орналасуын есепке алу. Деформация процестеріне геодезиялық бақылаулар жүргізілді. Өлшеу нәтижелері бойынша еден плиталарының түбіне талшықты композициялық материалдарды желімдеу арқылы темірбетон конструкцияларын нығайту туралы шешім қабылданды. Жүк көтергіш құрылымдардың жылжуларының алынған сандық параметрлерін салыстырмалы талдау жер асты ғимаратының және оның жеке құрылымдарының күшейту шараларына дейін және одан кейінгі техникалық жағдайын бағалауға мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: жер асты ғимараттары, геодезиялық бақылау, тригонометриялық нивелирлеу, деформация белгілері, еден плиталары, талшықты арматураланған пластик.

*Автор-корреспондент

Мария Сайлығараева, e-mail: mariya_23365@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-11>

Алынды 07 қараша 2023; Қайта қаралды 08 желтоқсан 2023; Қабылданды 24 қаңтар 2024

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ НЕСУЩИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПОДЗЕМНОГО МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБЩЕСТВЕННОГО ЦЕНТРА

М.А. Сайлыгараева^{1*} , А.Н. Нурлан² , Ж.Д. Байгурин¹ 

¹ Satbayev University, 050000, Алматы, Казахстан

² ТОО «EliteStroy», 050023, Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье освещены этапы проведения обмерно-изыскательских работ подземного многофункционального общественного центра по оценке технического состояния несущих конструктивных элементов блока I и входной группы с целью проведения реконструкции наземной части здания. Реконструкция заключалась в установке металлоконструкций на восточной и западной сторонах купола и металлического навеса над входной группой. В результате технического обследования и геодезических наблюдений в несущих конструкциях выявлены трещины шириной раскрытия 0,5 мм и значительные прогибы плит перекрытия и ригелей на верхних и нижних уровнях. Для обеспечения безопасной эксплуатации и своевременного выявления опасных величин деформаций уникального здания повышенного класса ответственности предлагается эффективный метод геодезического контроля прогибов железобетонных плит перекрытий и ригелей и рекомендации по их усилению с учетом расположения площадки строительства на пересечении зон влияния нескольких тектонических разломов. Проведены геодезические наблюдения за деформационными процессами. По результатам замеров было принято решение усилить железобетонные конструкции путем приклеивания фиброкомпозитных материалов к нижней части плит перекрытия. Сравнительный анализ полученных количественных параметров смещений несущих конструкций позволяет оценить техническое состояние подземного здания и отдельных его конструкций до и после усиливающих мероприятий.

Ключевые слова: подземные здания, геодезический мониторинг, тригонометрическое нивелирование, деформационные марки, плиты перекрытия, фиброармированный пластик.

*Автор-корреспондент

Мария Сайлыгараева, e-mail: mariya_23365@mail.ru

<https://doi.org/10.51488/1680-080X/2024.1-11>

Поступило 07 ноября 2023; Пересмотрено 08 декабря 2023; Принято 24 января 2024

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING

The study was conducted using private sources of funding.

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ

Зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование проводилось с использованием частных источников финансирования.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

1 ВВЕДЕНИЕ

В последние несколько десятков лет важнейшая отрасль человеческой деятельности – строительство получило мощный импульс в развитии. Научный прорыв в области строительных технологий позволил возводить в короткие сроки высотные и уникальные здания и большепролетные инженерные сооружения. При проектировании и строительстве объектов с повышенным классом ответственности особое внимание уделяется вопросам безопасной и длительной их эксплуатации, учитывается множество требований по конструктивным, физико-механическим, эстетическим параметрам. К особенностям возведения зданий подобного типа относится применение крупных сборных элементов и узлов, повышенные требования к эвакуационным маршрутам, звуковому шуму, составу воздуха, освещению, к архитектурным решениям в плане эстетики и всего облика здания (Steckij et al., 2014).

Для обеспечения надежности и устойчивости зданий и инженерных сооружений в настоящее время успешно применяются новейшие технологии строительства, используются износостойкие и легкие материалы и сплавы металлов, усовершенствованный состав бетонных смесей для возведения несущих конструкций, фиброармированные полимеры для их усиления (Ovchinnikov et al., 2014; KazNISSA, 2013; Esipov, 2020).

В процессе эксплуатации железобетонные конструкции здания подвергаются различным воздействиям. Собственный вес здания и вес его несущих элементов оказывают на здание постоянные нагрузки, полезные нагрузки от веса оборудования и людей, находящихся в помещении, техногенные факторы и вибрации от агрегатов и транспорта, инженерно-геологические и гидрогеологические условия внешней среды, а также постоянное воздействие сейсмических колебаний земной поверхности оказывают большое воздействие на устойчивость здания. Вышеперечисленные факторы приводят к снижению несущей способности конструкции, появлению деформаций, прогибов, трещин (Sajlygaraeva, 2021; Fel'dman & Merezhko, 2010; Building regulations RK 2.03-30-2017, 2018).

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Проблемы мониторинга технического состояния высотных и большепролетных зданий и сооружений остаются актуальными, и в связи с этим вопросам устойчивости строительных объектов посвящено множество научно-исследовательских работ (Malinnikova et al., 2008)

Согласно строительным нормам, при расчете и проектировании железобетонных строительных конструкций высотных и уникальных зданий и инженерных сооружений используется метод предельного состояния. Предельное состояние – это состояние, когда конструкция перестает удовлетворять требованиям, предъявляемым к ней в процессе эксплуатации или при сборке конструктивных элементов. Предельные состояния подразделяются на две группы.

К первой группе относятся предельные состояния, при наступлении которых происходит разрушение здания или нарушение несущей способности какого-либо из основных соединений.

Ко второй группе относятся предельные состояния здания, при котором в несущих изгибаемых конструктивных элементах наблюдаются превышающие допустимые значения прогибы. При этом наблюдаемая величина прогиба не должна превышать норм, заданных в СП (Shekhovcov, 2009; Building regulations RK 2.01.07-85, 1996).

Для обеспечения безопасной эксплуатации и своевременного выявления опасных величин деформаций высотных и уникальных зданий и инженерных сооружений с повышенным классом по безопасности выполняется геодезический мониторинг. Геодезический мониторинг включает в себя специально разработанную методику для выполнения инструмен-

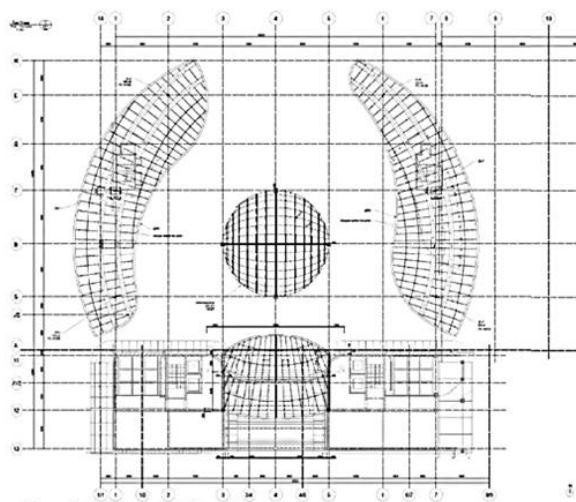


Рисунок 2 – План надстраиваемого сооружения (материал авторов).

Были выполнены обмерно-обследовательские работы зданий входного блока и блока 1 с сопоставлением результатов обследования с предоставленным рабочим проектом марки КЖ (конструкции железобетонные). В планировочном отношении здания входного блока и блока 1 относятся к торговому павильону №1, и разделены между собой антисейсмическими швами. Блок 1 – двухэтажное подземное здание прямоугольной формы в плане размерами в осях 49,0×54,0 м. Высота верхнего подземного этажа переменная от 5,1 – 5,5 м, высота нижнего подземного этажа 5,1 м. Блок 1 и входная группа изображены на [Рисунке 3](#).

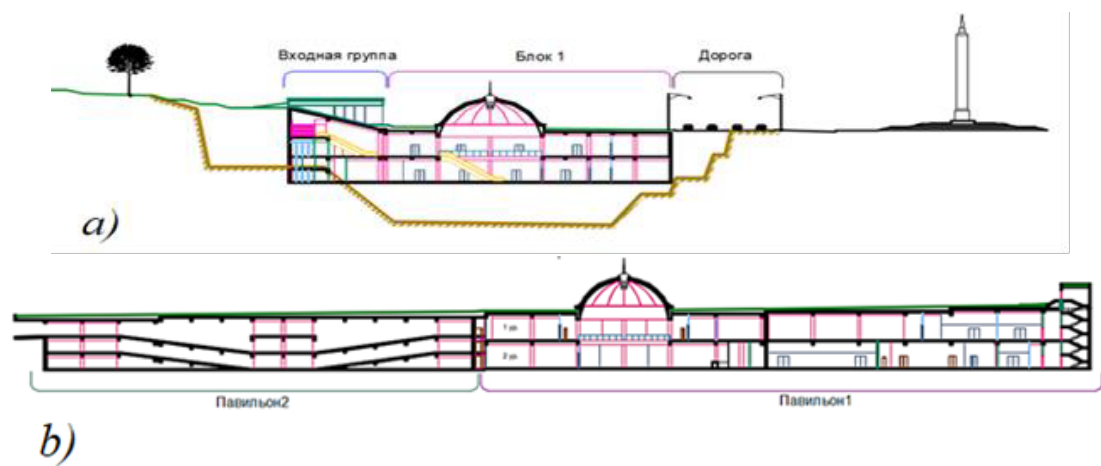


Рисунок 3 – Схема подземного здания многофункционального общественного центра:
а) Схема поперечного разреза, б) Схема продольного разреза (материал авторов).

Элементы конструкций перекрытия нижнего этажа и покрытия Блока 1 относятся к железобетонным конструкциям 3-ей категории трещиностойкости, для которой допускается ограниченное по ширине непродолжительное раскрытие трещин $a_{сгс1} = 0,4$ мм и продолжительное раскрытие трещин $a_{сгс2} = 0,3$ мм ([Building regulations RK 1.04-110-2017, 2017](#); [KazNISSA, 2009](#); [Building regulations RK 2.03.01-84, 1989](#)). Установленное при обследовании раскрытие трещин в ригелях и плитах перекрытий превышает эти допустимые значения, что свидетельствует об их несоответствии требованиям по трещиностойкости и требует мероприятий по усилению. На [Рисунке 5](#) изображена схема расположения трещин в плитах перекрытия нижнего уровня. Величины раскрытия трещин интерполировали для получения наглядной поверхности, изображенной на [Рисунке 6](#).

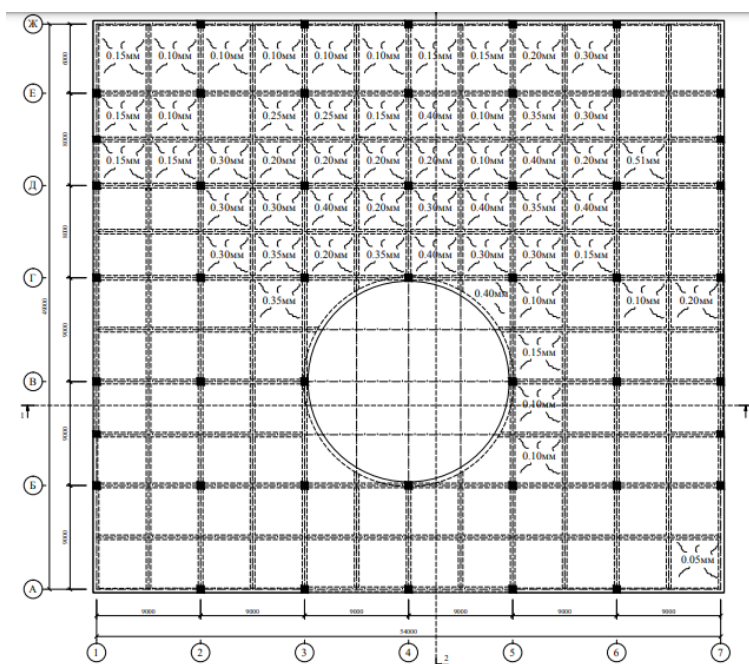


Рисунок 5 – Схема раскрытия трещин в плитах перекрытия нижнего уровня на отметке 0,000 (Павильон 1, блок 1) (материал авторов).

