

Илимий журнал 2002-жылдын
январынан бери басылып чыгат

Жылына 4 жолу чыгат

Журналдын ээси: И.Раззаков атындагы Кыргыз
мамлекеттик техникалык университети

Редакциянын дарегі:
720044, Кыргыз Республикасы,
Бишкек ш., Ч.Айтматов пр., 66

Тел.: +996 (312) 56-15-18
Факс: +996 (312) 54-51-62

Сайт: <https://kstu.kg/bokovoe-menju/zh/zagolovok-ro-umolchaniju>
E-mail: journalkstu@gmail.com

Журнал Кыргыз Республикасынын
Юстиция министрлигинде катталган.
Күбөлүктүн номуру
№10334, 13.11.2023-жыл

ISSN 1694-8866
Жазылуу индекси 77341

Журнал 2014-жылдан бери Россиялык
илимий цитата индексинде катталган

Басууга 25.04.2024 кол коюлду
Нускасы 30 даана.

ЭЛ АРАЛЫК РЕДАКЦИЯЛЫК КЕҢЕШ

Нигматулин Р.И., физ.- мат. илимд. докт., проф.,
Россия Илимдер академиясынын (РИА) академиги
(Россия);
Акимов П.А., техн. илимд. докт., проф., Россия
архитектура жана курулуш илимдер
академиясынын(РАКИА) академиги (Россия);
Бальзаников М.И., техн. илимд. докт., проф.
(Россия);
Ван Шугуо, проф., Сиань транспорт университетинин
Президенти (Кытай Эл Республикасы);
Васильев В.Н., техн. илимд. докт., проф., РИАнын
мүчө-корреспонденти (Россия);
Ведяков И.И., техн. илимд. докт., проф., РИАнын
академиги (Россия);
Гусев Б.В., техн. илимд. докт., проф., РИАнын мүчө-
корреспонденти (Россия);
Йозеф Штробл, академик, проф., PhD, Зальцбург
Университетинин кафедра башчысы (PLUS, Австрия);
Каримов Б.Б., техн. илимд. докт., проф. (Россия);
Касимов И.И., техн. илимд. докт., проф. (Өзбекстан);
Королев Е.В., техн. илимд. докт., проф. (Россия);
Мамедова Г.Г., архитектура доктору, профессор
(Азербайжан);
Низамов Р.К., техн. илимд. докт., проф. (Россия);
Хуаан Фан, проф., PhD, Технологиялардын Королдук
институту (КТН, Швеция);
Ромуальдас Клюкас, техн. илимд. докт., проф.
(Литва);
Р.С. Бава, проф., докт., Чандигарх университетинин
проректору (Индия);
Рыбнов Е.И., эконом. илимд. докт., проф. (Россия);
Сильянов В.В., техн. илимд. докт., проф. (Россия);
Телтаев Б.Б., техн. илимд. докт., проф. (Казакстан).

РЕДАКЦИЯЛЫК КОЛЛЕГИЯ

Башкы редактор:

Абдыкалыков А. А., техника илимдеринин
доктору, профессор, Эл Аралык Транспорт
Академиясынын (ИТА) академиги, И.Раззаков
атындагы КМТУнун ректорунун кенешчиси

Тел.: +996 (312) 543561
E-mail: ksucta@elcat.kg

Башкы редактордун орун басары:

Маданбеков Н. Ж., техника илимдеринин
кандидаты, доцент, И.Раззаков атындагы КМТУнун
санариптештирүү проректору
Тел.: +996 (552) 84-22-88
E-mail: madanbekov_72@mail.ru

Жооптуу секретарь:

Аманкулова А.Б., И.Раззаков атындагы КМТУ
басмасынын директору

Тел.: +996 (550) 660-442

Жумалиев К.М., техн. илимд. докт., проф., КР
УИАнын академиги;
Кожоголов К.Ч., техн. илимд. докт., проф., КР
УИАнын академиги;
Абдужабаров А.Х., техн. илимд. докт., проф.;
Асанов А.А., техн. илимд. докт., проф.;
Атышев К.А., эконом. илимд. докт., профессор;
Бегалиев У.Т., техн. илимд. докт., профессордун
милдетин аткаруучу;
Бийбосунов Б.И., физ.-мат. илимд. докт., проф.;
Биримкулова К.Д., эконом. илимд. докт.;
Болотбек Темир, техн. илимд. докт., проф.;
Боронбаев Э.К., техн. илимд. докт., проф.;
Дербишева Э.Д., эконом. илимд. докт., профессордун
милдетин аткаруучу;
Зулпуев А.М., техн. илимд. докт., проф.;
Иманкулов Д.Д., архитектура доктору, профессор;
Курдюмова В.М., техн. илимд. докт., проф.;
Кутуев М.Д., техн. илимд. докт., проф.;
Матыева А.К., техн. илимд. докт., профессордун
милдетин аткаруучу;
Мендекеев Р.А., техн. илимд. докт., проф.;
Никольская О.В., техн. илимд. докт., профессордун
милдетин аткаруучу;
Омуралиев Д.Д., архит. докт., профессор;
Сарыбаев А.С., эконом. илимд. докт., профессор.

Научный журнал издается
с января 2002 года

Выходит 4 раза в год

Учредитель: Кыргызский государственный
технический университет им. И.Раззакова

Адрес редакции:
720044, Кыргызская Республика,
г. Бишкек, пр. Ч.Айтматова, 66

Тел.: +996 (312) 56-15-18
Факс: +996 (312) 54-51-62

Сайт: <https://kstu.kg/bokovoe-menju/zh/zagolovok-po-umolchaniyu>
E-mail: journalkstu@gmail.com

Журнал зарегистрирован
в Министерстве юстиции Кыргызской Республики
Свидетельство №10334, 13.11.2023.

ISSN 1694-8866
Подписной индекс 77341

Журнал зарегистрирован в Российском индексе
научного цитирования с 2014 года

Подписан 25.04.2024
Тираж 30 экз.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Нигматулин Р.И., докт. физ-мат. наук, проф.,
академик РАН (РФ);
Акимов П.А., докт. техн. наук, проф., академик
РААСН (РФ);
Бальзаников М.И., докт. техн. наук, проф. (РФ);
Ван Шугуо, проф., Президент Сианьского
транспортного университета (КНР);
Васильев В.Н., докт. техн. наук, проф., член-корр.
РАН (РФ);
Ведяков И.И., докт. техн. наук, проф., академик
РИА (РФ);
Гусев Б.В., докт. техн. наук, проф., член-корр. РАН
(РФ);
Йозеф Штробл, академик, проф., PhD, зав. кафедрой
Университета Зальцбурга (PLUS, Австрия);
Каримов Б.Б., докт. техн. наук, проф. (РФ);
Касимов И.И., докт. техн. наук, проф. (РУз);
Королев Е.В., докт. техн. наук, проф. (РФ);
Мамедова Г.Г., докт. архитектуры, проф. (АР);
Низамов Р.К., докт. техн. наук, проф. (РФ);
Хуаан Фан, проф., PhD, Королевский институт
технологий (КТН, Швеция);
Ромуальдас Клюкас, докт. техн. наук, проф.
(Литва);
Р.С. Бава, проф., доктор, проректор Университета
Чандигарх (Индия);
Рыбнов Е.И., докт.эконом. наук, проф. (РФ);
Сильянов В.В., докт. техн. наук, проф. (РФ);
Телтаев Б.Б., докт. техн. наук, проф. (РК).

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:

Абдыкалыков А.А., доктор технических
наук, профессор, академик Международной
академии транспорта (ИТА), советник ректора
КГТУ им. И.Раззакова

Тел.: +996 (312) 54-35-61
E-mail: ksucta@elcat.kg

Зам. главного редактора:

Маданбеков Н.Ж., кандидат технических наук,
доцент, проректор по цифровизации КГТУ им.
И.Раззакова

Тел.: +996 (552) 84-22-88
E-mail: madanbekov_72@mail.ru

Ответственный секретарь:

Аманкулова А.Б., директор издательства
КГТУ им. И.Раззакова

Тел.: +996 (550) 660-442

Члены редколлегии:

Жумалиев К.М., докт. техн. наук, проф., академик
НАН КР;
Кожугулов К.Ч., докт. техн. наук, проф., академик
НАН КР;
Абдужабаров А.Х., докт. техн. наук, проф.;
Асанов А.А., докт. техн. наук, проф.;
Атышев К.А., докт.эконом. наук, проф.;
Бегалиев У.Т., докт. техн. наук, исп.обязан. проф.;
Бийбосунов Б.И., докт.физ.-мат. наук, проф.;
Биримкулова К.Д., докт.эконом. наук;
Болотбек Темир, докт. техн. наук, проф.;
Боронбаев Э.К., докт. техн. наук, проф.;
Дербишева Э.Д., докт.эконом. наук, исп.обязан.
профессора;
Зулпуев А.М., докт. техн. наук, проф.;
Иманкулов Д.Д., докт. архитектуры, проф.;
Курдюмова В.М., докт. техн. наук, проф.;
Кутуев М.Д., докт. техн. наук, проф.;
Матыева А.К., докт.техн. наук, исп. обязан.
профессора;
Мендекеев Р.А., доктор технических наук,
профессор;
Никольская О.В., докт. техн. наук, исп.обязан.
профессора;
Омуралиев Д.Д., докт.архитектуры, проф.;
Сарыбаев А.С., доктор эконом. наук, проф.

The scientific journal published
since January 2002

Published 4 times a year

Founder: Razzakov
Kyrgyz State Technical University

address of addition:
720044, Kyrgyz Republic,
d. Bishkek, Ave. Chyngyz Aitmatov, 66

Tel: +996 (312) 56-15-18
Fax: +996 (312) 54-51-62

Website: <https://kstu.kg/bokovoe-menju/zh/zagolovok-po-umolchaniju>
E-mail: journalkstu@gmail.com

The journal is registered in the Ministry of Justice
of the Kyrgyz Republic Certificate
№10334 from 13.11.2023.

ISSN 1694-8866
Subscription index 77341

Journal is registered in the Russian Index
of scientific citations since 2014

Signed to print
25.04.2024
Edition 400 copies.

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Nigmatulin R.I., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences (RF);
Akimov P.A., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of RAASN (RF);
Balzannikov M.I., Doctor of Technical Sciences, Professor (RF);
Wang Shuguo, professor, President of Xi'an Transport University (PRC);
Vasiliev V.N., Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member. RAS (RF);
Vedyakov I.I., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of RIA (RF);
Gusev B.V., Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member. RAS (RF);
Josef Strobl, academician, professor, PhD, head. Department of the University of Salzburg (PLUS, Austria);
Karimov B.B., Doctor of Technical Sciences, Professor (RF);
Kasimov I.I., Doctor of Technical Sciences, Professor (RUz);
Korolev E.V., Doctor of Technical Sciences, Professor (RF);
Mamedova G.G., Doctor of Architecture, Professor (AR);
Nizamov R.K., Doctor of Technical Sciences, Professor (RF);
Huaan Fan, Professor, PhD, Royal Institute of Technology (KTH, Sweden);
Romualdas Kliukas, Doctor of Technical Sciences, Professor (Lithuania);
R.S. Bawa, professor, doctor, vice-chancellor of Chandigarh University (India);
Rybnov E.I., Doctor of Economic Sciences, Professor (RF);
Silyanov V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor (RF);
Teltaev B.B., Doctor of Technical Sciences, Professor (RK).

EDITORIAL TEAM

Chief Editor:

Abdykalykov AA, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the International Transport Academy (ITA), Advisor to the Rector of Razzakov Univeristy.

Tel: +996 (312) 54-35-61
E-mail: ksucta@elcat.kg

Deputy Chief Editor:

Madanbekov N.Zh., candidate of technical sciences, associate professor, vice-rector for digitalization of Razzakov Univeristy.

Tel: +996 (552) 84-22-88
E-mail: madanbekov_72@mail.ru

Executive Secretary:

A. Amankulova, Director of the Publishing House of Razzakov Univeristy.

Тел.: +996 (550) 660-442

Zhumaliev K.M., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic;
Kozhogulov K.Ch., Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic;
Abdujabarov A.Kh., Doctor of Technical Sciences, Professor;
Asanov A.A., Doctor of Technical Sciences, Professor;
Atyshev K.A., Doctor of Economic Sciences, Professor;
Begaliev U.T., Doctor of Technical Sciences, performing duties. professors;
Biybosunov B.I., Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor;
Birimkulova K.D., Doctor of Economic Sciences;
Bolotbek Temir, Doctor of Technical Sciences, Professor;
Boronbaev E.K., Doctor of Technical Sciences, Professor;
Derbisheva E.D., Doctor of Economic Sciences, performing duties. professors;
Zulpuev A.M., Doctor of Technical Sciences, Professor;
Imankulov D.D., Doctor of Architecture, Professor;
Kurdyumova V.M., Doctor of Technical Sciences, Professor;
Kutuev M.D., Doctor of Technical Sciences, Professor;
Matyeva A.K., Doctor of Technical Sciences, Spanish. must. professors;
Mendekeev R.A., Doctor of Technical Sciences, Professor;
Nikolskaya O.V., Doctor of Technical Sciences, performing duties. professors;
Omuraliev D.D., Doctor of Architecture, Professor;
Sarybaev A.S., Doctor of Economic Sciences, Professor.

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА

Кожобаева С.Т., Омурова А.А., Баркалбасов А.Б. Анализ структурных изменений жилого пространства в современных условиях развития архитектуры	4
Молдалиева И.Т. Шах-Фазиль күмбөзүнүн ички жасалгасы	13

СЕЙСМОСТОЙКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Апсеметов М.Ч., Курманбек уулу Н., Айдаралиев А.Е., Шекербек уулу У.Т. Проектирование участка железной дороги Балыкчы – Кочкор на болотистых местностях ...	19
Алыкулов К.К., Апсеметов М.Ч., Курбанбаев А.Б., Приходько А.А., Турдубай уулу С. Реконструкция северной объездной скоростной автомобильной дороги города Бишкек со строительством эстакадного моста над населенным пунктом в районе рынка «Дордой».....	28
Болотбек Т., Аскар к. Н., Байбеков Н.Б., Канатбеков Н.К., Бокоев Б.О. Определение нагрузок на поперечную раму стального каркаса промышленных зданий	35
Болотбек Т., Аскар к. Н., Н.М.Байгубатова, А.Н.Исмаилов, Б.О. Бокоев Учет пространственной работы каркаса здания	43
Достанова С.Х., Шаяхметов С.Б., Токпанова К.Е., Калпенова З.Т. Динамика жестких покрытий автодорожных путепроводов	54
Калпенова З.Т., Достанова С.Х., Шаяхметов С.Б., Токпанова К.Е., Касымов Г.Т. Поперечные колебания несущих продольных балок транспортных конструкций	64
Кецко Е.С., Кузина И.С. Расчетное обоснование усиления изгибаемых конструкций углеволокном	72
Маруфий А.Т., Абдужабаров А.Х., Жалалдинов М.М. Автоунаа жолдорундагы суу өткөрүүчү түтүктөрдүн жер титирөөгө туруктуулугун жогорулатуучу конструктивдик чечимдердин натыйжалуулугу	81
Маруфий А.Т., Джусуев У.С., Турдажиева Э.Н. Результаты расчета конечной балки на двухпараметрическом упругом основании с учетом параметров близких к их реальной работе	87
Шекербек уулу У.Т., Спасский Р.М. Перспективы строительства железной дороги Китай-Кыргызстан-Узбекистан	91
Энсебеков А.Э., Алиева Д.К., Текбаева Э.Э., А. Суйундук уулу ПушOVER анализ железобетонного здания.....	98
Энсебеков А.Э., Алиева Д.К., Кыдырова Ж.Д., Сулайманов Э.К. Темир-бетон каркас системасынын сейсмикалык туруктуулугун жана сейсмикалык изоляция ыкмаларын изилдөө.....	106

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

Абдыкалыков А.А., Курбанбаев А.Б., Касимов И.И. Комплексное влияние поверхностно-активных структурообразующих и полимерных добавок на свойства дорожных битумов ...	115
Абдусаматов К.Б., Косимов О.Б., Турсунов Б.А., Болотов Т.Т. Результаты дифференциального термического и термогравиметрического анализов неавтоклавного газобетона	121
Болотов Т. Т., Абдусаматов К.Б., Кыдыров Т. К. Влияние отходов угледобычи на сушильные свойства керамических масс.....	128
Ботиров Б.Ф., Ботирова Н.Ш. Выявление физико-механических характеристик высокопрочного тяжелого бетона	134
Акрамов Х.А., Урокбаев О.В., Таирова А.А. Физико-химические свойства и области применения многослойного вермикулита	140
Курдюмова В.М., Уранова М.У., Байгубатова Н.М., Кубанычбек уулу А. Оценка ресурсоспособности органокомпозитов в конструкциях зданий под действием изменений температурно-влажностных факторов.....	145

АРХИТЕКТУРА

УДК: 728.1.011 (075.8)

С.Т. Кожобаева, А.А. Омурова, А.Б.Баркалбасов
И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

S.T. Kozhobaeva, A.A. Omurova, A.B.Barkalbasov
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
kozhobaeva-s@kstu.kg, omurova.astra@mail.ru, azamat.barkalbasov@mail.ru

АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ЖИЛОГО ПРОСТРАНСТВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ АРХИТЕКТУРЫ

АРХИТЕКТУРАНЫН УЧУРДАГЫ ӨНУГҮҮ ШАРТТАРЫНДА ЖАШОО МЕЙКИНДИГИНИН СТРУКТУРАЛЫК ӨЗГӨРҮҮЛӨРҮН ТАЛДОО

ANALYSIS OF STRUCTURAL CHANGES IN RESIDENTIAL SPACE IN MODERN CONDITIONS OF ARCHITECTURAL DEVELOPMENT

Бул макалада жашоо шарттары, инженердик-техникалык жабдуулар, жайлууулук жана коопсуздук сыяктуу көптөгөн себептер менен байланышкан акыркы он жыл ичинде турак жай мейкиндигинин түзүмүн өзгөртүү маселелери баяндалат. Талдоонун негизинде заманбап турак-жай имараттарынын көлөмдүк-пландоо жана функционалдык-мейкиндик чечимдерин өркүндөтүүнүн мүнөздөмөлөрү келтирилген. Ошондой эле макалада заманбап көркөм программаларды жана маалыматтык технологияларды колдонуу шартында жашоо чөйрөнүн структуралык өзгөрүүлөрүнүн мисалдары көрсөтүлгөн.

Түйүндүү сөздөр: турак жай мейкиндиги, долбоорлоо, талдоо, структура.

В данной статье излагаются вопросы изменения структуры жилого пространства за последнее десятилетие, связанные с многими факторами, например, условия проживания, инженерно-технического оснащения, комфорта и безопасности, а также условия и разработки проектов с помощью современных программ проектирования. На основании анализа были приведены характеристики совершенствования объемно-планировочных и функционально-пространственных решений современных жилых зданий. Также в статье показаны примеры структурных изменений жилой среды в условиях применения современных графических программ и информационных технологий.

Ключевые слова: жилое пространство, проектирование, анализ, структура.

This article outlines the issues of changing the structure of living space over the past decade, associated with many factors, for example, living conditions, engineering and technical equipment, comfort and safety, as well as conditions and project development using modern design programs. Based on the analysis, the characteristics of improving the space-planning and functional-spatial solutions of modern residential buildings were presented. The article also shows examples of structural changes in the living environment in the context of the use of modern graphic programs and information technologies.

Key words: living space, design, analysis, structure.

Введение. Жилое здание, как одна из самых древних форм искусственно созданной пространственной среды, связанной с бытом людей имеет многовековую историю развития. Каждая эпоха вносила свои изменения в образ жизни людей, тем самым меняя условия существования, и как результат отражалась на видах и типах жилых зданий. Все это

приводило к их преобразованию и усовершенствованию, расширяя типологию. Необходимо отметить, что на фоне всей эволюции от древности до современности, именно жилище несет в себе богатую историю формирования и дальнейшего развития архитектуры зданий. На протяжении всего периода жилая среда изменялась в зависимости от изменения социальных структур и социальных процессов в обществе. Также сегодня можно утверждать, что свою лепту в развитие стало активно вносить информационно-техническая модификация. На сегодняшний день жилые здания как живой организм стали нести в себе не только информацию быта людей, но и все своеобразие культуры, отдыха, работы. Мировая история рождала шедевры архитектурных памятников, истоки которых принадлежали к разным государствам в разные времена, и именно жилище всегда главенствовала и являлась актуальной. На протяжении столетий она проявлялась в разных формах, типах, видах, структурах. Например, дворцы правителей, замки знатных людей, резиденции царей с одной стороны, с другой – хижины, лачуги, небольшие жилища для простого народа. Рассматривая и анализируя мировую историю можно привести тысячи примеров развития жилой среды. В данном исследовании для полноценного анализа структурных изменений жилого пространства рассматривается зарубежная и отечественная практика формирования, развития и усовершенствования жилого пространства в современных условиях проектирования жилища в целом.

Актуальность. Важной особенностью развития и популярности строительства жилых зданий в Кыргызстане в последнее время объясняется потребностью в комфортном и просторном жилище, имеющем современное архитектурно-дизайнерское оформление, более улучшенное объемно-планировочное решение, а также функционально-пространственное зонирование на всех уровнях. Причиной таких условий становится возросший уровень качества быта и изменение инфраструктуры сервисного обслуживания. В связи с этим произошли структурные преобразования объемно-планировочных элементов жилого пространства, что повлекло за собой изменение подхода к проектным решениям. Структурные изменения отразились на всех уровнях проектных решений, особенно это заметно стало в начале XXI века, когда в жизнь активно ворвались информационные технологии. Создание проектов с помощью графических редакторов и специализированных проектных программ внесли свои коррективы. Актуальность проектирования современного жилья с удовлетворением всех потребностей потенциальных заказчиков стала одной из важных задач, где необходимо опираться не только на умение использовать прикладные программы, но и учитывать условия и нормативные требования безопасности и комфорта жилья, а также брать во внимание социально-демографическую ситуацию и градостроительные условия.

Методология исследования. Исследование основано на сборе информации и анализе архитектурно-пространственных решений, а также объемно-планировочной структуры жилого фонда. Границы исследования охватили постсоветский и современный период развития. Работа выполнялась посредством изучения и систематизации литературных, проектных и научно-исследовательских материалов. Сравнительный анализ архитектурно-пространственных изменений и структурных особенностей при формировании жилых зданий основан на изучении рабочей документации, нормативных и проектных материалов. Приводятся характеристики изменения принципов и качества проектирования с периода внедрения компьютерных программ и применения искусственного интеллекта.

Результат исследования. В проведенном исследовании были рассмотрены вопросы структурных изменений в архитектуре жилых зданий современного периода, которые основывались на аспектах социально-экономического фактора и историко-архитектурного анализа. Основным принципом являлись сравнительные характеристики статистических данных, проблем и задач развития современной жилой архитектуры в Кыргызстане.

В нынешних условиях быстрого роста и глобализации всех отраслей архитектурно-строительной индустрии происходит очень много изменений. С началом двадцать первого столетия в нашу жизнь ворвался динамичный уровень, в большей степени связанный с

внедрением и развитием информационных технологий. На сегодняшний день мы можем наблюдать, как шаг за шагом вся жизнедеятельность человека вовлечена в этот процесс и более того зависит от него. Бытовой уровень жизни человека стал автоматизированным. Сервисное обслуживание осуществляется при помощи технического оснащения. Например, элементарная бытовая техника в виде холодильника, стиральной машины, газовой плиты в квартире всегда была, однако параметры, габариты и характеристики были разные. Сегодня это современное бытовое и техническое оснащение, требующее дополнительного пространства, условий для содержания и обслуживания. Просто обойтись стиральной машиной стало недостаточно, как оказалось нужна еще и сушильная машина, место для развешивания белья, гладильная, а также место для складирования средств обслуживания и содержания этого оборудования. И это только один из небольших примеров.

Современные тенденции отражаются во всем жизненном цикле. Уровень роста как путь к цивилизации и необратимая дорога эволюции это ожидаемый результат, а дельнейший процесс жизни и усовершенствование новых тенденций, создание условий это наша цель и задача. Так еще в начале двадцатого века Ле Корбюзье, французский архитектор, дизайнер и теоретик, один из важнейших представителей модернизма в архитектуре, сказал об этом: «Быть современным — это не мода, это состояние. Каждый из нас должен принимать условия, в которых он живет, и приспособление к ним — его долг, а не выбор...». Как один из первых реформаторов в архитектуре современного жилого пространства, он изменил общий подход и взгляды на планировочную структуру, создал теорию функциональности, рационализма и конструктивизма. Его концепция, методы, стиль и принципы стали отправной точкой для архитекторов современности. Каждое высказывание о жилых пространствах подразумевало концепцию развития жилой среды. Например, в знаменитой фразе: "Дом — это жилой механизм. Форма необходима только в том случае, если она соответствует функции", Ле Корбюзье подчеркивал отражение основных принципов функционализма. Таким образом, можно сказать, что для автора данной цитаты функция дома или здания должна определять его внешний вид и структуру. В его концепции "дом-машина" (Maison Dom-Ino) он выдвигал идею, что здание должно быть построено как механизм, функциональный и эффективный. Для него форма и структура здания должны были следовать его основной цели и предназначению, а не быть лишь декоративным элементом. Это высказывание также подчеркивает противостояние Ле Корбюзье традиционному декоративному подходу в архитектуре и выражает его стремление к честной, рациональной и функциональной концепции здания. Однако, делая анализ можно выделить и то, что как выдающийся архитектор он не отрицал эстетику и своеобразие, а наоборот отмечал, что "Жилое пространство должно быть архитектурой, архитектура — искусством, искусство — красотой, а красота — удовлетворением души." Это высказывание отражает художественную философию Ле Корбюзье, который считал, что архитектура и жилые пространства должны не только функционировать, но и обладать эстетической ценностью и приносить удовлетворение душе. Например, первая часть цитаты "Жилое пространство должно быть архитектурой", автор выражает здесь мысль о том, что жилое пространство не должно быть просто функциональным и удобным, но также одновременно может обладать архитектурным значением. Он придает важность тому, чтобы даже обыденные пространства были продуманными и имели архитектурную структуру. Следующая часть цитаты "Архитектура — искусством", дает утверждение, что архитектура несет в себе черты искусства. Он подчеркивает важность того, чтобы проектирование зданий было не просто техническим заданием, а процессом, включающим творчество и эстетическое восприятие. Далее утверждение "Искусство — красотой", подчеркивает связь между искусством и красотой. Он видит в архитектуре искусство, и это искусство должно быть красивым. Для него красота в архитектуре является ключевым аспектом. И в заключении фразы Ле Корбюзье подчеркивает: "А красота — удовлетворением души", где подтверждает, что красота в архитектуре несет в себе эмоциональное и духовное удовлетворение. Для него красивая архитектура способна создавать положительные чувства и удовлетворение в душе

человека. Таким образом, архитектор подчеркивает важность того, чтобы жилое пространство не только соответствовало функциональным потребностям, но и было выразительным и прекрасным, способным приносить радость и удовлетворение. Если рассматривать утилитарный подход к созданию жилой среды, то здесь Ле Корбюзье отмечает: "Дом — это устройство для жизни, а не статусный символ". Данное высказывание подчеркивает функциональный и прагматичный подход к пониманию дома, где основная функция заключается в обеспечении пространства для проживания. Дом в данном контексте рассматривается как практическое и функциональное устройство, предназначенное для удовлетворения жилищных потребностей, а не восприятие его как символа социального статуса. Вместо того чтобы рассматривать дом как показатель богатства или социального положения, автор подчеркивает, что его ценность заключается в том, как он служит своему основному предназначению, а именно предоставлению комфортного жилого пространства. Также подчеркивает, что важнее всего в доме — это его способность удовлетворять потребности жильцов.

Проделанный анализ показал, что выше изложенные высказывания отражают философию Ле Корбюзье относительно функциональности, простоты и гармонии в жилых пространствах. Он стремился создавать архитектуру, которая отвечает потребностям современного общества и при этом является эстетически привлекательной, максимально комфортной и удобной. При этом можно отметить, что жилое пространство как движущая система, всегда находится в сфере развития и совершенствования, не теряя своей актуальности и главного предназначения. В зависимости от времени, уровня развития технологий, жизнедеятельности людей, цивилизации и материального благосостояния менялись требования к быту, продиктованные эпохой высоких технологий и повлекшие за собой изменения в процессе создания жилого пространства. Поэтому в исследовании были сопоставлены концептуальные разработки жилища в целом, их функционально-пространственные характеристики, объемно-планировочные элементы, эстетические и художественные особенности, историко-архитектурные ценности.

Уже в XXI веке известный британский архитектор Норман Фостер, который славится своими инновационными и функциональными проектами продолжил тему изменения качества жилого пространства, где в своих проектах придерживается принципов эффективности, устойчивости и современности. Он стремится создавать жилые комплексы, которые сочетают в себе комфорт, функциональность и экологическую устойчивость. Одним из наиболее известных проектов Нормана Фостера в области жилой архитектуры является "30 Сент Джеймс Сквер" (30 St Mary Axe) в Лондоне, также известный как "Шарлотка". Это небоскреб, который стал символом современного Лондона. Он имеет уникальную форму и обладает высокой энергоэффективностью благодаря использованию солнечных панелей и системы естественной вентиляции. Еще одним примером жилого комплекса, разработанного Норманом Фостером, является "Биоморфная резиденция" в Лос-Анджелесе, США. Этот проект представляет собой современный дом, вдохновленный природными формами, и включает в себя инновационные технологии для энергоэффективности и устойчивости. Норман Фостер также известен своими работами в области городского планирования и развития. Он создал множество жилых комплексов, включая multifunctional городские кварталы, которые сочетают в себе жилье, офисы, коммерческие помещения и общественные пространства. В целом, Норман Фостер придает большое значение инновациям, устойчивости и функциональности в своих проектах жилой архитектуры, стремясь создавать современные и комфортные пространства для жизни.[2]

Данный анализ включал в себя рассмотрение различных аспектов, где основными компонентами выступали тенденции структурных изменений жилых пространств в условиях инновационного подхода к проектированию и формированию современной среды.

Таблица 1 - Типы и характеристики структурных и пространственных изменений

№	Типы структурных и пространственных изменений	Общая характеристика пространственных изменений
1	Эргономика и функциональность	Современные жилые пространства стремятся быть максимально эргономичными и функциональными. Анализируются планировочные решения, использование пространства, распределение функциональных зон, а также удобство и эффективность использования каждого квадратного метра.
2	Технологические инновации	С развитием технологий в жилищном строительстве появляются новые возможности для автоматизации, энергоэффективности, умного дома и прочего. Анализируются технологические инновации, их влияние на комфорт и безопасность жильцов.
3	Энергоэффективность и экологические аспекты	Современные проекты уделяют внимание энергоэффективности и экологичности. Анализируются материалы строительства, системы отопления и кондиционирования, возможности использования возобновляемых источников энергии.
4	Гибкость и многофункциональность пространства	Современные дизайнерские решения ориентированы на создание гибких пространств, способных адаптироваться к различным потребностям. Анализируются концепции многофункциональных помещений, возможности изменения планировки.
5	Социокультурные тренды	Анализ социокультурных трендов позволяет предвидеть изменения в потребностях и предпочтениях общества. Это включает в себя анализ требований к социальным и общественным пространствам, требований к технологическим возможностям жилья и т.д.
6	Цифровизация и виртуализация	С развитием цифровых технологий появляются новые возможности для виртуализации и цифрового моделирования жилых пространств. Анализируется влияние цифровых решений на проектирование и восприятие пространства.
7	Городская инфраструктура	Анализируется взаимосвязь жилых пространств с городской инфраструктурой, такой как транспорт, образование, медицинские учреждения и другие общественные сервисы.
8	Устойчивость к кризисам и катастрофам	В свете различных кризисов и природных катастроф, важно анализировать устойчивость жилых пространств к таким ситуациям, включая аспекты безопасности, зонирование, и возможности быстрой реконструкции.

Анализ этих аспектов помогает архитекторам и дизайнерам создавать жилые пространства, отвечающие современным требованиям и ожиданиям общества. В продолжении анализа и подтверждения актуальности темы данного исследования также можно отметить следующее произведение американского писателя, философа, активиста и предпринимателя, широко известного своим вкладом в области окружающей среды,

технологий и культуры Стюарта Брэнда (Stewart Brand) «Как здания учатся: что происходит после их построения ("How Buildings Learn: What Happens After They're Built") [2]. Это книга, опубликованная в 1994 году, к которой Брэнд рассматривает концепцию того, как здания развиваются и изменяются с течением времени, какие структурные изменения происходят за определенный период также актуальными остаются и сегодня.

Таблица 2. - Концептуальные характеристики, определяющие структурные изменения в жизни жилого здания за весь период эксплуатации (По Бренду)

Концепция «Понимание эволюции зданий»	Брэнд предлагает взгляд на здания как живые организмы, которые развиваются и адаптируются с течением времени. Он анализирует, как здания "учатся" от своих обитателей и как изменения в использовании пространства влияют на их структуру
Концепция «Шесть уровней здания».	Брэнд выделяет шесть уровней, на которых происходит изменение здания: планировка, образование, общество, галерея, обслуживание и структура. Каждый уровень вносит свой вклад в эволюцию здания
Концепция «Примеры из реальной жизни»	Брэнд приводит множество примеров из различных мест и времен, чтобы проиллюстрировать, как здания адаптируются к изменяющимся потребностям и условиям
Концепция «Роль пользователей, т.е. жителей»	Автор подчеркивает важность роли пользователей, жителей и обитателей зданий в их долгосрочной эволюции. Именно они вносят изменения и приспособливают здание под свои потребности, которые в последствии демонстрируют новые требования и проводят к структурным изменениям и усовершенствованию жилой среды
Концепция «Технологические инновации»	Брэнд также рассматривает влияние технологических инноваций на здания и то, как новые технологии могут быть интегрированы в существующие структуры

Книга предоставляет интересный взгляд на архитектуру и долгосрочные аспекты ее использования. Она вызывает размышления о том, как здания могут быть более адаптивными к изменяющимся потребностям общества и как процесс проектирования может учитывать их потенциальное развитие в будущем.