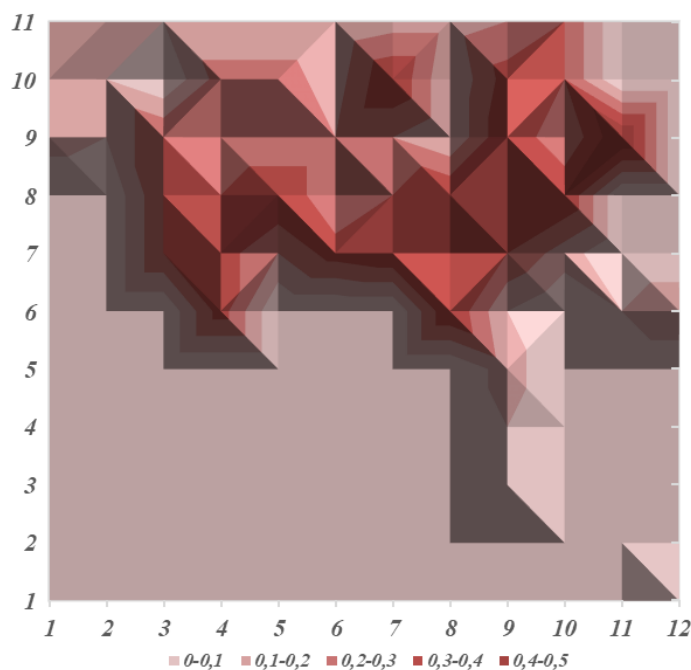


Рисунок 6 – Интерполированная схема поверхности раскрытия трещин в плитах перекрытия нижнего уровня на отметке 0,000 (Павильон 1, блок 1) (материал авторов).

Геодезический мониторинг прогибов плит перекрытий в потолке нижнего уровня выполнялся тригонометрическим нивелированием с использованием электронного тахеометра с точностью 0,5 мм. Деформационные марки фиксировали на плите перекрытия с двух сторон около ригелей и посередине. Суть тригонометрического нивелирования заключается в наведении зрительной трубы тахеометра последовательно на марки и точного фиксирования отсчета по вертикальному кругу (угла наклона Z) и наклонного расстояния S до марки, используя угловое и линейное значения вычисляем превышения нивелируемых точек h над отметкой станции тахеометра.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В **Таблице 1** в числителе дроби приведены зарегистрированные величины вертикальных прогибов в железобетонных перекрытиях, в знаменателе – ширина раскрытия трещин. П – плита, Гр – главные ригели, Вр – второстепенные ригели. Эти величины позволяют сопоставить эти параметры на всех стадиях выполнения работ по поверхностному усилению железобетонных конструкций, предварительно напряженных фиброармированными композитными материалами. Причем, за величину прогибов принят прогиб середины плиты относительно опорных сечений плиты (около ригелей), а величина прогибов ригелей соответствует прогибу середины. Аналогичным способом измерены величины прогибов плит перекрытий нижнего уровня по осям Д-Ж/2-3, 3-4, 4-5, 5-6, Г-Д/2-3, 3-4, 4-5, 5-6, В-Г/ 2-3, 5-6.

Таблица 1

Замеры прогибов и ширины раскрытия трещин в элементах перекрытия в потолке нижнего уровня Блока 1 по осям Д-Ж/1-2, 4-5, 5-6

Оси здания	Марка точки замера	При первичном обследовании	После усиления плиты и ригелей
Д-Ж/1-2	П1	30,0/0,15	8,0/0
	П2	30,0/0,15	15,2/0
	П3	28,0/0,10	2,0/0
	П4	26,0/0,15	7,5/0
	П5	27,0/0,10	1,0/0
	П6	24,0/0,15	2,0/0
Д-Ж/4-5	П1	9,7/0,2	4,2/0,10
	П2	13,2/0,30	12,0/0,10
	П3	12,7/0,20	6,5/0,20
	П4	7,0/0,30	7,2/0,15
	П5	27,5/0,30	25,7/0,10
	П6	12,5/0,35	7,5/0,10
Д-Ж/5-6	П1	10,0/0,35	7,7/0,05
	П2	8,7/0,20	6,2/0,05
	П3	23,0/0,30	2,7/0,10
	П4	17,0/0,40	4,0/0,10
	П5	14,0/0,45	10,5/0,25
	П6	18,0/0,50	0/0,15

Восстановление эксплуатационной пригодности потолочных плит перекрытия над нижним этажом выполнялось наклеиванием на нижнюю поверхность однонаправленных фиброармированных сеток, работы проводились в следующей последовательности:

- ячейка перекрытия с поврежденными конструкциями приподнимается телескопической стойкой или стойкой с домкратом на величину прогиба элементов;
- устанавливаются временные дополнительные стойки;
- производится наклеивание фиброармированных сетки MBRACE FIB CF 230/4900/530g/5.50m FIBARMTAPE 530/300 шириной 300 мм на зачищенную и обработанную нижнюю поверхность плит;
- после набора требуемой прочности клея производится демонтаж временных стоек (**Building regulations RK 10-83, 1986**).

На **Рисунке 7** изображена схема расположения фиброармированных сеток.

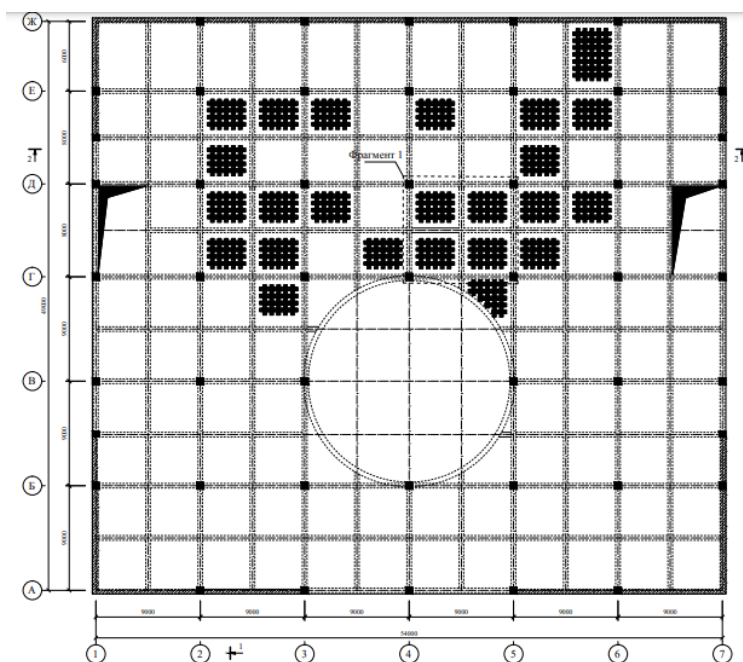


Рисунок 7 – Схема усиления железобетонных плит перекрытия потолка нижнего уровня на отметке 0,000 фиброармированными пластиками (материал авторов).

Выполненное усиление привело к снижению прогибов и уменьшению ширины раскрытия трещин в ригелях и плитах перекрытий. Средняя величина прогибов плит перекрытия над нижним этажом составляла 12 мм, а после усиления элементов перекрытия уменьшилась на 45% в соответствии с графиком на **Рисунке 8**. Ширина раскрытия трещин в плитах перекрытия над нижним этажом при первичном обследовании здания в среднем составляла 0,19 мм, после усиления элементов перекрытия она уменьшилась на 32% в соответствии с графиком на **Рисунке 9**. На **Рисунках 10, 11** изображены эпюры ширины раскрытия трещин в плитах перекрытий при первичном обследовании и после усиления в осях Д-Ж/4-5, 5-6 соответственно.

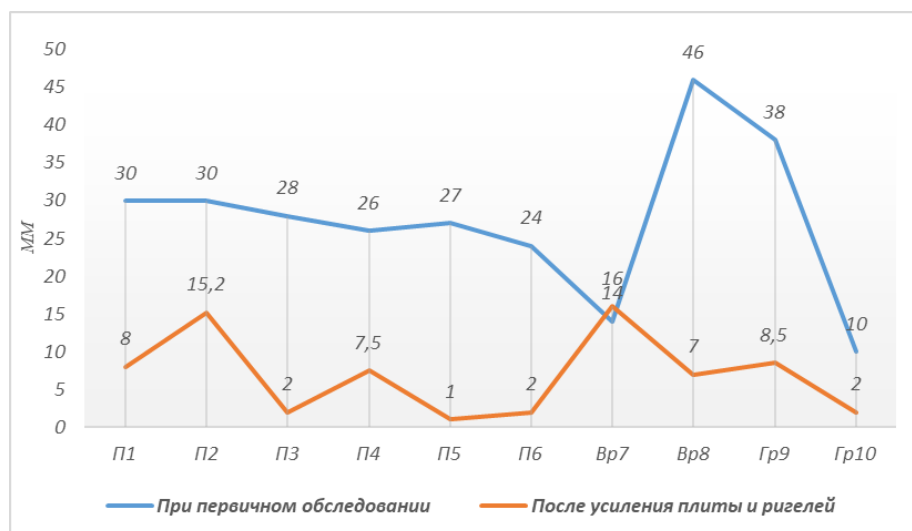


Рисунок 8 – Эпюр величины прогиба плит перекрытий при первичном обследовании и после усиления в осях Д-Ж/1-2 (материал авторов).

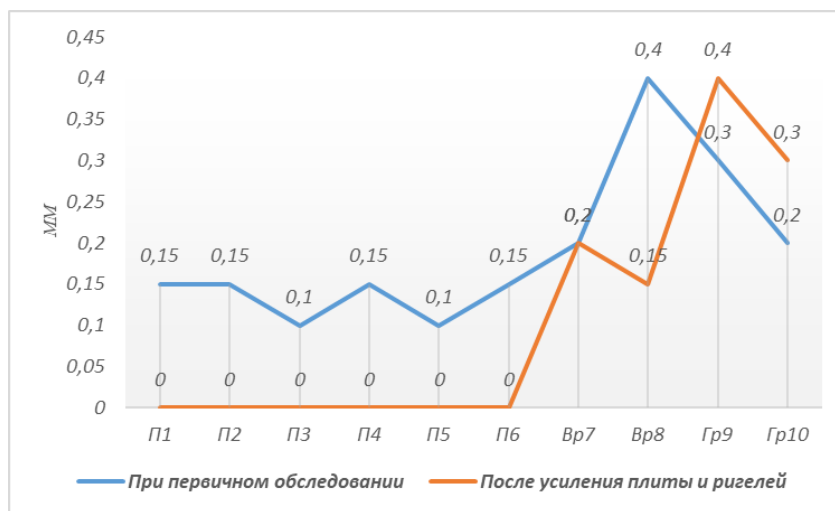


Рисунок 9 – Эпюр ширины раскрытия трещин в плитах перекрытий при первичном обследовании и после усиления в осях Д-Ж/1-2 (материал авторов).

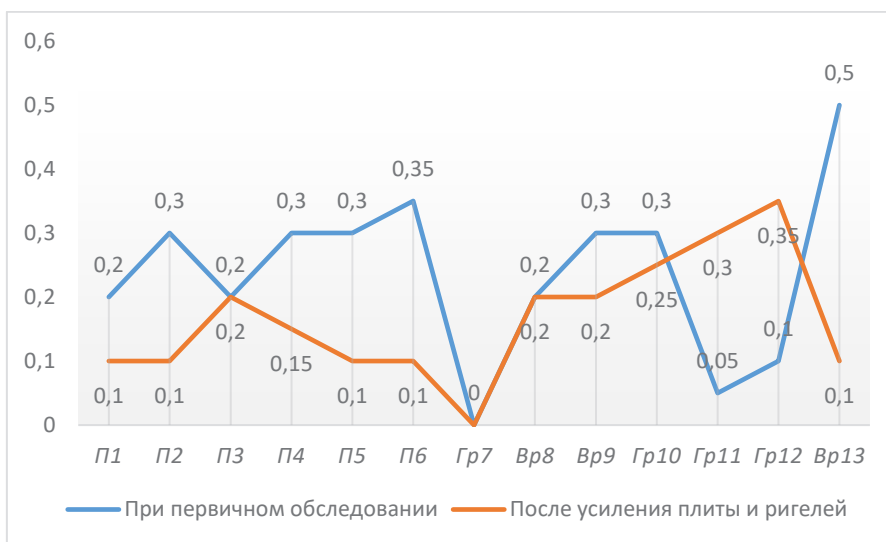


Рисунок 10 – Эпюр ширины раскрытия трещин в плитах перекрытий при первичном обследовании и после усиления в осях Д-Ж/4-5 (материал авторов).

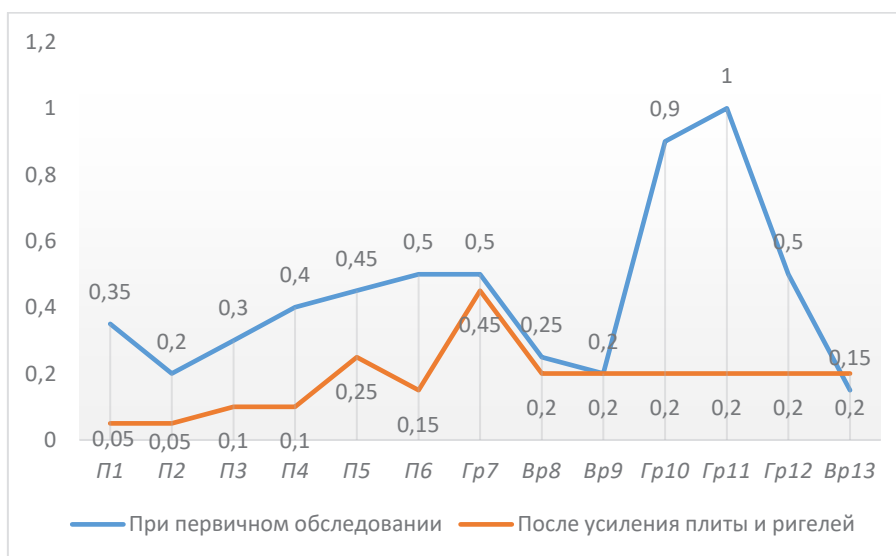


Рисунок 11 – Эпюр ширины раскрытия трещин в плитах перекрытий при первичном обследовании и после усиления в осях Д-Ж/5-6 (материал авторов).

5 ВЫВОДЫ

Для выполнения плана по реконструкции надземной части многофункционального общественного центра путем устройства тяжелых металлических конструкций с западной и восточной сторон от купола над покрытием блока 1 и металлическим навесом над входной группой были выполнены обмерно-обследовательские работы всех несущих железобетонных конструкций с целью оценки технического состояния и проверки соответствия объемно-планировочных и конструктивных решений требованиям действующих строительных норм, а также проверки соответствия конструктивных элементов с рабочими чертежами марки КЖ. Наряду с проведением геодезических наблюдений были проведены проверочные расчеты несущих конструкций с учетом планируемых изменений при реконструкции. И, наконец, разработка рекомендаций по внесению изменений в конструктивные элементы и их усилению.

По результатам проведенных обследований несущих железобетонных конструкций нижнего этажа блока 1:

1. В плитах перекрытия нижнего уровня подземного здания обнаружены трещины, в осях Д-Ж/4-5, 5-6 величина достигает 0,4-0,5 мм.

2. В плитах перекрытия нижнего уровня обнаружены прогибы. Геодезические наблюдения за прогибами плит показали наибольшие величины в осях Д-Ж/1-2 46,0 мм.

3. Предложена эффективная методика геодезического мониторинга за прогибами в плитах перекрытия и ригелях с учетом конструктивной сложности, и уникальности возводимого подземного многофункционального общественного здания.

4. Для безопасной эксплуатации здания были проведены мероприятия по усилению несущих плит перекрытия путем наклеивания на нижнюю часть сетки из фиброармированных материалов, что привело к существенному повышению прочности элементов перекрытий, а также восстановлению эксплуатационной пригодности перекрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **A manual** for examining and assessing the seismic resistance of buildings and existing buildings (1986). Alma-Ata (In Russ.).
2. **Belyaeva, Z. V., & Kudryavcev, S. V.** (2019). Calculation and design of elements of metal structures: educational and methodological manual [Расчет и проектирование элементов металлических конструкций: учебно-методическое пособие]. Ural un-ty publ., Ekaterinburg. (In Russ.).
3. **Building regulations RK 1.04-110-2017.** (2017). Inspection, assessment of technical condition and seismic strengthening of buildings and structures [Обследование, оценка технического состояния и сейсмостойкости зданий и сооружений]. Astana (In Russ.).
4. **Building regulations RK 2.03.01-84.** (1989). Concrete and reinforced concrete structures [Бетонные и железобетонные конструкции]. Moscow (In Russ.).
5. **Building regulations RK 10-83.** (1986). A manual for strengthening load-bearing structures of buildings and structures, reconstructed enterprises located in zones II and III of Almaty [Пособие по усилению несущих конструкций зданий и сооружений, реконструируемых предприятий, расположенных во II и III зонах г. Алматы]. Almaty. (In Russ.).
6. **Building regulations RK 2.01.07-85.** (1996). Loads and impacts [Нагрузки и воздействия], Moscow (In Russ.).
7. **Fel'dman, V. D., & Merezko, L. M.** (2010) Methodology for geodetic monitoring of the technical condition of high-rise and unique buildings and structures [Методика геодезического мониторинга технического состояния высотных и уникальных зданий и сооружений]. MDS 13-22.2009/000 «ТЕКТОПЛАН». Moscow. (In Russ.).

8. **Esipov, S.M.** (2020). Strengthening of bendable reinforced concrete elements with external composite reinforcement taking into account operating conditions. Abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences [Usilenie izgibaemyh zhelezobetonnyh elementov vneshnim kompozitnym armirovaniem s uchetom uslovij ekspluatatsii. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk], Belgorod (In Russ.).
9. **KazNIISA.** (2013). Recommendations for strengthening reinforced concrete structures with fiber-reinforced plastics [Rekomendacii po usileniyu zhelezobetonnyh konstrukcij fibroarmirovannymi plastikami], Almaty (In Russ.).
10. **KazNIISA.** (2009). «Technical specifications for the design of the underground multifunctional public center "Almaly" in Almaty city [Tekhnicheskie usloviya na proektirovanie podzemnogo mnogofunkcional'nogo obshchestvennogo centra «Almaly» v Almaty»]. Almaty. (In Russ.).
11. **Malinnikova, O. N., Zaharov, V. N., Filippov, Y. A., & Kovpak, I. V.** (2008). Geospatial modeling of the interaction of high-rise buildings and structures with rock masses. Mining information and analytical bulletin (scientific and technical journal) [Geoprostranstvennoe modelirovanie vzaimodejstviya vysotnyh zdaniy i sooruzhenij s massivom gornyh porod. Gornyj informacionno-analiticheskij byulleten' (nauchno-tekhnicheskij zhurnal)], (In Russ.).
12. **Ovchinnikov, I. I., Ovchinnikov, I. G., Chesnokov, G. V., Tatiev, D. A., & Pokulaev, K.V.** (2014). Reinforcement of metal structures with fiber-reinforced plastics: part 1. state of the problem [Usilenie metallicheskih konstrukcij fibroarmirovannymi plastikami: chast' 1. sostoyanie problem]. *Naukovedenie*, 3, 1-27 (In Russ.).
13. **Sailygarayeva, M., Nurlan, A., Rysbekov, K., & Baygurin, Z.** (2023). Predicting of vertical displacements of structures of engineering buildings and facilities. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (2), 077-083. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-2/077>
14. **Sajlygaraeva, M. A.** (2021). Monitoring displacements of high-rise buildings in urban areas. Collection of materials from the 15th International Scientific School of Young Scientists and Specialists. [Monitoring smeshchenij vysotnyh zdaniy na urbanizirovannyh territoriyah. Sb.materialov 15 Mezhdunarodnoj nauchnoj shkoly molodyh uchenyh i specialistov]. Moscow IPKON RAN, 352-357. (In Russ.).
15. **Shekhovcov, G. A.** (2009). Modern geodetic methods for determining deformations of engineering structures: monograph [Sovremennye geodezicheskie metody opredeleniya deformatsij inzhenernyh sooruzhenij: monografiya], Nizhny Novgorod. State architect-builds university. (In Russ.).
16. **Steckij, S. V., Larionova, инК. О., & Nikonova, E. V.** (2014). Fundamentals of architecture and building structures: a short course of lectures, Moscow: MGSU [Osnovy arhitektury i stroitel'nyh konstrukcij: kratkij kurs lekciy]. (In Russ.).