Другим ярким примером создания современной жилой архитектуры стала самый известный и влиятельный архитектор 21 века Заха Хадид, которая получила популярность своими инновационными и смелыми дизайнами. В ее работах прослеживается характерная жилая архитектура, отличающаяся оригинальностью и экспериментами с формами и материалами, динамичными и органическими формами, создающими уникальные пространства для жизни. Она часто использует кривые линии, перекрытия и нестандартные геометрические формы, чтобы создать впечатляющие и инновационные жилые комплексы. Заха Хадид также известна своим использованием передовых технологий и экологически

устойчивых подходов в своих проектах. Она стремилась создать жилые пространства, которые гармонично сочетаются с окружающей средой и учитывают потребности и комфорт жителей. Проекты Хадид включают в себя высотные жилые комплексы, виллы, апартаменты и жилые комплексы. Они располагаются в разных частях мира и отличаются своей уникальностью и инновационным подходом к дизайну. Жилая архитектура Захи Хадид стала символом современности и прогрессивности, и ее работы остаются важными и вдохновляющими в области архитектуры 21 века.

Что касается развития жилой архитектуры Кыргызстана необходимо отметить последние тенденции в формировании самого здания и последовательном изменении в структуре объемно-планировочных и функционально пространственных элементов. Несмотря на то, что история кыргызского жилища насчитывает небольшой опыт она прошла все ступени развития. К примеру, краткое содержание историко-архитектурного анализа показывает, что на ранних этапах функцию жилища кыргызского народа выполняла юрта. Как известно, из эпоса «Манас» можно получить сведения о характере жилищ, предметов домашнего обихода, одежды и средств передвижения, которые отражают образ жизни и географическую среду обитания кыргызов. В связи с кочевым укладом жизни и особенностями родового патриархального быта кыргызы жили айлами в переносных жилищах – *юртах* [4]. Как известно, она имеет круглое очертание у основания и сферическую ограждающую оболочку. В качестве несущих элементов используется сборно-разборный каркас из специальных видов древесины с куполообразным покрытием. Гибкость конструктивной схемы и небольшие габариты доказывают ее быструю сборку и разборку силами одной семьи в течении небольшого промежутка времени. В силу своего удобства и практичности она полностью удовлетворяет образу жизни кочевников, к которым относятся кыргызы. Однако вот уже на протяжении столетия общее население Кыргызстана перешло на оседлый образ жизни. Стали строиться жилые дома из местных материалов в виде малоэтажных зданий (1900-1930 гг.), в более поздние периоды с развитием промышленности и индустриального строительства (1930-1960 гг.) типы жилых зданий усложняются, вносятся структурные изменения в виде высотности помещений и разнообразия по инфраструктуре. Вводятся новые нормы на проектирование, меняются требования, улучшаются условия и технология строительства. Состояние формирования и развития архитектуры жилых зданий, их художественно-выразительное значение целиком и полностью переходит в политическую концепцию развития тогда еще Советского Союза, в составе которой и был нынешний Кыргызстан. Ставились задачи обеспеченности каждой семьи жилой площадью, улучшение условий проживания и развития семьи [5]. Следствием чего послужило разработка типовых проектов и быстрого индустриального методов возведения зданий и сооружений. Для строительства жилых и общественных зданий разрабатывались унифицированные конструкции заводского изготовления, которые послужили эпохой советской однообразной, типовой и безликой архитектуры. Хотя, справедливо будет отметить, что в 1980-е годы архитекторами Кыргызстана делались попытки воспроизведения национальной культуры с помощью применения орнаментов и форм проема лоджий в крупнопанельных зданиях. Однако эти попытки были только незначительными элементами. На рубеже веков с 1900 по 2005 годы теперь уже суверенный Кыргызстан пережил тяжелое время застоявшейся архитектурно-строительной деятельности. И только сейчас за последние 20 лет мы видим бурный рост строительства именно жилых зданий разных типов, где можно наблюдать фрагменты структурных изменений жилого пространства.[6]

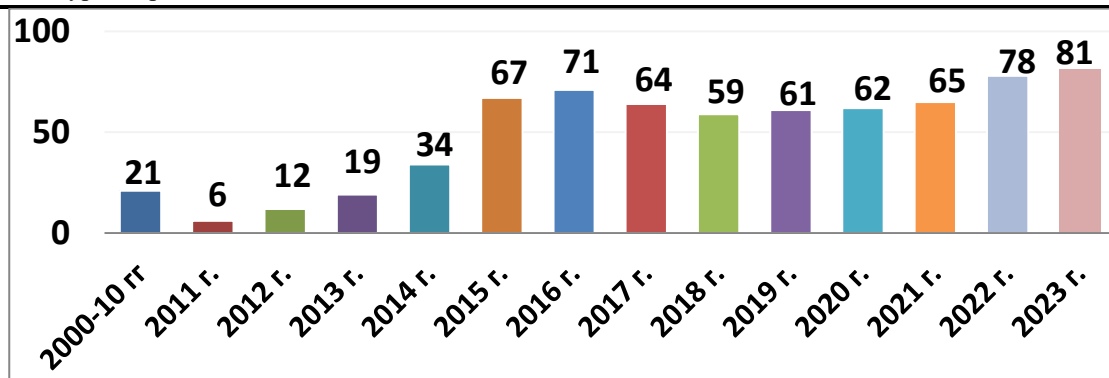


Рисунок 1 - Диаграмма строительства, жилых зданий в г. Бишкек, имеющих количественные и качественные показатели современной жилой среды

Таким образом, архитектура жилых зданий в Кыргызстане на сегодняшний день отражает разнообразие культурных и исторических влияний. Важными факторами, влияющими на современную структуру и архитектурный стиль, являются климатические условия, традиционные строительные материалы и элементы, а также современные тенденции в дизайне. Например, **традиционные элементы**, которые выражены в использовании узорчатых декораций, кованых элементов в балконах и эркерах, каменных элементов и высоких крыш, что отражает влияние кыргызской национальной культуры. **Природно-климатические особенности** (суровые зимние условия и резкие перепады температуры воздуха), которые влияют на фасадные отделки многих зданий, спроектированных с учетом необходимости теплоизоляции и защиты от холода. Каменные стены, толстые стены и деревянные элементы могут использоваться для поддержания комфортной температуры внутри дома. Обязательно учитывается региональная особенность высокой сейсмичности района, которая также влияет на форму здания, его объем и архитектурно-конструктивное решение. **Современные архитектурно-пространственные решения жилых комплексов**, которые можно увидеть при использовании новых технологий и материалов. Это может включать в себя стеклянные фасады, современные формы и инновационные подходы к планировке пространства, иметь современный дизайн, комфортные условия и удобства, а также отражать современные городские тенденции и урбанистку. **Экологические аспекты**, что дают акцент на учет интереса к устойчивому развитию территорий, объектов строительства и экологически чистым технологиям. В зависимости от этого, некоторые новые проекты жилых зданий могут включать в себя аспекты энергоэффективности и устойчивости. Таким образом, архитектура жилых зданий в Кыргызстане продолжает развиваться под влиянием современных тенденций и стремления сохранить и передать традиционные культурные черты.

Делая вывод можно отметить, что в нынешних условиях глобализации и общей тенденции развития сервисного обслуживания, требования к качеству жизни возвышаются. Взгляд на реальность современной жилой среды сегодня отличается и вносит свои коррективы на стадии проектирования. На сегодняшний день в городе Бишкек наблюдается стремительная динамичность в строительстве жилых зданий с разнообразной архитектурой и инфраструктурой. Их разнообразие варьируются от старинных советских построек до новых современных комплексов. На основании анализа можно сделать вывод о состоянии жилого фонда, а также привести несколько характеристик и особенностей. **Панельные дома**, построенные в советское время и составляют большую часть жилого фонда в Бишкеке. Эти многоквартирные дома обычно имеют несколько этажей и симметричную структуру. По статистическим данным в них проживают многие жители города. **Частные дома**, построенные на окраинах города и в пригородах. Они представляют собой как одноэтажные строения, так и более современные и комфортабельные дома с несколькими этажами. **Новые жилые комплексы**, предлагающие современные апартаменты и инфраструктуру, которые в последние годы активно строятся. Эти комплексы, кроме жилой составляющей также могут

включать в себя зоны отдыха, спортивные сооружения, магазины и парковки. **Старые кварталы**, как историческое наследие можно найти в центральной части города. Периоды их возведения датируются разными периодами. Эти районы могут предложить уникальную атмосферу и архитектурные особенности, сочетая в себе традиционный стиль и современные элементы.

За последние десятилетия общая атмосфера жилых зон в Бишкеке стала сочетать в себе традиционные наброски с современными тенденциями. Таким образом, структурные изменения для усовершенствования жилого пространства может варьироваться в зависимости от конкретных условий и потребностей, в большей степени основанных на возможности оптимизации объемно-планировочных и функционально пространственных решениях.

И в заключении хочется вновь процитировать Ле Корбюзье: «Архитектура — это живое искусство, архитектурные формы живут именно в том, что они призваны удовлетворять жизненные потребности». Это высказывание также может вдохновлять на размышления о том, как архитектура может быть более чувствительной к человеческим потребностям, эмоциям и изменениям в обществе. В конечном итоге, успешная архитектура должна не только визуально впечатлять, но и служить функциональным и практичным целям, содействуя улучшению качества жизни людей.

Список литературы

1. Ле Корбюзье. Архитектура XX века [Текст] / Перевод с французского В.Н. Зайцева / Под редакцией К.Т.Топуридзе. – М.: Издательство Прогресс, 1970.
2. Норман Фостер – архитектор будущего. 2023 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://fineandhome.by/blog/zvezdyi-dizajna/norman-foster>
3. Stewart Brand. "How Buildings Learn: What Happens After They're Built" / Университет штата Индиана. - Викинг, 1994. 243.
4. Нусов, В.Е. Архитектура Киргизии с древнейших времен до наших дней [Архитектура Киргизии с древних времен до наших дней] [Текст] / В.Е. Нусов. – Фрунзе: 1971.
5. Кожобаева, С.Т. История развития строительства многоэтажных жилых домов в г. Бишкек [Текст] / С. Т. Кожобаева // Вестник КГУСТА. – Бишкек: 2016. – №3 (41). – С.194-199.

И.Т. Молдалиева

И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

I.T. Moldalieva

Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic

moldalievai@mail.ru

ШАХ-ФАЗИЛЬ КҮМБӨЗҮНҮН ИЧКИ ЖАСАЛГАСЫ

ВНУТРЕННИЙ ДЕКОР МАВЗОЛЕЯ ШАХ-ФАЗИЛЬ

THE INTERIOR DECOR OF THE SHAH FAZIL MAUSOLEUM

Шах-Фазил күмбөзүнүн тарыхына жана буга чейинки иликтөөлөрдүн жүрүшүнө кыскача сереп жасалды жана ошондой эле бул архитектуралык эстеликтин ички оригиналдуулугу изилденди жана талдоого алынды.

Түйүндүү сөздөр: архитектуралык жасалга, эпиграфика, арабеска, мавзолей, изилдөө.

В статье дан краткий обзор истории изучения мавзолея Шах- Фазиль а также исследование и анализ оригинальности интерьера данного архитектурного памятника

Ключевые слова: архитектурные орнаменты, эпиграфия, арабеска, мавзолей, исследование.

A brief overview of the history and history of the study of the mausoleum of Shah Fazil a, as well as research and analysis of the originality of the interior of this architectural monument

Key words: architectural ornament, epigraphy, arabesque, mausoleum, research.

Киришүү. Шах-Фазил күмбөзүн изилдөө иштери 19 кылымдын ортосунда башталып, ал жөнүндө макалалар жарыкка чыга баштаган[1]. Айта кетсек 1928-1951-жылдары Шах-Фазилди Б.Н.Засыпкин эки жолу изилдеген. Мына ушул Б.Н.Засыпкиндин мазмундуу жана маанилүү изилдөөсүнө таянып башка авторлор азыркыга чейин иликтөөлөрдү жүргүзүп келишет.

1983-жылы В.Д. Горячевдин “Орто кылымдын шаарлар борбору жана Кыргызстандын архитектуралык ансамблдери” деген илимий-популярдуу жыйнагында Шах-Фазил күмбөзү жайгашкан Мазар шаарчасы жөнүндө тарыхый археологиялык баян жасаган жана Шах Фазилдин өмүр баянын изилдеген.

1982-84-жылдары эстеликти реставрация иштери жүргүзүлүп, ал куполдун үстүнкү бөлүгүн кайра төшөөдөн жана интерьердин архитектуралык жасалгасынын сынып жоголгон фрагменттерин калыбына келтирүүдөн турган. Долбоорлоо жана реставрациялоо иштерин “Кыргызреставрация” илим изилдөө долбоорлоо институтунун адистери аркылуу ишке ашырган.

Шах-Фазиль мавзолейинин курулушу тууралуу так маалымат жок, Б.Н.Засыпкин өзүнүн алгачкы эмгектеринде Шах-Фазилькүмбөзүн 13 кылымда курулган деп божомолдогон, кийинчерек ал күмбөз 11-кылымда курулган деген бүтүмгө келген [3]. Б.Н. Денике 12-13 кылымга таандык десе[4], А.Н. Бернштам күмбөздүн курулушун 13 кылымдын аягы 14 кылымдын башына таандык деп чечкен [5], ал эми архитектор В.Е.Нусов Шах-Фазиль күмбөзүн бир канча жолу изилдеген окумуштуу катары, бул тарыхый эстеликти 11-

12 кылымга таандык деп белгилеген[6]. В.Д.Горячев күмбөздүн эпиграфикалык жазууларынын негизинде, эстеликти 12 кылымга таандык деп эсептеген[7]. Жогоруда айтылган окумуштуулрдын ой толголордун негизине таянып, Шах-Фазиль күмбөзүн курулушун 11-12 кылымга таандык деген пикирге биз да кошулабыз, анткени аныны ички жасалгасы, куруу ыкмасы Караханид доорундагы архитектуралык имараттарга жакындыгын айгинелейт. Бул туралуу макалада кененирээк төмөндө кайрылабыз.

Талдоо. Борбордук Азия архитектурасынын бул ири тарыхый-архитектуралык комплекси ар кыл доорлордун эстеликтерин бириктирет. Күмбөз Кыргыз Республикасынын Жалал-Абад областында, Ала-Бука районундагы Гүлистан айылынын түндүк-чыгыш четинде жайгашкан. Комплекстин курамына жаратылыш эстелиги – ыйык Арча-Мазар тоосу жана 18-19-кылымдагы коло доорунун эстелиги кирет. Кийинчерээк комплекске 19-кылымдагы Аламбердардын күмбөзү, ыйык Гермит үңкүрү, Шах-Фазилдин күмбөзү жана Сафид-Буланд мавзолейи кирген.

Эстеликке жалпы мүнөздөмө берүү үчүн анын сырткы формасына кыскача токтоло кетсек. Күмбөз таштак пайдубалдын үстүнө курулган, план боюнча эстеликтин, тышкы өлчөмдөрү 11,12x11,16м чарчы болуп саналат[8]. Имараттын пайдубалы жана плинтус лесс эритмесиндеги акиташ блокторунан турса, дубалдарды төшөөдө чопо эритме пайдаланылган, бирок тигиштери ганч менен саймаланган. Жооптуу курулуштар - аркалар, куполдор, парустар - ганч эритмесинен курулган. Күмбөздүн дубалдары “тычок-ложок” системасынын негизинде иштелип чыккан, ушундай эле ыкма менен куполдун алдыңкы бөлүгү жасалган, ал эми ортоңку бөлүгү тычок системасы менен гана курулган.

Күмбөздүн куполунун сырткы астынкы бөлүгүнүн формасы, өзгөчө көңүл бургууга



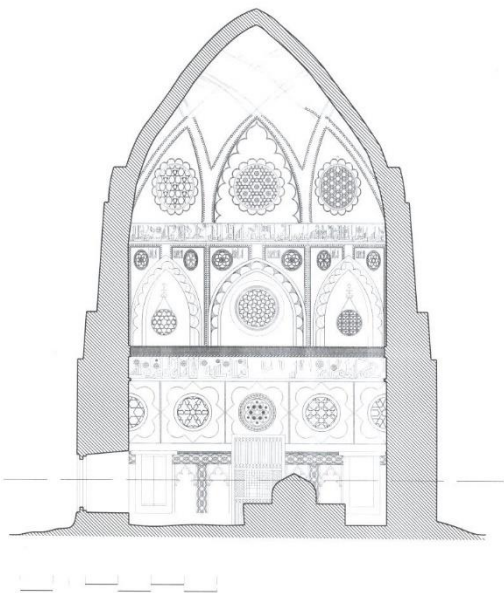
татыктуу, сырткы төрт дубалдын 5 метрдей жеринде туурасы 20 сантиметрдей текче бар, текчинин үстүнөн дагы 1,54 м бийиктикке көтөрүлөт. Андан кийин 30 см чакан текчеден кийин купол таянып турган сегиз кырлуу көлөм турат. Бул сегиз бурчтуу көлөмдүн бурчтары үч тепкичтүү кесилип, арка сымал белдемчи орнотулган. Анын артында 1,1 м бийиктикте 0,36 м кыры бар купол көтөрүлөт. Күмбөздүн жалпы бийиктиги 15 метрди түзөт (1- сүрөт).

1-сүрөт. Мавзолей Шах-Фазиль. Жалпы көрүнүш.

Шах-Фазил күмбөзүнүн ички жасалгасы изилдөөчүлөрдүн өзгөчө кызыгуусун туудурат. Дениккенин

айтуусу боюнча «Бүткүл Орто Азияда жер бетинде таптап оюу ыкмасы күмбөздө абдан кеңири колдонулган жана азыркы убакка чейин сакталып калган...» [9]. Күмбөзгө киргендеги биринчи таасир эстеликтин ички беттеринин формаларынын монументалдуулугу. Күмбөздүн төрт дубалынын кенен эместигине карабастан, полдон куполдун чокусуна чейинки ярустардын жана тегиздиктердин бир-бирине шайкеш айкалышуусунан жана күмбөздүн бийиктигинен улам ички мейкиндик кенен көрүнөт. Тилекке каршы күмбөздүн дубалдарынын 40 пайызы, куполдун 60 пайызынын жасалгасы бузулуп калган, бирок бул анын монументалдуулугун жана интерьердин байлыгынын таасирин азайтпайт.

Күмбөздүн ички жасалгасынын ажайып көркөмдүгү, оригиналдуу композициясы, ар кандай оюм чийимдердин түрлөрүнүн үндөш жана карама каршы жайгашуусун колдонуу жолу аркылуу ачылат, мисалы, чарчы жарым тегерек контурлар, тегерек медальондор жана рельефтер, оймо-чиймелүү чектер, графикалык оюу деталдары жана эпиграфиялар, жылмакай ак беттер жана бир калыпта жасалгаланган тегиздиктер менен айкалышып турат.



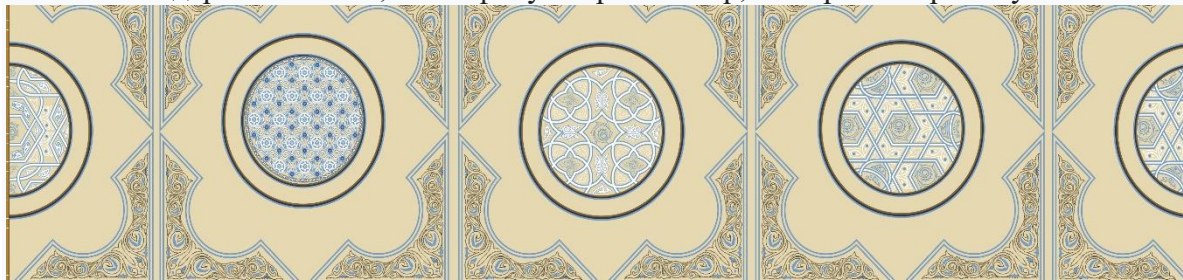
2-сүрөт. Шах-Фазиль күмбөзү. Жара кесилиши

Күмбөздүн ички жасалгасынын сүрөтөмсүн төрт бурчтуу дубалдын панелдеринен оюм чийимдеринен баштасак жанылышпайбыз.

Ички панель, жазы бордюрлар менен үч тарабынын чектелген графикалык оюу техникасынын жардамы менен оюлган тик паннодон турат. Тасмалар үч тилкелүү, ортосу көк түстө, сырты ак түстө. Фон сызыктар сыяктуу эле оюу техникасында спираль бүчүрлөрү жана жалбырактары менен толтурулган. Панелдин үстүнкү бөлүгү ийри жээктүү (фестончатый) аягы беш бөлүкчөсү бар аркадан турат. Капталдарында панелдин үстүндөгү арка тармал жана жалбырактуу розетка түрүндөгү оюулар менен толтурулган. Дубалдардын астыңкы бөлүгү талкалангандыктан панелдин бийиктигин жана вертикалдуу чектерин аныктоо мүмкүн эмес. Сыягы, пол панелден алкак же өтүк (поясок или сапозок) менен бөлүнгөн. Паннолордун кайышын (пояс), экинчи жазы оюм-чийимден куфий жазуусу бар тилке бөлүп турат. Мындай куфий жазуусу бар тилке азыркы күндө үч жеринде сакталып калган

Дубалдагы кең курда 16 чоң чарчы панно жайгашкан, ал дубалды үзгүлтүксүз курчап турат. Ар бир панно бурчтарында жарым тегерекчелер бар квадрат түрүндөгү медальондордон турат, ал эми оюм чийимдуу тоголок розетка анын ортосуна орнотулган. Медальондун фонун, спираль, сабак, жалбырак турундогу графикалык манерада иштелген жыш оюмдар толуктап турат. Он алты тоголок розетканы эки тайпага бөлсө болот: сегиз розетка тегереги жазуу менен курчалган рельефтүү оюм ыкмасында жасалса, калган сегиз розетка жазуусу жок жылмакай шакекчелер менен графикалык оюу ыкмасы колдонуулуп жасалган.

Розеткалардын композициясы үч тилкелүү жайык ленталардан турат анын четки тилкелери ак түстө болсо ортосу көк түстө жасалып, жалпак графикалык оюм ыкмасынындагы оюм-чийимдердин фонунда, жарашыктуу көрүнүп турат. Рельефтүү розеткаларда геометриялык оюм-чийимдер жайгашкан, анын фонун тармалчалар, жалбракчалар кошумчалайт.



3-сүрөт. Шах-Фазиль. Жазы оймо чиймелүү алкак

Дубалдардын төрттөн бир бөлүгүн туурасы 68 см томпок жазуусу бар чоң фриз толуктайт. Фриз эки капталынан астыңкы бөлүгүндө кичинекей текче жана үстүнкү бөлүгүндө парустардын ярустарынын негизи катары кызмат кылган чоң тик бурчтуу кыр



4- сүрөт. Шах-Фазиль. Түштүк
-батыш парустары

менен чектелген. Фриздеги жазуунун тамгалары чон сүйрү рельеф менен эркин жайгашкан. Фриздеги тамгалардын артындагы фон анын түзүлүш өзгөчөлүгүн баса белгилеп майда розеткалардан жана майда спирал түрүндөгү тармалчалардан турат.

Фриздин үстүнкү кыры чек ара (бордюр) түрүндө жасалган, анын ар бир тарабында өз оюм-чийими бар. Фриздин чек аралары (бордюр) татаал сүрөттөрү жана майда жумушту кылдат жасалгасы менен өзгөчөлөнүп турат.

Парустун ярустары, күмбөздүн ички мейкиндигинде, өзүнүн ар кандай ийилген тегиздиктеринин айкалыштары жана чоң көлөмү менен өзгөчөлөнүп турат. Аркалар эки жээкте жасалган, алардын биринчи жээги тармал сымал (фестончатый) түзүлүшкө ээ. Арканын түзүлүшү тен жактуу уч бурчтуктуу, бийиктиги 2,62 м ди түзөт, анын өзөгү 3 м турат. Аркалар негизинен бир аз

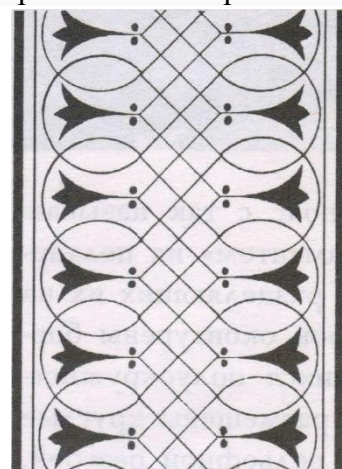
чоюлган учтуу көлөмдүү жана эки борборлуу түзүлүшкө ээ. Арканын сымбаттуулугу анын кырларындагы ийри жээк (фестоны) чек араларында. Чек аралардын ичинен парустун жарым аркасынын көндөйүн экиге бөлүп турган “пружина сымал оюм чийим” өзгөчө көңүл бурдурат. Аркалардын тимпандары да кесилишкен жарым тегерекчелерден турган чек аралар менен жээктелген.

Тимпандын өйдөкүдбулун -бурчтарында тоголок розеткалар жайгашкан. Бурчтардагы парустардын четтери да ийри жээктер менен чектелип турат. Ал эми парустун борбордук бөлүгүндө башында үчтүү ромб түрүндө жана астында өсүмдүк чылбыры сымал оюм-чийими бар чокулуу тоголок медальон жайгашкан. Парустун ярустарынын аркасынын уяларында, ак жылмакай гипстен жасалган тегерете жазуусу бар эң чоң 5-сүрөт. Шах-Фазил. төрт розетка бар. Үч розетка алты бурчтуктун огуна Пружина сымал оймо-чийме курулган геометриялык мотивге ээ. Төртүнчү розетка чырмалышкан төрт бурчтуктан турган оюм-чийимдерден турат. Парустун ярустарын «керемет куфий» стилинде үзгүлтүксүз куфий жазуусу бар тилке аяктайт. Тамгалардын үстүнкү бөлүктөрү кээ бир жерлерде жалбырактардын тармалдарына айланат же учтары кескин тегеректелген, башкача айтканда тамгалар өсүмдүк оюм чиймелерине жакындашат.

Куполдун сакталып калган астынкы бөлүгү, купалдын жасалгасы божомолдуу кандай экендиги тууралуу түшүнүк берет. Сегиз оюм чийимдүү алкак, жазуусу бар сегизкырдын бурчтарынан башталган, ал жогорулаган сайын эки бөлүккө болунуп мүмкүн купалдын үстүнкү бөлүгүндө кандайдыр бир геометриялык фигураны түзгөн. Куполдун үчтүү четтери ярустун четтерине окшоп графикалык оюм ыкмасында тармал жээктүү арка менен тегерете курчалган. Арканын ичинде тоголок розеткалар, ошондой эле ийри жээктүү алкактар менен курчалып турат.

Купалды арка жана жылдызчаларга бөлүп турган оюм-чийим алкактар рельефтүү келип, дубалдын тегиздигинен 3-4см чыгып турат.

Шах-Фазиль күмбөзүнүн ички жасалгасынын бирден бир баалуулугу анын стилинин өзгөчөлүгүндө. Күмбөздүн стилдик жеткиликтүүлүгү, анын ар кандай стилдик булактардын айкалышуусу менен келип чыгышы. Мисалга алсак: Күмбөздүн розеткаларынын жана медальондордун ири болушу VI-VIII кылымдарга мүнөздүү болсо, ошол эле учурда алардын жаны мезгилге таандык оюм-чийимдердин (гирих) негизинде жасалышы кызыгуу жаратат. Күмбөздүн розеткаларынын, медальондорунун жана четтеринин композициялык негизин тасмалуу тилкелер жана үч катмарлуу сызыктар түзгөн, анын борбордук тилкеси көбүнчө ак



же көк түскө боёлгон. Ал эми жалбыракчалар, бутакчалар, тармалчалар сыяктуу оюмдар түздөн-түз баш ийишип, шайкеш келип турушкан.

Күмбөздүн ички жасалгасынын жалпы көркөмдүк таасири анын архитектуралык элементтеринин, жана ошондой эле графикалык, рельефдик оюмдардын бир бири менен шайкеш келүүсү менен өзгөчөлөнүп, жогоруда белгиленгендей, декоративдик композициялар күмбөздүн полуна баштап куполдун чокусуна чейин дубалдарынын бардык тегиздиктерин камтыйт.

Күмбөздүн оюм-чийимдери толугу менен эки техниканы негизинде жасалгаланган-графикалык оюм жана рельефтик оюм. Графикалык оюмду жасоо жолу түздөн-түз ганч чапталган дубалдын беттине атайын кескич менен оюм чийимдер түшүрүлгөн. Шах Фазиль күмбөзүнүн графикалык оюму Б. П.Деникенин божомолдоосу боюнча, бул техника, металл оюу техникасынан келип чыккан. Ал эми Шах Фазиль күмбөзүнүн графикалык оюму 1925ж ачылган Х кылымга таандык Афрасиаб Михрабынын графикалык оюмуна окшоштук бар экенин белгилеп кеткен.

Рельефтүү оюм кенири жайылган жантай тилке жолу менен, тик тилке ишке ашкан. Мисалы тик тилке ыкмасы фондорду оюп алууда, жылмакай рельефтерди жасоодо колдонулса, эки сызмалар жантай тилке жолу менен ишке ашкан.

Шах-Фазиль күмбөзүнүн ички жасалгасында ийри жээктүү түзүлүш өтө кеңири колдонулган. Алсак, буларга парустун ярусунун аркаларындагы ийри жээктери, бурчтардагы парустардын көңдөйлөрдөгү оюм түрүндөгү ийри жээктери, чоң-чоң розеткаларды тегерете курчаган ийри жээктери жана куполдогу тик алкактарындагы ийри жээктери мисал бөлүп бере алат.

Орто Азиядагы эстеликтердин ичинен ийри жээктүү аркалардын көбүнчөсү алгачкы орто кылымдарга таандык. Мисалы 9 кылымда салынган Искандардагы белгилүү мечиттин михрабы, Тимдеги Араб Ата күмбөзү (X), Мешхеде и Мисриане(X), ордуктардын архитектуралык комплексинин ортончу күмбөзү, Таш Рабат караван сарайынын жасалгалары да ийри жээктүү аркалар менен кооздолгон.

Шах-Фазиль күмбөзүнүн эпиграфикалык жазуулары да архитектуралык жасалга сыяктуу өзгөчөлөнүп турат. Эпиграфикалык жазуулар күмбөздүн көркөм-архитектуралык келбетинин жалпы негизине шайкеш келип турат. Ортоңку Азиянынын көптөгөн эпиграфикалык жазууларынын ичинен Ирандын Савэ шаарында XI кылымда курулган күмбөздүн ганч менен жасалган фризиндеги тамгалар Шах Фазиль күмбөзүнүн биринчи ярусунун (алкакта) жазуулары менен окшоштук байкалат.

Тилекке каршы күмбөздөгү куфи жазуулардын чанда-чанда жерлери гана сакталып калгандыктан жазууну чечмелөө кыйынчылыктарды жаратат. Парустун ярусунун астында туурасынан жазылган куфи жазууларынын М.Е. Массон жазуунун кээ бир гана сөздөрүн чечмелеген, анда “шахид”, “ханака”, “сарай”, “Аллахдан башка кудай жок, Мухаммед анын элчиси” деген жазуулары сакталып калган.

Розетканын тегерегиндеги жазууларда куфи кол жазмаларына таандык жана курандын тексттеринен турат. IX-XI кылымдарга таандык көркөм кол өнөрчүлүк чеберлери, өздөрүнүн чыгармачылыгын айлана-чөйрөдөн, архитектуралык имараттардын жасалгаларынан шыктанышкан, ошол мезгилде жазылган кээ бир чопо буюмдардан көрө алабыз. Алардын биринен дубалдын кооздолуп оюлган четтинде, шамрок (трилистник) менен толкун түрдө жарым тегерекче сызыктар жайгашкан, ушуга окшош мотив парустун аркасынын архивольтунун чек арасында жайгашкан, дагы бир чопо буюмда X-XI кылымда кенири жайылган сызыктан турган үч бурчтук оймо-чийме мотиви, Шах-Фазильдин ички панелинин алкагындагы көркөм жазууга окшош. Ал эми X-XI кылымга таандык Хивадагы Джума мечитинин оюп жасалган мамычасынын тулку боюнун алкагы Шах-Фазильдин алдыңкы панелинин чек араларын эске салат. Андан тышкары Шах-Фазильдин чек араларында, розеткаларында медальондорунда орун алган үч бурчтуу, алты бурчтуу сеткага салынган рельефдик оюмдардын мотиви Хульбука (X-XI) хансарайынын ганч сыныкчаларынан көрө алабыз.

Корутунду. Шах-Фазиль ички жасалгасынын оймо-чиймелери алгачкы орто кылымга таандык. Муну жогоруда айтылган, салыштырылган мисалдар менен далилдей алабыз. Буга кошумча Шах-Фазильин медальондун жана розеткада жайгашкан гирих оюм чийимдер башка эч бир архитектуралык оюм чийимге окшошпойт, алар оригиналдуулугу менен өзгөчөлөнүп турат, муну биз жергиликтүү элдин чыгармачылыгынан пайда болгон оюм-чийимдер деп айта алабыз.