THE TITLE OF THE ARTICLE SHOULD BE SHORT AND INFORMATIVE (NO MORE THAN 10 WORDS)

A.A. Kornilova¹ , S.E. Mamedov^{2*} 

(Authors should include their ORCID ID hyperlink into the green logo next to their name. Follow the instructions: select the logo that you want to display as a hyperlink click on the right mouse button, select "Hyperlink", insert the link in the appeared window)

¹International Educational Corporation, 050028, Almaty, Kazakhstan

²Azerbaijan University of Architecture and Construction, 1148, Baku, Azerbaijan

Abstract. *The abstract (in the language of the article) should briefly outline the main idea and content of the article and comply with the IMRAD structure. The IMRAD structure is the typical organization of a scientific article in scientific journals. Introduction: In this section, the authors present the context and motivation of their study, justify its relevance, formulate the purpose of the study, and provide a review of the literature related to the research topic. The introduction should introduce the reader to the context of the work and interest him. Methodology: This describes the methodology used in the study. This includes a description of data collection methods, equipment, materials, procedures, and statistical methods for data analysis. It is important that the methodology be described in detail and accurately so that other researchers can replicate the study. Results: The actual results of the study are presented here. This may be numerical data, graphs, tables or other forms of information presentation. Results must be presented objectively, without interpretation or discussion. Discussion: In this section, the authors analyze the results obtained, their significance and connection with the hypotheses and purpose of the study. They can also discuss the limitations of the study and possible practical applications of the results. Conclusion: The conclusion provides a brief summary of the work and summarizes the results of the study. Here the authors can highlight the importance of their findings and possible directions for future research. The recommended abstract length is within the range of 200-250 words in English. Other languages must correspond to the translation from English.*

Keywords: *acceptable number: 5-7 keywords and phrases (no more than two words).*

***Corresponding author**

Sayan Mamedov, e-mail: mamedovs@mail.ru

DOI of the article (<https://doi.org/>)

Received 09 April 2023; Revised 17 June 2023; Accepted 24 September 2023

(IMPORTANT: Keep the formatting of the title page, including the colors and font sizes. The title page of the article should not exceed 1 of A4 layout page. If necessary, shorten or extend the abstract text within the range of 200-250 words in English)

МАҚАЛА ТАҚЫРЫБЫ ҚЫСҚА ЖӘНЕ АҚПАРАТТЫ БОЛУ КЕРЕК (10 СӨЗДЕН КӨП БОЛМАЙДЫ)

А.А. Корнилова¹ , С.Е. Мамедов^{2*} 

¹ Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050028, Қазақстан

² Әзірбайжан сәулет және құрылыс университеті, Баку, 1148, Әзірбайжан

Аңдатпа. Аннотация (мақала тілінде) мақаланың негізгі идеясы мен мазмұнын қысқаша сипаттап, IMRAD құрылымына сәйкес келуі керек. IMRAD құрылымы медициналық және ғылыми журналдардағы ғылыми мақаланың типтік ұйымы болып табылады. Кіріспе: Бұл бөлімде авторлар өз зерттеуінің мәнмәтінін және мотивациясын ұсынады, оның өзектілігін негіздейді, зерттеу мақсатын тұжырымдайды және зерттеу тақырыбына қатысты әдебиеттерге шолу жасайды. Кіріспе оқырманды шығарманың мәнмәтінімен таныстырып, оны қызықтыруы керек. Әдістеме: Бұл зерттеуде қолданылатын әдістемені сипаттайды. Бұл деректерді жинау әдістерінің, жабдықтың, материалдардың, процедуралардың және деректерді талдаудың статистикалық әдістерінің сипаттамасын қамтиды. Басқа зерттеушілер зерттеуді қайталай алатындай әдістемені егжей-тегжейлі және дәл сипаттау маңызды. Нәтижелер: Зерттеудің нақты нәтижелері осында берілген. Бұл сандық деректер, графиктер, кестелер немесе ақпаратты ұсынудың басқа нысандары болуы мүмкін. Нәтижелер түсіндірусіз немесе талқылаусыз объективті түрде ұсынылуы керек. Талқылау: Бұл бөлімде авторлар алынған нәтижелерді, олардың маңыздылығын және гипотезамен және зерттеу мақсатымен байланысын талдайды. Олар сондай-ақ зерттеудің шектеулерін және нәтижелердің мүмкін практикалық қолданылуын талқылай алады. Қорытынды: Қорытынды жұмыстың қысқаша мазмұнын береді және зерттеу нәтижелерін қорытындылайды. Мұнда авторлар өз тұжырымдарының маңыздылығын және болашақ зерттеулер үшін ықтимал бағыттарды көрсете алады. Ұсынылатын реферат ағылшын тіліндегі 200-250 сөз ауқымында. Басқа тілдер ағылшын тілінен аудармаға сәйкес болуы керек.

Түйін сөздер: Рұқсат етілген саны: 5-7 түйінді сөздер мен сөз тіркестері (екі сөзден артық емес).

*Автор-корреспондент

Саян Мамедов, e-mail: mamedovs@mail.ru

Мақаланың DOI (<https://doi.org/0000000000000>)

Алынды 09 сәуір 2023; Қайта қаралды 17 маусым 2023; Қабылданды 24 қыркүйек 2023.

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ ДОЛЖНО БЫТЬ КРАТКИМ И ИНФОРМАТИВНЫМ (НЕ БОЛЕЕ 10 СЛОВ)

А.А. Корнилова¹ , С.Е. Мамедов^{2*} 

¹ Международная образовательная корпорация, Алматы, 050028, Казахстан

² Азербайджанский Университет Архитектуры и Строительства, Баку, 1148, Азербайджан

Аннотация. *Абстракт (на языке статьи) должен кратко изложить основной замысел и содержание статьи и соответствовать структуре IMRAD. Структура IMRAD – это типичная организация научной статьи в медицинских и научных журналах. Введение: В этом разделе авторы представляют контекст и мотивацию своего исследования, обосновывают его актуальность, формулируют цель исследования, а также предоставляют обзор литературы, связанной с темой исследования. Введение должно ввести читателя в контекст работы и заинтересовать его. Методология: Здесь описывается методология, используемая в исследовании. Это включает в себя описание методов сбора данных, оборудование, материалы, процедуры и статистические методы анализа данных. Важно, чтобы методология была описана подробно и точно, чтобы другие исследователи могли воспроизвести исследование. Результаты: Здесь представляются фактические результаты исследования. Это могут быть числовые данные, графики, таблицы или другие формы представления информации. Результаты должны быть представлены объективно, без интерпретации или обсуждения. Обсуждение: В этом разделе авторы анализируют полученные результаты, их значимость и связь с гипотезами и целью исследования. Они также могут обсудить ограничения исследования и возможные практические применения результатов. Заключение: Заключение содержит краткое резюме работы и подводит итоги исследования. Здесь авторы могут подчеркнуть важность своих результатов и возможные направления будущих исследований. Рекомендуемый объем аннотации укладывается в диапазон из 250-300 слов на русском языке. Остальные языки должны соответствовать переводу с английского языка.*

Ключевые слова: *Допустимое количество 5-7 ключевых слов и словосочетаний (не более двух слов).*

*Автор-корреспондент

Саян Мамедов, e-mail: mamedovs@mail.ru

DOI статьи (<https://doi.org/0000000000000>)

Поступила 9 апреля 2023 г.; Пересмотрено 17 июня 2023 г.; Принято 24 сентября 2023 г.

ACKNOWLEDGEMENTS/SOURCE OF FUNDING *(if available)*

Example:

The research was carried out within the grant funding of the Science Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan IRN 000000001 "Name of the scientific project".

Otherwise, the authors should indicate that "the study was conducted using private sources of funding."

CONFLICT OF INTEREST

The authors state that there is no conflict of interest.

АЛҒЫС / ҚАРЖЫЛАНДЫРУ КӨЗІ *(бар болса)*

Мысалы:

Зерттеу Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігі Ғылым комитетінің IRN 000000001 «Ғылыми жобаның атауы» гранттық қаржыландыру шеңберінде жүргізілді..

Әйтпесе, авторлар «зерттеу жеке қаржыландыру көздерін пайдалана отырып жүргізілді» деп көрсетуі керек.

МҮДДЕЛЕР ҚАҚТЫҒЫСЫ

Авторлар мүдделер қақтығысы жоқ деп мәлімдейді.

БЛАГОДАРНОСТИ/ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ *(при наличии)*

Например:

Исследование проводилось в рамках грантового финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан IRN 000000001 «Название научного проекта».

В противном случае авторы должны указать, что «исследование проводилось с использованием частных источников финансирования».

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют, что конфликта интересов нет.

(This is a template for the article, please follow the instructions and guides given below. This document will be used in future correspondence with reviewers, hence delete all personal information and use the title and the abstract in the main article's language.)

THE TITLE OF THE ARTICLE SHOULD BE SHORT AND INFORMATIVE (NO MORE THAN 10 WORDS)

Abstract. *The abstract (in the language of the article) should briefly outline the main idea and content of the article and comply with the IMRAD structure. The IMRAD structure is the typical organization of a scientific article in scientific journals. Introduction: In this section, the authors present the context and motivation of their study, justify its relevance, formulate the purpose of the study, and provide a review of the literature related to the research topic. The introduction should introduce the reader to the context of the work and interest him. Methodology: This describes the methodology used in the study. This includes a description of data collection methods, equipment, materials, procedures, and statistical methods for data analysis. It is important that the methodology be described in detail and accurately so that other researchers can replicate the study. Results: The actual results of the study are presented here. This may be numerical data, graphs, tables or other forms of information presentation. Results must be presented objectively, without interpretation or discussion. Discussion: In this section, the authors analyze the results obtained, their significance and connection with the hypotheses and purpose of the study. They can also discuss the limitations of the study and possible practical applications of the results. Conclusion: The conclusion provides a brief summary of the work and summarizes the results of the study. Here the authors can highlight the importance of their findings and possible directions for future research. The recommended abstract length is within the range of 200-250 words in English. Other languages must correspond to the translation from English.*

Keywords: *acceptable number: 5-7 keywords and phrases (no more than two words).*

1 INTRODUCTION *(font style: Times New Roman, size: 12, bold, with a newline)*

[Text]

(font style: Times New Roman, size: 12, not bold, with a newline, additional formatting throughout the text is not acceptable (bold, italic, other colors, underlines, crossed etc.) The references to Figures, Tables and Formulas throughout the text are exceptions. Lines in the paragraph should have 1,0 points spacing, Each paragraph should start with a newline of 1cm indent)

The introduction is crucial for capturing the reader's interest. It should provide a concise background, identify gaps in knowledge, and present your study's purpose. Start by summarizing what's known about the topic and highlighting areas of uncertainty, citing relevant sources. This leads to the identification of the knowledge gap your study addresses. State your hypothesis, objectives, and briefly outline your strategy.

Ensure your reasons for conducting the research align with existing scientific knowledge, referencing pertinent publications. Avoid unnecessary details and tailor the background to your target audience (specialists or non-specialists). The introduction should logically lead to the value your study adds – whether it changes the practice or resolves controversies. Use this section to effectively promote your work.

2 LITERATURE REVIEW

[Text]

In this section of the article, comprehensive and concise summary of the existing research and knowledge relevant to your study's topic should be provided. Briefly discuss the historical development of the field, leading up to the current state of knowledge. Highlight the fundamental concepts and theories that underpin the topic. Highlight any ongoing debates, controversies, or differing viewpoints in the field. Discuss the various research methods and approaches used in previous studies and their strengths and weaknesses. Clearly identify the gaps in the existing literature that your study aims to address. Explain why these gaps are significant. Connect the existing literature to your research by explaining how it informs your research questions, objectives, or hypotheses. Organize the review chronologically, thematically, or in a way that makes the most sense for your research and your readers. Be succinct and to the point. Avoid unnecessary details and focus on what's directly relevant to your research.

In summary, the Introduction is a brief section that sets the stage for your study by explaining its importance, while the Literature Review is a more comprehensive and detailed examination of the existing body of knowledge related to your research topic. The two sections work together to provide context and rationale for your study, with the Introduction leading into the more detailed information presented in the Literature Review.

All references should be cited following the format bellow.

In case of 1 cited author, example:

As the **Figure 2** shows the examples of overlaying the compress and the area of salt cleared with a compressor method using the solution of Trilon B (**Adenon, 2019**), it is possible to conclude...

In case of 2 cited authors, example:

Exploring the potential for renewable energy sources, such as solar (**Schmidt & Summerson, 2018**) and wind power...

In case of 3 and more cited authors, example:

Exploring the potential for renewable energy sources, such as solar (**Schmidt et al., 2018**) and wind power...