Шах-Фазиль күмбөзүнүн ички жасалгасынын шайкештигин, анын конструкциясын эске алып, анын оюм-чийим жана көркөм жасалгасын сереп жасап төмөндөгү жыйынтык чыгат: чындыгында Шах-Фазиль күмбөзүнүн ички жасалгасы алгачкы орто кылымдагы архитектуралык эстеликтердин ичинен эң оригиналдуу, ал жергиликтүү оюм-чийимдерди жана Орто Азиянын оюм-чийимдерин өзүнө камтып, башка архитектуралык жасалгалардан өзгөчөлөнүп турат.

Адабияттар тизмеси

1. Щербина-Крамаренко Н. По развалинам Средней Азии [Электронный ресурс] -Режим доступа: <http://www.kyrnatcom.unesco.kz/culture/shakh-fazil.htm>
2. Горячева, В.Д. Средневековые городские центры и архитектурные ансамбли Киргизии [Текст] / В.Д.Горячева. - Фрунзе:1983. – с. 106-136.
3. Засыпкин, Б.Н. Памятники архитектуры Киргизии [Рукопись] / Б.Н. Засыпкин. – Фрунзе: 1958. - 98 с.
4. Денике, Б.П. Архитектурный орнамент Средней Азии [Текст] / Б.П.Денике. - М.: 1939. – 70с.
5. Бернштам, А.Н. Архитектурный памятники Средней Азии [Текст] / А.Н.Бернштам. - М-Л.: 1950. - с. 86-95.
6. Нусов, В.Е. Архитектура Киргизии с древнейших времен до наших дней [Текст] / В.Е.Нусов. - Фрунзе: 1955. - с. 30-35.
7. Горячева, В.Д. Средневековые городские центры и архитектурные ансамбли Киргизии [Текст] / В.Д.Горячева. - Фрунзе:1983. – 132 с.
8. Иманкулов, Д.Д. Мавзолей Шаха-Фазила-выдающийся памятник раннеисламской архитектуры Кыргызстана [Текст] / Д.Д. Иманкулов. – Бишкек: 2002. – 40 с.
9. Денике, Б.П. Архитектурный орнамент Средней Азии [Текст] / Б.П.Денике. - М.: 1939. – 72 с.

СЕЙСМОСТОЙКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 625.1, 551.312.22

М.Ч.Апсеметов, Курманбек уулу Н., А.Е.Айдаралиев, У.Т. Шекербеков
И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

M.Ch.Apsemetov, Kurmanbek uulu N., A.E.Aidaraliev, U.T. Shekerbekov
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: Muhtar.ap@mail.ru, kurmanbekuulu@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ БАЛЫКЧЫ – КОЧКОР НА БОЛОТИСТЫХ МЕСТНОСТЯХ

БАЛЫКЧЫ-КОЧКОР ТЕМИР ЖОЛУНУН САЗ ЖЕРЛЕРДЕГИ УЧАСТОКТОРУН ДОЛБООРЛОО

DESIGN OF A SECTION OF THE BALYKCHY – KOCHKOR RAILWAY IN MARSHY AREAS

Макалада Балыкчы – Кочкор темир жолунун саздак жерлериндеги участогун долбоорлоо каралат. Балыкчы - Кочкор темир жол участогунун (0,00-5,00 км участогу) жумушчу долбоору Н. Исанов атындагы КМКТАУнун алдындагы "Сейсмотуруктуу курулуш" ИИИнин "Технопарк" илимий-технологиялык борборунун, "Автомобиль жана темир жолдор, көпүрөлөр жана тоннелдер" кафедрасынын адистери тарабынан, Жалдоочу жана Аткаруучунун ортосунда макулдашылган жана бекитилген келишимдин негизинде иштелип чыккан.

Жумушчу долбоор комплекстүү экономикалык жана техникалык изилдөөлөрдүн архивдик материалдарынын, ошондой эле "Автомобиль жана темир жолдору, көпүрөлөр жана тоннелдер" кафедрасынын адистери тарабынан иштелип чыккан Балыкчы-Кочкор темир жол линиясынын курулушунун техникалык экономикалык негиздеменин негизинде аткарылган.

Жумуш долбоорун иштеп чыгууда колдонулган материалдар: 1:1000 масштабдуу аймактын топографиялык сүрөтү, Кыргыз ГИИЗ ААКнын инженердик-геологиялык иликтөөлөрү.

Түйүндүү сөздөр: *темир жол, саз жерлер, суу өткөрүүчү трубалар, пай дубалдар, жасалма негиздер, топуракты алмаштыруу.*

В статье рассматривается проектирование участка железной дороги Балыкчы – Кочкор на болотистых местностях. Рабочий проект участка железнодорожной дороги Балыкчы - Кочкор (участок 0,00-5,00км) разработан Научно-технологическим центром «Технопарк» ИИИ «Сейсмостойкое строительство» при КГУСТА им. Н.Исанова, специалистами кафедры «Автомобильные и железные дороги, мосты и тоннели» на основании договора, утвержденного и согласованного между Заказчиком и Исполнителем.

Рабочий проект выполнен на основе архивных материалов комплексных экономических и технических изысканий, также ТЭО Строительства ЖД линии Балыкчы-Кочкор, разработанного специалистами кафедры «Автомобильные и железные дороги, мосты и тоннели».

При разработке рабочего проекта использованы: топографическая съемка местности, масштаб 1:1000; инженерно-геологические изыскания ОАО Кыргыз ГИИЗ.

Ключевые слова: железная дорога, болотистые местности, водопропускные трубы, фундаменты, искусственные основания, замена грунта.

The article discusses the design of a section of the Balykchy – Kochkor railway in marshy areas. The working draft of the Balykchy - Kochkor railway section (section 0.00-5.00km) was developed by the Scientific and Technological Center "Technopark" Research Institute "Earthquake-resistant Construction" at the KGUSTA named after N.Isanov by specialists of the department "Roads and Railways, bridges and tunnels" on the basis of contract No. 54 dated 03/7/2022. approved and agreed upon between the Customer and the Contractor.

The working project was carried out on the basis of archival materials of complex economic and technical surveys (carried out in 1993-1998), as well as a feasibility study for the Construction of the Balykchy-Kochkor railway line developed by specialists of the Department of Roads and Railways, Bridges and Tunnels. During the development of the working draft, the following methods were used: topographic survey of the area scale 1:1000; engineering and geological surveys of Kyrgyz GIIZ OJSC.

Key words: railway, marshy areas, culverts, foundations, artificial foundations, soil replacement.

Характеристика района. Общие сведения. Район проектирования болотистого участка (0,00-5,00км) железнодорожной линии расположен в Тонском районе Иссык-Кульской области. Вышеуказанная область занимает северо-восточную часть Кыргызской Республики. Расположен в Иссык-Кульской котловине на высоте 1500м.

В целом регион является частью горной системы Тянь-Шаня. Рельеф отличается резким контрастом и большим разнообразием типов, подтипов и форм. Сейсмичность района строительства 8-9 баллов.

В целом район проектируемой линии расположен в среднегорных впадинах Иссык-Кульской области. Дно впадин заполнено мощным слоем палеогеннеогеновых и четвертичных образований, выходы коренных пород крайне редки.

В районе проектирования сосредоточены огромные запасы воды, аккумулированные в виде ледников и вечных снегов. Геологическое строение территории весьма сложно. Подземные воды здесь накапливаются в трещиноватых зонах и формируются 100-150м. Подземные воды пресные, используются для обводнения пастбищ и сельхозводоснабжения путем каптажа родников, реже бурением скважин. Грунтовые воды в болотистой местности находятся на глубинах от 0,5 до 1,1 метра.

Климат. Климат района характеризуется умеренно-жарким летом и холодной зимой. Среднегодовая температура воздуха по метеостанции "Балыкчы" составляет +7,4 град. С. Абсолютный минимум температуры -минус 28 град. С, абсолютный максимум - +35 град. С. Среднемесячная температура июля по Балыкчи - +16,9 град. С.

Среднегодовое количество осадков в районе составляет 119 мм. Преобладающее направление ветра как летом так и зимой - западное.

Наибольшая из средних скоростей ветра наблюдается в районе ст. Балыкчы и составляет 5,6 м/сек. Наибольшая скорость ветра в течение 20 лет может достигнуть 30-40 м/сек.

В целом участок строительства относится к подрайону II В [1].

Глубина промерзания грунтов по станции Балыкчы составляет:

- для суглинков и глин – 0,71м;
- для супесей – 0,86м;
- для песков – 0,92м;
- для крупнообломочных – 1,05м.

Инженерно - геологические условия строительства. В геоморфологическом отношении район строительства железнодорожной линии находится в высокогорной зоне восточных отрогов Кыргызского Ала-Тоо, в западной части Иссык-Кульской котловины.

Рассматриваемая трасса участка железнодорожной линии проложена непосредственно по западному берегу оз. Иссык-Куль. В целом участок равнинный.

В геологическом строении описываемого района принимают участие озерные отложения. Представлены эти отложения связными грунтами различной консистенции, песками разноразмерными и гравелистыми, грунтами и торфами. Заторфованные грунты и торфы небольшой мощности (до 0,4 м) слабосложившиеся и болотистые слои основания мощностью до 1,5-3,0 м, которые наблюдаются по линии трассы от 0,18 до 1,12 км, которые подлежат вырезке и замене крупными рваными камнями.

Местные строительные материалы. Отсыпка насыпи железнодорожной линии на перегоне и на станции Балыкчы будет производиться местными строительными материалами. Для этой цели разведано несколько месторождений дренирующего грунта, месторождения обыкновенного и месторождение скального грунта. Месторождение скального грунта для участка 0,00-5,00 км разведано в районе прохождения трассы в с. Ак-Олон. Полезный материал представлен гранитами розового цвета, трещиноватыми, прочными. Группа грунта по трудности разработки по СНиР-91(БВР) 19В. Разведанные запасы составляют 173000 м³. В случае необходимости запасы могут быть увеличены за счет увеличения площади и глубины разработки.

Месторождения дренирующего грунта разведаны равномерно вдоль трассы на землях не пригодных для земледелия. Дальность возки колеблется от 2 км на участках бросовых земель, до 4-5 км на участках орошаемого земледелия. Полезный материал представлен гравийно-галечниковым грунтом с песчаным заполнителем, песками различной крупности, щебенистым и дресвяным грунтом с суглинистым заполнителем и с включениями глыб. Грунтовые воды на участке 1,5-5,0 км отсутствуют.

Общие запасы дренирующего грунта составляют 1140000 м³ до станции Кочкор.

План и продольный профиль. Примыкание к станции Балыкчы проектом предусматривается в четной (западной) горловине. Для примыкания новой железной дороги демонтируют существующие рельсошпальные решетки, затем заново укладывают.

С ПК0+82 по ПК37 трасса проходит по заболоченной местности, далее пересекает существующую старую автодорогу Балыкчи- Каракол.

С ПК 37 по ПК 50 трасса уложена в натуре по неудобным для сельского хозяйства землям. Геологическое условие в этом участке благоприятное для земляного полотна железной дороги.

Трасса железнодорожной линии согласовано со всеми землевладельцами в 1994-1998 годы.

На рисунке 1 показан ситуационный план ЖД трассы Балыкчы-Кочкор.

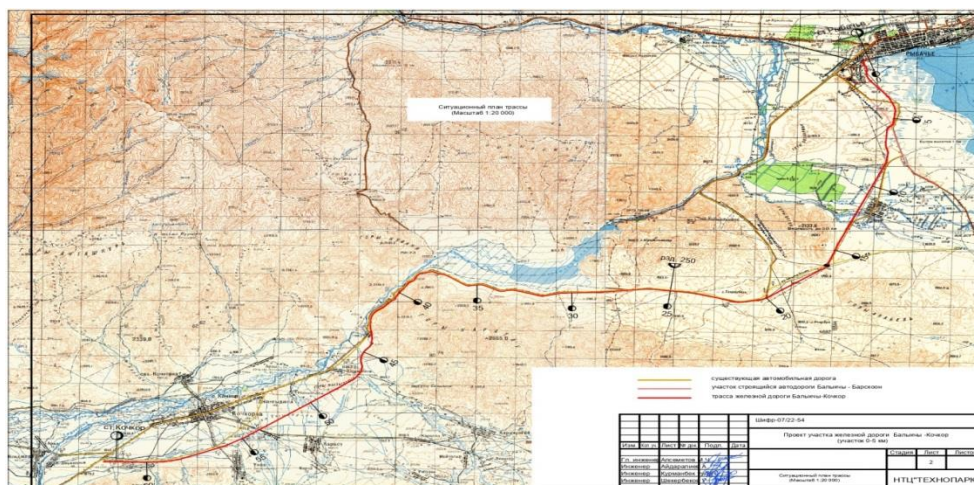


Рисунок 1 - Ситуационный план трассы ЖД Балыкчы-Кочкор

Отвод земель. Ширина полосы отвода принята из условий высоты (глубины) насыпей (выемок), прохождение коммуникаций ж. д. линии (кабель связи ЛЭП и т. д.). В среднем ширина полосы отвода равна 25-35м.

Земляное полотно. Общие данные

Техническая категория проектируемой железнодорожной линии—III

Ширина земляного полотна принята:

- при сооружении насыпей и разработке выемок в обыкновенных грунтах - 7,3м;
- то же в дренирующих грунтах - 6,3м.

Протяженность насыпей рассматриваемого участка составляет –5,0км, высотой в основном 0,5-1,5м, местами до 2м.

Протяженность выемок составляет 1,0км, глубина выемок до 10 м.

Условия сооружения земляного полотна в целом благоприятные, практически все грунты разрабатываемые в выемках и резервах пригодны для возведения земляного полотна, кроме болотистых местностях.

Типовые поперечные профили по земляному полотну приняты по альбому «Поперечные профили земляного полотна железных дорог колеи 1520» серия 4.501-122 и приведены на чертежах подробного продольного профиля.

Индивидуальные решения земляного полотна. Кроме типового проектирования земляного полотна по трассе ж. д. линии встречены места, на которых необходимо индивидуальное проектирование.

К таким местам следует отнести участок от ПК1+45 до ПК37, который проходит в сложных инженерно-геологических условиях. В основании насыпи на всю ширину ее производится срезка растительно-корневого покрова и торфяной залежки устойчивой консистенции, после чего производится посадка насыпи на минеральное дно болота.

ПК1+45-ПК7+80 верхний слой заторфован, подлежит вырезке на всю глубину минерального дна 1,5-:-3,5м (до гравийно-песчаных грунтов) и заменяют крупнообломочным грунтом (рванными камнями глыб, щебней).

ПК7+80-ПК 37+00 –на данном участке есть существующая насыпь. В основании насыпи залегают водонасыщенные пески и туго пластичные суглинки, верхний слой подлежит вырезке на всю глубину до минерального дна и заменяются крупнообломочными дренирующими грунтами (галечник, гравий и песков). Грунт из выемки (гора Боз-Бармак) и карьера №1.

ПК37+00 – ПК 43+00 выемка (гора Боз-Бармак) грунты используют для насыпей. ПК43+00-ПК 50+00 насыпь. Грунт из выемки (гора Боз-Бармак) и карьера №1.

Конструкция земляного полотна разработана с учетом обеспечения требуемого коэффициента устойчивости, а также с учетом обеспечения проезда автотранспорта на период строительства и эксплуатации железной дороги.

На рисунке 2 показаны поперечные профили насыпи ЖД линии на ПК1+80 до ПК7+80 (замена грунта).

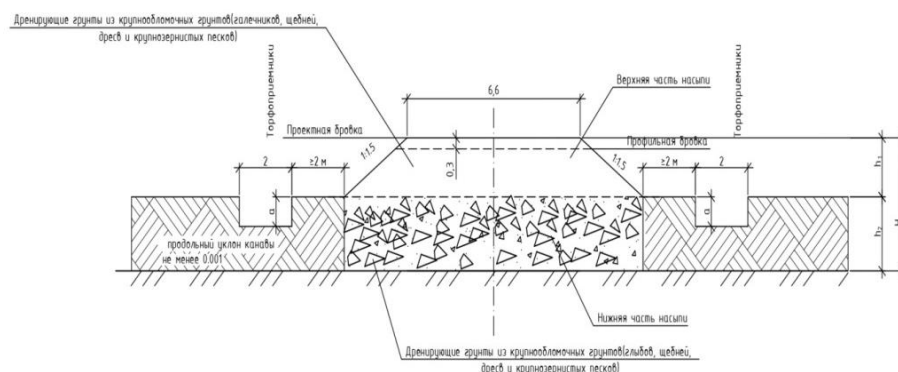


Рисунок 2 - Поперечные профили насыпи ЖД линии на ПК1+80 до ПК7+80 (замена грунта)

Водоотводы. Водоотвод по защите земляного полотна решен путем водоотводных канав и дренажных каналов. Общее протяжение водоотводных канав порядка 5,5 км.

Укрепление земляного полотна. В проекте предусмотрено укрепление откосов земляного полотна только насыпей (выемок) из обыкновенных грунтов путем посева трав слоями растительного грунта.

Объемы земляных работ. Объемы земляных работ подсчитаны с применением компьютерной технологии, а также по поперечным профилям. Основные виды земляных работ участка 0-5,5 км приведены в таблице 6.1.

В болотистых местностях торфянистые грунты снимаются и заменяются крупнообломочными грунтами (глыбами, щебнем и крупнозернистым песками) толщиной от 1,5 до 3м в зависимости от местности.

Верхнее строение и принадлежности пути. Переезды и пересечения. В соответствии с правилами по эксплуатации железнодорожных переездов Кыргызской Республики, переезд отнесен к III категории. Рассматриваемый участок (0-5,0км) ж. д. линия пересекает автодороги:

-ПК 3+00 технический переезд

- ПК 37+13, старая автодорога Балыкчы-Каракол III категории. Данный переезд является временным до строительства и ввода в эксплуатацию новой автомобильной дороги Балыкчы – Боконбаево.

Верхнее строение пути. Мощность верхнего строения пути на проектируемой ж .д. линии принята по нормам III технической категории железных дорог [2,3,4]. В проекте предусматривается укладка главного пути из рельсов Р-65 на железобетонных шпалах при 1840 шт/км на прямых участках а на кривых участках - 2000 шт/км.

В связи с тем, что регион проектирования относится к малоснежным районам, проектом не предусматриваются специальные мероприятия по защите пути от снежных заносов.

Балластный слой из путевого щебня с толщиной под шпалой при сооружении насыпей (выемок) из обыкновенных грунтов – 45см, а из крупнообломочных и дренирующих грунтов – 35 см.

Таблица 1 - Основные объемы работ по верхнему строению пути

№ п/п	Наименование видов работ	Ед. изм.	Всего	Перегон Рыбачье-Кочкор	ст. Рыбачье
1	Укладка пути новыми рельсами Р-65	км	5,0	5,0	-
2	Укладка стрелочных переводов типа Р-65 марки 1/9	комп	1	-	1
3	Балластировка пути и стрелочных переводов балластом из путевого щебня	тыс. м ³	12,0	10,0	2

Искусственные сооружения. Исходными данными для проектирования сооружений послужили продольный профиль, планы площадок, ведомость расчетных расходов воды, инженерно-геологические отчеты.

Инженерно-геологические условия строительства искусственных сооружений сложные, площадки строительства расположены в районах с сейсмичностью 9 баллов. Основанием для сооружений служат, как правило, валунно-галечниковые и щебенистые грунты, кроме участков на 0,3-3,9км, где в основании сооружений залегают болота мощностью 1,5-3,0м, которые подлежат срезке и замене глыбовыми камнями.

Для отвода грунтовых и дождевых вод в дренажные каналы, на участке 0-5,0км трассы железнодорожной линии проектом предусмотрены 7 железобетонных круглых труб диаметром 1,0м и 1 железобетонная круглая труба диаметром 1,5м (по типовому проекту Шифр 1484, Выпуск 0-1 «Трубы для железных дорог»). Укрепление подводящих

и отводящих русел и прилегающих откосов насыпи у водопропускных труб производится бетонными плитами и каменными набросками по т. п. серии 3.501.1-186.

Все сооружения проектируются капитального типа под нагрузку С14. Все конструкции искусственных сооружений предусматриваются в обычном исполнении для средней температуры наружного воздуха холодной пятидневки в районе строительства с обеспеченностью 0,92 и 0,98 выше - 40 град. С.

Проектирование сооружений выполнено по действующим строительным нормам и правилам: СНиП II-32-01-95 «Железные дороги 1520 мм», СНиП 2-05.03-84* «Мосты и трубы», СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений», СНиП 20:02:2018 «Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования»; СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции».

На рисунке 3 показан разрез по оси трубы (замена грунта).

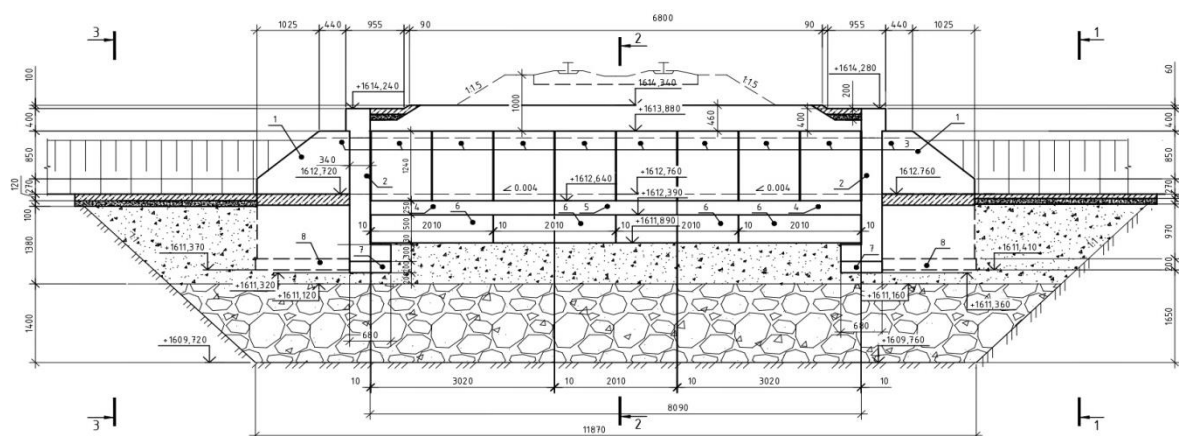


Рисунок 3 - Разрез по оси трубы (замена грунта)

Методы производства основных строительного-монтажных работ. Земляное полотно. В карьерах грунт разрабатывается экскаватором с ковшом емкостью 0,8м³ с погрузкой на автосамосвалы и последующей транспортировкой в насыпь. Одновременно с отсыпкой земляного полотна производится его уплотнение катками и транспортными средствами.

Грунт из выемок также используется для отсыпки в насыпях.

До начала сооружения земляного полотна предусматривается снятие бульдозером почвенно-растительного слоя с транспортировкой его в отвал. Грунтовые карьеры после их разработки культивируются.

Слабый грунт основания (болота) мощностью до 3метров заменяется искусственным основанием из рваных камней от ПК1+47 до ПК 7+10. Дальность возки рваных камней 40км.

Верхнее строение пути. Проектом предусматривается укладка главного пути новыми рельсам: Р-65 путем монтажа рельсошпальной решетки на месте укладки.

Балластировка выполняется с применением механизированного инструмента. Балласт подается хоппер-дозаторными вертушками [5].

Искусственные сооружения. Искусственные сооружения должны строиться в первую очередь с опережением окончания земляных работ, с транспортировкой конструкций автотранспортом.

При строительстве труб на:

- ПК2+66.52, ПК3+58.97, ПК7+76.64, ПК33+33.93 и ПК43+66.00 производятся демонтажные работы старого земляного полотна и старых труб;

- ПК10+54.99 и ПК16+84.32 производятся демонтажные работы старого земляного полотна.

Слабый грунт основания (болота) мощностью до 3 метров заменяется искусственным основанием из рваных камней и гравийно-песчаной подготовкой, за исключением строительства трубы на ПК43+66.00. Система высот – абсолютная.

Конструкция труб и оголовков принята по типовому проекту Шифр 1484 Выпуск 0-1 Трубы для железных дорог (материалы для проектирования);

Ось всех труб, за исключением оси трубы на ПК43+66.00, пересекает ось дороги строго перпендикулярно, открытый дренаж подгоняется под входные и выходные оголовки труб.

Трубы укладываются со строительным подъёмом, продольный уклон принят 4‰. Расстояние поперечных швов между смежными звеньями труб, лекальных и фундаментных блоков – 10мм;

Гидроизоляция наружных поверхностей звеньев труб, блоков фундамента, откосных и порталных стен должна производиться в соответствии с требованиями, изложенными в ВСН 32-81. Перед устройством гидроизоляции все изолируемые поверхности должны быть очищены от грязи и обработаны грунтовкой, состав и приготовление которой принимаются по таблице 2 приложения 1 к ВСН 32-81. Устройство гидроизоляции должно производиться с соблюдением требований СНиП 3.06.04-91. Швы в стыках звеньев и секции труб конопатятся паклей, пропитанной битумом. С наружной стороны трубы поверх швов устраивается оклеенная гидроизоляция шириной 25см, с внутренней стороны трубы швов на глубину 3см заделывается цементным раствором.

С целью обеспечения сохранности трубы организацией выполняющей строительные работы производится засыпка трубы грунтом на высоту 0,5м над ее верхом сразу после окончания ее возведения. Послойная засыпка труб производится одновременно с обеих сторон [6].

Конструкция укрепления откосов на выходе и входе принята применительно к типовому проекту серии 3.501.1-156 из бетонных плит П-1 размером 490х490х100 по щебеночной подготовке h=10см.

Размеры на чертежах даны в миллиметрах, отметки в метрах. Дренажные лотки сопрягаются с трубами в пределах оголовков монолитным бетоном.

При производстве строительно-монтажных работ необходимо руководствоваться:

- СНиП 3.06.04-91 «Мосты и трубы» (Организация, производство и приемка работ);
- СНиП III – 04-80* - «Техника безопасности в строительстве»;
- СН КР 12-01:2018 «Безопасность труда в строительстве».

Армирование грунта. Помимо, рассмотренных выше замены грунта, на болотистом участке на ПК59+00 до ПК72+00 железнодорожной линии Балыкчы-Кочкор, где толщина болотистого слоя превышала 3 м, при проектировании был применен альтернативный вариант – армирование грунта георешеткой (Рисунок 4) [7].



Рисунок 4 - Поперечные профили насыпи ЖД линии на ПК59+00 до ПК72+00 (с применением георешетки)

Такой вариант эффективен, когда мощность болотистого слоя превышает 3-4 метров. При этом замена грунта при такой толщине болотистого слоя является очень трудоёмким, более дорогим в экономическом смысле и менее желательным с экологической точки зрения.

На рисунке 5 показана закладка щебня в ячейках георешеток.

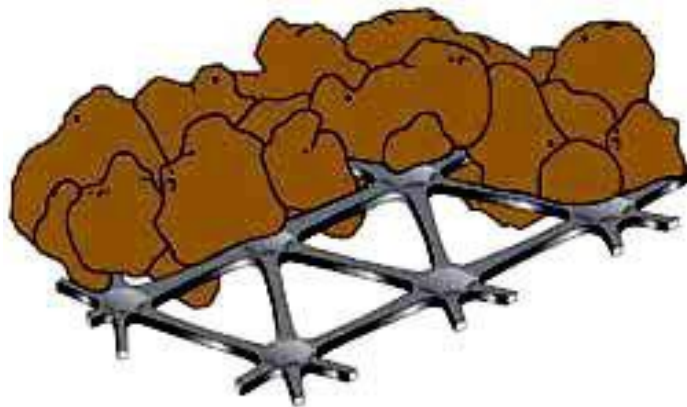


Рисунок 5 - Закладка щебня в ячейках георешеток(образование слоя, способного воспринимать растягивающие напряжения)

На рисунке 6 показан процесс возведения земляного полотна железной дороги с применением георешетки.



Рисунок 6 - Процесс возведения земляного полотна железной дороги с применением георешетки на болотистом участке.

Выводы.

По результатам произведенных расчетов, при усилении основания (подошвы) насыпи конструкцией образуется «плоский матрас»:

- Давление по подошве насыпи (ось насыпи) снижается на 42%;
- Общие деформации (осадка) основания снижается на 43%;
- Значение полной осадки составляет $Stot = 23,8$ см, при условии устройства матраса на поверхности слабого слоя без экскавации.
- Благодаря использованию в основании насыпи плоского матраса удалось на 40% сократить время консолидации основания.

Время 90% консолидации составляет 24 дня, после чего устраивается балластовый слой.

Проектом установлена хозяйственная необходимость строительства новой железнодорожной линии Балыкчы-Кочкор.

Принятые строительные решения, технология оборудования, организация производства и труда соответствует передовому опыту проектирования и строительства объектов транспорта, прогрессивным удельным показателям, улучшит экологическую существующую обстановку.

Строительство рассматриваемой железной дороги оживит экономику региона, создаст импульс для развития технических, социальных и культурных параметров групп населения.

Список литературы

1. СНиП КР 11-01-98. Инженерные изыскания под различные виды строительства. – Бишкек: 1998.
2. СНиП 32-01-95. Железные дороги колеи 1520 мм. Москва 1995 г. Принят Международной научно-технической комиссией по стандартизации и техническому нормированию в строительстве в качестве межгосударственных строительных норм «Железные дороги колеи 1520 мм» 20 апреля 1995 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dokipedia.ru/document/5167054>
3. СП 261.1325800.2016 Свод правил Железнодорожный путь промышленного транспорта. Правила проектирования и строительства [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/456042945>
4. СП 32-104-98. Проектирование земляного полотна железных дорог колеи 1520 мм. – Москва: 1998 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294850/4294850735.pdf>
5. ГОСТ 7392-2002 Щебень из плотных горных пород для балластного слоя железнодорожного пути. Технические условия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data/380/38009.pdf>
6. СНиП КР 12-01:2004 Организация строительства [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294813/4294813581.pdf>
7. СНиП 20-02:2018. Сейсмостойкое строительство. Нормы проектирования. Бишкек 2018 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.giss.kg/files/SN09.pdf>

УДК 625.72/075.8

**К.К. Алыкулов, М.Ч. Апсеметов, А.Б Курбанбаев,
А.А. Приходько, Турдубай уулу С.**
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

**K.K. Alykulov, M.Ch. Apsemetov, A.B. Kurbanbaev,
A.A. Prikhodko, Turdubai uulu S.**
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
aleksei.prikhodko@kstu.kg

РЕКОНСТРУКЦИЯ СЕВЕРНОЙ ОБЪЕЗДНОЙ СКОРОСТНОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ ГОРОДА БИШКЕК СО СТРОИТЕЛЬСТВОМ ЭСТАКАДНОГО МОСТА НАД НАСЕЛЕННЫМ ПУНКТОМ В РАЙОНЕ РЫНКА «ДОРДОЙ»

«ДОРДОЙ» АЙМАГЫНДАГЫ КАЛККА КӨПҮРӨ КУРУУ МЕНЕН БИШКЕК ШААРЫНДАГЫ ТҮНДҮК АЙЛАНА АВТОМОБИЛЬ ЖОЛУН РЕКОНСТРУКЦИЯЛОО

RECONSTRUCTION OF THE NORTHERN BYPASS HIGHWAY ROAD IN BISHKEK WITH CONSTRUCTION OF AN OVERLAY BRIDGE OVER THE POPULATION IN THE AREA OF THE "DORDOY"

Макалада акы төлөнүүчү түндүк айланма жолду реконструкциялоонун артыкчылыктары жана учурдагы жолдун абалы талкууланат. Жолду уюштуруу, жалпы иш-чаралар жана пландаштырылган иштер боюнча корутундулар берилген.

Түйүндүү сөздөр: *экспресс акы төлөнүүчү автомобиль жолу, унаа, реконструкция, магистраль, иретке келтирүү, дренаж, жарыктандыруу, жол жабуусу.*

В статье рассмотрены вопросы преимущества реконструкции платной северной объездной дороги, состояние существующей дороги. Представлены детали обустройства дороги, общие мероприятия и выводы по планируемым работам.

Ключевые слова: *скоростная платная автомобильная дорога, транспорт, реконструкция, магистраль, обустройство, водоотвод, освещение, дорожная одежда.*

The article discusses the advantages of reconstructing the toll northern bypass road and the condition of the existing road. Details of the road arrangement, general activities and conclusions on the planned work are presented.

Key words: *express toll road, road, transport, reconstruction, highway, arrangement, drainage, lighting, road pavement.*

Грамотное построение транспортной сети с возможностью выбора пути автомобильного транспорта, это одна из главных составляющих быстрого развития экономики страны. В связи с возрастающим транспортным потоком машин и логистикой товаров и услуг повышаются требования к автомобильным дорогам. Учитывая ограниченность бюджетных и финансовых средств предлагается начать строительство путем привлечения средств в рамках ГЧП (государственное и частное партнерство), реализация которого в Кыргызской Республике успешно начато.

Кафедра «Автомобильные и железные дороги мосты и тоннели» Кыргызского Государственного Университета им. И. Раззакова проанализировав исходные данные, выявила и подчеркивает преимущества развития транспортной сети дорог, в данном случае поддерживает реконструкцию северной объездной дороги, соединение ее с дорогами север –

юг и дальнейшее ее развитие в Иссык-Кульскую туристическую область. На рисунке 1-2 показана карта и схема объездной дороги Новопавловка – Бишкек – Кемин.