3 MATERIALS AND METHODS

[Text]

The Methods section aims to provide a clear, replicable account of the study. Each result must have a corresponding method. Previous published procedures require brief summaries and references.

Begin by specifying the study design and justifying any unconventional methodology with references or contextual explanations. Describe the study population, detailing inclusion/exclusion criteria and methods for cases identification.

For retrospective studies, start with source data description, including criteria and the selected case records.

Math formulae. Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. Additionally you can insert formulas using Microsoft Word function “Insert - Formula”. Each formula should be numbered.

For example:

$$k = \alpha C_p D_b \quad (1)$$

$$\text{porosity (\%)} = (1 - D_b/D_{th}) \times 100 \quad (2)$$

$$(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k} \quad (3)$$

4 RESULTS AND DISCUSSION

[Text]

The Results section should present your observations without commentary. Methods don't need repeating; readers should refer back to the methods section for details. Results should correspond with methods presented earlier.

Present results in the same order as methods with appropriate subsections. Use tables for concise data like baseline characteristics or outcomes. Figures are useful for complex or graphical data, but don't overuse them. Avoid repeating data already in tables or figures in the text.

The Discussion is where you interpret your results and their significance. Start with a brief recap of the main findings. Avoid overinterpretation and maintain a factual tone. Compare your results with existing literature, diplomatically acknowledging discrepancies, and suggesting explanations.

Discuss any surprising findings and their implications. Consider how multiple analyses or interventions collectively impact your results. When referring to other studies, be diplomatic in criticism and emphasize your work's strengths. Avoid altering the emphasis when paraphrasing.

Lastly, have co-authors, mentors, or publication department staff review your work for clarity and correctness.

4.1 [SUBSECTION HEADING] *(if one exists)*

[Text]

4.2 [SUBSECTION HEADING] (if one exists)

[Text]

Example for figures representation and caption. All figures (illustrations, schemes, graphs, Gantt charts, pie charts, etc.) should be numbered and formatted as shown in example. Note that while referencing figures through the article's body use formatting below, highlighting it with the bold text and the blue color.

For example:

As the **Figure 2** shows the examples of overlaying the compress and the area of salt cleared with a compressor method using the solution of Trilon B, it is possible to conclude...

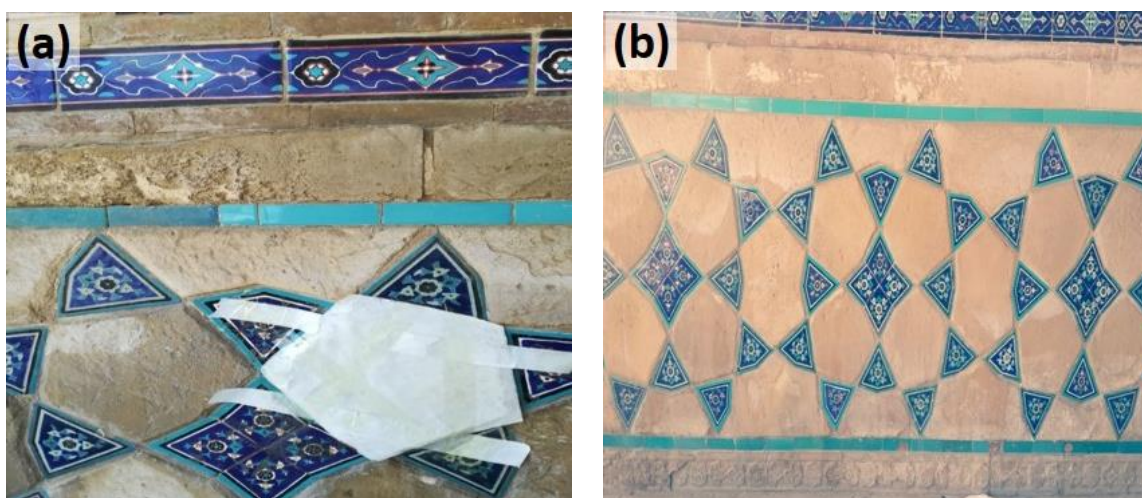


Figure 2 – Example of overlaying the compress (a) and the area of salt cleared with a compressor method using the solution of Trilon B (b) [author's material].

Table 1

Main reps used for deformation control [author's material]

Nº	PP 12010	RP1	RP2	RP3
X	7802.8877	7779.3818	7791.6069	7783.4682
Y	-996.2399	-1013.5767	-1004.6966	-985.3698
H	692.633	692.693	692.715	692.730

Table 2

Optimal Solar panel tilt angles by month. [18]

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
41.4°	36.4°	31.4°	26.4°	21.4°	16.4°	21.4°	26.4°	31.4°	36.4°	41.4°	46.4°

All tables should be numbered and formatted as shown in example. Tables should be indicated by numbers in the text. Place the title centered by the left side above the table. The data should be placed in separate cells of the table to prevent the displacement of text and numbers when converting the table for publication on the Internet. Empty cells can be inserted to create an interval. Tables should not duplicate the information provided in the text. Instead, tables should be used to

provide additional information that illustrates or expands on the specific point that the author wishes to highlight. Note that while referencing tables through the article's body use the formatting below, highlighting it with the bold text and the blue color.

For example:

Exploring the potential for renewable energy sources, such as solar (**Table 2**) and wind power...

All figure and table captions should be written using 10 points font size (2 points smaller than the main text).

5 CONCLUSIONS

[Text]

A conclusion summarizes your main findings, with perhaps a short elaboration with the implications for future research.

REFERENCES

All sources, regardless of the language, must be translated into English and presented together with the transliterated title.

Example:

1. **Nalimov, V. V., & Mulchenko, Z. M.** (1969). *Naukometriya, the Study of the Development of Science as an Information* [Naukometriya, izuchenie razvitiya nauki kak informacionnogo] Process. Nauka: Moscow, Russia. <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05262-y> (In Russ.).
2. **Aubakirov N.P., Sainova G.A., Anarbekova G.D** (2020). Cubic monitoring of groundwater of Q.A. Yassawi and Arystanbab mausoleums. *Bulletin of the State University named after Shakarim of Semipalatinsk*, 14(1), 117 [Q. a. Īassauı jäne Arystan Bab keseneleriniñ jer asty sularynyñ tekşe monitoriñı. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta imeni Shakarima goroda Semej*] <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05262-y> (In Kaz.).

When quoting a source in Kazakh/Russian languages, after the DOI link it is necessary to indicate the original language in brackets as follows: (in Kaz.), (in Russ.). When quoting articles from scientific publications, it is necessary to indicate the DOI, otherwise the editorial board reserves the right to reject the publication of the manuscript. The required number of sources for writing an article is starting from 15 and more.

Reference to a journal publication example:

Thomas, J. C., & Carroll, J. M. (1979). The psychological study of design. *Design Studies* 1, 5-11. <https://doi.org/10.3390/su14010117>

Reference to a book example:

Cross, N. (2006). *Designly Ways of Knowing*. London: Springer.

Reference to a chapter in an edited book:

Jones, J. C. (1984). A method of systematic design. In N. Cross (Ed.), *Developments in Design Methodology* (pp. 9-31). Chichester: John Wiley & Sons.

Reference to a Website:

Author, C.C. & Author, D.D. (Date of publication). Title page [file extension when necessary]. Retrieved from <https://www.someaddress.com/full/url/>.

Eco, U. (2015). How to write a thesis [PDF file]. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/How-to-write-a-thesis/.../Umberto +Eco-How+to+Write/](https://www.researchgate.net/How-to-write-a-thesis/.../Umberto+Eco-How+to+Write/)

Example:

1. **Lopez-Medina, T., Mendoza-Ávila, I., Contreras-Barraza, N., Salazar-Sepúlveda, G., & Vega-Muñoz, A.** (2021). Bibliometric mapping of research trends on financial behavior for sustainability. *Sustainability*, 14(1), 117. <https://doi.org/10.3390/su14010117>
2. **Nalimov, V. V., & Mulchenko, Z. M.** (1969). *Naukometriya, the Study of the Development of Science as an Information Process*. Nauka: Moscow, Russia. (In Russ.).
3. **Bureau of National Statistics.** (2021). [cited November 30, 2021]. *URL:* <http://www.stat.gov.kz>
4. **Ejidike, C. C., & Mewomo, M. C.** (2023). Benefits of adopting smart building technologies in building construction of developing countries: Review of literature. *SN Applied Sciences*, 5(2), 52. <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05262-y>

(Бұл мақаланың үлгісі. Төмендегі нұсқауларды орындаңыз. Бұл құжат болашақ рецензенттермен хат алмасуда қолданылады, сондықтан барлық жеке ақпаратты жойып, негізгі мақаланың тілінде тақырып пен аннотацияны қолданыңыз.)

МАҚАЛАНЫҢ АТАУЫ ҚЫСҚА ЖӘНЕ МАЗМҰНДЫ БОЛУЫ КЕРЕК (10 СӨЗДЕН АСПАУЫ КЕРЕК).

Аңдатпа. *Аңдатпа (мақала тілінде) мақаланың негізгі идеясы мен мазмұнын қысқаша сипаттап, IMRAD құрылымына сәйкес келуі керек. IMRAD құрылымы медициналық және ғылыми журналдардағы ғылыми мақаланың типтік ұйымы болып табылады. Кіріспе: Бұл бөлімде авторлар өз зерттеуінің мәнмәтінін және мотивациясын ұсынады, оның өзектілігін негіздейді, зерттеу мақсатын тұжырымдайды және зерттеу тақырыбына қатысты әдебиеттерге шолу жасайды. Кіріспе оқырманды шығарманың мәнмәтінімен таныстырып, оны қызықтыруы керек. Әдістеме: Бұл зерттеуде қолданылатын әдістемені сипаттайды. Бұл деректерді жинау әдістерінің, жабдықтың, материалдардың, процедуралардың және деректерді талдаудың статистикалық әдістерінің сипаттамасын қамтиды. Басқа зерттеушілер зерттеуді қайталай алатындай әдістемені егжей-тегжейлі және дәл сипаттау маңызды. Нәтижелер: Зерттеудің нақты нәтижелері осында берілуі керек. Бұл сандық деректер, графиктер, кестелер немесе ақпаратты ұсынудың басқа нысандары болуы мүмкін. Нәтижелер түсіндірусіз немесе талқылаусыз объективті түрде ұсынылуы керек. Талқылау: Бұл бөлімде авторлар алынған нәтижелерді, олардың маңыздылығын және гипотезамен және зерттеу мақсатымен байланысын талдайды. Олар сондай-ақ зерттеудің шектеулерін және нәтижелердің мүмкін практикалық қолданылуын талқылай алады. Қорытынды: Қорытынды жұмыстың қысқаша мазмұнын береді және зерттеу нәтижелерін қорытындылайды. Мұнда авторлар өз тұжырымдарының маңыздылығын және болашақ зерттеулер үшін ықтимал бағыттарды көрсете алады. Ұсынылатын аңдатпа қазақ тіліндегі 250-300 сөз ауқымында. Басқа тілдер ағылшын тілінен аудармаға сәйкес болуы керек.*

Түйін сөздер: *Рұқсат етілген саны: 5-7 түйін сөздер мен сөз тіркестері (екі сөзден артық емес).*

1 КІРІСПЕ *(қаріп стилі: Times New Roman, өлшемі: 12, қою, жаңа жол)*

[Мәтін]

(қаріп стилі: Times New Roman, өлшемі: 12, қою емес, азат жол, бүкіл мәтін бойынша қосымша пішімдеуге жол берілмейді (қалың, курсив, басқа түстер, астын сызу, сызылған және т.б.) Мәтін бойынша сызбаларға, кестелерге және формулаларға сілтемелер ерекше жағдайлар болып табылады. Азат жолдар арасындағы Интервал 1,0 тармақты құрауы керек, әр азат жол 1 см шегініспен жаңа жолдан басталуы керек)

Кіріспе оқырманды қызықтыру үшін өте маңызды бөлім болып табылады. Кіріспеде қысқаша ақпарат болуы керек, білімдегі олқылықтарды анықтап, зерттеу мақсатын көрсетуі керек. Тақырып бойынша белгілі нәрсені жалпылаудан және тиісті дереккөздерге сілтеме жасай отырып, белгісіздік аймақтарын бөлектеуден бастаңыз. Бұл сіздің зерттеуіңізде шешілетін білім алшақтығын анықтауға әкеледі. Гипотезаңызды, мақсаттарыңызды белгілеңіз және стратегияңызды қысқаша сипаттаңыз.