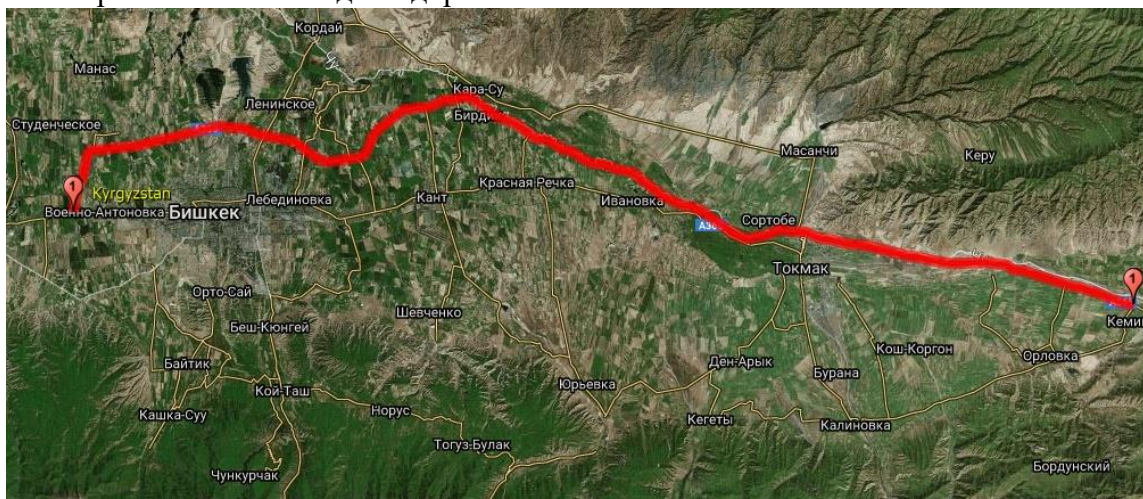


Рисунок 1 - Карта объездной дороги Новопавловка – Бишкек – Кемин

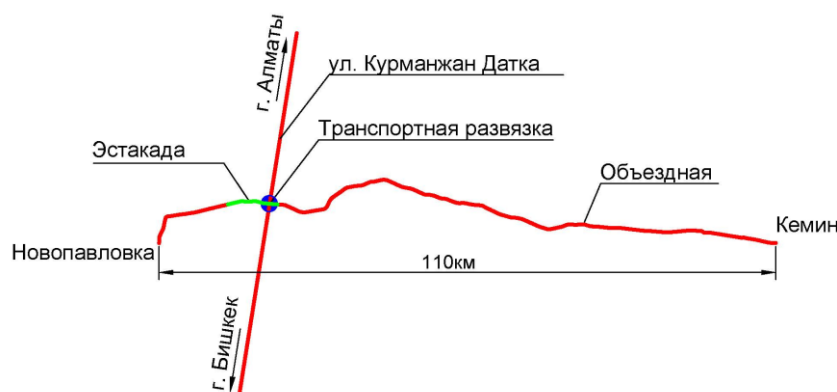


Рисунок 2 - Схема трассы с эстакадным мостом

Категория автомобильной дороги зависит от интенсивности транспортных средств проезжающих на этой дороге. На таблице 1 представляется результаты расчета по ГОСТу 32965-2014 интенсивности транспортных средств на 10, 2 км автомобильной дороги «Бишкек – Нарын Торугарт», где пункт подсчёта интенсивности находится на объездной дороге [1]. Из таблицы видно, что интенсивность транспортных средств в перспективе на этом месте объездной автомобильной дороги составляет 20416 авт/сут, которая соответствует к первой IА технической категории дороги [3,14].

Создание альтернативной платной северной объездной скоростной автомобильной дороги город Бишкек позволит повысить безопасность, качество пути, и сократит время пути между Сокулукским и Кеминским районами. Проектная скорость будет 120км/ч. Параметры автомобильной дороги принимаются согласно технической категории дороги IА [2,3].

Начало реализации проекта автомобильной дороги от ул. Курманжан Датка до Кемина международного значения позволит решить много значимых вопросов. В связи с санкциями западных стран для Российской федерации вырос транспортный поток из Китайской народной республики в Кыргызскую Республику, Республику Казахстан и Российскую Федерацию перевозящий пассажиров и грузы, увеличился поток грузовых автомобилей по северной объездной дороге по направлению КПП «Торугарт» до КПП «Ак-Жол», КПП «Ак-Тилек» по направлению в Республику Казахстан, в Российскую Федерацию. Требуется улучшение инфраструктуры и реконструкции дорог по международным стандартам. При перевозке таких грузов могли бы принести стабильный доход в рамках ГЧП.

Таблица 1 - Результаты учетов интенсивности транспортных средств на автомобильной дороге Бишкеко-Нарын-Торугарт (БНТ)
(10,2 км).

Автомобильная дорога БНТ. Место учета интенсивности	Дата, время, день недели, месяц учета интенсивности	Легковые автомобили (шт)	Микро-автобусы (шт)	Автобусы средние, большие (шт)	Пикап, легкие грузовики и до 3.5 т (шт)	Средние грузовики и 2-х осные до 12 т (шт)	Тяжелые грузовики и 3-х осные более 12 т (шт)	Грузовики с прицепами (шт)	Грузовики трейлер, тягач с прицепами (шт)	Всего транспортных средств (шт)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
БНТ на 10,2 км	15.03.2020, с 10.00 по 16.00, воскресенье, март, 6 часов	5349	638	3	297	130	102	53	80	6654
Коэффициенты приведения Ксч=2,82; Ксд=0,93; Ксм=1,17 по ГОСТу 31965-2014 "Методы учета интенсивности движения трансп.потока".										
Среднегодовая суточная интенсивность Нсс(авт / сут)										
Автомобильная дорога БНТ. Место учета интенсивности	Дата, время, день недели, месяц учета интенсивности	Легковые автомобили (авт / сут)	Микро-автобусы (авт / сут)	Автобусы средние, большие (авт / сут)	Пикап, легкие грузовики и до 3.5 т (авт / сут)	Средние грузовики и 2-х осные до 12 т (авт / сут)	Тяжелые грузовики и 3-х осные более 12 т (авт / сут)	Грузовики с прицепами (авт / сут)	Грузовики трейлер, тягач с прицепами (авт / сут)	Всего транспортных средств (авт / сут)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
БНТ на 10,2 км	15.03.2020, с 10.00 по 16.00, воскресенье	16416	1958	9	912	399	313	163	246	20416

Источник: Министерство транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики

ГЧП - один из способов развития общественной инфраструктуры, основанный на долгосрочном взаимодействии государства и бизнеса, при котором частная сторона участвует не только в проектировании, финансировании, строительстве или реконструкции объекта инфраструктуры, но и в его содержании и ремонте.

Объектом ГЧП выступает транспортная, инженерная и социальная инфраструктура. Под инфраструктурой понимается совокупность сооружений, зданий, систем служб, необходимых для функционирования экономики и обеспечения условий жизнедеятельности населения.

Проектный план выполняется в два этапа - затратный и доходный: сначала обе стороны вкладываются в объект, а затем начинают получать с него прибыль и возвращать инвестиции. ГЧП реализуется долгосрочно, поскольку необходимо дожидаться возврата средств, которые вложил частный инвестор.

Цель: формирование и усиление долгосрочного сотрудничества между государством и частным сектором путем объединения ресурсов для повышения уровня доступности и качества общественных благ и услуг.

Государственно-частное партнерство - долгосрочное взаимодействие государства и бизнеса, при котором частная сторона участвует в проектировании, финансировании, строительстве или реконструкции объекта инфраструктуры, а также в его последующей эксплуатации.

Начало трассы от поста ГАИ Сокулукский район с. Новопавловка (Авто рынок) до г. Кемин. Общей протяженностью 110км. Новый эстакадный мост который служит в целях экономии пространства в населенном пункте в района рынка Дордой (в районе пересечения ул. Обьездная и ул. Курманжан Датка).



а)



б)

Рисунок 3 - Общий вид эстакадных мостов: а) вид вдоль проезжей части; б) вид поперек проезжей части

Транспортная развязка на пересечении улицы Обьездная и Курманжан Датка многоуровневая, позволит значительно повысить пропускную способность транспортного потока без конфликтных точек, присущих транспортной развязке в одном уровне. Это две значимые дороги, высокой категории, одна из которых связывает нашу страну с Казахстаном, международного значения, другая это северная обьездная города Бишкек - государственного значения.

На всех въездах на трассу будут установлены пункты взимания платы (ПВП), либо будет организовано взимание оплаты с помощью камер наблюдения и фиксирование проезда, этот опыт применен на трассе Алматы – Усть-Каменогорск в Казахстане, БАКАД (Большая алматинская кольцевая автомобильная дорога) и др., въезды на платную трассу с населенных пунктов. Полученные денежные средства от проезда по платной обьездной дороги Новопавловка – Бишкек – Кемин будут использоваться на содержание, ремонт и восстановление пересекающих и примыкающих дорог.

На рисунке 4 показан неорганизованный водоотвод на этой трассе и организованный водоотвод по проекту.



а)



б)

Рисунок 4 - Общий вид водоотводов: а) неорганизованный; б) организованный водоотвод

В целом состояние существующей дороги не отвечает мировым стандартам из-за многолетней эксплуатации и проезда большегрузных автомобилей, некоторые участки дороги деформированы и дорожное покрытие разрушилось. В некоторых местах не обеспечен на должном уровне водоотвод и дренаж, возникают пробки на дороге.

Отсутствует ограждение и озеленение. Не достаточно площадок отдыха с эстакадами и туалетами, кемпинги, оборудованные кафе и АЗС, должной разметки, дорожных знаков и оформления въездов и съездов согласно действующих СНиП, нормативных документов и ГОСТов [3,4-13].

Необходима на дорогах такого уровня с начала и до конца платной дороги - разделительная полоса, разделяющая транспортные потоки в двух направлениях. Двух полосная дорога расширяется до 4-х полосной, общей шириной 25,1м [3].

Правильно рассчитанная дорожная одежда капитального типа, для проезда большого количества большегрузных автомобилей под международную нагрузку 13тонн на ось, вместо принимаемых в КР в настоящее время 11,5тонн по устаревшему ОДН 218-046,01, продлевает эксплуатационный срок службы. Грунтовые условия, климат и местные каменные материалы, щебеночно мастичный асфальтобетон позволят это сделать экономически эффективно. Создав капитальный меж ремонтный срок более 20 лет, так же предусматривается устройство сетчатого ограждения, предотвращающее выход скота на дорогу, освещение мостовых сооружений и в населенных пунктах. Все это создает условия безопасного, удобного движения на участке платной дороги (см. Рисунок 5).



а)



б)

Рисунок 5 - Общий вид платной дороги. а) въезд и выезд на временную стоянку; б) дорога с разделяющей и ограждающей полосой

Пункты взимания платы (ПВП) сооружаются на платных автомобильных дорогах (дорожных объектах) для контролируемого пропуска автотранспортных средств на платную автомобильную дорогу (дорожный объект) с целью взимания платы за проезд.

На платной автомобильной дороге может размещаться один или несколько ПВП. При необходимости размещения нескольких ПВП создается единая система управления ими [14].

Проектирование и создание ПВП должно выполняться применительно к особенностям различных типов платных автомобильных дорог общего пользования:

- 1) вновь создаваемые;
- 2) находящиеся в стадии незавершенного строительства (реконструкции);
- 3) действующие автомобильные дороги, переводимые в эксплуатации на платной основе.

ПВП должны отвечать следующим требованиям:

- обеспечивать максимально быстрый сбор и учет платы за проезд от всех пользователей, обязанных оплатить за проезд;
- иметь пропускную способность соответствующую расчетной интенсивности движения на платной дороге;
- контролировать и исключать несанкционированный въезд на платную автомобильную дорогу и выезд с платной автомобильной дороги с учетом различия габаритов и веса автотранспортных средств;
- не создавать опасности дорожному движению и не ухудшать условия безопасной эксплуатации платной автомобильной дороги;
- занимать минимальную площадь;
- отвечать условиям интеграции в общую систему автоматизированного управления платной автомобильной дорогой;
- отвечать требованиям охраны окружающей среды, сочетание архитектурных форм ПВП и окружающей среды.

Выводы. Первая скоростная автодорога Кыргызстана технической категории IА, имеющая большое историческое значение и соединяющая Бишкек с жемчужиной Иссык-Кулем. Соединение Иссык-Кульской туристической зоны создает лучшие условия для соседних стран для туристических поездок в Кыргызстан, что имеет большое политическое и культурное значение. Значительная экономия транспортных расходов и временных затрат, имеет большое экономическое значение.

Соединение первой к Объездной и второй автомагистралей «Север-Юг» улучшает структуру национальной дорожной сети.

В районе рынка и жилмассива Дордой мы сталкиваемся с проблемой стесненного пространства. Одним из основных положительных технических решений, которое может решить, учитывая международный опыт - это строительство эстакадного моста, включающая транспортную развязку на пересечении ул. Курманжан Датка и Обьездной дороги.

Список литературы

1. ГОСТ 32965 – 2014. Методы учета интенсивности движение транспортного потока [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293752/4293752127.pdf>
2. Бабков, В.Ф. Проектирование автомобильных дорог [Текст] / Ч. 1, 2. / В.Ф. Бабков, О.В. Андреев. – Москва: Транспорт, 1987.
3. СНиП КР 32 – 01: 2004. Автомобильные дороги. Нормы проектирования [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://continent-online.com/Document/?doc_id=30920815
4. Сильянов, В.В. Транспортно эксплуатационные качества автомобильных дорог [Текст] / В.В.Сильянов. – Москва: Транспорт, 1984.
5. ГОСТ 10807 – 78. Знаки дорожные. Общие технические условия [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200005627>

6. ГОСТ 23457 – 86. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200003889>
7. ГОСТ Р 51256 – 99. Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Типы и основные параметры. Общие технические требования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200005174>
8. ГОСТ 12.1.004 – 91. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/9051953>
9. ВСН 25 – 86. Указания по обеспечению безопасности движения на автомобильных дорогах [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294851/4294851150.pdf>
10. СНиП КР 30 – 01: 2001. Градостроительство, планировка и застройка городов и поселков городского типа [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.nism.gov.kg/media/FreePagesImages/2023-09-14/%D0%97%D0%B0%D0%BA%D0%BE%D0%BD_%D0%9A%D0%A0_%D0%A2%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D1%80%D0%B5%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82_%D0%91%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C_%D0%B7%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B8_%D1%81%D0%BE%D0%BE%D1%80%D1%83%D0%B6_UvyjDMA.pdf
11. СН 467 – 74. Нормы отвода земель для автомобильных дорог [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Index2/1/4294854/4294854728.htm>
12. МСН. Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293780/4293780278.pdf>
13. ТЭО платной автомобильной дороги в Кыргызской Республике. Бишкек 2020г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293780/4293780278.pdf>

УДК 725.4.05: 624.042.12

Болотбек Т., Аскар к. Н., Н.Б. Байбеков, Н.К. Канатбеков, Б.О. Боков
И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУим. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

Bolotbek T., Askar k. N., N.B. Baibekov, N.K. Kanatbekov, B.O. Bokoev
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: t.bolotbek@kstu.kg, nuraimaskarkyzy@kstu.kg

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАГРУЗОК НА ПОПЕРЕЧНУЮ РАМУ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

ӨНӨР ЖАЙ ИМАРАТТАРЫНЫН БОЛОТ КАРКАСЫНЫН КЕСИЛГЕН АЛКАГЫНЫН ЖҮКТӨРҮН АНЫКТОО

DETERMINATION OF LOADS ON THE TRANSVERSE FRAME OF A STEEL FRAME OF A SINGLE-STORY INDUSTRIAL BUILDING

Макалада чатырдын салмагынан, чырактары жана байланыштары бар тирөөч каптоо конструкцияларынын өз салмагынан, тилкеден, тормоз конструкциялары менен кран устундарынан, капталган рельстерден жана кар жүктөрүнөн пайда болгон вертикалдык туруктуу жүктөр изилденген.

Түйүндүү сөздөр: чатыр, тилке, жүк, кран устундары, вертикалдык жана горизонталь жүктөрү, салмак.

В статье исследованы вертикальные постоянные нагрузки от веса кровли и собственной массы несущих конструкций покрытия, колонн, подкрановых балок с тормозными конструкциями, рельсами и снеговые нагрузки на покрытие.

Ключевые слова: кровля, колонна, нагрузка, подкрановые балки, вертикальные и горизонтальные нагрузки, вес.

The article examines the vertical constant loads from the weight of the roof and the own weight of the supporting structures of the coating, columns, crane beams with brake structures, rails and snow loads on the coating.

Key words: roof, column, load, crane beams, vertical and horizontal loads, weight.

Вопросы резистентности промышленных зданий к различным компонентам усилий рассмотрены в [1]. Применение метода сосредоточенных деформаций в определении нагрузок промышленных зданий исследованы в [2].

Для назначения нагрузок необходимо определить следующие нагрузки на поперечную раму:

Вертикальную постоянную нагрузку от веса кровли и собственной массы несущих конструкций покрытия со связями, колонн, подкрановых балок с тормозными конструкциями и рельсами, продольных стан (в случае опирания их на колонны) с учетом заполнения световых проемов;

- Снеговую нагрузку на покрытие;
- вертикальную нагрузку от давления колес мостовых кранов;
- поперечную горизонтальную нагрузку от торможения кранов;
- давление ветра на продольные стены и конструкции покрытия здания (ригель рамы и фонарь);
- температурные, сейсмические (в сейсмоопасных районах) воздействия.

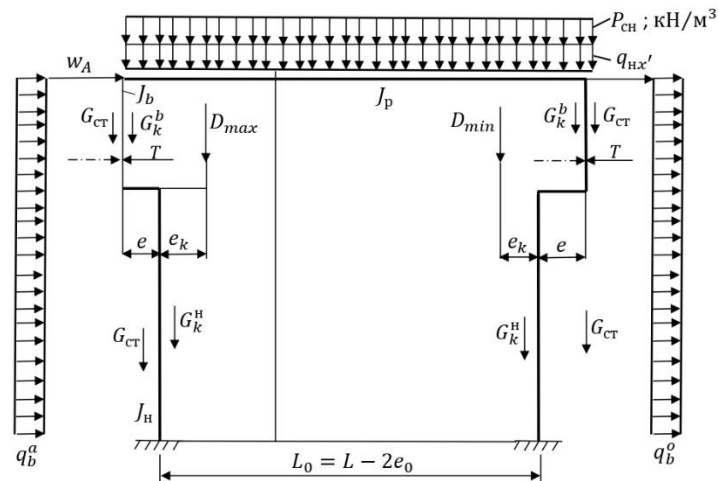


Рисунок 1 - Вертикальная нагрузка от кранов

Постоянная нагрузка. Нормативную $q_{\text{н}}$ и расчетную $q_{\text{п}}$ постоянные нагрузки с учетом коэффициента надежности по нагрузке $\gamma_{q_{\text{п}}}$ от массы кровли подсчитывают по фактическим показателям в соответствии с принятой конструкцией покрытия (таб. 1).

Вес кровли и конструкции покрытия определяется так.

Нормативная нагрузка на единицу площади здания (при угле наклона кровли к горизонту φ):

$$q = \frac{\Sigma q_{кр}}{n} + (g_{фон} + g_{с.в.} + g_{ф}).$$

Вес элементов кровли $g_{кр}$ зависит от состава кровли, набираемого в зависимости от условий эксплуатации здания (отапливаемое, неотапливаемое, с избыточным выделением тепла), где g

Таблица 1 – Вес ограждающих и несущих конструкций

Наименование элемента	Нормативный вес , кН/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке γ
Ограждающие элементы кровли		
1. Защитный слой (15-30 мм) из гравия по мастике	0,3 – 0,4	1,3
2. Водоизоляционный ковер из 3-4 слоев рубероид	0,15 – 0,2	1,3
3. Асфальтовая или цементная стяжка (20 мм)	0,4	1,3
4. Утеплитель пенобетон (80 – 160 мм)	0,05	1,3
Несущие элементы кровли		
1. Профилированный стальной настил (0,8–1 мм)	0,13 – 0,16	1,05
2. Волнистые листы:		
а) асбоцементные	0,2	1,1
б) стальные (1-1,75 мм)	0,12 – 0,21	1,05
3. Плоский стальной настил (3-4 мм)	0,24 – 0,32	1,05
4. Каркас стальной панели (для 1 – У районов снегового покрова)		
а) 3 × 6 м (в плане)	0,10 – 0,15	1,05
б)	0,15 – 0,25	1,05
5. Прогоны (для 1 – У районов снегового покрова)		
а) сплошные пролетом 6 м	0,05 – 0,08	1,05
б) сплошные пролетом 12 м	0,10 – 0,15	1,05
в) решетчатые пролетом 12 м	0,07 – 0,12	1,05
6. Железобетонная панель из тяжелого бетона с заливкой швов:	1,45	1,1
а) (в плане)	1,80	1,1
б) (в плане)		
Элементы каркаса		
1. Каркас фонаря *	0,15 – 0,20	1,05
2. Связи покрытия	0,04 – 0,06	1,05
3. Стропильные фермы	0,10 – 0,40**	1,05
4. Подстропильные фермы	0,05 – 0,10**	1,05
5. Колонны (при высоте здания около 20 м)	0,3 – 0,7***	1,10

6. Подкрановые конструкции (в кН/м балки): а) пролетом В=6м под краны Q=30 – 200т б) пролетом В=12м Q=30 – 80т в) пролетом В=12м Q=100 – 200т	2,5 – 3,5 4,0 – 5,0 5,5 – 6,5	1,05 1,05 1,05
*) Включая бортовые стенки и остекление (вес стенки и остекления принят 2,0 – 2,05 кН/м) каждой стенки. **) Меньшее число – для пролета здания L=24м и легкой кровли, большее – для L=36 м и тяжелой кровли. ***) Меньшее число – при кранах Q=30 – 50т и легкой кровле, большее – при кранах Q=125 – 200т и тяжелой кровле.		

$g_{св}$ – вес связей на единицу площади здания;
 $g_{св}$ – вес стропильной фермы на единицу площади здания.
Расчетная нагрузка на единицу площади здания

$$\Sigma \quad (g \quad)$$

Расчетная линейная нагрузка на ригель рамы
В , где В
Давление на колонну от постоянной нагрузки на ригеле

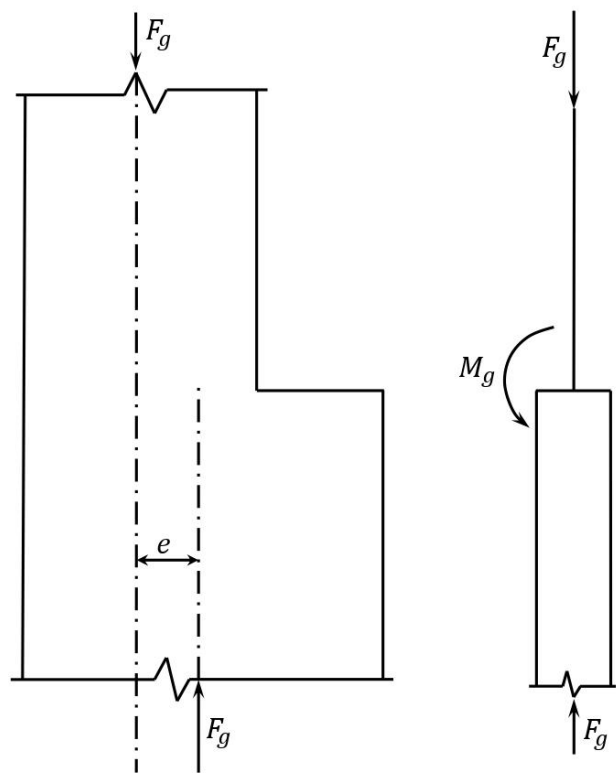


Рисунок 2 - Смещения осей верхней и нижней частей колонны

Расчетный сосредоточенный момент в месте уступа от смещения осей верхней и нижней частей колонны (Рисунок 2):

Вес колонны

где — из таб. 1 с учетом поправки на высоту здания —

Вес надкрановой части

Вес подкрановой части

Вес подкрановых конструкций учитывается условно совместно с вертикальными нагрузками от кранов (Рисунок 1).

Вес стен $G_{ст}$ учитываем по согласованию с руководителем проекта (факультативно) в зависимости от принятой конструкции стен, типа и размера остекления и схемы фахверка.

Снеговая нагрузка

Нормативная нагрузка в $кН/м^2$ горизонтальной проекции покрытия P

где P_0 — вес снегового покрова по таблице 1.2 [СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия];

— коэффициент перехода от веса снегового покрова к снеговой нагрузке на покрытие при 25° , $C=1$.

Таблица 2 - Вес снегового покрова, скоростной напор ветра по данным [СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия]

Район	Снеговой покров, $кН/м^2$	Район	Скоростной напор ветра, $кН/м^2$
I	0,5	III	0,45
I	0,5	V	0,7
II	0,7	I	0,27
II	0,7	II	0,35
II	0,7	III	0,45
II	0,7	IV	0,55
III	1,0	I	0,27
III	1,0	II	0,35
III	1,0	III	0,45
III	1,0	IV	0,55
IV	1,5	I	0,27
IV	1,5	II	0,35
IV	1,5	III	0,45
V	1,0	II	0,35

Таблица 3 – Коэффициент надежности по нагрузке

Наименование нагрузки	Коэффициент надежности по нагрузке
Постоянные	
1. Вес металлических конструкций	1,05(0,9)
2. Вес бетонных (с плотностью более 1600 кг/м^3) железобетонных и каменных конструкций	1,1(0,9)
3. Вес бетонных (с плотностью не более 1600 кг/м^3) конструкций, а также изолирующих, выравнивающих, отделочных слоев (в виде рулонных материалов, стяжек и т.п.), выполняемых:	

- в заводских условиях	1,2(0,9)
- на строительной площадке	1,3(0,9)
Временные	
4. Снеговая:	
а) при расчете поперечных рам, колонн	1,4
б) при расчете стропильных ферм, прогонов, кровельных панелей – в зависимости от отношения нормативной нагрузки от веса кровли и конструкций покрытия в кН/м^2 к весу снегового покрова земли P_o , в кН/м^2 :	
0,5; 0,5 – 0,69; 0,7 – 0,89; 0,9.	
,q 1,6; 1,55; 1,5; 1,4:	
5. Кровля	1,1
6. Ветровая	1,2

Примечание. Коэффициент 0,9 для постоянных нагрузок учитывается в случаях, когда уменьшение постоянной нагрузки может ухудшить условия работы конструкции, элемента, соединения (например, анкерных болтов).

Таблица 4 – Коэффициенты сочетания крановых нагрузок при учете двух и более кранов

Число одновременно учитываемых кранов	Режим работы кранов	Коэффициент сочетания
2	Легкий, средний	0,85
	тяжелый, весьма тяжелый	0,95
4	Легкий, средний	0,7
(в многопролетных зданиях)	Тяжелый, весьма тяжелый	0,8

Расчетная нагрузка

– по таблице 2.

Расчетная линейная нагрузка на ригель рамы

Опорная реакция ригеля

Расчетный сосредоточенный момент в месте уступа

Вертикальные усилия от кранов D_{max} , D_{min} и моменты M

Расчетное вертикальное усилие от двух сближенных кранов на колонну, к которой приближена тележка с грузом (левая колонна Рисунок5):

$$\sum F_{k,max} \cdot y_i + \gamma_{F,g} \cdot g_{кр} \cdot B,$$

где – максимальное усилие от колеса крана на путь, к которому приближена тележка;

– ордината линии влияния опорной реакции подкрановых балок (для разрезных балок по рисунок 3);

– вес подкрановых конструкций в кН/м (по табл. 1);

– коэффициенты надежности по нагрузке от кранов и собственного веса;

– коэффициент сочетания (см. табл. 4)

краны устанавливаются относительно рассчитываемой рамы так, чтобы значение $\sum$ было наибольшим.

Расчетное вертикальное усилие кранов на противоположную колонну рамы
 (при той же установке кранов):

$$\Sigma F \quad \text{где} \quad \text{---} \quad ;$$

Q – подъемная сила крана на главном крюке в кН;
 – общий вес крана с тележкой;
 число колес крана на одной стороне крана.

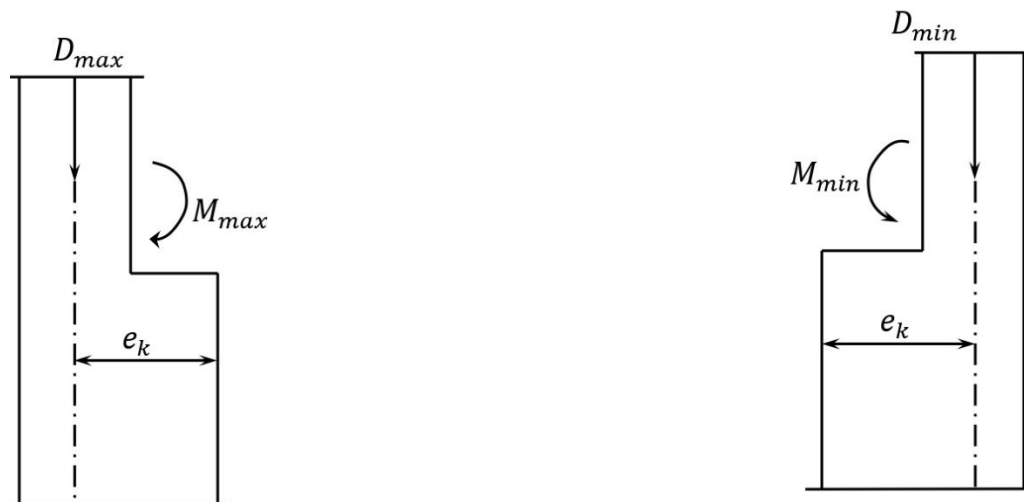


Рисунок 3 - Моменты от внецентренного приложения сил

Горизонтальное усилие на колонну от поперечного торможения кранов зависит от расчетного горизонтального усилия от мостовых кранов на колонну $T = \gamma_{F,kr} \cdot \Psi_c \cdot \Sigma T$

где --- – горизонтальное усилие на колесе крана;

– нормативная сила торможения тележки с гибким подвесом груза.

Выводы. Установка сближенных кранов и значения u_i сохраняются такими же, как при определении вертикальных давлений кранов. Усилие T может быть приложено к любой колонне рамы и направлено влево и вправо независимо от положения тележки с грузом. Для упрощения расчета рамы рекомендуется прикладывать усилие на уровне уступа в месте изменения сечения колонны (если h_l

Ниже на Рисунок 4, 5, 6 представлены примеры моделирования промышленных зданий в численной BIM среде.

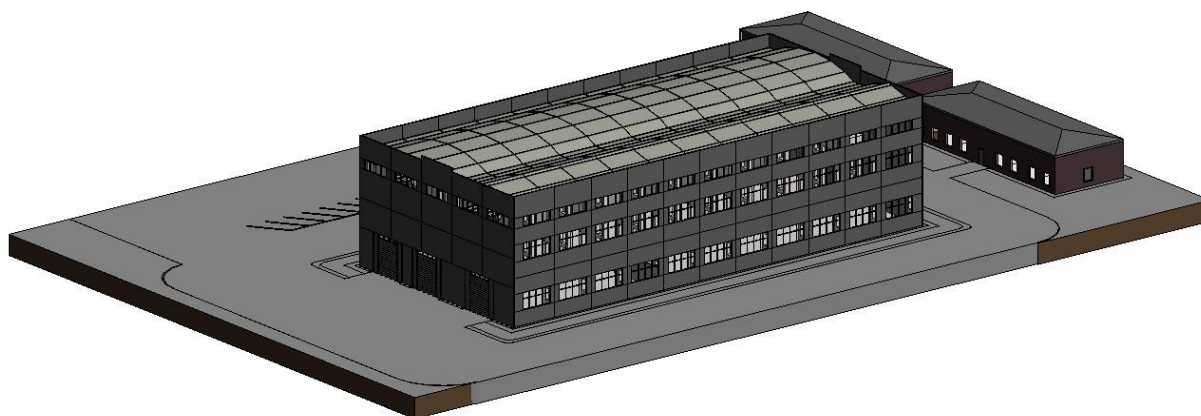


Рисунок 4 - BIM модель промышленного здания

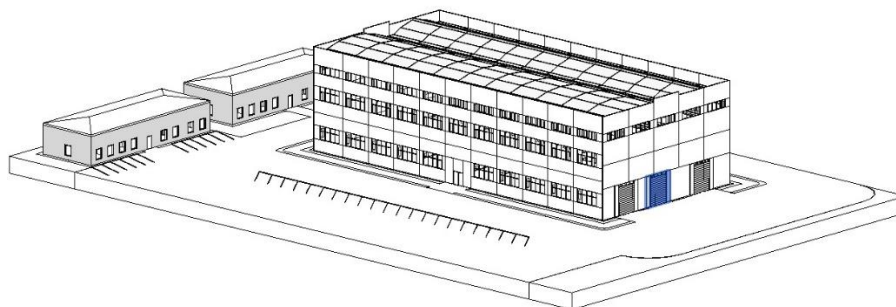


Рисунок 5 - BIM модель промышленного здания

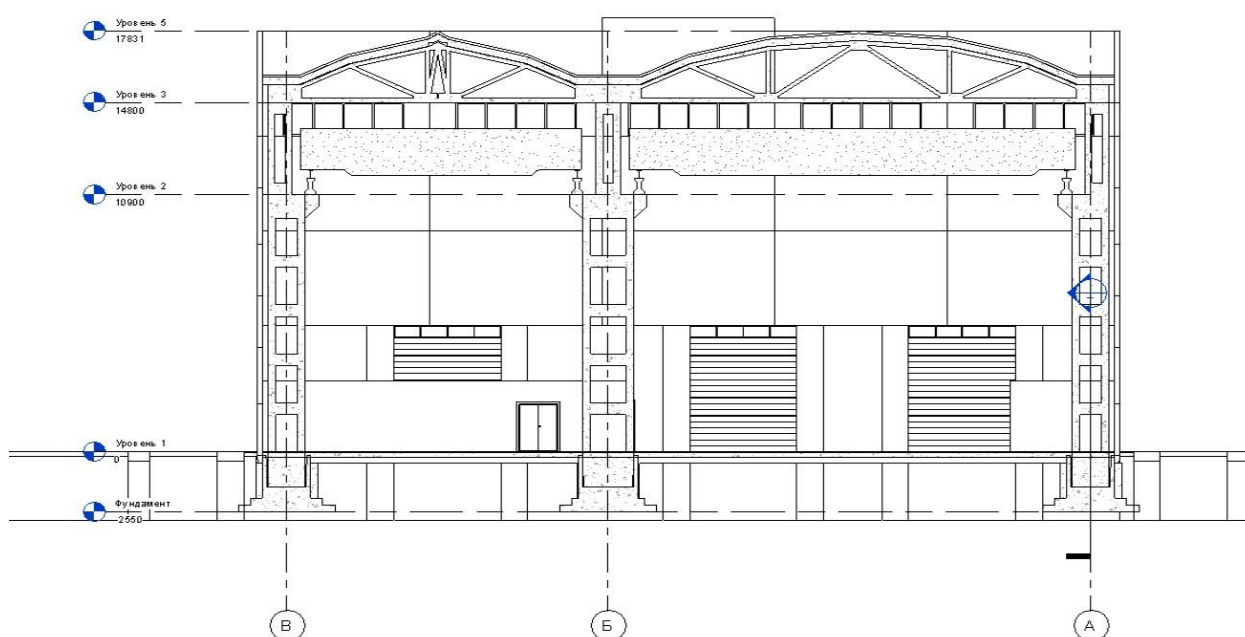


Рисунок 6 - BIM модель промышленного здания, сечение В-А

Список литературы

1. Болотбек, Т. Расчет резистентных к сейсмическим усилиям зданий по перемещениям [Текст] / [Болотбек Т., Д.Ж. Абдыраимов, А.А.Карабашов, С.Б. Кудайбергенов и др.] // Вестник КГУСТА. – Бишкек: 2021. – Вып. 2 (72). – С. 242-249.
2. Болотбек, Т. Применение результатов метода сосредоточенных деформаций к результатам численных экспериментов на основе метода конечных элементов [Текст] / [Болотбек Т., Ж.Т.Темирканова, Нурлан уулу А., Тойчу кызы Ж.,А. Аскарлова] // Вестник КГУСТА. – Бишкек: КГУСТА. - Вып. 1(67). – 2020. – С. 140-146.
3. Иманалиев, Т.Б. Полурadiaльная конструкция подпорной стены железных дорог для оптимального распределения горного давления [Текст] / [Иманалиев Т.Б. (Болотбек Т.), Аскар к. Н.,З.А. Осмоналиева, Б.М. Тургумбаева] // Вестник КГУСТА. – Бишкек: КГУСТА. - Вып. 2 (40). - 2013, – С. 38-48.

УДК 725.4.05: 624.042.12

Болотбек Т., Аскар к. Н., Н.М. Байгубатова, А.Н. Исмаилов, Б.О. Бокоев
И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУим. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

Bolotbek T., Askar k. N., N.M. Baigubatova, A.N. Ismailov, B.O.Bokoev
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
e-mail: t.bolotbek@kstu.kg, nuraiym.askarkyzy@kstu.kg

УЧЕТ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РАБОТЫ КАРКАСА ЗДАНИЯ

ИМАРАТТЫН КАРКАСЫНЫН МЕЙКИНДИК ИШИНИН ЭСЕБИ

ACCOUNTING FOR THE SPATIAL WORK OF THE BUILDING FRAME

Макалада крандардын туурасынан кеткен рамасынын, горизонталдуу шамал жүктөрүнүн жана каркастын мейкиндик иштеринин таасирин эсептөөсү көрсөтүлгөн.

Түйүндүү сөздөр: рама, чатыр, шамал жүктөрү, кран устундары, тилке.

В статье показаны расчеты поперечной рамы на крановые, горизонтальные ветровые нагрузки и влияния пространственной работы каркаса.

Ключевые слова: рама, кровля, ветровая нагрузка, подкрановая балка, колонны.

The article shows calculations of the transverse frame for crane, horizontal wind loads and the influence of the spatial work of the frame.

Key words: frame, roof, wind load, crane beam, columns.

Учет пространственной работы каркаса здания – важный аспект в проектировании и анализе конструкций. Пространственная работа каркаса означает, что конструкция способна не только выдерживать вертикальные нагрузки (осевые нагрузки), но и противостоять горизонтальным силам, таким как ветер, землетрясение или неравномерное распределение нагрузок. Для учета пространственной работы каркаса строения употребляются разнообразные инженерные способы и аналитические подходы. Вот несколько ключевых аспектов, которые обычно учитываются:

Анализ нагрузок: начинается с определения всех вертикальных и горизонтальных нагрузок, действующих на здание. Это может включать снеговые нагрузки, ветровые нагрузки, нагрузки от оборудования и так далее.

Моделирование конструкции: создается численная модель каркаса здания, учитывающую его геометрию, материалы и связи. Это может быть выполнено с помощью специализированных программных средств для конечно-элементного анализа, например Revit/Robot или Лира САПР.

Анализ напряжений и деформаций: применяются методы анализа напряжений и деформаций для определения, как каркас будет реагировать на нагрузку. Это включает в себя определение максимальных напряжений, деформаций и перемещений.

Выбор соответствующих материалов и сечений: выбираются материалы и сечения, которые обеспечивают необходимую прочность и жесткость каркаса для нагрузжений.

Учет горизонтальных связей: пространственные конструкции часто включают в себя горизонтальные связи, такие как раскосы и диагональные элементы как аутригерные балки, чтобы усилить устойчивость и жесткость каркаса [1].

Анализ устойчивости: проводится анализ устойчивости, чтобы убедиться, что здание не подвержено боковому смещению или обрушению при горизонтальных нагрузках.

Проектирование фундамента: основание должно быть спроектировано так, чтобы передавать нагрузку от каркаса в грунт и обеспечивать устойчивость здания [2].

Контроль деформаций и перемещений: учитывается контроль деформаций и перемещений, чтобы убедиться, что здание отвечает строительным нормам и требованиям безопасности [3].

При расчете поперечной рамы на крановые, горизонтальные ветровые нагрузки влияния пространственной работы каркаса (упругого отпора $R_{от}$ жесткой кровли или продольных связей) учитывается умножением горизонтального смещения плоской рамы Δ на коэффициент пространственной работы $\varphi_{пр}$.

К жестким относятся кровли: по железобетонным панелям (с замоноличиванием швов), стальным панелям (с восприятием сил сдвига в продольных стыках) по стальному профилированному настилу, привинченному к верхним поясам стропильных рам.

К не жестким относятся кровли из асбестоцементных и стальных волнистых листов по прогонам.

При жесткой кровле $\left(- \frac{\Sigma h}{\Sigma h} \right)$,
где Σh – число рам в блоке ;

При кранах одинаковой грузоподъемности $\frac{\Sigma y}{\Sigma y}$;

– число колес на одном крановом пути у двух сближенных кранов (Σy – сумма ординат линии влияния при определении D)

При нежесткой кровле пространственная работа каркаса обеспечивается продольными связями по нижний пояс ферм, при этом $\varphi_{пр} = 1 - \alpha - \alpha'(\beta - 1)$, где α – в зависимости от C определяются так (см. ниже табл. 1):

Таблица 1 – Ветровая нагрузка

C	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,10	0,15	0,20	0,5
	0,86	0,77	0,46	0,71	0,69	0,67	0,62	0,58	0,56	0,46
	-0,14	-0,20	-0,22	-0,24	-0,25	-0,25	-0,26	-0,26	-0,25	-0,25

$\left(- \frac{\Sigma J}{\Sigma J} \right)$
где ΣJ – шаг и высота колонн;

$\frac{\Sigma J}{\Sigma J}$ – – отношение моментов инерции нижних частей и горизонтальных ферм продольных связей;

$|K'_B|$ для рамы с жестким креплением ригеля к колонне .

Ветровая нагрузка. Нормативная нагрузка в кН/м^2 продольной стены C ,
где C – скоростной напор ветра в районе строительства (см.табл.1);

– аэродинамический коэффициент (для вертикальных наветренных поверхностей стычных зданий $C=0,8$, для заветренных $C^I=-0,6$);

K – коэффициент изменения скоростного напора ветра, зависящий от высоты над поверхностью земли (Рисунок 4) и типа местности:

для высоты до 10 м и в открытой местности (тип А) – $K_{10}=1,0$;

в застроенной зданиями или лесной местности (тип $K_{10}=0,65$).

Для высоты более 10м абсолютные приращения ΔK не зависят от типа местности.

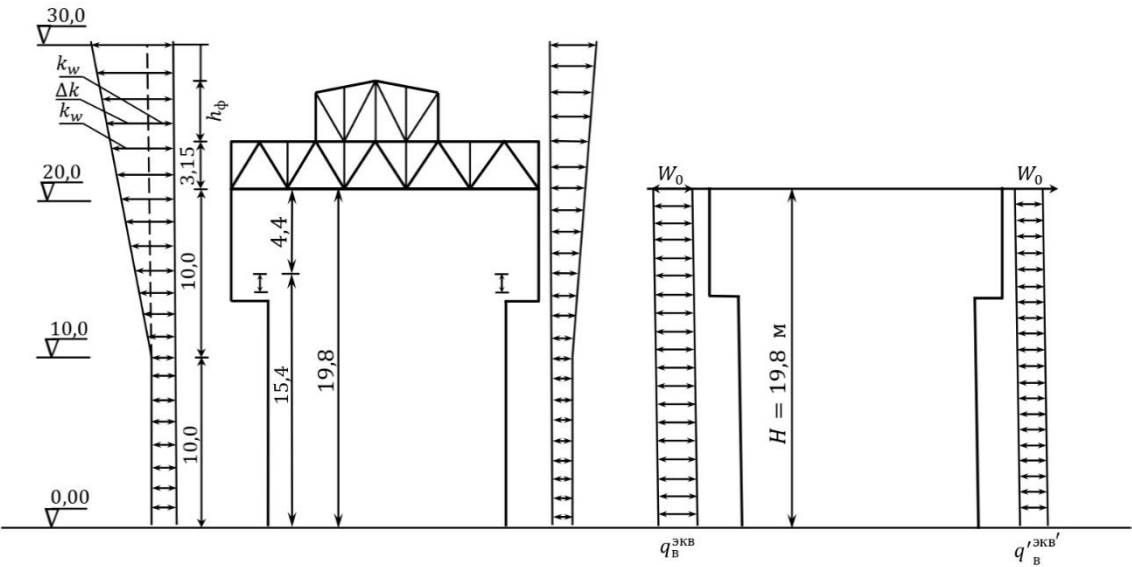


Рисунок 1 - Ветровая нагрузка

Для упрощения расчета фактическая эпюра К заменяется в пределах высоты Н равномерной с ординатой $K_{эКВ} = K_{10} + \Delta K_{эКВ}$, где $\Delta K_{эКВ}$ определяется из условия эквивалентности моментов (в нижнем сечении защемленной консоли высотой Н) от загрузки консоли равномерной эпюрой $\Delta K_{эКВ}$ и заштрихованной части фактической эпюры К (момент М).

Допускается принимать $\Delta K_{эКВ}$:

Н, м	10	15	20	25	30	35	40
	0,0	0,04	0,10	0,17	0,23	0,29	0,34

Для шатра коэффициент принимается по фактической эпюре на уровне

Расчетная линейная нагрузка на колонну в кН/м:

с наветренной стороны

;

с заветренной стороны: $q'_B = q_0 \cdot K_{эКВ} \cdot C^0 / \gamma_{F,q_B} \cdot B_{факв} = -0,75q_B$, где – шаг колонн и стоек фахверка, если они отсутствуют, то $B_{факв} = B$ – шаг рам;

= 1,2 – коэффициент надежности по нагрузке.

Расчетная сосредоточенная нагрузка от ветра в кН с наветренной стороны

h ; с заветренной стороны

W, где – шаг

колонн основных рам.

Для определения нагрузки на раму, например, одноэтажного производственного здания, имеющий размеры в плане L· 132 м, где L=30м (пролет здания), β=12 м (шаг рам).

Здание оборудовано кранами грузоподъемностью Q= 100 т.

Отметка головки кранового рельса h₁=15.4 м. Характер конструкций покрытия: беспрогонные, утепленные. Стены здания принимаются как самонесущей конструкции.

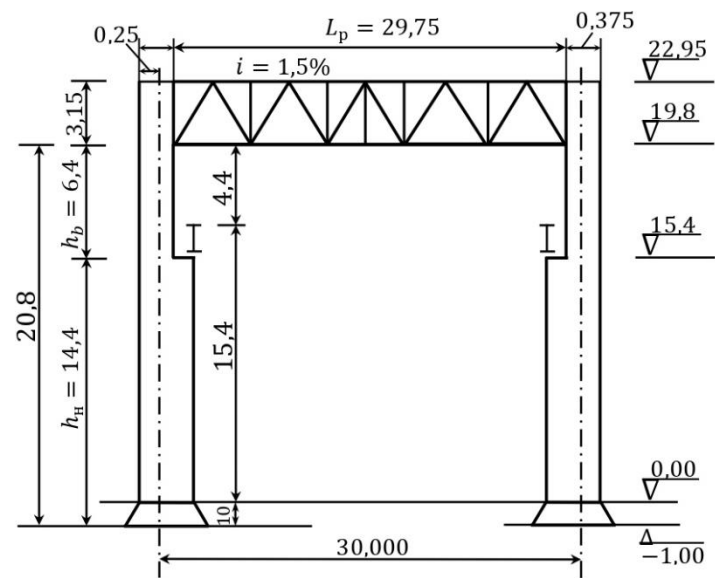


Рисунок 2 - Конструктивная схема рамы

Постоянную нагрузку на ригель рамы определяем в табличной форме в соответствии с заданной конструкцией покрытия и данными табл. 2.

Принимаем беспроемное утепленное покрытие по железобетонным панелям.

Таблица 2 – Постоянная нагрузка на ригель рамы

№п/п	Состав нагрузки	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная нагрузка
1.	Защитный слой из гравия, втопл. в мастику	0,3	1,3	0,39
2.	Водоизоляционный ковер из 3-х слоев рубероида	0,15	1,3	0,195
3.	Асфальтовая стяжка 22 мм (выравнивающий слой)	0,4	1,3	0,52
4.	Утеплитель из пенобетонных плит	0,6	1,2	0,72
5.	Пароизоляция из 2-х слоев рубероида	(1,45)		(1,6)
6.	Железобетонная панель 3х12 из тяжелого бетона	1,8	1,1	1,98
7.	Собственный вес сквозного ригеля со связями	0,357	1,05	0,375

Постоянная распределенная расчетная нагрузка на ригель рамы равна (табл.2):

$$= \sum g$$

Равномерно распределенная снеговая нагрузка на ригель рамы $\beta=1,4$.

—, где $P_0=1,0 \text{ Кн/м}^2$ – вес снегового покрова для III района (г. Свердловск),

определен по табл. 2; коэффициент $\gamma_{P_{сн}} = 1,4$ т. к. $\sum \frac{\Sigma g}{\dots}$

Значение коэффициента $C=1$, т.к. стропильная ферма имеет малый уклон верхнего пояса.

Крановую нагрузку находим от двух сближенных кранов. Данные по габаритам и нагрузкам кранов определяем в соответствии с требованиями СНиП. Схема расстановки колес кранов и ординат линий влияния показаны на Рисунок3.

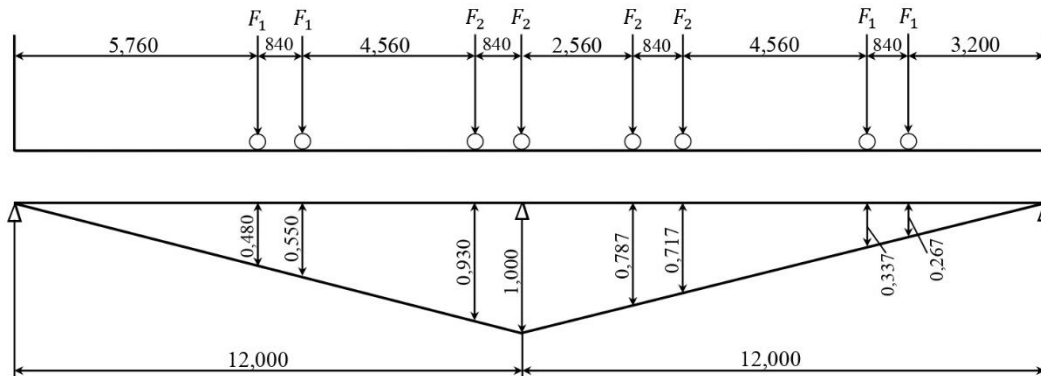


Рисунок 3 - Установка кранов на линию влияния опорного давления на колонны

Ординаты линии влияния определяем из подобия треугольников:

$Y_1=1$; $Y_2=0,930$; $Y_3=0,55$; $Y_4=0,480$; $Y_5=0,787$; $Y_6=0,717$; $Y_7=0,337$; $Y_8=0,267$.

Сумме ординат линий влияния $\sum Y$

Наименьшее расчетное давление колеса крана определяем по формуле:

$$\left(\frac{kp}{\sum} - \frac{2max}{\sum} \frac{1max}{\sum} \right) \cdot \gamma_F = \left(\frac{\quad}{\quad} - \frac{\quad}{\quad} \right)$$

Тогда

$$\sum = 564$$

Расчетные внешние моменты от крановой нагрузки, передающиеся на колонны через подкрановые балки, определяем в предположении, что нейтральные оси сечения подкрановых участков колонн совпадают с их средними геометрическими осями:

Расчетная поперечная тормозная сила на одно колесо крана

$$\left(\frac{\quad}{\quad} T \right) \cdot \gamma_F = 0.05 \left(\frac{\quad}{\quad} \right)$$

Расчетное горизонтальное давление на колонну T находим по формуле

$$T = T_0 \cdot \sum Y$$

Собственный вес колонны определяем по приближенным формулам:

— — для верхней части колонны;

для нижней части колонны - $G_k^H = 1,1 \cdot 0,8 \cdot g_k \cdot \frac{\quad}{\quad} \cdot \beta$;

$1,1=\gamma_F$; коэффициент распределения веса колонны соответственно по частям берется из табл.1 равным 0,2, 0,8 в зависимости от грузоподъемности кранов.

Для учета пространственной работы каркаса необходимо найти коэффициент $\alpha_{пр}$. Покрытие запроектировано из крупноразмерных железобетонных плит, следовательно, α определяем по формуле $-\left(- \frac{\quad}{\sum(\quad)} \right)$, в которой $K=0,8$ – коэффициент, учитывающий податливость жесткой кровли однопролетных зданий;

$$\frac{\sum F}{\quad}$$

n – число рам в пространственном блоке;

Определяем ветровую нагрузку на раму. Нормативный скоростной напор ветра для нашего региона, на высоте от поверхности земли до 10 м принимается равным $0,35 \text{ Кн/м}^2$, на высоте до 20 м с поправочным коэффициентом 1,35 и на высоте до 40 м – с коэффициентом 1,80.

В рассматриваемом здании полная высота здания равна 23,875 м, к которой соответствует поправочный коэффициент:

Эпюры скоростного напора ветра показаны на Рисунок 4, где же приведены значения аэродинамических коэффициентов.

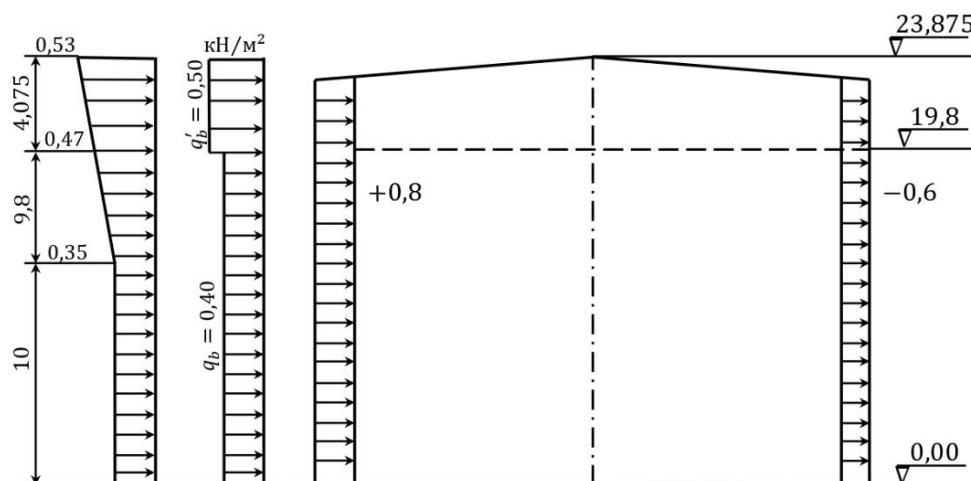


Рисунок 4 - Эпюры скоростного напора ветра и аэродинамические коэффициенты

Для упрощения расчета определяем средние значения ветрового напора на высоте от уровня земли до низа ригеля:

Кроме того, для облегчения вычислений при подсчете ветровой нагрузки, действующей на раму, разбиваем продольную ограждающую конструкцию цеха на отдельные участки, с которых ветровая нагрузка передается на колонны в виде равномерно распределенной (участок ω_1) и сосредоточенных сил в узлах С и С¹ (участки ω_2 и ω_3) и в узлах d и d' (участки ω_4), как показано на Рисунок 5.

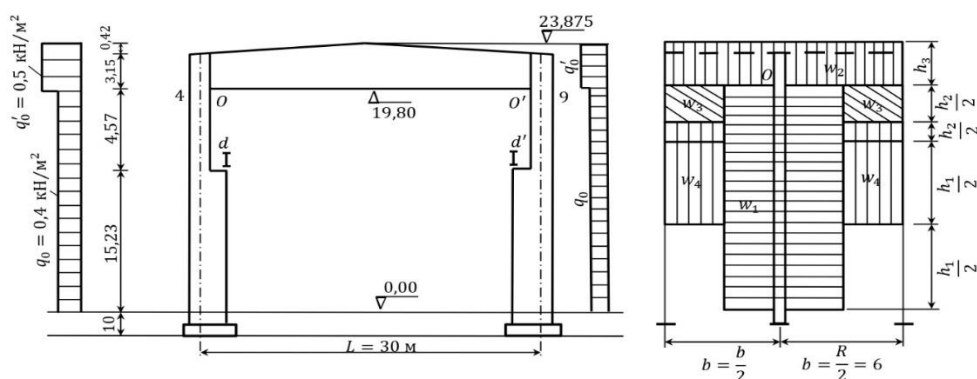


Рисунок 5 - Схема расположения ограждающих конструкций к определению ветровой нагрузки на раму

Расчетная равномерно распределенная нагрузка на высоте колонны:

Расчетная сосредоточенная нагрузка, передающаяся в узлах 4 и 9:

$$[q_0^b \cdot 0,8 \cdot 3,5 \cdot \beta + q_0^b \cdot 0,8 \cdot 2,2 \cdot \beta/2] \quad \text{— активная;}$$

$$\begin{bmatrix} q & - \end{bmatrix}$$

Расчетная сосредоточенная нагрузка, передающаяся на раму через промежуточные стойки фахверка на уровне тормозных балок в узлах d и d':

активная _____

OTCOC

Статический расчет рамы. Для выполнения статического расчета рамы необходимо составить ее расчетную схему и подготовить исходные данные для расчета на соответствующем ПО, которые затем передаются.

Результаты расчета выдаются в виде таблиц для пяти случаев загрузки:

- собственный вес;
- снеговая нагрузка;
- вертикальная крановая нагрузка;
- поперечное торможение кранов;
- ветровая нагрузка.

По табличным данным следует построить для рамы эпюры изгибающих моментов, поперечных и продольных сил от каждого вида загрузки и затем составить таблицу сочетания для определения расчетных усилий в колоннах рамы.

Расчетная схемы рамы. Генеральные размеры поперечного сечения здания, габариты сечений колонн, их привязку к разбивочным осям выполняют согласно известным требованиям.

Расчетный пролет рамы L_0 принимают равным расстоянию между геометрическими осями верхних над крановых участков колонн, полагая их совпадающими с осями, проходящими через центры тяжести этих сечений (Рисунок 6).

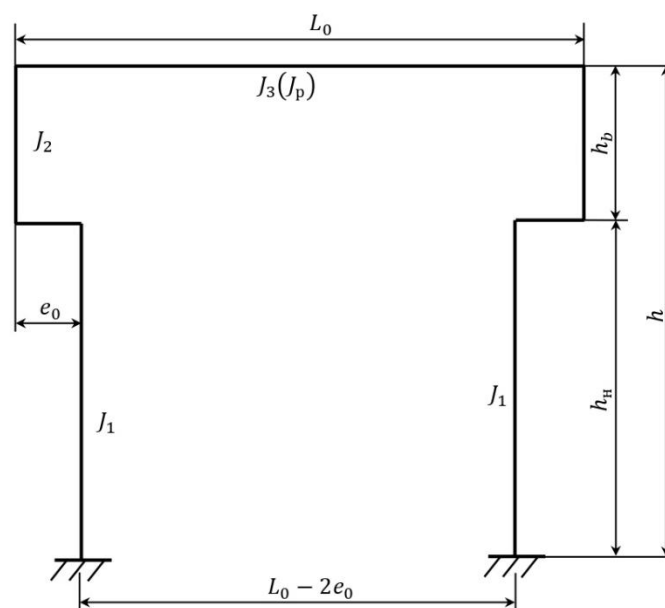


Рисунок 6 - Расчетная схема рамы

Оси колонн принимают вертикальными, имеющими излом в месте изменения сечения ступенчатых колонн. Этот излом равен расстоянию между центральными осями сечения верхней и нижней частей колонн:

в), где b_n , b_v – ширина нижней и верхней частей колонн соответственно. Расчетную высоту h рам со сквозными ригелями, рассчитываемыми по упрощенной схеме с эквивалентными сплошными ригелями, принимают равной расстоянию от низа базы колонны до оси нижних поясов сквозных ригелей.

Место изменения ширины сечения ступенчатых колонн, совпадающее с уровнем низа подкрановых балок, является границей верхнего над кранового и нижнего подкранового участков колонны.

Для статического расчета рамы необходимо знать отношения:

$$-\text{и}-,$$

где J_1 , J_2 , J_3 – соответственно момент инерции поперечного сечения нижней и верхней части колонн и ригеля.

Для рамы с жестким креплением ригеля к колоннам эти отношения можно приближенно определить по формулам:

$$-\text{---} \text{---} \text{---};$$

$$-\text{---} \text{---} \text{---};$$

$$\text{---},$$

где – высота фермы посередине пролета;
 – балочный момент в ригеле от расчетной распределённой постоянной и снеговой нагрузок;
 – распределенная активная ветровая нагрузка на колонны;
 – максимальный крановый момент;
 – 4;
 – 5.

Примеры BIM моделирования альтернативного общественного здания приведены на Рисунок 7-11.