Тиісті жарияланымдарға сілтеме жасай отырып, зерттеу жүргізу үшін сіздің дәлелдеріңіз бар ғылыми білімге сәйкес келетініне көз жеткізіңіз. Қажет емес бөлшектерден аулақ болыңыз және фонды мақсатты аудиторияға (мамандарға немесе қарапайым адамдарға) бейімдеңіз. Кіріспе сіздің зерттеуіңіздің қандай құндылық қосатынына қисынды түрде әкелуі керек-ол тәжірибені өзгертеді ме, әлде қайшылықтарды шешеді ме. Жұмысыңызды тиімді жылжыту үшін осы бөлімді пайдаланыңыз.

2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

[Мәтін]

Мақаланың осы бөлімінде сіздің зерттеу тақырыбыңызға қатысы бар зерттеулер мен білімдердің толық және қысқаша мазмұны ұсынылуы керек. Қазіргі білім жағдайына әкелген осы саланың тарихи дамуын қысқаша талқылаңыз. Берілген тақырыптың негізінде жатқан іргелі ұғымдар мен теорияларды бөліп көрсетіңіз. Осы саладағы кез келген жалғасып жатқан пікірталастарды, қайшылықтарды немесе әртүрлі көзқарастарды бөлектеңіз. Алдыңғы зерттеулерде қолданылған әртүрлі зерттеу әдістері мен тәсілдерін, сондай-ақ олардың күшті және әлсіз жақтарын талқылаңыз. Сіздің зерттеуіңіз шешуге бағытталған қолданыстағы әдебиеттердегі олқылықтарды нақты анықтаңыз. Бұл олқылықтардың неліктен маңызды екенін түсіндіріңіз. Бар әдебиеттерді зерттеу сұрақтарыңызға, мақсаттарыңызға немесе гипотезаларыңызға қалай жауап беретінін түсіндіру арқылы зерттеуіңізбен байланыстырыңыз. Шолуды хронологиялық, тақырыптық немесе сіздің зерттеуіңіз бен оқырмандарыңыз үшін ең мағыналы етіп ұйымдастырыңыз. Қысқа және нақты болыңыз. Қажет емес бөлшектерден аулақ болыңыз және сіздің зерттеуіңізге тікелей қатысы бар нәрсеге назар аударыңыз.

Сонымен, Кіріспе – бұл сіздің зерттеуіңіздің маңыздылығын түсіндіре отырып, оның негізін қалайтын қысқаша бөлім, ал әдебиеттерге шолу сіздің зерттеу тақырыбыңызға қатысты бар білім жиынтығын жан-жақты және егжей-тегжейлі талдау болып табылады. Бұл екі бөлім сіздің зерттеуіңіздің контексті мен негіздемесін қамтамасыз ету үшін бірге жұмыс істейді және кіріспе әдебиеттерді шолуда берілген егжей-тегжейлі ақпаратқа әкеледі.

Барлық сілтемелер төмендегі форматқа сәйкес берілуі керек.

1 келтірілген автор жағдайында мысал:

2-суретте Трилон ерітіндісін (**Adenon, 2019**) қолдана отырып, қысу әдісімен тазартылған компресс пен тұз аймағын қолдану мысалдары көрсетілгендіктен, қорытынды жасауға болады...

Келтірілген 2 автор жағдайында мысал:

Күн энергиясы (**Schmidt & Summerson, 2018, 2018**) және жел энергиясы сияқты жаңартылатын энергия көздерінің әлеуетін зерттеу...

3 немесе одан да көп дәйексөз келтірілген авторлар жағдайында мысал:

Күн сияқты жаңартылатын энергия көздерінің әлеуетін зерттеу (Schmidt et al., 2018) және жел энергетикасы...

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

[Мәтін]

"Материалдар мен әдістер" бөлімі зерттеу туралы нақты, қайталанатын есеп беруге бағытталған. Әрбір нәтижеде тиісті әдіс болуы керек. Бұрын жарияланған процедуралар қысқаша мазмұндама мен сілтемелерді қажет етеді.

Зерттеу дизайнын анықтаудан және кез-келген дәстүрлі емес әдістемені сілтемелермен немесе контекстік түсіндірулермен негіздеуден бастаңыз. Зерттеу популяциясын қосып/алып тастау критерийлері мен жағдайларды анықтау әдістерін егжей-тегжейлі сипаттаңыз.

Ретроспективті зерттеулер үшін критерийлер мен таңдалған материалдарды қоса, бастапқы деректерді сипаттаудан бастаңыз.

Математикалық формулалар. Математикалық теңдеулерді кескін ретінде емес, өңделетін мәтін ретінде жіберіңіз. Мүмкіндігінше қарапайым мәтінге сәйкес қарапайым формулаларды ұсыныңыз және X / Y сияқты шағын бөлшек мүшелер үшін көлденең сызықтың орнына солидусты (/) қолданыңыз. Әрбір формула нөмірленуі керек.

Мысалы:

$$k = \alpha C_p D_b \quad (1)$$

or

$$\text{porosity (\%)} = (1 - D_b/D_{th}) \times 100 \quad (2)$$

$$(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k} \quad (3)$$

4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

[Мәтін]

Нәтижелер бөлімінде сіздің бақылауларыңыз түсініктемелерсіз ұсынылуы керек. Әдістерді қайталаудың қажеті жоқ; оқырмандар толық ақпарат алу үшін "әдістер" бөліміне қайта оралуы керек. Нәтижелер бұрын ұсынылған әдістерге сәйкес келуі керек.

Нәтижелерді тиісті бөлімдері бар әдістермен бірдей ретпен ұсыныңыз. Бастапқы сипаттамалар немесе нәтижелер сияқты қысқаша мәліметтер алу үшін кестелерді пайдаланыңыз. Сызбалар күрделі немесе графикалық деректер үшін пайдалы, бірақ оларды теріс пайдаланбаңыз. Мәтіндегі кестелерде немесе суреттерде бұрыннан бар деректерді қайталамаңыз.

Талқылау - бұл сіздің нәтижелеріңізді және олардың маңыздылығын түсіндіретін жер. Негізгі тұжырымдардың қысқаша мазмұнынан бастаңыз. Шамадан тыс түсіндіруден аулақ болыңыз және нақты тонды ұстаныңыз. Нәтижелеріңізді қолданыстағы әдебиеттермен салыстырыңыз, сәйкессіздіктерді дипломатиялық түрде мойындаңыз және түсініктеме беріңіз.

Кез келген күтпеген олжалар мен олардың салдарын талқылаңыз. Бірнеше сынақтар немесе араласулар сіздің нәтижелеріңізге қалай әсер ететіні туралы ойланыңыз. Басқа зерттеулерге сілтеме жасағанда, сынға дипломатиялық болыңыз және жұмысыңыздың күшті жақтарын атап өтіңіз. Парафраз жасау кезінде екпінді өзгертуден аулақ болыңыз.

Соңында, бірлескен авторлардан, тәлімгерлерден немесе басылым қызметкерлерінен сіздің жұмысыңыздың анықтығы мен дұрыстығын тексеруді сұраңыз.

4.1 [КІШІ БӨЛІМНІҢ ТАҚЫРЫБЫ] (егер бар болса)

[Мәтін]

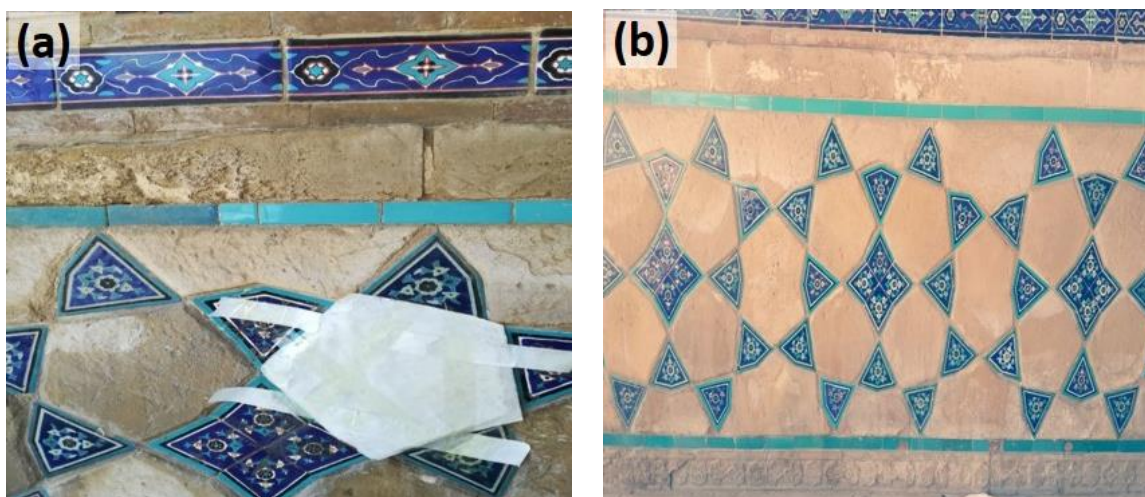
4.2 [КІШІ БӨЛІМНІҢ ТАҚЫРЫБЫ] (егер бар болса)

[Мәтін]

Суреттерді ұсыну және оларға атау беру мысалы. Барлық суреттер (иллюстрациялар, диаграммалар, графиктер, Гант диаграммалары, дөңгелек диаграммалар және т. б.) мысалда көрсетілгендей нөмірленіп, пішімделуі керек. Мақала мәтіндегі сызбаларға сілтеме жасағанда, оны қою және көк түспен бөлектеу арқылы төмендегі пішімдеуді қолданыңыз.

Мысалы:

2-суретте Trilon В ерітіндісін пайдаланып компрессиялық әдіспен тазартылған компресс пен тұз аймағын қолдану мысалдары көрсетілгендіктен, қорытынды жасауға болады...



Сурет 2 – Компресссті (а) және Трилон В (б) ерітіндісін қолдана отырып, қысу әдісімен тазартылған тұзды қолдану мысалы [авторлық материал].