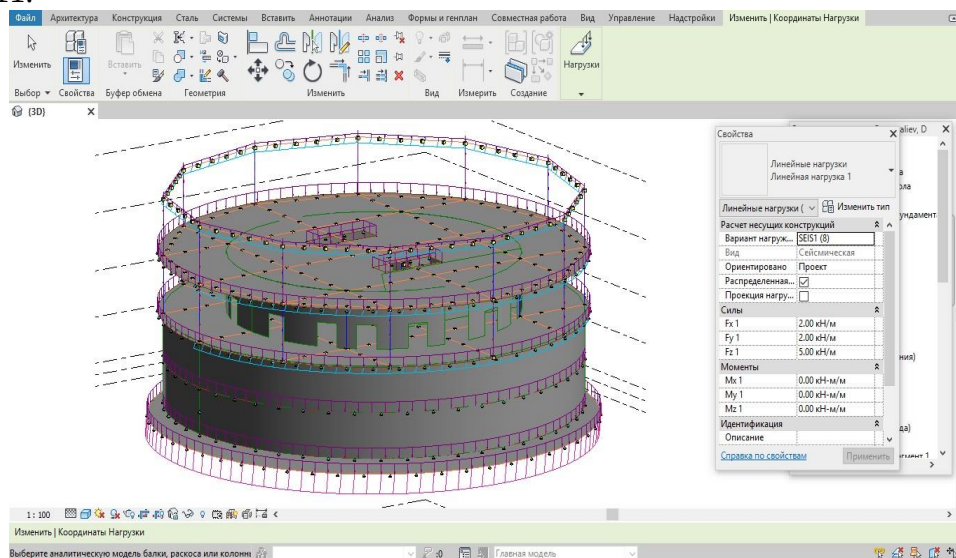


Рисунок 7 - Расчетное сочетание нагрузок в среде Revit

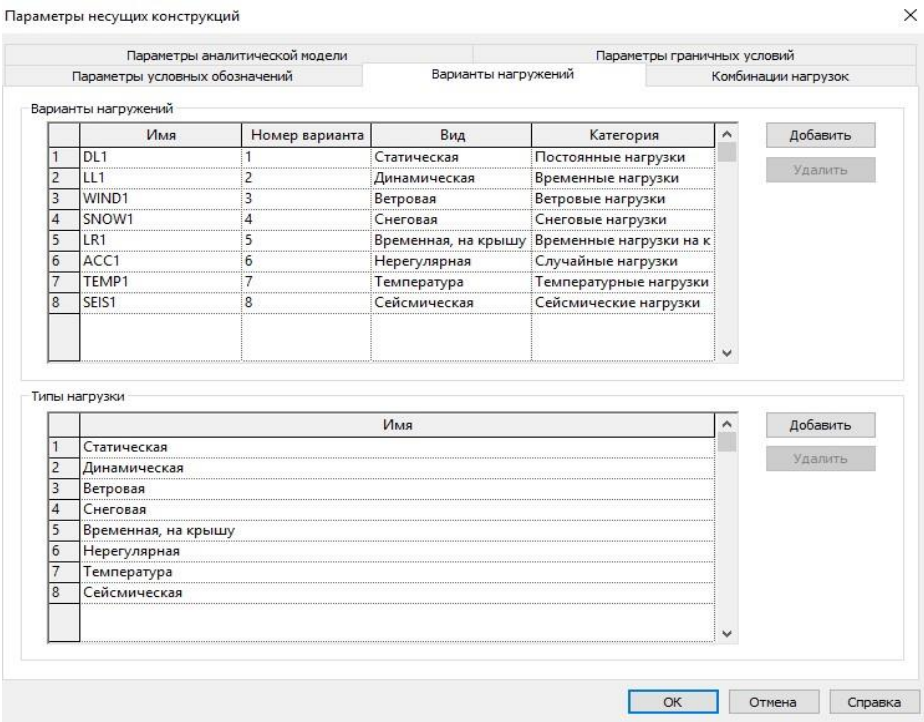


Рисунок 8 - Расчетное сочетание усилий

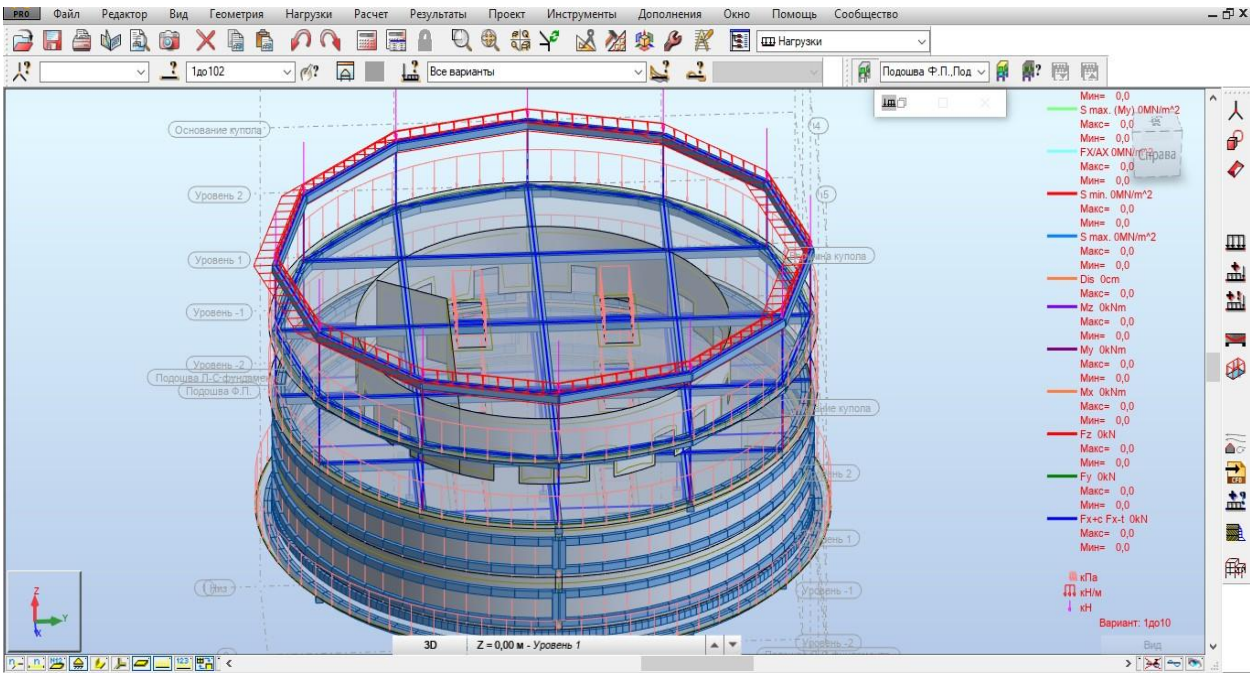


Рисунок 9 - Конечно-элементная модель

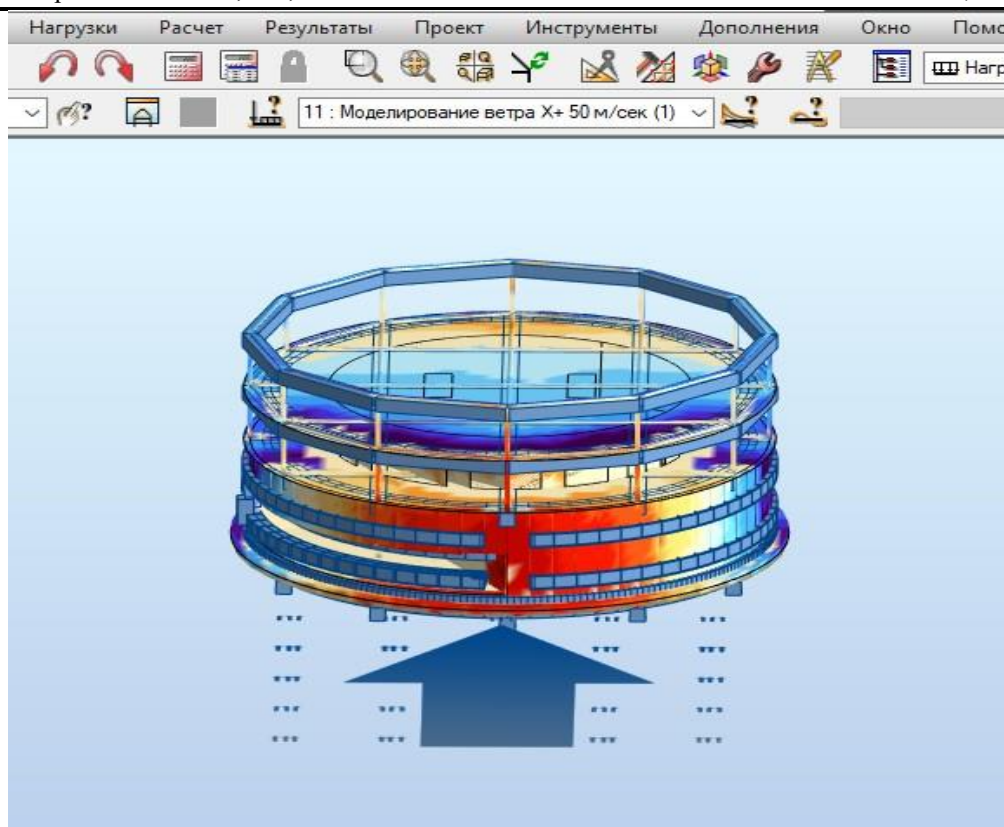


Рисунок 10 - Моделирование воздействия ветра

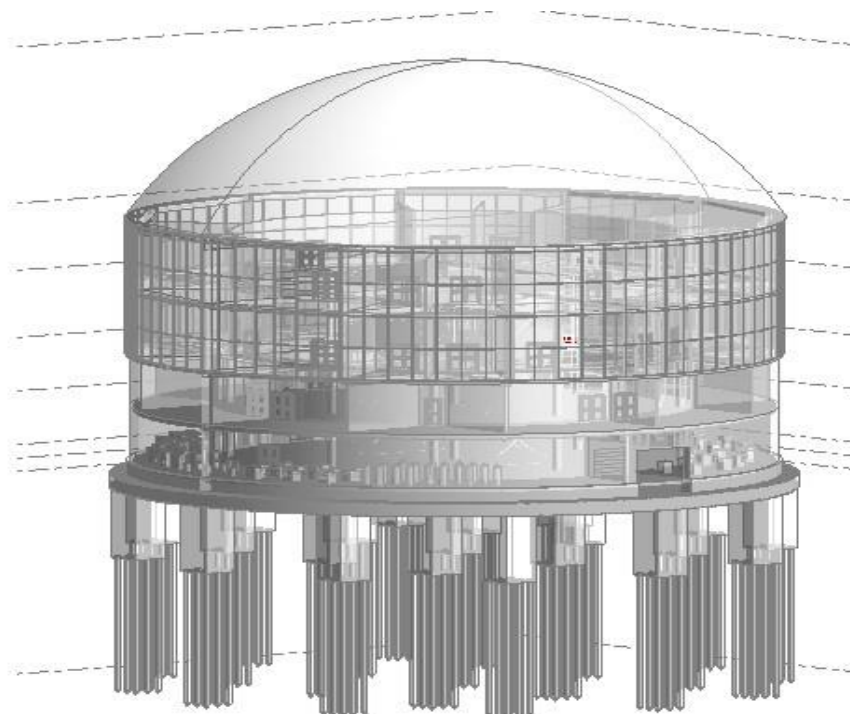


Рисунок 11 - Связи конструкции

Выводы. Учет пространственной работы каркаса зданий представляет собой сложный и важный процесс в инженерном проектировании, который помогает обеспечить

безопасность и долговечность здания при различных нагрузках и условиях эксплуатации. Применение моделирования зданий в среде BIM (Building Information Modeling) на основе МКЭ (метод конечных элементов) является мощным инструментом для анализа и оптимизации строительных проектов, что дает следующее:

1. Интеграция данных: BIM предоставляет подробную информацию о геометрии, материалах, компонентах и системах здания. Эти данные можно интегрировать в численную модель, позволяющую проводить более точный и реалистичный анализ.
2. Анализ нагрузок и напряжений: метод конечных элементов позволяет проводить анализ нагрузок и напряжений в структуре здания. Это может помочь в определении, как конструкция будет реагировать на различные нагрузки и какие меры можно принять для повышения ее надежности.
3. Оптимизация конструкции: с помощью МКЭ в BIM можно производить оптимизацию конструкции здания, чтобы снизить затраты и повысить эффективность. Это может включать в себя выбор оптимальных материалов, размеров элементов и систем.
4. Анализ устойчивости и безопасности: МКЭ позволяет проводить анализ устойчивости здания при различных нагрузках, а также анализ безопасности в экстремальных условиях, таких как землетрясения или пожары.
5. Визуализация результатов: сочетание численного моделирования с BIM позволяет визуализировать результаты анализа, которые помогают инженерам, архитекторам и заказчикам лучше понимать влияние различных факторов на проект.
6. Улучшение координации и сотрудничества: использование BIM с МКЭ способствует более тесному сотрудничеству между различными участниками проекта, такими как архитекторы, инженеры и строительные компании.
7. Уменьшение рисков: Анализ с использованием МКЭ может выявить потенциальные проблемы или дефекты в проекте еще на стадии проектирования, что помогает снизить риски и экономические потери на более поздних этапах.

В общем, комбинирование численного моделирования на основе МКЭ с BIM предоставляет мощный инструмент для создания более качественных и эффективных строительных проектов. Это помогает улучшить проектирование, снизить затраты и повысить безопасность зданий.

Список литературы

1. Болотбек, Т. Расчет резистентных к сейсмическим усилиям зданий по перемещениям [Текст] / [Болотбек Т., Д.Ж. Абдыраимов, А.А. Карабашов, С.Б. Кудайбергенов, Б.З. Муканбетова, Женишбек уулу Н.] // Вестник КГУСТА. – Бишкек: 2021. - Вып. 2 (72). – С. 242-249.
2. Болотбек, Т. Теоретическое обоснование практики применения сплошной фундаментной плиты на подземных уровнях зданий [Текст] / [Болотбек Т., К.У. Насырынбекова, Токтогул уулу Ж., А.Б. Болотбеков] // Вестник КГУСТА. – Бишкек: КГУСТА. – 2019. - Вып.1 (63), – С.132-136.
3. Болотбек, Т. Расчет и моделирование зданий с резинометаллическими изоляторами [Текст] / [Болотбек Т., Д.Ж. Абдыраимов, А.А. Карабашов, С.Б. Кудайбергенов, Б.З. Муканбетова, Женишбек уулу Н.] // Вестник КГУСТА. – Бишкек: КГУСТА. – 2021. - . Вып. 2 (72). – С. 236-241.

С.Х.Достанова¹, С.Б. Шаяхметов¹, К.Е.Токпанова², З.Т.Калпенова¹

¹Сатпаев университети, ²Евразия технологиялык университети
Алматы Казакстан

¹Сатпаев Университет, ²Евразийский технологический университет
Алматы, Республика Казахстан

S.Kh.Dostanova¹, S.B. Shayakhmetov¹, K.E.Tokpanova², Z.T. Kalpenova¹

¹Satpayev University, ²Eurasian Technological University
Almaty, Republic of Kazakhstan

dostanova0109@mail.ru zaure.kalpenova@mail.ru kamila1907@mail.ru

ДИНАМИКА ЖЕСТКИХ ПОКРЫТИЙ АВТОДОРОЖНЫХ ПУТЕПРОВОДОВ АВТОЖОЛ ӨТМӨКТӨРҮНҮН КАТУУ КАПТАМАЛАРЫНЫН ДИНАМИКАСЫ DYNAMICS OF RIGID ROAD OVERPASS COVERINGS

Изилдөөнүн максаты кыймылдуу жүктөрдүн таасири астында динамикалык мүнөздөмөлөрдү жогорулатуу аркылуу көпүрө конструкцияларынын жүк көтөрүмдүүлүгүн бекемдөө болуп саналат. Келечекте изилдөөнүн милдети эстакаданын динамикалык мүнөздөмөлөрүн жана алардын жүк көтөрүү жөндөмдүүлүгүнө тийгизген таасирин аныктоо болуп саналат. Макалада аналитикалык эсептөөлөрдү жана аспаптык өлчөөлөрдү колдонуу менен жол эстакадаларынын катуу жабындарынын динамикалык эсептөөлөрүнүн натыйжалары берилген. 2 жол эстакадасынын эсептөө схемасы жана математикалык модели иштелип чыккан. Чечим үчүн Рэйли-риц методуна негизделген аналитикалык метод колдонулган. Колдоочу структуралар менен ар кандай интерфейстердеги аралыктардын динамикасы каралат. Табигый жыштыктардын теориялык маанилери жана инструменталдык өлчөөлөр менен алынган диапазондордун термелүүсүнүн графиктери берилген. 20,2 м/с кыймылдуу жүк ылдамдыгы үчүн динамикалык коэффициенттин маанилери алынган.

Түйүндүү сөздөр: катуу плиталар каптоо. модель, эсептөө ыкмасы, табигый жыштыктар.

Целью исследований является усилить несущую способность мостовых конструкций за счет повышения динамических характеристик при действии подвижных нагрузок. В дальнейшем задачей исследования является определение динамических характеристик путепровода и их влияние на несущую способность. В статье представлены результаты динамического расчета жестких покрытий автодорожных путепроводов с использованием аналитических расчетов и инструментальных измерений. Разработаны расчетная схема и математическая модель для 2 автодорожных путепроводов. Для решения использованы аналитический метод, основанный на методе Рэлея Ритца. Рассмотрена динамика пролетных строений при различных сопряжениях с опорными конструкциями. Представлены теоретические значения собственных частот и графики колебаний пролетных строений, полученные инструментальными измерениями. Для скорости подвижной нагрузки, равной 20,2 м/с получены значения динамического коэффициента.

Ключевые слова: жесткие плиты покрытий. модель, метод расчета, собственные частоты.

The purpose of the research is to strengthen the load bearing capacity of bridge structures by increasing the dynamic characteristics under the action of moving loads. In the future, the task

of the study is to determine the dynamic characteristics of the overpass and their impact on the load-bearing capacity. The article presents the results of dynamic calculations of hard pavements of road overpasses using analytical calculations and instrumental measurements. A calculation scheme and a mathematical model for 2 road overpasses have been developed. For the solution, an analytical method based on the Rayleigh Ritz method was used. The dynamics of spans at various interfaces with supporting structures are considered. Theoretical values of natural frequencies and graphs of vibrations of spans obtained by instrumental measurements are presented. For a moving load speed of 20.2 m/s, the values of the dynamic coefficient were obtained.

Key words: rigid coating slabs. model, calculation method, natural frequencies.

Введение. До настоящего времени учет динамического воздействия транспортных средств на мосты в нормативных документах проводится на основании обобщения экспериментальных данных. Изучение динамического воздействия существующих в настоящее время видов подвижной нагрузки на мостовые сооружения становится актуальным и требует совершенствования теории и методов расчета. Возникает настоятельная необходимость в создании на базе современных технологий универсального метода динамического анализа мостовых конструкций, позволяющего корректно учесть важнейшие особенности взаимодействия существующей и перспективной подвижной нагрузки с различными типами мостовых сооружений. Исследования в области динамики сооружений для конструкций, воспринимающих подвижные нагрузки, обладающие массой, имеют большое значение для проектирования и расчета современных транспортных сооружений и обеспечения безопасности движения [1-5]. Особенно актуальными эти задачи стали в последние годы, в связи с возрастанием скорости движения и грузоподъемности транспортных средств, в частности, автодорожного подвижного состава.

Цель исследований. Для определения фактического технического состояния конструкций и наиболее эффективной оценки надежности конструкций мостов и установления соответствия между расчетной схемой и действительной работой сооружений, на магистральных линиях Республики Казахстан, необходимо осуществлять периодический мониторинг напряженно-деформированного состояния сооружений под эксплуатационными нагрузками с применением программно-аппаратных комплексов.

Надежность и прочность транспортных сооружений зависит от множества факторов и инженерных решений, среди которых важное значение имеет точность теории, соответствие принятых моделей и методов расчета. Особенно это касается динамики, т.к. в процессе движения транспорта появляются значительные инерционные силы соизмеримые со статической нагрузкой. Одним из важных этапов динамического расчета является определение собственных форм колебаний и соответствующих им частот [6-9], т.к. нормальная работа всех сооружений должна проходить вне резонансной зоны. Целью исследований является усилить несущую способность мостовых конструкций за счет повышения динамических характеристик при действии подвижных нагрузок. В дальнейшем задачей исследования является определение динамических характеристик путепровода и их влияние на несущую способность. Для принятой расчетной схемы разработана математическая модель и приведены результаты численного и аналитического расчетов.

Методы исследования. Расчетные схемы жестких дорожных покрытий: в работе представлен динамический расчет жестких покрытий путепровода с использованием аналитического и численного методов [10-11].

1 модель: расчетная схема дорожной одежды - жесткие плиты покрытий (Рисунок 1а), шарнирно опертые по краям, загруженные сосредоточенной нагрузкой от движущегося транспорта.

2 модель: расчетная схема дорожной одежды - жесткие плиты покрытий (Рисунок 1а), защемленные по краям, загруженные сосредоточенной нагрузкой от движущегося транспорта.

Математические модели.

Собственные колебания изотропной пластины описываются следующим уравнением [7-9]:

Обозначая $h\gamma=q$, уравнение можно записать в виде:

$$\Delta \Delta w = -q w \quad (1)$$

$w=w(x,y,t)$ – нормальные перемещения или прогибы точек срединной плоскости; D – цилиндрическая жесткость при изгибе пластины; h – толщина пластины; γ – удельный вес материала; g – ускорение свободно падающего тела.

Свободные колебания плиты шарнирно опертой по краям. При отсутствии внешней динамической нагрузки пластина совершает свободные поперечные колебания, вызванные начальными возмущениями, которые задаются в виде начальных условий [7-8]:

$$w(x, y, 0) = \varphi(x, y), \quad \frac{\partial w}{\partial t}(x, y, 0) = \psi(x, y). \quad (2)$$

Рассматриваются гармонические колебания, поэтому решение уравнений (1) описывается фундаментальными балочными функциями. Для случая, когда плита шарнирно оперта по контуру, неизвестные функции в разрешающих уравнениях (2) представляются в виде:

$$w(x, y, t) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} w_{mn}(x, y, t) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} w_{mn} \sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b} \sin \omega_{mn} t, \\ \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} w_{mn} \cos \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{b} \sin \omega_{mn} t, \\ \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} w_{mn} \sin \frac{m\pi x}{a} \cos \frac{n\pi y}{b} \sin \omega_{mn} t.$$

Функция прогиба удовлетворяет граничным условиям:

При $x=0$ и $x=a$ $w = 0$, $\frac{\partial w}{\partial x} = 0$ 4:

При $y=0$ и $y=b$ $w = 0$, $\frac{\partial w}{\partial y} = 0$ 4: (3)

В (3) a, b – размеры плиты в плане, t – время, в правой части $\varphi_{mn}, \psi_{mn}, w_{mn}$ неизвестные коэффициенты, ω_{mn} частота свободных колебаний.

Используется энергетический метод Ритца. После интегрирования полная энергия деформации зависит от параметров $\varphi_{mn}, \psi_{mn}, w_{mn}$. Учитывая, что в стационарном состоянии

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial \varphi_{mn}} = 0, \quad \frac{\partial \mathcal{E}}{\partial \psi_{mn}} = 0, \quad \frac{\partial \mathcal{E}}{\partial w_{mn}} = 0, \quad (4)$$

в результате получается система линейных однородных уравнений относительно неизвестных коэффициентов $\varphi_{mn}, \psi_{mn}, w_{mn}$. Приравняв детерминант системы (4) к нулю, получаем уравнение относительно частоты свободных колебаний пластины ω_{mn} :

$$\sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \varphi \\ w \\ \psi \end{vmatrix}_{mn} = 0 \quad b_{11} = -\left\{ \left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b} \right)^2 + \frac{5hG}{6D} \right\} \frac{ab}{4} \quad b_{21} = -\frac{\pi mb}{4}, \quad (5)$$

где

$$b_{12} = -\left\{ \frac{1}{4} \left(\frac{m\pi}{a} \right)^3 + \frac{1}{4} \left(\frac{m\pi}{a} \right) \left(\frac{n\pi}{b} \right)^2 - \frac{5hG}{6D} \frac{m\pi}{a} \right\} \frac{ab}{4}, \quad b_{32} = -\left\{ \frac{1}{4} \left(\frac{n\pi}{b} \right)^3 + \frac{1}{4} \left(\frac{n\pi}{b} \right) \left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 - \frac{5hG}{6D} \frac{n\pi}{b} \right\} \frac{ab}{4},$$

$$b_{13} = -\frac{1+\nu}{2} \left(\frac{m\pi}{a} \right) \left(\frac{n\pi}{b} \right) \frac{ab}{4}, \quad b_{31} = -\frac{ma}{4}, \quad b_{22} = b_{22}^* - \omega_{mn}^2 b_{22}^{**},$$

$$b_{33} = -\left\{ \left(\frac{m\pi}{a} \right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b} \right)^2 + \frac{5hG}{D} \right\} \frac{ab}{4},$$

$$-[\gamma h], \quad (6)$$

где g – ускорение свободно падающего тела, равное $9,81 \text{ м/сек}^2$, γ – удельный вес материала плиты, D – цилиндрическая жесткость плиты, E, G – модули упругости на растяжение и сдвиг материала плиты.

Решение уравнения (5) дает следующую формулу для определения собственных частот поперечных колебаний пластины:

$$\omega_{mn}^2 = \frac{b_{22}^* (b_{11}b_{33} - b_{13}b_{31}) - b_{11}b_{23}b_{32} - b_{12}(b_{21}b_{33} - b_{31}b_{23}) - b_{13}b_{21}b_{32}}{b_{22}^{**} (b_{11}b_{33} - b_{13}b_{31})} \quad (7)$$

Для плиты, шарнирно опертой по всем краям, частота, соответствующая первому тону колебаний ($m=n=1$), имеет следующий приближенный вид:

$$\left[- \left(- \right) \right] \quad (8)$$

Свободные колебания плиты жестко зашечленной по краям. Приближенное решение ищется в виде ряда [7-8]:

$$\sum \sum \quad \sum \sum \quad (9)$$

$$- \quad - \quad (10)$$

Эти функции удовлетворяют граничным условиям:

$$\text{При } x \quad - \quad \text{—} \quad (11)$$

$$\text{При } y \quad - \quad \text{—}$$

Для первого приближения:

$$- \quad - \quad (12)$$

По аналогии с (4), используя метод Рэлея-Ритца, получаем следующую формулу для определения собственных частот свободных колебаний:

$$\left[- \left(\text{—} \quad \text{—} \quad \text{—} \right) \right] \quad (13)$$

ρ – плотность материала плиты.

Для плиты, зашечленной по всем краям, частота, соответствующая первому тону колебаний ($m=n=1$), имеет следующий приближенный вид:

$$\text{—} \left[- \left(\text{—} \quad \text{—} \quad D \right) \right] \quad (14)$$

D – цилиндрическая жесткости, h – толщина, a, b – размеры в плане γ – удельный вес материала плиты.

Рассмотрим вынужденные колебания пластины, загруженной сосредоточенной силой.

Вынужденные колебания плиты шарнирно опертой по краям. Вынужденные колебания изотропной пластины под действием внешней нагрузки $F(x,y,t)$ описываются следующим уравнением [7-9]:

$$(15)$$

$w=w(x,y,t)$ – нормальные перемещения или прогибы точек срединной плоскости; D – цилиндрическая жесткость при изгибе пластины; h – толщина пластины; $q=h\gamma$, – вес плиты, отнесенный к единице поверхности, γ – удельный вес материала; g – ускорение свободно падающего тела, $F(x,y,t)$ – внешняя сила, отнесенная к единице поверхности. Полагаем, что внешняя нагрузка является периодической функцией времени:

$$F(x,y,t)=f(x,y) (A \cos \theta t + B \sin \theta t) \quad (16)$$

$f(x,y)$ – распределение внешней нагрузки в плоскости x,y ; θ – частота внешней нагрузки. Если сосредоточенная сила находится в некоторой точке A с координатами ξ, η , то внешнюю нагрузку можно обозначить $P(\xi, \eta)=P$ (Рисунок 1б). Если точка A находится в середине пластины, то $\xi=a/2, \eta=b/2$, если действуют несколько сосредоточенных сил, то необходимо суммировать нагрузку и решение состоит из суммы решений для каждой нагрузки в отдельности.

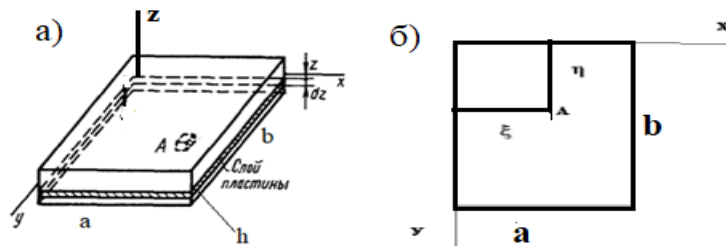


Рисунок 1 - Жесткая пластина. а) прямоугольная пластина; б) координаты точки A приложения внешней силы

Приближенное решение уравнения (15) можно представить в виде [7-8]:

$$\sum \sum$$

Где $w_{m,n}(x,y,t)=w_{m,n}(x,y) \sin \theta t$

Используя метод Навье, получаем выражение для прогиба $w(x,y)$ в виде двойного тригонометрического ряда:

$$\sum \quad (17)$$

где коэффициент S_m определяется следующим выражением:

$$\sum \frac{1}{(m^2)^2}$$

Решение (17) удовлетворяет граничным условиям (3). Решение уравнения (15) имеет вид:

$$\left[\begin{array}{ccc} \text{---} & \text{---} & \text{---} \end{array} \right] Si \quad (18)$$

Изгибные усилия определяются по следующим формулам:

$$\left. \begin{aligned} M_x &= -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} \right); & Q_x &= -D \frac{\partial}{\partial x} \nabla^2 w; \\ M_y &= -D \left(\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \nu \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} \right); & Q_y &= -D \frac{\partial}{\partial y} \nabla^2 w; \end{aligned} \right\} \quad H = -(1-\nu) D \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y}$$

В первом приближении решение для прогиба имеет вид:

$$\left[\begin{array}{ccc} \text{---} & \text{---} & \text{---} \end{array} \right] Si, \quad \frac{\text{---}}{(-1)}$$

Вынужденные колебания плиты защемленной по краям. Рассмотрим прямоугольную пластину с размерами $a \times b$ в плане и постоянной толщиной h с заделкой по всем краям (Рисунок 2). Поместим начало системы координат XOY в центр пластины. Будем считать, что сила F приложена в центре в виде равномерно распределенной нагрузки $q(X, Y)$ на малом прямоугольном участке с размерами $u \times v$. Изогнутая срединная поверхность пластины, защемленной по контуру, определяется с использованием технической теории пластин, следующим дифференциальным уравнением изгиба:

$$D \nabla^2 \nabla^2 W(X, Y) = -q(X, Y)$$

и граничными условиями:

$$\begin{aligned} W &= 0, & \frac{\partial W}{\partial X} &= 0 & \text{при } X &= \pm \frac{a}{2}, \\ W &= 0, & \frac{\partial W}{\partial Y} &= 0 & \text{при } Y &= \pm \frac{b}{2}. \end{aligned}$$

(19)

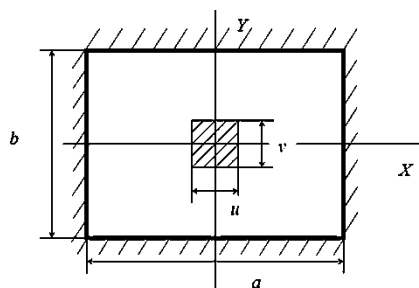


Рисунок 2 - Защемленная пластина под действием поперечной нагрузки, распределенной на малом участке

Поперечную симметричную нагрузку, следуя Навье [1], представим двойным рядом Фурье:

$$q(X, Y) = \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} \sum_{s=1,3,\dots}^{\infty} q_{ks} \cos \frac{\pi s X}{a} \cos \frac{\pi k Y}{b}, \quad q_{ks} = \frac{4}{ab} \int_{-\frac{a}{2}}^{\frac{a}{2}} \int_{-\frac{b}{2}}^{\frac{b}{2}} q(X, Y) \cos \frac{\pi s X}{a} \cos \frac{\pi k Y}{b} dX dY. \quad (20)$$

Так как нагрузка интенсивностью $P(uv)$ в нашем случае задана на малом прямоугольном участке в центре пластины, то предыдущая формула дает:

$$q_{ks} = \frac{4P}{abuv} \int_{-\frac{u}{2}}^{\frac{u}{2}} \int_{-\frac{v}{2}}^{\frac{v}{2}} \cos \frac{\pi s X}{a} \cos \frac{\pi k Y}{b} dX dY = \frac{4P}{ab} \frac{\sin \frac{\pi su}{2a}}{\frac{\pi su}{2a}} \frac{\sin \frac{\pi kv}{2b}}{\frac{\pi kv}{2b}}. \quad q_{ks} = \frac{4P}{ab}, \quad (21)$$

Для сосредоточенной силы $u, v \rightarrow 0$, тогда и формула (21) примет вид:

$$q(X,Y) = \frac{4P}{ab} \sum_{k=1,3,\dots}^{\infty} \sum_{s=1,3,\dots}^{\infty} \cos \frac{\pi s X}{a} \cos \frac{\pi k Y}{b} . \quad (22)$$

Решение дифференциального уравнения для прогибов имеет следующий вид:

$$w = \frac{Pa^2}{2\pi^3 D} \sum_{m=1,3,\dots,5}^{\infty} \frac{1}{m^3} \cos \frac{m\pi x}{a} \left[\left(th\alpha_m - \frac{\alpha_m}{ch^2\alpha_m} \right) ch \frac{m\pi y}{a} - sh \frac{m\pi y}{a} - \right. \\ \left. - \frac{m\pi y}{a} th\alpha_m sh \frac{m\pi y}{a} + \frac{m\pi y}{a} ch \frac{m\pi y}{a} \right] \quad \text{Где} \quad \text{---} . \quad (23)$$

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты исследований представлены на 2-х примерах [10-11].

1 пример. Пролетное строение – железобетонное, трехпролетное, пролетное строение №1 и №3 состоит из тавровых железобетонных балок длиной 11,36 м, В поперечном сечении пролетного строение установлено 7 балок с шагом 1,6 м. Пролетное строение №2 состоит из сборных двутавровых балок длиной 16,76 м. В поперечном сечении пролетного строение установлено 5 балок с шагом 1,6 м. Длина моста и габарит проезжей части: полная длина путепровода между передними гранями шкафных стенок – 39,78 м. Расчетная схема жестких покрытий для каждого пролета представляют собой срединную плоскость плит (Рисунок 3). Покрытие состоит их 2 слоев: нижний слой, толщиной 0,3м – железобетон, верхний слой, толщиной 0,3м – асфальтобетон (Рисунок 3). Соответственно прочностные свойства учитываются модулями пропорциональности и коэффициентами Пуассона.

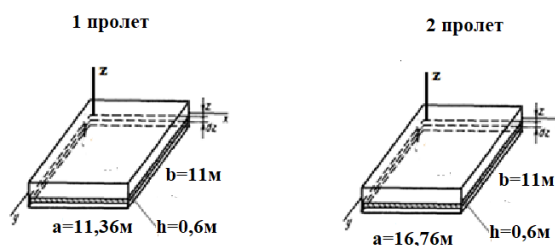


Рисунок 3 - Размеры пролетных покрытий

В таблице 1 приведены значения собственных частот для плит пролетных строений ω в гц для 2-х случаев закрепления: заделка по 2 сторонам и шарнирное опирание по сторонам[11].

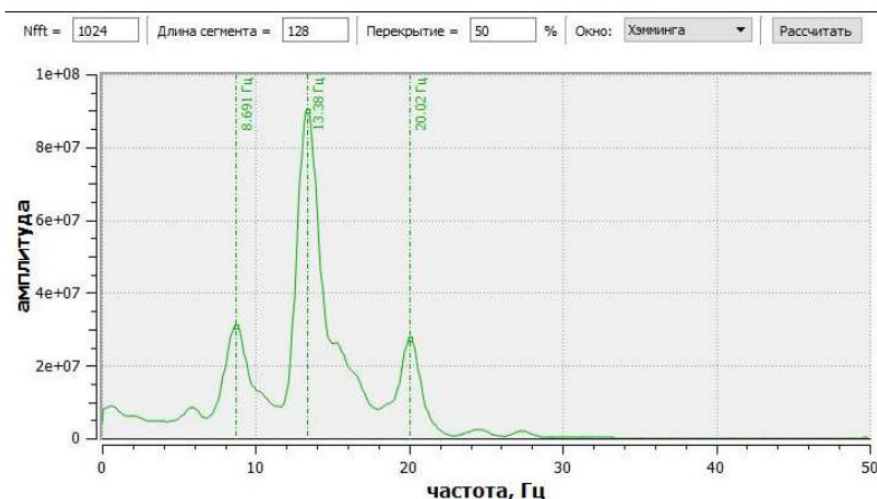
Таблица 1 - Значения собственных частот для плит пролетных строений для 2 случаев закрепления

№ пролета	Условия закрепления	Частота ω_1	Частота ω_2
1,3	Заделка с двух сторон	14,5	24
1,3	Два конца шарнирно-оперты	4,93	11,5
2	Заделка с двух сторон	8,61	16,2
2	Два конца шарнирно-оперты	3,85	7,80

Данные инструментальных измерений для частот вынужденных колебаний в гц при действии подвижной нагрузки $p=12т$ для 3 и 2 пролетов представлены на Рисунок 4а,б. Инструментальные измерения проведены с помощью измерительного комплекса «Тензор МС».

а)

График колебаний пролетного строения №3 при проезде автомобиля



б)

График колебаний пролетного строения №2 при проезде автомобиля

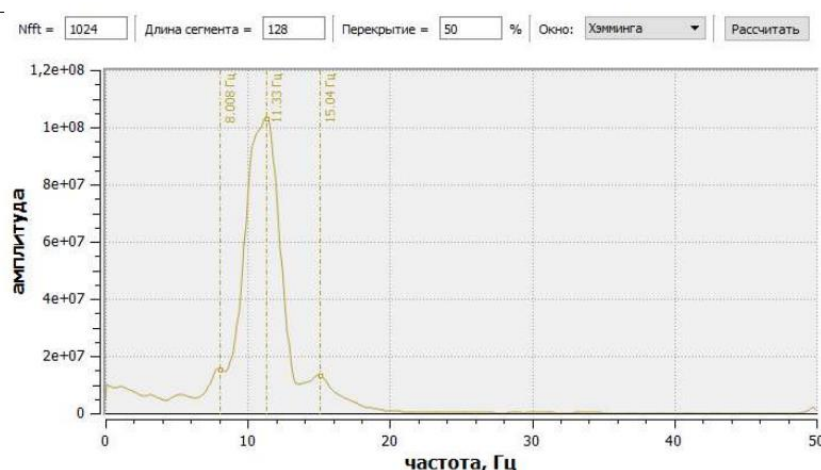


Рисунок 4 - Графики колебаний а - для 3-го и б- для 2-го пролетов при действии подвижной нагрузки

Из Рисунок 4 видно, что для 3-го пролета $\omega_1=13,57$ Гц, $\omega_2=17,80$ Гц, а для 2-го пролета $\omega_1=8,91$ Гц, $\omega_2=11,33$ Гц. Эти данные соответствуют жесткому закреплению несущих балок пролетных строений. Из графиков видно, что частоты максимальных вынужденных колебаний соответствуют теоретическим собственным частотам (расхождение составляет от 3,2% до 6,4%), причем они не всегда совпадают с первой частотой и могут соответствовать более высоким формам собственных колебаний.

2 пример. Пролетное строение: железобетонное, четырех пролетное, пролетное строение состоит из диафрагменных двутавровых балок длиной 22,16 м. В поперечном сечении пролетного строения каждого путепровода установлено по 12 балок с шагом 1,40 м. Расчетная схема жестких покрытий для каждого пролета представляют собой плиту. Покрытие состоит их 2 слоев: нижний слой, толщиной 0,3м – железобетон, верхний слой, толщиной 0,3м – асфальтобетон. Соответственно прочностные свойства учитываются модулями пропорциональности и коэффициентами Пуассона.

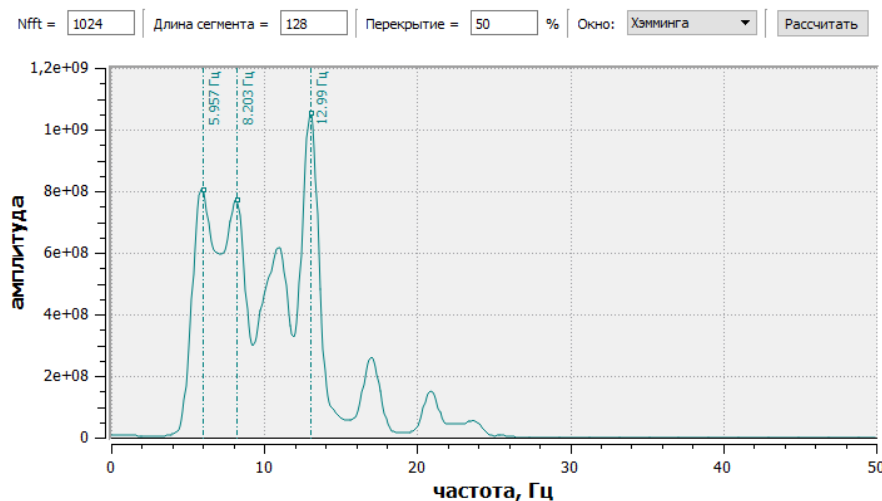
В таблице 2 приведены теоретические значения собственных частот для плит пролетных строений ω в гц для 2 случаев закрепления: заделка по 2 сторонам и шарнирное опирание по 2-м концам [11].

Таблица 2 - Значения собственных частот для плит пролетных строений для 2 случаев закрепления: заделка по 4 сторонам и шарнирное опирание по краям

№ пролета	Условия закрепления	Частота ω_1	Частота ω_2
1,4	Заделка с двух сторон	7,08	9,71
1,4	Два конца шарнирно-оперты	4,45	7,09
2,3	Заделка с двух сторон	8,72	14,2
2,3	Два конца шарнирно-оперты	5,82	12,21

Инструментальные измерения проведены с помощью измерительного комплекса «Тензор МС» СМ-315. Данные инструментальных измерений для максимальных значений частот вынужденных колебаний при действии подвижной нагрузки $P=18\text{т}$ для 2-х пролетов представлены на Рисунок 5. Из Рисунок 5 а,б видно, что для 1-го пролета $\omega_1=6,25\text{Гц}$, $\omega_2=10,06\text{ Гц}$, а для 2-го пролета $\omega_1=6,15\text{Гц}$, $\omega_2=11,82\text{ Гц}$. Эти данные соответствуют шарнирному закреплению несущих балок пролетных строений. Из графиков видно, что частоты максимальных вынужденных колебаний соответствуют теоретическим собственным частотам (расхождение составляет от 3,2% до 5,3%), причем они также не всегда совпадают с первой частотой и могут соответствовать более высоким формам собственных колебаний.

а)



б)

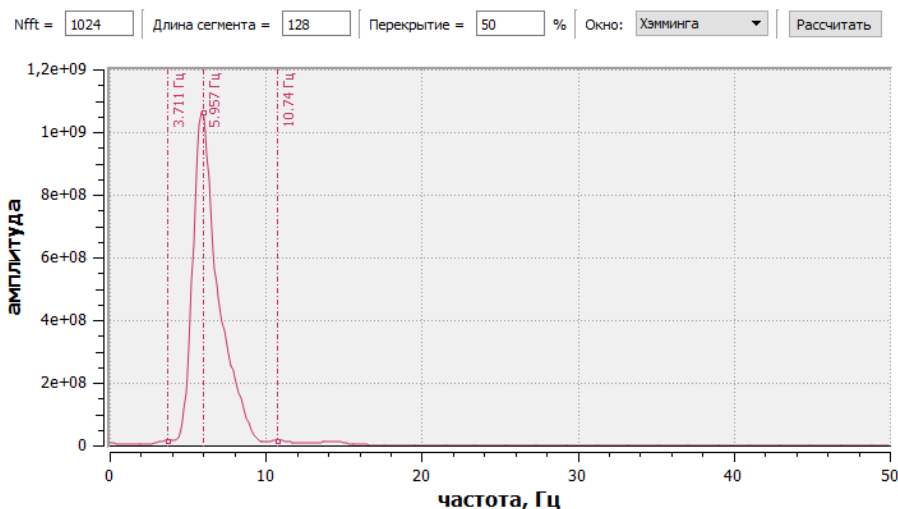


Рисунок 5 - График колебаний а - для 1-го, б - для 2-го пролетов при действии подвижной нагрузки

В таблице 3 представлены теоретические значения динамического коэффициента при скорости подвижной нагрузки равной 22, 1м/с при различных значениях собственных частот [11].

Таблица 3 - Теоретические значения динамического коэффициента при различных значениях собственных частот

Номер пролета	ω_1	ω_2	ω_3
1, 3 заделка по краям	1,56	1,45	1,25
1,3 шарнирное опирание	1,62	1,48	1,33
2, заделка по краям	1,67	1,44	1,31
2 шарнирное опирание	1,72	1,55	1,36

Согласно [4] РК полученные значения динамического коэффициента превышают их допустимые значения по первым частотам собственных колебаний. Наиболее опасному состоянию подвержен 2 пролет. Результаты теоретических исследований соответствуют экспериментальным данным, что говорит о правильности выбора расчетных схем и математических моделей. При дальнейшем проектировании необходимо учитывать условия закрепления плит покрытий с несущими продольными балками. При жестком закреплении динамический коэффициент уменьшается, что повышает несущую способность конструкции в целом. Варьируя граничные условия по всем пролетам можно оптимизировать работу конструкции при действии подвижных нагрузок.

Выводы. По результатам аналитических расчетов и инструментальных измерений можно сделать следующие выводы [6-9]:

1. Для усиления несущей способности путепроводов необходимо совершенствовать расчетные модели, регулировать скорости и интенсивность подвижной нагрузки, во избежания резонанса контролировать частоты и использовать для расчета современные методы. Как показывают инструментальные измерения нельзя ограничиваться 1-ой основной частотой, необходимо учитывать более высокие формы собственных колебаний.
2. В соответствии с требованиями п.5.6.5 норм СП РК 3.03-112-2013 “Мосты и трубы” в пролетных строениях расчетные периоды собственных колебаний по двум низшим формам не должны быть находиться в диапазоне от 0,45 до 0,60 сек – в вертикальной и от 0,9 до 1,2 сек – в горизонтальной плоскостях. Результаты расчетов пролетного строения путепровода на грузоподъемность показали, что несущая способность существующих пролетных строений недостаточна для пропуска современных транспортных нагрузок, особенно это касается 2-го пролета при шарнирном соединении концов с опорными продольными балками. Рекомендуются предусмотреть замену пролетных строений на обладающие необходимой грузоподъемностью для пропуска современных и перспективных нагрузок.

Список литературы

1. Труфанова, О.И. Анализ факторов, влияющих на надежность и технические характеристики железобетонных путепроводов [Текст] / О.И.Труфанова, Л.В. Феськова // Мости та тунелі теория, дослідження, практика. – Днепропетровск: 2015. - №7. - С. 1-9.
2. Лазарев, И.В. Расчетно-теоретическое обоснование конструктивных предложений по восстановлению потребительских свойств пролетных строений железобетонных мостов [Текст] / И.В.Лазарев. - Хабаровск: ТГУ, 2019. - С. 219.
3. Мирошник, В. А. Проблемы аварийности мостовых конструкций [Текст] /В.А. Мирошник, С.В. Ключник, М.К. Журбенко. -УДУН и Т. - 2019. - 54-59с.
4. СП РК 3.03-112-2013 “Мосты и трубы”. - Алматы, 2015.
5. Материалы XLII Междунар. науч.-практ. конф. - КазАТК, 2018. – 4 т., 559 бет.

6. Кадисов, Г.М. Динамика и устойчивость сооружений [Текст] / Г.М.Кадисов. - М.: изд АСВ, 2007. - с. 272.
7. Огибалов, П.М. Изгиб, устойчивость и колебания пластинок [Текст] / П.М.Огибалов. – М.: Изд. МГУ, 1958. - С.389.
8. Тимошенко, С. Р. Пластинки и оболочки [Текст] / С.Р.Тимошенко, С.Войовский-Кригер. – М.: Изд. Наука, Физ-мат лит., 1966. - с.635.
9. Кусаинов, А.А. Динамика и устойчивость сооружений [Текст] / А.А. Кусаинов, С.Х. Достанова, И.М. Полякова. -Алматы: 2016. - 265 с.
10. Достанова, С.Х. Математические и механические модели динамического состояния мостовых пролетов [Текст] / Сборник материалов МНПК Актуальные проблемы и перспективы развития строительства: инновации, модернизация и энергоэффективность // С.Х. Достанова, М.К. Наурызбаев, Р.Ж.Тулеушова. – Алматы: Изд. строитель и архитектор, 2017. – с. 199-203.
11. Достанова С.Х. Динамические модели мостовых пролетов [Текст] / Труды Международной научно-практической конференции «Современные тренды в архитектуре и строительстве: энергоэффективность, энергосбережение, BIM технологии, проблемы городской среды», 26-27 мая 2021 // С.Х.Достанова, З.Калпенова. – Алматы: - с. 148-153.

УДК 625.7, 624.21(691)

З.Т.Калпенова¹, С.Х. Достанова¹, С.Б.Шаяхметов¹, К.Е.Токпанова², Г.Т. Касимова³

¹Сатпаев университети, ²Евразия технология университети, ³Казакстан башкы архитектар курулуш академиясы
Алматы, Казакстан

¹Сатпаев Университет, ²Евразийский технологический университет, ³Казахская головная архитектурно-строительная академия
Алматы, Республика Казахстан

Z.T.Kalpenova¹, S.Kh. Dostanova¹, S.B. Shayakhmetov¹, K.E.Tokpanova², G.T. Kasimova³
¹Satpayev University, ²Eurasian Technological University, ³Kazakh Head Academy of Architecture and Civil Engineering

Almaty, Republic of Kazakhstan
zaure.kalpenova@mail.ru dostanova0109@mail.ru s.shayakhmetov@satbayev.university
kamila1907@mail.ru kasimova 63@mail.ru

ПОПЕРЕЧНЫЕ КОЛЕБАНИЯ НЕСУЩИХ ПРОДОЛЬНЫХ БАЛОК ТРАНСПОРТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ТРАНСПОРТ КОНСТРУКЦИЯЛАРЫНЫН ПАЙЫН ТИРЕГЕН УЗАТА БАЛКАЛАРЫНЫН ТУУРАСЫНАН ТЕРМЕЛИШИ

TRANSVERSE VIBRATIONS OF LOAD-BEARING LONGITUDINAL BEAMS OF TRANSPORT STRUCTURES

Транспорттук конструкциялардын коопсуздугу жана ишенимдүүлүгү алардын динамикалык мүнөздөмөлөрүнөн көз каранды, алар бышыктык жана күч ресурсуна таасир этет. Бул изилдөөлөрдүн максаты ар кандай интерфейстердеги транспорттук конструкциялардын жүк көтөрүүчү устундарынын динамикалык мүнөздөмөлөрүн таяныч байланыштары менен так аныктоо үчүн моделдерди жана алгоритмдерди иштеп чыгуу болуп саналат. Эсептөө схемасы жана математикалык моделдери иштелип чыккан.

Аналитикалык жана сандык эсептөөлөрдү, ошондой эле аспаптык өлчөө маалыматтарын колдонуу менен магистралдардын эстакадаларынын темир бетон устундарынын конструкцияларынын динамикалык эсептөөлөрүнүн натыйжалары келтирилген. Жол өткөөлүнүн мисалында туурасынан жана узунунан термелүүлөрдүн өздүк жыштыктарынын маанилери алынган, ошондой эле кыймылдуу жүктөрдүн таасири астында аргасыз термелүүлөр да каралган. Эстакаданын устундар конструкцияларынын чыңалуу деформациялык абалына баа берүү жана көтөрүү жөндөмдүүлүгү боюнча сунуштар берилген.

Түйүндүү сөздөр: эркин жана мажбурланган термелүүлөр, балкалар(устундар), модель, эсептөө ыкмасы, жыштыктар, эстакада.

Безопасность и надежность транспортных конструкций зависит от их динамических характеристик, которые влияют на резерв прочности и жесткости. Целью данных исследований является разработка моделей и алгоритмов для более точного определения динамических характеристик несущих балок транспортных конструкций при различных сопряжениях с опорными связями. Разработаны расчетная схема и математические модели. Представлены результаты динамического расчета железобетонных балочных строений автодорожных путепроводов с использованием аналитических и численных расчетов, а также данные инструментальных измерений. Получены значения собственных частот поперечных и продольных колебаний на примере автодорожного путепровода, а также рассмотрены вынужденные колебания под действием подвижных нагрузок. Дана оценка напряженно-деформированного состояния балочных строений путепровода и рекомендации по несущей способности.

Ключевые слова: свободные и вынужденные колебания, балки, модель, метод расчета, частоты, путепровод.

The safety and reliability of transport structures depends on their dynamic characteristics, which affect the reserve of strength and rigidity. The purpose of these studies is to develop models and algorithms for more accurately determining the dynamic characteristics of load-bearing beams of transport structures at various interfaces with support connections. A calculation scheme and mathematical models have been developed. The results of dynamic calculations of reinforced concrete beam structures of highway overpasses using analytical and numerical calculations, as well as instrumental measurement data are presented. The values of the natural frequencies of transverse and longitudinal vibrations on the example of a road overpass are obtained, and forced vibrations under the influence of moving loads were also considered. An assessment of the stress-strain state of the beam structures of the overpass and recommendations for bearing capacity are given.

Key words: free and forced vibrations, beams, model, calculation method, frequencies, overpass.

Введение. Многие существующие в настоящее время в Казахстане автодорожные путепроводы устарели и требуют тщательного исследования их несущей способности. Особенно это касается таких мегаполисов, как Алматы, Астана и Шымкент. Причиной является постоянно возрастающая интенсивность движения и высокая грузоподъемность. До настоящего времени учет динамического воздействия транспортных средств на мосты в нормативных документах проводится на основании обобщения экспериментальных данных [1-4]. Аналитические методы исследования поведения сложных конструкций (мостов, путепроводов, эстакад), включающих в себя большое число разнотипных элементов, при воздействии на них подвижной нагрузки развиты ещё недостаточно. Данные экспериментальных исследований не дают возможность прогнозировать поведение конструкции при изменяющихся параметрах системы. В настоящее время постоянно усиливаются требования безопасности при возведении и эксплуатации транспортных

конструкций, особенно это касается несущих элементов, таких, как балки пролетных строений. Результаты статических расчетов резко отличаются от динамических расчетов. Во избежание резонанса необходимы точные данные по динамическим характеристикам, в инженерных расчетах в основном учитывают только основную частоту, хотя в действительности максимальные амплитуды колебаний могут соответствовать более высоким формам колебаний. Это является причиной для дальнейшего развития и уточнения аналитических и численных методов исследований несущих элементов и соответствия их реальному процессу колебаний.

Цель исследования. Для определения фактического технического состояния конструкций и наиболее эффективной оценки надежности конструкций мостов и установления соответствия между расчетной схемой и действительной работой сооружений, на магистральных линиях Республики Казахстан, необходимо осуществлять периодический мониторинг напряженно-деформированного состояния сооружений под эксплуатационными нагрузками с применением программно-аппаратных комплексов.

Надежность и прочность транспортных сооружений зависит от множества факторов и инженерных решений, среди которых важное значение имеет точность теории, соответствие принятых моделей и методов расчета [1-6]. Особенно это касается динамики, т.к. в процессе движения появляются значительные инерционные силы соизмеримые со статической нагрузкой. Одним из важных этапов динамического расчета является определение собственных форм колебаний и соответствующих им частот [5-8], т.к. нормальная работа всех сооружений должна проходить вне резонансной зоны. Целью данной работы является исследование влияния динамических характеристик несущих элементов путепровода на резерв динамической прочности и безопасности всей системы в целом. В дальнейшем задачей исследования является определение динамических характеристик несущих балок пролетных строений путепровода при различных сопряжениях с опорными конструкциями и их влияние на несущую способность. Для принятых расчетных схем разработаны математические модели, приведены результаты численного и аналитического расчетов и данные инструментальных измерений.

Методы исследования. Наиболее важным элементом конструкций являются несущие балки. Рассмотрены следующие расчетные схемы и математические модели несущих продольных балок путепровода [5-6, 9]:

1 модель – свободные поперечные колебания

Рассматривается система с бесконечным числом степеней свободы. Дифференциальное уравнение поперечных колебаний балки с распределенной массой без учета сил сопротивления и его решение имеют вид (1,2):

$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + m(x) \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0 \quad (1)$$

В (1) y -прогибы, EI - жесткость сечения несущих балок на изгиб, $m(x)$ - погонная масса. Решение уравнения имеет следующий вид:

$$y(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} (A \cosh(s_k x) + B \sinh(s_k x) + C \cos(s_k x) + D \sin(s_k x)) \cdot (A_k \sin \omega_k t + B_k \cos \omega_k t) \quad (2)$$

В уравнении (1) величина m представляет погонную массу сооружения, коэффициенты A, B, C, D определяются из граничных условий, коэффициенты A_k, B_k из начальных условий. Из граничных условий, получаем систему четырех однородных алгебраических уравнений относительно неизвестных A, B, C, D . Полагая детерминант системы нулю, получаем трансцендентное уравнение относительно неизвестной величины собственных частот колебаний ω :

$$F(\lambda_k) = 0$$



Из трансцендентного уравнения для k -ой формы колебаний получена следующая формула для собственных частот ω :

$$-\sqrt{-}$$

Коэффициент k определяется формой колебания и граничными условиями. С учетом сил сопротивления дифференциальное уравнение поперечных колебаний балки с распределенной массой имеет вид:

$$- - y=0$$

$$\sqrt{4\pi}$$

δ - логарифмический декремент затухания.

Круговая частота с учетом сил сопротивления определяется по формуле:

$$= \sqrt{\omega}$$

ω - частота свободных колебаний без учета сил сопротивления

2 модель-вынужденные поперечные колебания. Рассмотрим вынужденные колебания продольных балок пролетных строений, вызванные движущимся транспортом [5-6, 9]. Если на балку с равномерно-распределенной массой m действует внешняя нагрузка, которая изменяется по гармоническому закону:

$$F(x,t) = P \sin \theta t, \quad (3)$$

где θ - частота, P - амплитудное значение внешней сосредоточенной нагрузки, то дифференциальное уравнение поперечных колебаний и его решение имеют вид:

$$EI \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + m \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = P \sin \theta t, \quad (4)$$

$$y = y_0 + y_{\text{вн}}(x,t)$$

В (4) $y(x,t)$ -прогибы, EI - жесткость сечения несущих балок на изгиб, $m(x)$ - погонная масса. Рассмотрим установившиеся вынужденные колебания балки ($y_0=0$), полагая, что перемещения представляют гармонические колебания с частотой θ , т.е.

$$(x) -$$

Для амплитудного состояния ($\sin \theta t = 1$) уравнение (3) имеет вид:

$$\frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \frac{m \theta^2}{EI} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = \frac{P}{EI}, \quad u = l \sqrt{\frac{m \theta^2}{EI}} = kl, \quad k = \sqrt{\frac{m \theta^2}{EI}}, \quad (5)$$

Решение уравнения (5) запишем в общем виде:

$$(6)$$

Произвольные постоянные C_i ($i = 1, 2, 3, 4$) должны быть определены из граничных условий закрепления балки. При рассмотрении движущегося транспорта, внешнюю нагрузку можно представить как изменяющуюся по гармоническому закону с частотой θ , т.е. ее действие можно описать в виде:

$$-), \quad (7)$$

где F_0 – колесная нагрузка, распределенная по площади круга диаметра D , $T_0 = \frac{D}{V}$, V –

скорость горизонтального движения нагрузки, t – текущее время. Обозначая отношение π/T_0 через θ , тогда внешнюю нагрузку можно представить в виде: $F = F_0 \sin(\theta \cdot t)$, где θ – частота колебаний внешней нагрузки. Рассматривая чисто вынужденные колебания балок, предполагаем, что деформации и внутренние усилия в них изменяются так же по гармоническому закону с частотой θ . Амплитудные значения нормальных инерционных сил определяются по формуле:

$$I = \frac{\gamma \theta^2 w h}{g}, \quad (8)$$

где γ – удельный вес материала балок, g – ускорение свободно падающего тела, $w=y$ – прогибы. При $D=0,5$ м, $V=20,2$ м/с, частота $\theta=125,6$ рад/с.

Подвижную нагрузку можно представить в виде следующей схемы, представляющей связку сил (Рисунок2).

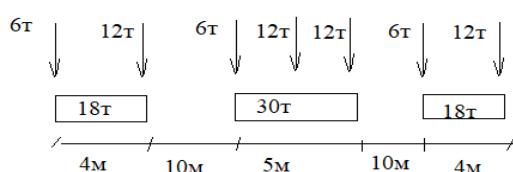


Рисунок 1 - Связка сил

Изгибающие моменты в пролетах определяются по линиям влияния: $M = \sum_1^n y_i \cdot P_i$, где y_i – ординаты в линии влияния под нагрузкой P_i .

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты исследования представлены на примере автодорожного путепровода. Рассмотрен динамический расчет продольных балочных строений путепровода с использованием аналитического и численного методов и инструментальных измерений [6,10]. Расчетная схема путепровода – разрезные балки, загруженные постоянной нагрузкой от веса плиты пролетного строения и временной нагрузкой от движущегося транспорта. Представлены различные модели сопряжений главных балок с опорными конструкциями. Определены частоты собственных поперечных колебаний, динамические и статические усилия и перемещения для сопряжений, сделана оценка напряженно-деформированного состояния путепровода. На Рисунок 2 представлен общий вид трехпролетного путепровода.

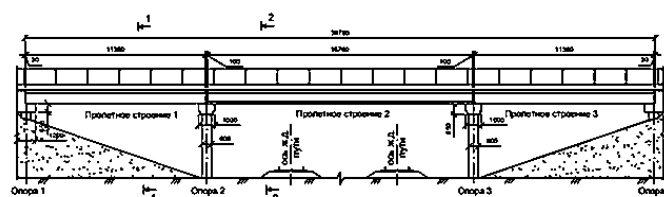


Рисунок 2 - Общий вид путепровода

Пролетное строение – железобетонное, трехпролетное, пролетное строение №1 и №3 состоит из тавровых железобетонных балок длиной 11,36 м, выполненные по типовому проекту «Вариант конструкций железобетонных сборных пролетных строений без диафрагм с каркасной арматурой периодического профиля. Пролетное строение №2 состоит из сборных двутавровых балок длиной 16,76 м, выполненные по типовому проекту «Пролетные строения из двутавровых струнотонных балок со сварными стыками диафрагм. Аналитический метод основан на методах строительной механики как системы с распределенной массой и системы с конечным числом степеней свободы [3].

В таблице 1 приведены значения собственных частот для несущих балок пролетных строений путепровода, полученные аналитическим методом с учетом и без учета сил сопротивления для 1-ой модели. Учет затухания увеличивают значения собственных частот и уменьшают периоды колебаний [7-10].

Таблица 1 - Значения собственных частот для несущих балок пролетных строений путепровода, полученные аналитическим методом с учетом и без учета сил сопротивления

№ пролета	Условия закрепления	Частота ω_1	Частота ω_2
Без учета затухания / С учетом затухания			
1,3	Заделка с двух сторон	16,5 / 17,16	18,5 / 19,24
1,3	Два конца шарнирно-оперты	6,55 / 6,81	9,48 / 9,87
Без учета затухания / С учетом затухания			
2	Заделка с двух сторон	12,61 / 13,11	16,2 / 17,0
2	Два конца шарнирно-оперты	5,85 / 6,08	7,8 / 8,11

Регистрация колебаний в процессе испытаний и обработка опытных данных осуществлялась с помощью многофункционального измерительного комплекса «Тензор МС» (s/n 0170109).

В таблице 2 приведены значения собственных частот для несущих балок пролетных строений путепровода, полученные инструментальными измерениями и аналитическим методом с учетом сил сопротивления. Неупругие силы сопротивления учитывают с помощью коэффициента демпфирования. Демпфирование для железобетонных несущих конструкций задавалось по Релею. Логарифмический декремент для железобетонной балки $\delta = 0,3$. Коэффициент неупругого сопротивления $\gamma = \delta\omega$, где $\delta = (2\pi) \cdot 0,05$, ω – первая частота.

Таблица 2 - Значения собственных частот для несущих балок пролетных строений путепровода, полученные инструментальным путем и аналитическим методом

№ пролета	Условия закрепления	Частота ω_1 , Гц Инструм. / аналит.	Частота ω_2 , Гц Инструм. / аналит.
1,3	Заделка с одной стороны и шарнирное опирание с другой	15,0/15,55	18,0/18,75
2	Заделка с одной стороны и шарнирное опирание с другой	11,5/12,05	16,5/16,8
1,3	Два конца шарнирно-оперты	6,35/6,81	10,64/9,87
2	Два конца шарнирно-оперты	5,96/6,08	7,8/8,11

На рисунке 3 представлены графики колебаний и спектр частот балок пролетных строений (пролеты №1, №2) при проезде автомобиля, весом $P=12$ т, полученные инструментальными измерениями.

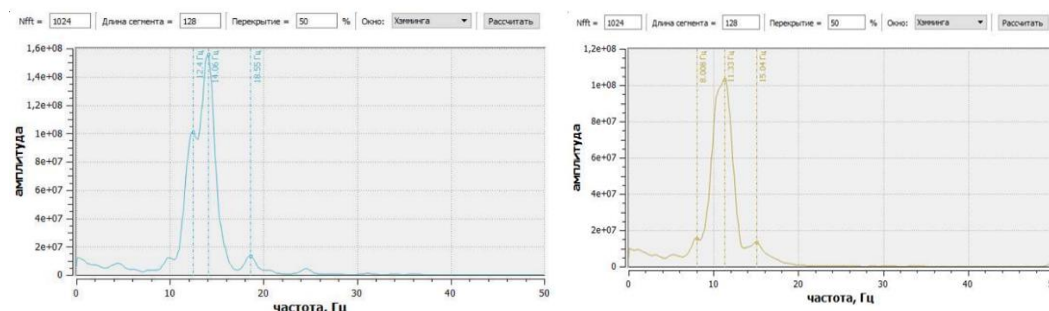


Рисунок 3 - Графики колебаний и спектр частот балок пролетных строений №1 и №2 при проезде автомобиля

2 модель. Для поперечных колебаний определяется динамический коэффициент, показывающий отношений динамических усилий и деформаций к их статическим значениям. μ - динамический коэффициент для подвижной нагрузки определяется по следующей формуле:

$$\mu = \sqrt{1 + \frac{v^2}{g^2}}$$

v - скорость подвижной нагрузки.

Для крайних балок пролетного строения при скорости подвижной нагрузке $v=20,2$ м/с динамический коэффициент равен 1,315. Для среднего пролетного строения при скорости подвижной нагрузке $v=20,2$ м/с динамический коэффициент равен 1,43.

В таблице (3) приведены максимальные значения изгибающих моментов и нормальных напряжений в сечениях несущих балок пролетного строения при статических и динамических воздействиях (Рисунок 1).

Таблица 3 - Максимальные значения изгибающих моментов и нормальных напряжений в сечениях балок пролетного строения при статических и динамических воздействиях

Усилия тм. т/м ²	1 пролет L=11,36м	2 пролет L=16,76м	3 пролет L=11,36м
Статический расчет			
(M _c) _{max}	74,28	131,04	74,28
(σ_c) _{min}	-758	-1409	-758
(σ_c) _{max}	1954,7	3448,41	1954,7
Динамический расчет			
(M _c) _{max}	97,6	187,39	97,6
(σ_c) _{min}	-996,77	-2014,87	-996,77
(σ_c) _{max}	2175,93	4931,23	2175,93

В таблице 4 приведены значения максимальных прогибов в балках пролетного строения W_{max} при различных сопряжениях с опорными конструкциями без и с учетом сил сопротивления.

Таблица 4 - Значения максимальных прогибов в главных балках пролетного строения при различных сопряжениях с опорными конструкциями без и с учетом сил сопротивления

№ пролета	Условия закрепления	$W_{max}[м]$
Без учета затухания / С учетом затухания		
1,3	Заделка с двух сторон	0,051 / 0,048
1,3	Два конца шарнирно-оперты	0,072 / 0,056
Без учета затухания / С учетом затухания		
2	Заделка с двух сторон	0,071 / 0,66
2	Два конца шарнирно-оперты	0,089 / 0,76

В соответствии с требованиями норм СП РК 3.03-112-2013 “Мосты и трубы” в пролетных строениях городских мостов расчетные периоды собственных колебаний по двум низшим формам (в балочных разрезных системах – по одной низшей форме) не должны быть от 0,45 до 0,60 сек. в вертикальной плоскости, что соответствует собственным частотам в диапазоне от 10 до 14 гц. Это соответствует случаю: заделка с одной стороны и шарнирное

опирание с другой. Результаты по внутренним усилиям и деформациям не соответствуют нормам эксплуатации по несущей способности, для усиления необходимы замены балок пролетных строений на обладающие необходимой грузоподъемностью для пропуска современных и перспективных нагрузок, особенно это касается 2-го пролета. Результаты теоретических исследований и данные экспериментальных данных говорят о соответствии принятых расчетных моделей. Собственные частоты, полученные теоретически несколько завышены в сравнении с экспериментальными данными, это объясняется тем, что принятые модели являются более жесткими в сравнении с реальными.

Выводы. По результатам аналитических расчетов и инструментальным измерениям можно сделать следующие выводы:

1. При динамическом расчете балок пролетных строений путепроводов напряженно-деформированное состояние зависит от конструктивных особенностей сопряжений балок с опорными конструкциями. С увеличением жесткости соединений с опорными конструкциями напряжения и деформации уменьшаются от 5-15%.
2. Для усиления несущей способности путепроводов необходимо совершенствовать расчетные модели, регулировать скорости и интенсивность подвижной нагрузки, во избежания резонанса контролировать частоты и использовать для расчета современные более точные методы расчета.
3. Необходимо учитывать изменение жесткости пролетных соединений, не допускать появления резонансных частот, постоянный мониторинг за техническим состоянием путепровода и своевременным усилением пролетных строений.

Список литературы

1. Ахоров, Ш. А. Повышение долговечности железобетонных мостовых сооружений (первичная и вторичная защита) [Текст] / Ш.А.Ахоров, И.И. Овчинников И. И. // Вестник Евразийской науки. — 2022 №3. — [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://esj.today/PDF/24SAVN322.pdf>.
2. Труфанова, О.И. Анализ факторов, влияющих на надежность и технические характеристики железобетонных путепроводов [Текст] / О.И. Труфанова, Л.В.Феськова // Мосты та тунелі теория, дослідження, практика. – Днепропетровск: 2015. - №7. - С. 1-9.
3. Лазарев, И.В. Расчетно-теоретическое обоснование конструктивных предложений по восстановлению потребительских свойств пролетных строений железобетонных мостов [Текст] / И.В.Лазарев. – Хабаровск: ТГУ, 2019. - С. 219.
4. СП РК 3.03-112-2013 “Мосты и трубы”. - Алматы, 2015. - [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://online.zakon.kz/Document/?doc_id=33307481
5. Кадисов, Г.М. Динамика и устойчивость сооружений [Текст] / Г.М.Кадисов. - М.: изд АСВ, 2007. - с. 272.
6. Кусаинов, А.А. Динамика и устойчивость сооружений [Текст] /А.А. Кусаинов, С.Х. Достанова, И.М.Полякова. – Алматы: 2016. - 265 с.
7. Dostanova S.Kh., Isakhanov E.A., Makish N.K. Influence of soil conditions on the degree of damage to buildings during an earthquake near Almaty Proceeding 6TH International Geotechnical symposium on Disaster Mitigation Special Geoenvironmental Conditions. ИТ, Madras, Chennai, India, 2015.- 125-129pp.
8. Dostanova S.Kh., Isakhanov E.A., Makish N.K. Influence of soil conditions on the degree of damage to buildings during an earthquake near Almaty Proceeding 6TH International Geotechnical symposium on Disaster Mitigation Special Geoenvironmental Conditions. ИТ, Madras, Chennai, India, 2015.- 125-129pp.
9. Достанова, С.Х. Математические и механические модели динамического состояния мостовых пролетов [Текст] / Сб мат. МНПК Актуальные проблемы и перспективы развития строительства: инновации, модернизация и энергоэффективность / С.Х.