Кесте 1

Деформацияны бақылау үшін қолданылатын негізгі қайталаулар [авторлық материал]

№	PP 12010	RP1	RP2	RP3
X	7802.8877	7779.3818	7791.6069	7783.4682
Y	-996.2399	-1013.5767	-1004.6966	-985.3698
H	692.633	692.693	692.715	692.730

Кесте 2

Ай бойынша күн панельдерінің оңтайлы бұрыштары. [18]

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
41.4°	36.4°	31.4°	26.4°	21.4°	16.4°	21.4°	26.4°	31.4°	36.4°	41.4°	46.4°

Барлық кестелер мысалда көрсетілгендей нөмірленіп, пішімделуі керек. Кестелер мәтінде сандармен көрсетілуі керек. Тақырыпты кестенің сол жағына туралаңыз. Интернетте жариялау үшін кестені түрлендіру кезінде мәтін мен сандардың ауысуын болдырмау үшін деректерді жеке кесте ұяшықтарына орналастыру керек. Бос ұяшықтарды интервал жасау үшін енгізуге болады. Кестелер мәтінде берілген ақпаратты қайталамауы керек. Оның орнына, кестелер автордың баса назар аударғысы келетін нақты нүктені бейнелейтін немесе кеңейтетін қосымша ақпарат беру үшін қолданылуы керек. Мақала мәтіндегі кестелерге сілтеме жасағанда, оны қою және көк түспен бөлектеу арқылы төмендегі пішімдеуді пайдаланыңыз.

Мысалы:

Күн энергиясы (**2-кесте**) және жел энергиясы сияқты жаңартылатын энергия көздерінің әлеуетін зерттеу...

Суреттер мен кестелерге барлық қолтаңбалар 10-шы қаріппен жазылуы керек (негізгі мәтіннен 2 пунктке аз).

5 ҚОРЫТЫНДЫЛАР

[Мәтін]

Қорытындыда сіздің негізгі тұжырымдарыңыз қысқаша баяндалады, мүмкін болашақ зерттеулердің салдары туралы қысқаша мәлімет беріледі.

ӘДЕБИЕТТЕР

Тілге қарамастан барлық дереккөздер ағылшын тіліне аударылып, транслитерацияланған атаумен бірге ұсынылуы керек.

Мысал:

1. **Nalimov, V. V., & Mulchenko, Z. M.** (1969). *Naukometriya, the Study of the Development of Science as an Information* [Naukometriya, izuchenie razvitiya nauki kak informacionnogo] Process. Nauka: Moscow, Russia. <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05262-y> (In Russ.).
2. **Aubakirov N.P., Sainova G.A., Anarbekova G.D** (2020). Cubic monitoring of groundwater of Q.A. Yassawi and Arystanbab mausoleums. *Bulletin of the State University named after Shakarim of Semipalatinsk*, 14(1), 117 [Q. A. İassauı jäne Arystan Bab kesenelerimñ jer asty sularynyñ tekşe monitoriñi. *Vestnik Gosudarstvennogo universiteta imeni Shakarima goroda Semej*] <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05262-y> (In Kaz.).

Қазақ/орыс тілдеріндегі дереккөзге сілтеме жасау кезінде doi сілтемесінен кейін түпнұсқаның тілін жақшада былайша көрсету қажет: (қазақ тілінде.), (орыс тілінде.). Ғылыми басылымдардағы мақалаларға сілтеме жасау кезінде дереккөзді көрсету керек, әйтпесе редакция қолжазбаны жариялаудан бас тарту құқығын өзіне қалдырады. Мақала жазу үшін қажетті дереккөздер саны 15 немесе одан да көп.

Журналда жарияланған әдебиетке сілтеме мысалы:

Thomas, J. C., & Carroll, J. M. (1979). The psychological study of design. *Design Studies* 1, 5-11. <https://doi.org/10.3390/su14010117>

Кітапта жарияланған әдебиетке сілтеме мысалы:

Cross, N. (2006). *Designerly Ways of Knowing*. London: Springer.

Өңделген кітаптағы тарауға сілтеме мысалы:

Jones, J. C. (1984). A method of systematic design. In N. Cross (Ed.), *Developments in Design Methodology* (pp. 9-31). Chichester: John Wiley & Sons.

Веб-сайтқа сілтеме:

Author, C.C. & Author, D.D. (Date of publication). Title page [file extension when necessary]. Retrieved from <https://www.someaddress.com/full/url/>.

Eco, U. (2015). How to write a thesis [PDF file]. Retrieved from: [https://www.researchgate.net/How-to-write-a-thesis/.../Umberto +Eco-How+to+Write/](https://www.researchgate.net/How-to-write-a-thesis/.../Umberto+Eco-How+to+Write/)

Мысал:

1. **Lopez-Medina, T., Mendoza-Ávila, I., Contreras-Barraza, N., Salazar-Sepúlveda, G., & Vega-Muñoz, A.** (2021). Bibliometric mapping of research trends on financial behavior for sustainability. *Sustainability*, 14(1), 117. <https://doi.org/10.3390/su14010117>
2. **Nalimov, V. V., & Mulchenko, Z. M.** (1969). *Naukometriya, the Study of the Development of Science as an Information Process*. Nauka: Moscow, Russia. (In Russ.).
3. **Bureau of National Statistics.** (2021). [cited November 30, 2021]. *URL: <http://www.stat.gov.kz>*
4. **Ejidike, C. C., & Mewomo, M. C.** (2023). Benefits of adopting smart building technologies in building construction of developing countries: Review of literature. *SN Applied Sciences*, 5(2), 52. <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05262-y>

(Это шаблон для статьи. Следуйте инструкциям и руководствам, приведенным ниже. Этот документ будет использоваться в будущей переписке с рецензентами, поэтому удалите всю личную информацию и используйте заголовок и аннотацию на языке основной статьи.)

НАЗВАНИЕ СТАТЬИ ДОЛЖНО БЫТЬ КРАТКИМ И ИНФОРМАТИВНЫМ (НЕ БОЛЕЕ 10 СЛОВ)

Аннотация. *Абстракт (на языке статьи) должен кратко изложить основной замысел и содержание статьи и соответствовать структуре IMRAD. Структура IMRAD – это типичная организация научной статьи в медицинских и научных журналах. Введение: В этом разделе авторы представляют контекст и мотивацию своего исследования, обосновывают его актуальность, формулируют цель исследования, а также предоставляют обзор литературы, связанной с темой исследования. Введение должно ввести читателя в контекст работы и заинтересовать его. Методология: здесь описывается методология, используемая в исследовании. Это включает в себя описание методов сбора данных, оборудование, материалы, процедуры и статистические методы анализа данных. Важно, чтобы методология была описана подробно и точно, чтобы другие исследователи могли воспроизвести исследование. Результаты: Здесь представляются фактические результаты исследования. Это могут быть числовые данные, графики, таблицы или другие формы представления информации. Результаты должны быть представлены объективно, без интерпретации или обсуждения. Обсуждение: В этом разделе авторы анализируют полученные результаты, их значимость и связь с гипотезами и целью исследования. Они также могут обсудить ограничения исследования и возможные практические применения результатов. Заключение: Заключение содержит краткое резюме работы и подводит итоги исследования. Здесь авторы могут подчеркнуть важность своих результатов и возможные направления будущих исследований. Рекомендуемый объем аннотации укладывается в диапазон из 250-300 слов на русском языке. Остальные языки должны соответствовать переводу с английского языка.*

Ключевые слова: *Допустимое количество 5-7 ключевых слов и словосочетаний (не более двух слов).*

*

1 ВВЕДЕНИЕ *(стиль шрифта: Times New Roman, размер: 12, полужирный, с новой строкой)*

[Текст]

(стиль шрифта: Times New Roman, размер: 12, не полужирный, с новой строкой, дополнительное форматирование по всему тексту недопустимо (жирный шрифт, курсив, другие цвета, подчеркивания, зачеркнутые и т.д.) Ссылки на рисунки, таблицы и формулы по тексту являются исключениями. Интервал между строками в абзаце должен составлять 1,0 пункта, каждый абзац должен начинаться с новой строки с отступом 1 см)

Введение имеет решающее значение для того, чтобы заинтересовать читателя. В нем должна содержаться краткая справочная информация, выявляться пробелы в знаниях и излагаться цель вашего исследования. Начните с обобщения того, что известно по теме, и выделения областей неопределенности со ссылкой на соответствующие источники. Это приводит к выявлению пробела в знаниях, который устраняется в вашем исследовании. Изложите свою гипотезу, цели и кратко обрисуйте свою стратегию.

Убедитесь, что ваши доводы в пользу проведения исследования соответствуют существующим научным знаниям, сославшись на соответствующие публикации. Избегайте ненужных деталей и адаптируйте предысторию к вашей целевой аудитории (специалистам или неспециалистам). Введение должно логически подводить к тому, какую ценность добавляет ваше исследование – независимо от того, изменяет ли оно практику или разрешает противоречия. Используйте этот раздел для эффективного продвижения своей работы.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

[Текст]

В этом разделе статьи должно быть представлено исчерпывающее и краткое изложение существующих исследований и знаний, имеющих отношение к теме вашего исследования. Кратко обсудите историческое развитие этой области, приведшее к современному состоянию знаний. Выделите фундаментальные концепции и теории, лежащие в основе данной темы. Выделите любые продолжающиеся дебаты, противоречия или различные точки зрения в данной области. Обсудите различные методы исследования и подходы, использованные в предыдущих исследованиях, а также их сильные и слабые стороны. Четко определите пробелы в существующей литературе, на устранение которых направлено ваше исследование. Объясните, почему эти пробелы значительны. Свяжите существующую литературу с вашим исследованием, объяснив, как она отвечает на ваши исследовательские вопросы, цели или гипотезы. Организуйте обзор в хронологическом порядке, тематически или таким образом, чтобы это имело наибольший смысл для вашего исследования и ваших читателей. Будьте кратки и по существу. Избегайте ненужных деталей и сосредоточьтесь на том, что имеет непосредственное отношение к вашему исследованию.

Таким образом, Введение - это краткий раздел, который подготавливает почву для вашего исследования, объясняя его важность, в то время как обзор литературы представляет собой более всесторонний и детальный анализ существующей совокупности знаний, относящихся к теме вашего исследования. Эти два раздела работают вместе, чтобы обеспечить контекст и обоснование вашего исследования, а введение ведет к более подробной информации, представленной в обзоре литературы.

Все ссылки должны быть приведены в соответствии с приведенным ниже форматом.

В случае 1 цитируемого автора, пример:

Поскольку на **Рисунке 2** показаны примеры наложения компресса и области соли, очищенной компрессионным методом с использованием раствора Трилона В (**Adenon, 2019**), можно сделать вывод...

В случае 2 цитируемых авторов, пример:

Поскольку на **Рисунке 2** показаны примеры наложения компресса и области соли, очищенной компрессионным методом с использованием раствора Трилона В (**Schmidt & Summerson, 2018**), можно сделать вывод...

In case of 3 and more cited authors, example:

Поскольку на **Рисунке 2** показаны примеры наложения компресса и области соли, очищенной компрессионным методом с использованием раствора Трилона В (**Schmidt et al., 2018**), можно сделать вывод...

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

[Текст]

Раздел "Методы" направлен на предоставление четкого, воспроизводимого отчета об исследовании. Каждый результат должен иметь соответствующий метод. Ранее опубликованные процедуры требуют краткого изложения и ссылок.

Начните с определения дизайна исследования и обоснования любой нетрадиционной методологии ссылками или контекстуальными объяснениями. Опишите исследуемую популяцию с подробным описанием критериев включения/исключения и методов выявления случаев.

Для ретроспективных исследований начните с описания исходных данных, включая критерии и выбранные материалы.

Математические формулы. Пожалуйста, используйте математические уравнения в виде редактируемого текста, а не в виде изображений. Представляйте простые формулы в соответствии с обычным текстом, где это возможно, и используйте знак дроби (/) вместо горизонтальной линии для небольших дробных членов, например, X/Y. Дополнительно вы можете вставлять формулы, используя функцию Microsoft Word "Вставить формулу". Каждая формула должна быть пронумерована.

Например:

$$k = \alpha C_p D_b \quad (1)$$

or

$$\text{porosity (\%)} = (1 - D_b/D_{th}) \times 100 \quad (2)$$

$$(x + a)^n = \sum_{k=0}^n \binom{n}{k} x^k a^{n-k} \quad (3)$$

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

[Текст]

В разделе "Результаты" должны быть представлены ваши наблюдения без комментариев. Методы не нуждаются в повторении; читателям следует вернуться к разделу "Методы" для получения подробной информации. Результаты должны соответствовать методам, представленным ранее.

Представьте результаты в том же порядке, что и методы с соответствующими подразделами. Используйте таблицы для представления кратких данных, таких как исходные характеристики или результаты. Рисунки полезны для сложных или графических данных, но не злоупотребляйте ими. Избегайте повторения данных, уже содержащихся в таблицах или рисунках в тексте.

Обсуждения — это то, где вы интерпретируете свои результаты и их значимость. Начните с краткого изложения основных выводов. Избегайте чрезмерного толкования и придерживайтесь фактологического тона. Сравните свои результаты с существующей литературой, дипломатично признавая расхождения и предлагая объяснения.

Обсудите любые неожиданные находки и их последствия. Подумайте о том, как несколько анализов или вмешательств в совокупности влияют на ваши результаты. Когда вы ссылаетесь на другие исследования, будьте дипломатичны в критике и подчеркивайте сильные стороны вашей работы. Избегайте изменения акцента при перефразировании.

Наконец, попросите соавторов, наставников или сотрудников отдела проверить вашу работу на предмет ясности и корректности.

4.1 [ЗАГОЛОВОК ПОДРАЗДЕЛА] *(при наличии)*

[Текст]

4.2 [ЗАГОЛОВОК ПОДРАЗДЕЛА] *(при наличии)*

[Текст]

Пример представления рисунков и подписи к ним. Все рисунки (иллюстрации, схемы, графики, диаграммы Ганта, круговые диаграммы и т.д.) должны быть пронумерованы и отформатированы, как показано в примере. Обратите внимание, что при ссылках на рисунки в тексте статьи используйте приведенное ниже форматирование, выделяя его жирным шрифтом и синим цветом.

Например:

Поскольку на **Рисунке 2** показаны примеры наложения компресса и области соли, очищенной компрессионным методом с использованием раствора Трилона В, можно заключить...

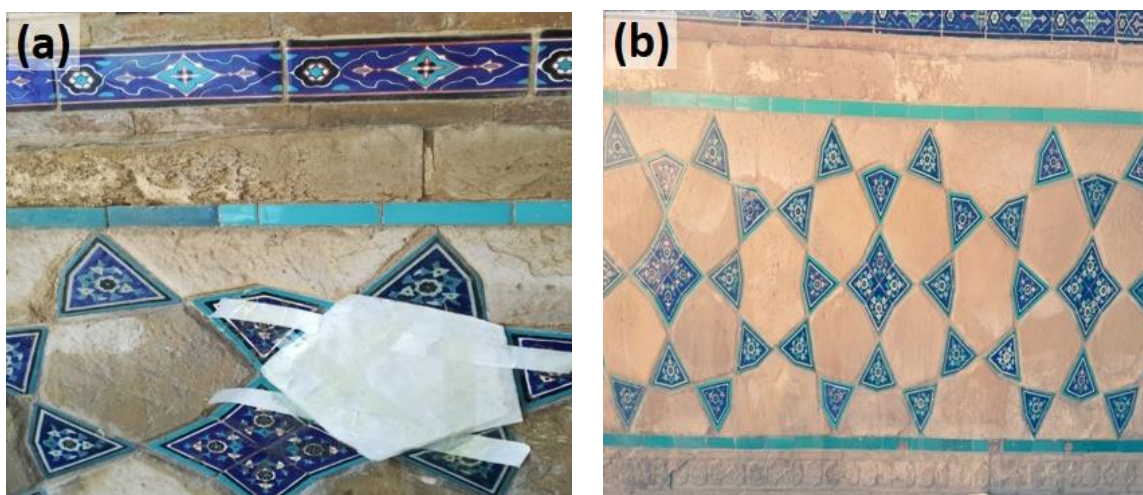


Рисунок 2 – Пример наложения компресса (а) и области соли, очищенной компрессионным методом с использованием раствора Трилона В (б) [материалы автора].

Таблица 1

Основные повторения, используемые для контроля деформации [материалы автора]

№	PP 12010	RP1	RP2	RP3
X	7802.8877	7779.3818	7791.6069	7783.4682
Y	-996.2399	-1013.5767	-1004.6966	-985.3698
H	692.633	692.693	692.715	692.730

Таблица 2

Оптимальные углы наклона солнечных панелей по месяцам. [18]

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
41.4°	36.4°	31.4°	26.4°	21.4°	16.4°	21.4°	26.4°	31.4°	36.4°	41.4°	46.4°

Все таблицы должны быть пронумерованы и отформатированы, как показано в примере. Таблицы должны быть обозначены цифрами в тексте. Разместите заголовок по центру с левой стороны над таблицей. Данные должны быть помещены в отдельные ячейки таблицы, чтобы предотвратить смещение текста и цифр при преобразовании таблицы для публикации в Интернете. Пустые ячейки могут быть вставлены для создания интервала. Таблицы не должны дублировать информацию, представленную в тексте. Вместо этого следует использовать таблицы для предоставления дополнительной информации, иллюстрирующей или расширяющей конкретный момент, который автор желает подчеркнуть. Обратите внимание, что при ссылках на таблицы в тексте статьи используйте приведенное ниже форматирование, выделяя его жирным шрифтом и синим цветом.

Например:

Использование потенциала возобновляемых источников энергии, таких как солнечная энергия (**Таблица 2**) и энергия ветра...

Все подписи к рисункам и таблицам должны быть написаны шрифтом размером 10 пунктов (на 2 пункта меньше чем основной текст статьи).

5 ВЫВОДЫ

[Текст]

В заключении кратко излагаются ваши основные выводы, возможно, с кратким изложением последствий для будущих исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Все источники, независимо от языка, должны быть переведены на английский и представлены вместе с транслитерированным названием.

Например:

1. **Nalimov, V. V., & Mulchenko, Z. M.** (1969). *Naukometriya, the Study of the Development of Science as an Information* [Naukometriya, izuchenie razvitiya nauki kak informacionnogo] Process. Nauka: Moscow, Russia. <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05262-y> (In Russ.).

2. **Aubakirov N.P., Sainova G.A., Anarbekova G.D** (2020). Cubic monitoring of groundwater of Q.A. Yassawi and Arystanbab mausoleums. Bulletin of the State University named after Shakarim of Semipalatinsk, 14(1), 117 [Q. a. Īassauı jäne Arystan Bab keseneleriniñ jer asty sularynyñ tekşe monitoriñi. Vestnik Gosudarstvennogo universiteta imeni Shakarima goroda Semej] <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05262-y> (In Kaz.).

При цитировании источника на казахском/русском языках после ссылки DOI необходимо указать язык оригинала в скобках следующим образом: (на каз.), (на рус.). При цитировании статей из научных изданий необходимо указывать DOI, в противном случае редакция оставляет за собой право отклонить публикацию рукописи. Необходимое количество источников для написания статьи - от 15 и более.

Ссылка на публикации в журнале:

Thomas, J. C., & Carroll, J. M. (1979). The psychological study of design. Design Studies 1, 5-11. <https://doi.org/10.3390/su14010117>

Ссылка на книги:

Cross, N. (2006). Designerly Ways of Knowing. London: Springer

Ссылка на главу в отредактированной книге:

Jones, J. C. (1984). A method of systematic design. In N. Cross (Ed.), Developments in Design Methodology (pp. 9-31). Chichester: John Wiley & Sons.

Ссылка на онлайн источник (website):

Author, C.C. & Author, D.D. (Date of publication). Title page [file extension when necessary]. Retrieved from <https://www.someaddress.com/full/url/>.

Eco, U. (2015). How to write a thesis [PDF file]. Retrieved from: <https://www.researchgate.net/How-to-write-a-thesis/.../Umberto+Eco-How+to+Write/>

Например:

1. **Lopez-Medina, T., Mendoza-Ávila, I., Contreras-Barraza, N., Salazar-Sepúlveda, G., & Vega-Muñoz, A.** (2021). Bibliometric mapping of research trends on financial behavior for sustainability. Sustainability, 14(1), 117. <https://doi.org/10.3390/su14010117>
2. **Nalimov, V. V., & Mulchenko, Z. M.** (1969). Naukometriya, the Study of the Development of Science as an Information Process. Nauka: Moscow, Russia. (In Russ.).
3. **Bureau of National Statistics.** (2021). [cited November 30, 2021]. URL: <http://www.stat.gov.kz>
4. **Ejidike, C. C., & Mewomo, M. C.** (2023). Benefits of adopting smart building technologies in building construction of developing countries: Review of literature. SN Applied Sciences, 5(2), 52. <https://doi.org/10.1007/s42452-022-05262-y>

ҚазБСҚА ХАБАРШЫСЫ 1(91) 2024

Ғылыми журнал
2001 жылдан шыға бастады.
Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық
келісім министрлігінде тіркеліп,
2000 жылдың 14 тамызында №1438-Ж куәлігі берілген.
2021 жылдан бастап ашық қол жетімді электронды интернет-басылым ретінде
шығарылады ([hhttps://vestnik.kazgasa.kz](https://vestnik.kazgasa.kz))

ВЕСТНИК КазГАСА 1(91) 2024

Научный журнал
Издается с 2001 г.
Зарегистрирован Министерством информации и общественного согласия
Республики Казахстан. Свидетельство №1438-Ж от 14 августа 2000 г.
С 2021 года журнал выходит как электронное онлайн-издание с открытым
доступом (<https://vestnik.kazgasa.kz>).

Материалды компьютерде беттеген/
верстка оригинал-макета – *Ибрашева М.А.*
Редактор – *Есимханова А.Е.*

Басуға 30.03.2024 ж. қол қойылды.
Форматы 70x100/16. Офсет қағазы.
Есептік баспа табағы 23,25. Шартты баспа табағы 23,62.
Таралымы 250 дана.
Бағасы келісім бойынша.

Подписано 30.03.2024 г. в печать.
Формат 70x100/16. Бумага офсетная.
Уч.-изд. л. 23,25. Усл. печ. л. 23,62.
Тираж 250 экз.
Цена договорная.

Халықаралық білім беру корпорациясы, 2024
050043, Алматы қ-сы, Қ. Рысқұлбеков к-сі, 28
«Құрылыс және сәулет» баспасында басылып шықты
050043, Алматы қ-сы, Қ. Рысқұлбеков к-сі, 28

Международная образовательная корпорация, 2024
050043, г. Алматы, ул. К. Рыскулбекова, 28
Отпечатано в Издательстве «Строительство и архитектура»
050043, г. Алматы, ул. К. Рыскулбекова, 28
Тел. 8 (727) 355 10 56
kazgasa@mail.ru, nauka_kazgasa@mail.ru