- Достанова, М.К. Наурызбаев, Р.Ж.Тулешова. – Алматы: Издательство Строитель и архитектор, 2017. – с.199-203.
10. Достанова, С.Х. Динамические модели мостовых пролетов [Текст] / Тр. Международной научно-практической конференции «Современные тренды в архитектуре и строительстве: энергоэффективность, энергосбережение, BIM технологии, проблемы городской среды» / С.Х. Достанова, З. Калпенова. – Алматы: 2021. – с.148-153.

УДК 69.04

Е.С. Кецко¹, И.С. Кузина²

¹Курулуш физикасы илимий изилдөө институту, (НИИСФ РААСН)

²Москва мамлекеттик улуттук илим изилдөөчү курулуш университети (НИУ МГСУ)

¹Научно-исследовательский институт строительной физики (НИИСФ РААСН)

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ)

Москва, Россия

E.S. Ketsko¹, I.S. Kuzina²

¹Research Institute of Building Physics (NIISF RAASN)

²National Research Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU)

Moscow, Russia

¹kkuzzina@mail.ru ²ms.kuzina01@mail.ru

РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСИЛЕНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ КОНСТРУКЦИЙ УГЛЕВОЛОКНОМ

ИЙИЛҮҮЧҮ КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ КӨМҮР БУЛАСЫ МЕНЕН БЕКЕМДӨӨНҮН ЭСЕПТИК НЕГИЗДЕМЕСИ

DESIGN JUSTIFICATION OF REINFORCEMENT OF BENDING STRUCTURES WITH CARBON FIBRE

Макалада административдик имараттын 5-кабатынын ригелдерин "Г/14-16" огунда изилдөөнүн жыйынтыктары келтирилген, 5-кабаттын ригелдерине реалдуу колдонуудагы жүктөмдөр аныкталган; текшерүү эсептөөлөрдүн жыйынтыгы боюнча изилденген конструкцияларды күчөтүү зарылдыгы аныкталган; имараттын изилденүүчү конструкцияларын күчөтүү боюнча сунуштар иштелип чыккан. Авторлор тарабынан изилденип жаткан конструкцияларды көмүр буласынын негизиндеги композиттер менен күчөтүү маселелери каралды. Көмүр буласынын негизинде композиттер менен бекемделген ригелди эсептөө ыкмасы сунушталды.

Түйүндүү сөздөр: көмүртек буласы, ийилүүчү дизайн, туюк болт, арматура, көтөрүү жөндөмдүүлүгү, кесилиш.

В статье приведены результаты обследования ригелей 5-го этажа административного здания в осях "Г/14-16", определены реальные действующие нагрузки на ригеля 5-го этажа; определена необходимость усиления обследованных конструкций по результатам поверочных расчетов; разработаны рекомендации по усилению обследуемых конструкций здания. Авторами рассмотрены вопросы усиления обследуемых конструкций композитами на основе углеволокна. Представлена методика расчета ригеля, усиленного композитами на основе углеволокна.

Ключевые слова: углеволокно, изгибаемая конструкция, ригель, армирование,

несущая способность, поперечное сечение.

The article presents the results of the survey of the 5th floor transoms of the administrative building in the axes "G/14-16", the real acting loads on the 5th floor transoms are determined; the necessity of reinforcing the surveyed structures according to the results of verification calculations is determined; the recommendations on reinforcing the surveyed building structures are developed. The authors have considered the questions of reinforcement of the inspected structures with composites on the basis of carbon fibre. The method of calculation of the transom reinforced by carbon fibre composites is presented.

Key words: carbon fibre, bending structure, transom, reinforcement, bearing capacity, cross section

При эксплуатации изгибаемых конструкций может возникнуть необходимость их усиления из-за потери несущей способности, увеличения нагрузок, неправильной эксплуатации, выявлении дефектов изготовления и монтажа. Одним из методов усиления таких конструкций является армирование по поверхности композитной арматурой на основе углеродных волокон.

Результаты обследования ригелей 5-го этажа в осях "Г/14-16". В результате обследования ригелей 5-го этажа в осях "Г/14-16" местами обнаружена коррозия арматуры ригеля (рисунок 1). Трещин и значительных дефектов, влияющих на несущую способность ригеля, не обнаружено. Техническое состояние ригеля согласно ГОСТ 31937-2011 оценивается как работоспособное. Сбор нагрузок на ригель представлен в таблице 1 [1].



Рисунок 1 - Коррозия арматуры ригеля в осях «Г/14-16»

Таблица 1 - Сбор нагрузок на ригель

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, кгс/м ²	Коэффициент	Расчетная нагрузка, кгс/м ²	Грузовая площадь, м ²	Нормативная нагрузка, кгс/м	Расчетная нагрузка, кгс/м ²
Участок под стеной, l=2,65						
Стена лифтовой шахты высота – 4,0м, толщина – 0,25м. 0,25×4,0×1800=1800 кгс/м		1,1			1800	1980
Ригель железобетонный		1,1			484	532
Итого					2284	2512
Участок под плитами, l=5,75 м						

Керамогранит на цементно-песчаной стяжке	66	1,1	73	3	198	218
Стяжка армированная 70мм	147	1,1	162	3	441	485
Подвесные потолки, инженерные сети	50	1,1	55	3	150	165
Плита железобетонная	300	1,1	330	2,9	870	957
Ригель железобетонный		1,1			484	532
Всего					2143	2357
Временная						
Временная п.12а табл.8.3 СП 20.13330.2011	305	1,2	366	3	915	1098
Итого					3058	3455

Исходные данные. Сечение ригеля, компоновка арматуры и класс бетона приняты в соответствии с рисунком 2.

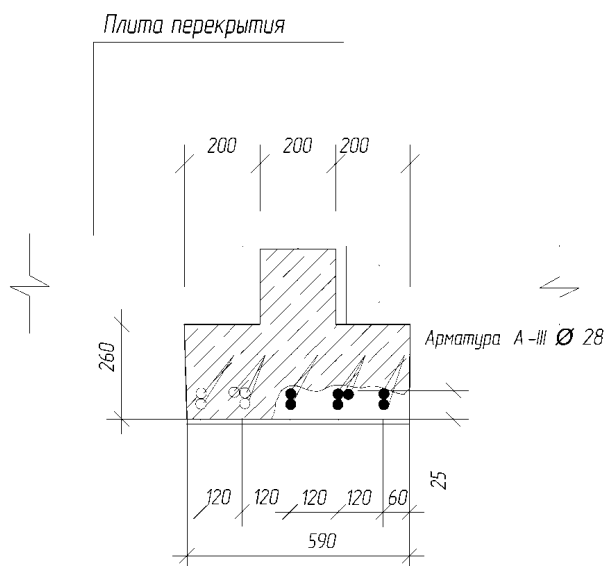


Рисунок 2 - Сечение железобетонного ригеля (9 м)

Бетон В35 (М450) расчетные характеристики $R_b=199\text{кг/см}^2$, $R_{bn}=R_{b,ser}=260\text{кг/см}^2$, $R_{bt}=13,26\text{кг/см}^2$, $E_b=352\,000\text{ кг/см}^2$, $\gamma_{b1}=0,9$. Рабочая продольная нижняя арматура – 5+7Ø28 А400, $R_s=350\text{ МПа}=3570\text{кг/см}^2$, $R_{sn}=400\text{ МПа}=4\,080\text{кг/см}^2$, $E_s=2\times10^5\text{ МПа}=2\times10^6\text{кг/см}^2$. Защитный слой 2,5см. Поперечная 4Ø6 А400, $R_s=350\text{ МПа}=3570\text{кг/см}^2$, $R_{sn}=400\text{ МПа}=4080\text{кг/см}^2$, $E_s=2\times10^5\text{ МПа}=2\times10^6\text{кг/см}^2$. Шаг 300мм. Ригель Р-1 9м (длина 8,6м) рассчитываем как балку таврового сечения с заданными размерами $b \times h=59 \times 46\text{ см}$, где b — номинальная ширина и h — высота балки. Балка шарнирно опертая. Расчетный пролет - 8,4 м. Расчет выполнен с использованием программного комплекса SCAD Office (Арбат).

Экспертиза однопролетной балки. Расчет выполнен по СП 63.13330.2012. Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n=1$. Коэффициент надежности по ответственности – 1. Конструктивное решение балки представлено на рисунке 3.

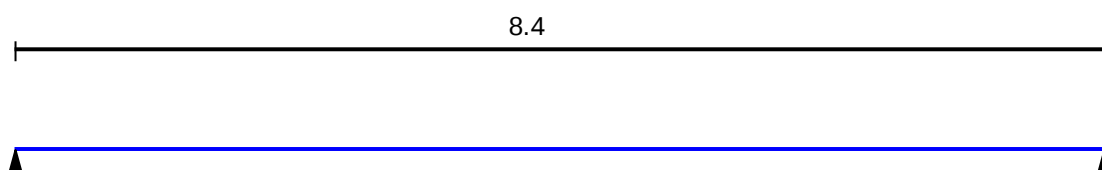


Рисунок 3 - Конструктивное решение

Габариты сечения приняты следующие (рисунок 4). $b = 200$ мм. $h = 460$ мм. $b_1 = 590$ мм. $h_1 = 260$ мм. $a_1 = 25$ мм. $a_2 = 25$ мм [2-3].

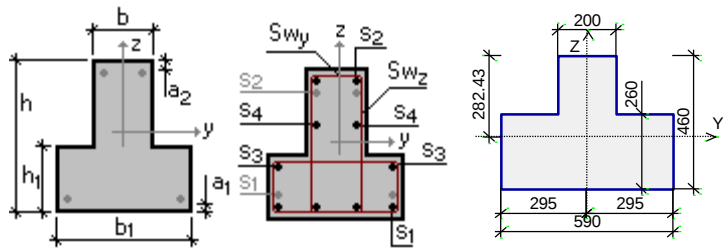


Рисунок 4 - Сечение

Продольная и поперечная арматура принята классом А400. Коэффициент условий работы – 1. Характеристики армирования представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	8.4	$S_1 - 4\varnothing 28 + 1 \varnothing 28$, второй ряд $7 \varnothing 28$. Расстояние в свету между рядами 2 мм). Поперечная арматура вдоль оси Z $4\varnothing 6$, шаг поперечной арматуры 300 мм	

Вид бетона: тяжелый. Класс бетона: В35. Плотность бетона 2.5 Т/м3. Коэффициенты условий работы бетона. Учет нагрузок длительного действия γ_{b1} 0.9. Результирующий коэффициент без γ_{b1} 1. Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%. Ограниченная ширина раскрытия трещин. Требования к ширине раскрытия трещин выбираются из условия сохранности арматуры. Допустимая ширина раскрытия трещин: Непродолжительное раскрытие 0.4 мм. Продолжительное раскрытие 0.3 мм. Результаты расчётов по загрузениям 1 и 2 представлены в таблицах 3 и 4. Значения опорных реакций представлены в таблице 5 [4-5].

Таблица 3 - Загружение 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s
длина = 8.4 м			
	2.512	Т/м 0	м 2.65
	2.357	Т/м 2.65	м 5.75
Загружение 1 – постоянное. Коэффициент надёжности по нагрузке: 1.1. Коэффициент длительной части: 1			



Таблица 4 - Загружение 2 - временное кратковременное

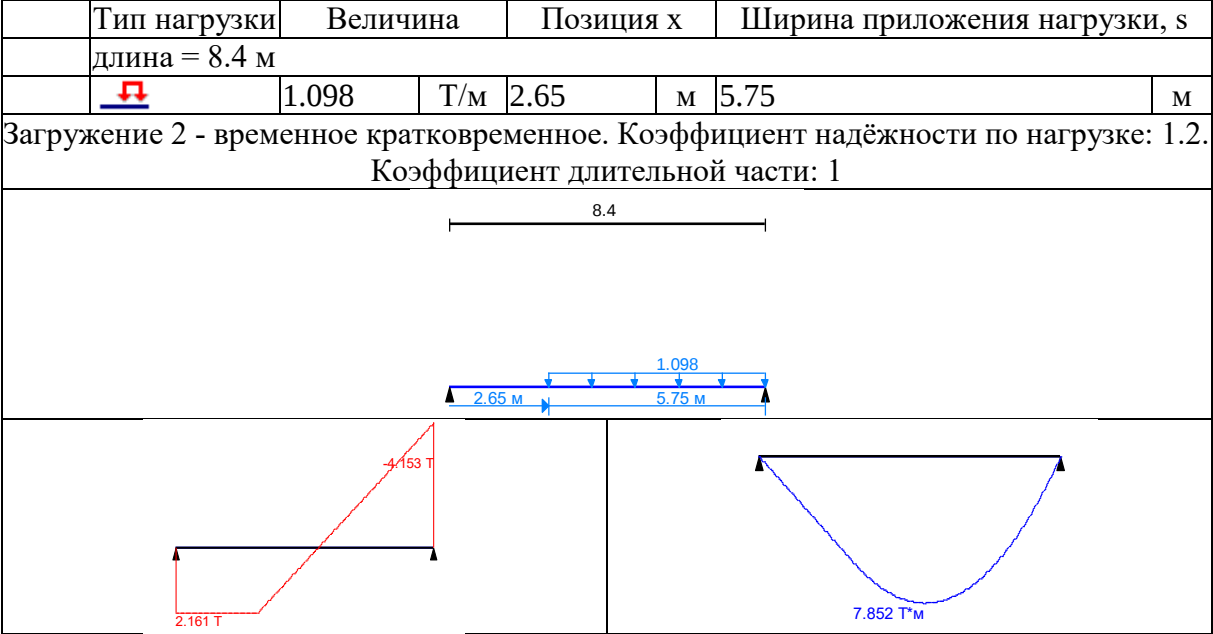


Таблица 5 - Опорные реакции

по критерию	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
	T	T
M _{max}	10.245	9.964
M _{min}	10.245	9.964
Q _{max}	12.406	9.964
Q _{min}	10.245	14.117

Результаты расчёта представлены в таблице 6. Эпюра материалов по изгибающему моменту изображена на рисунке 5.

Таблица 6 - Результаты расчета

Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
1	0.776	Прочность по предельному моменту сечения	п. 7.1.12
	0.597	Деформации в сжатом бетоне	пп. 8.1.20-8.1.30
	0.033	Деформации в растянутой арматуре	пп. 8.1.20-8.1.30
	0.319	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6
	0.426	Ширина раскрытия трещин (длительная)	пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16
	0.266	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	пп. 8.1.32, 8.1.34

Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
	1.135	Прочность по наклонному сечению	пп. 8.1.33, 8.1.34

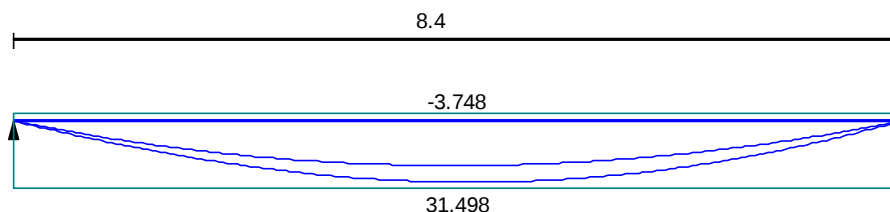


Рисунок 5 - Эпюра материалов по изгибающему моменту

Несущая способность ригеля перекрытия 5-го этажа в осях Г/14-16 обеспечена. Ригель не проходит на действие поперечных сил по наклонным сечениям - недостаточно поперечной арматуры. Необходимо усиление ригеля.

Усиление ригелей перекрытия 5-го этажа в осях «Г/14-16». В настоящем разделе разработаны проектные решения по усилению ригелей перекрытия 5-го этажа в осях «Г/14-16», «Г/16-17» и «Г/18-19» с расчетным обоснованием принятого решения.

Усиление ригелей производится путем наклейки в зоне опирания балки 4-х поперечных углехолстов (хомутов) в 3 слоя шириной 150 мм с расстоянием 50 мм между холстами.

Расчет ригеля по оси «Г/14-16» усиленного композитным материалом. Исходные данные. Нагрузки на ригель приняты по аналогии с предыдущим расчётом. Бетон В35 (М450) расчетные характеристики $R_b=199 \text{ кг/см}^2$, $R_{bn}=R_{b,ser}=260 \text{ кг/см}^2$, $R_{bt}=13,26 \text{ кг/см}^2$, $E_b=352\,000 \text{ кг/см}^2$, $\gamma_{bt}=0,9$. Рабочая продольная нижняя арматура – 5+7Ø28 А400, $R_s=350 \text{ МПа}=3570 \text{ кг/см}^2$, $R_{sn}=400 \text{ МПа}=4080 \text{ кг/см}^2$, $E_s=2 \times 10^5 \text{ МПа}=2 \times 10^6 \text{ кг/см}^2$. Защитный слой 2,5 см. Поперечная 4Ø6 А400, $R_s=350 \text{ МПа}=3570 \text{ кг/см}^2$, $R_{sn}=400 \text{ МПа}=4080 \text{ кг/см}^2$, $E_s=2 \times 10^5 \text{ МПа}=2 \times 10^6 \text{ кг/см}^2$. Шаг 300 мм [6-7].

Эквивалентное армирование для 3-х слоев углеволокна будет равно:

где, $A_{км}$ – площадь сечения композитного материала;

0,0128 – толщина одного холста в см;

15 – ширина холстов в см;

3 – количество слоев холстов.

что соответствует 8-ми стержням Ø8А400, где

$A_{экр}$ – эквивалентная площадь сечения стальной арматуры;

$R_{скм} = 24465 \text{ кгс/см}^2$ – расчетное сопротивление композитного материала;

$R_s = 3568 \text{ кгс/см}^2$ – расчетное сопротивление арматуры А400.

Эквивалентное армирование от композитных хомутов, при усилении с одной стороны ригеля (возле лифтовой шахты) соответствует 4-м стержням Ø8А400 $R_s=350 \text{ МПа}=3570 \text{ кг/см}^2$, $R_{sn}=400 \text{ МПа}=4080 \text{ кг/см}^2$, $E_s=2 \times 10^5 \text{ МПа}=2 \times 10^6 \text{ кг/см}^2$, с шагом 200мм.

Ригель Р-1 9м (длина 8,6м) рассчитываем как балку таврового сечения с заданными размерами $b \times h = 59 \times 46 \text{ см}$, где b — номинальная ширина и h — высота балки. Балка шарнирно опертая. Расчетный пролет - 8,4 м. Расчет выполнен с использованием программного комплекса SCAD Office (Арбат).

Экспертиза однопролетной балки. Расчет выполнен по СП 63.13330.2012. Коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$. Коэффициент надежности по ответственности (2-е предельное состояние) = 1. Конструктивное решение балки представлено на рисунке 6. Сечение балки показано на рисунке 7.

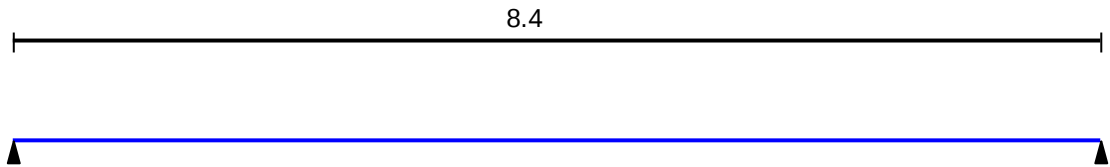


Рисунок 6 - Конструктивное решение

Характеристики сечения $b = 200 \text{ мм}$. $h = 460 \text{ мм}$. $b_1 = 590 \text{ мм}$. $h_1 = 260 \text{ мм}$. $a_1 = 25 \text{ мм}$. $a_2 = 25 \text{ мм}$

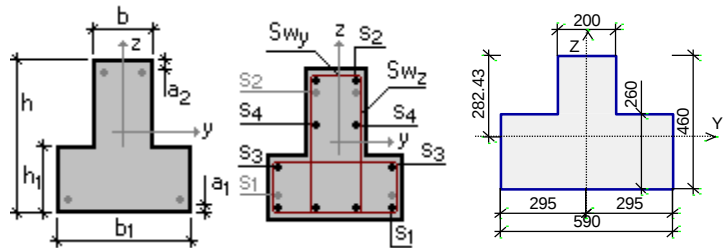


Рисунок 7 - Сечение

Арматура продольная и поперечная классом А400. Коэффициент условий работы – 1. Характеристики заданного армирования приведены в таблице 7. В таблицах 8 и 9 приведены результаты расчётов при загрузениях 1 и 2. Значения опорных реакций представлены в таблице 10 [8].

Таблица 7 - Заданное армирование

Участок	Длина (м)	Арматура	Сечение
1	8.4	$S_1 - 4\varnothing 28 + 1 \varnothing 28$, второй ряд $7 \varnothing 28$. Расстояние в свету между рядами 2 мм) Поперечная арматура вдоль оси Z $4\varnothing 8$, шаг поперечной арматуры 200 мм	

Таблица 8 - Загрузка 1 - постоянное

Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s
длина = 8.4 м			
	2.512	T/м	0
	2.357	T/м	2.65
Загрузка 1 – постоянное. Коэффициент надёжности по нагрузке: 1.1. Коэффициент длительной части: 1			

Таблица 9 - Загружение 2 - временное кратковременное

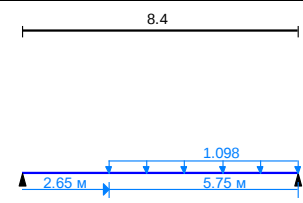
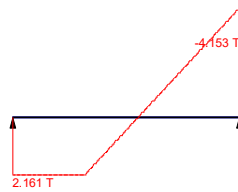
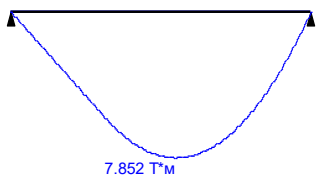
Тип нагрузки	Величина	Позиция x	Ширина приложения нагрузки, s
длина = 8.4 м			
	1.098	T/м 2.65 м	м 5.75
Загружение 2 - временное кратковременное. Коэффициент надёжности по нагрузке: 1.1. Коэффициент длительной части: 1			
			
			

Таблица 10 - Опорные реакции

по критерию	Сила в опоре 1	Сила в опоре 2
	T	T
M_{max}	10.245	9.964
M_{min}	10.245	9.964
Q_{max}	12.406	9.964
Q_{min}	10.245	14.117

Результаты расчётов представлены в таблице 11. Эпюра материалов по изгибающему моменту изображена на рисунке 8.

Таблица 11 - Результаты расчета

Участок	Коэффициент использования	Проверка	Проверено по СНиП
1	0.776	Прочность по предельному моменту сечения	п. 7.1.12
	0.597	Деформации в сжатом бетоне	пп. 8.1.20-8.1.30
	0.033	Деформации в растянутой арматуре	пп. 8.1.20-8.1.30
	0.327	Ширина раскрытия трещин (кратковременная)	пп. 8.2.15, 8.2.16, 8.2.6
	0.436	Ширина раскрытия трещин (длительная)	пп. 8.2.6, 8.2.15, 8.2.16
	0.266	Прочность по бетонной полосе между наклонными сечениями	пп. 8.1.32, 8.1.34
	0.605	Прочность по наклонному сечению	пп. 8.1.33, 8.1.34

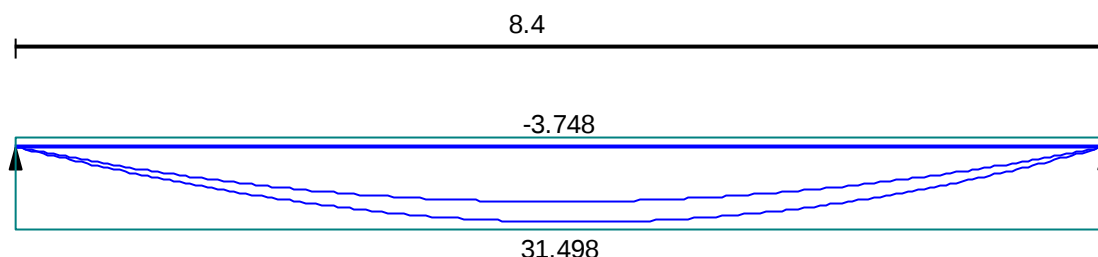


Рисунок 8 - Эпюра материалов по изгибающему моменту

Несущая способность ригеля перекрытия 5-го этажа в осях Г/14-16 при усилении обеспечена. При усилении ригель проходит на действие поперечных сил по наклонным сечениям [9-10].

Список литературы

1. Фехретдинов, А.Р. Обследование конструкций образовательных учреждений В сборнике: Актуальные вопросы развития строительной отрасли, экологической и промышленной безопасности [Текст] [А.Р.Фехретдинов, В.И. Римшин, С.М. Анпилов, В.Л. Курбатов] // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Вологда: 2023. С. 235-239.
2. Римшин, В.И. Аналитическая обработка результатов определения ветровых нагрузок на высотные здания БСТ [Текст] / В.И.Римшин, П.С. Трунтов // Бюллетень строительной техники. - 2023. - № 4 (1064). - С. 16-19.
3. Кришан, А.Л. Учет гибкости при расчете прочности центрально сжатых трубобетонных колонн квадратного сечения [Текст] / [А.Л. Кришан, В.И. Римшин, М.А. Астафьева, А.А. Ступак, С.М. Анпилов] / Строительство и реконструкция. - 2023. - № 4 (108). - С. 47-56.
4. Римшин, В.И. Экспериментальные исследования изгибаемых элементов, имеющих повреждения арматуры вследствие контакта с хлоридной агрессивной средой / [Текст] [В.И. Римшин, Л.А.Сулейманова, П.А. Амелин, А.А.Крючков] / Эксперт: теория и практика. -2023. - № 3 (22). - С. 138-146.
5. Римшин, В.И. Обследование незавершенного строительства здания бытового обслуживания [Текст] / В сборнике: Эффективные строительные конструкции: теория и практика. сборник статей 22 Международной научно-технической конференции // В.И.Римшин, М.Н. Семенова, Р.И.Сафина // Под редакцией Н.Н. Ласькова. – Пенза: 2022. - С. 127-131.
6. Римшин, В.И. Композиционные материалы в усилении железобетонных конструкций: виды, свойства, методы производства [Текст] / В.И. Римшин, Ю.А. Пакулина // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. - 2022. - № 4. - С. 47-57.
7. Курбатов, В.Л. Применение ячеистых бетонов в современном строительстве [Текст] / В.Л. Курбатов, И.А. Дегтев, Ю.В. Денисова // Университетская наука. - 2022. - № 1 (13). - С. 64-67.
8. Трунтов, П.С. Усиление конструкций административного здания с учетом его технического состояния [Текст] / В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник докладов научно-технической конференции по итогам научно-исследовательских работ студентов Института инженерно-экологического строительства и механизации НИУ МГСУ / П.С.Трунтов. – Москва: 2021. - С. 460-464.
9. Римшин, В.И. Анализ характерных повреждений и дефектов строительных конструкций при обследовании кирпичного жилого дома [Текст] / В сборнике: Наука и инновации в строительстве. Сборник докладов VII Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию В.Г. Шухова [[В.И. Римшин, Л.А.Сулейманова, П.А.Амелин, С.М.Анпилов]. -Белгород: 2023. - С. 81-89.

10. Кирюшина, М.С. Инновационные стеклопластиковые коммуникации в инженерных системах [Текст] / В сборнике: Актуальные вопросы развития строительной отрасли, экологической и промышленной безопасности. Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции // [М.С. Кирюшина, В.И. Римшин, Л.А. Сулейманова, М.А. Логунова]. – Вологда: 2023. – С. 117-120.

УДК 625.7/8

А.Т.Маруфий¹, А.Х. Абдужабаров², М.М. Жалалдинов¹

¹М.Адышев атындагы ОшТУ, Ош, Кыргыз Республикасы

²Ташкент мамлекеттик техникалык университети, Ташкент, Ўзбекистан

¹ОшТУ им. М.Адышева, Ош, Кыргызская Республика

²Ташкентский государственный технический университет, Ташкент, Узбекистан

A.T.Marufiy¹, A.Kh.Abdujabarov², M.M.Jalaldinov¹

¹M.Adyshev State Technical University, Osh, Kyrgyz Republic

²Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan

e-mail: m.jalaldinov@mail.ru

АВТОУНАА ЖОЛДОРУНДАГЫ СУУ ӨТКӨРҮҮЧҮ ТҮТҮКТӨРДҮН ЖЕР ТИТИРӨӨГӨ ТУРУКТУУЛУГУН ЖОГОРУЛАТУУЧУ КОНСТРУКТИВДИК ЧЕЧИМДЕРДИН НАТЫЙЖАЛУУЛУГУ

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИНЯТЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ В ОБЕСПЕЧЕНИИ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ВОДОПРОПУСКНЫХ ТРУБ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

THE EFFECTIVENESS OF THE DESIGN DECISIONS TAKEN TO ENSURE THE SEISMIC RESISTANCE OF CULVERTS ON HIGHWAYS

КР Илимдер академиясынын сейсмология институтунун жана Россия Илимдер академиясынын физика жана тоо тектеринин механикасы институтунун маалыматтарын жана ошондой эле транспорттук курулушта колдонулган антисейсмикалык чечимдеринин наркын талдоо жана аныктоо боюнча жүргүзүлгөн эксперименттердин негизинде сейсмикалык күчтөргө туруктуулугу күчөтүлгөн конструкцияларды колдонуп транспорттук курулушту куруу сунушталат жана ошол эле учурда бул ишти жүзөгө ашырууда анын наркы да эсепке алынган.

Түйүндүү сөздөр: экономикалык максатка ылайыктуулугу, суу өткөрүүчү түтүк, чыңалуу, деформация, сейсмикалык таасир, жылышуу.

Используя данные Института сейсмологии Академии наук Киргизской Республики, Института Физики и механики горных пород Академии наук России, а также результаты экспериментов и анализа стоимости антисейсмических решений в транспортном строительстве, рекомендованы наиболее сейсмостойкие конструкции по сопротивляемости сейсмическим силам и по стоимости их реализации.

Ключевые слова: экономическая целесообразность, водопропускная труба, напряжение, деформирование, сейсмическое воздействие, смещение.

Using the data of the Institute of Seismology of the Academy of Sciences.CU. Institute of Physics and mechanics of rocks A. N. Russia, as well as the results of experiments and analysis of earthquake-cost solutions in the transport recommended by the construction of earthquake-resistant construction for resistance to seismic forces and the cost of their implementation.

Key words: *economic feasibility, culvert, voltage, deformation, seismic impact, offset.*

Киришүү. Курулмалардын сейсмикага туруктуулугун камсыздоочу сейсмикага каршы кабыл алынган конструктивдик чечилмелерди экономикалык максатуулугун сейсмикалык таасирдин болжолду тездигин курулманын иштетүүчү мөөнөтүн жана сметалык наркы менен байланыштыруу талап кылынат. Бул талап жер титирөөнүн кесепетинен, автоунаа жолунун жана андагы баардык суу өткөрүүчү системалардын бузулуусунан баардык автотранспорттук кыймылы үзгүлтүкө учурап жана аларды жумушчу абалына келтирүү өтө көп убакытты жана каражатты талап кылат жолдун көп каражатын суу өткөрүүчү түтүктөрдү, жөлөмө дубалдын конструкцияларын б.а. жасалма курулмаларды оңдоп түзөөгө жумшалат. Айрыкча жөлөмө дубалдын бөлүгүн түзүүчү суу өткөрүүчү курулмалардын, жер астынан өткөн жолдордун, таш, кар көчкүлөрдөн сактоочу галереялардын туруктуулугуна болгон таасири экономикалык максатуулугуна байланыштыруу керек [6].

Курулмалардын сейсмикалык таасирлерге туруктуулугун күчөтүү жана эсепке алуу экономикалык максатуулукту негиздөөдө жер титирөөнүн кайталанышы анын тез болушун эсепке алган фактор өтө маанилүү.

Ошентип, Харьковдогу автомобиль жана шоссе жол институтунун авторлор тарабынан даярдалып жол жээктеринин астындагы суу өткөргүчтөрдү долборлоо, куруу жана эксплуатациялоо боюнча ата мекендик жана чет өлкөлүк тажрыйбалар системалаштырылып, жаңы конструктордук чечимдер, темир – бетон жана металл гофрленген трубалардын (МКП) экспериментальдык изилдөөлөрдү эксперименталдык курулушу жөнүндөгү маалыматтар келтирилген. Түтүктөрдү куруунун жана эксплуатациялоонун өзгөчөлүктөрү экономикалык жана реалдуу долборлоо мүмкүнчүлүктөрү каралып, Байкал –Амур темир жолунун бардык трассасы 7 – 9 баллдан ашпаган долбоордук интенсивдүүлүккө эсептелген [1,7,8].

Бул чечим экономикалык эсептөөлөр менен жана ар кандай интенсивдүү жер титирөөлөрдүн болушунун ыктымалдык теориясынын негизинде алардын кайталанышын жана жолдун бул участкакторунда жолду калыбына келтирүү мүмкүнчүлүгүн эске алуу менен негизделгендигин белгилей кетүү орундуу. Изилденип жаткан жолдордун сейсмикалык туруктуулугун атайын изилдөөлөрүбүздүн негизинде, ошондой эле жогоруда илимий жактан далилденген аналогияга таянып, Кыргызстандын Илимдер академиясынын сейсмология институтунун маалыматтарын колдонуу менен Бишкек-Ош автожолунун трассасын ар түрдүү сейсмикалык интенсивдүүлүктөгү бөлүктөргө бөлсө болот.

Бул чечим экономикалык эсептөөлөрдөн жана жер титирөөлөрдүн кайталанышын жана жолдун бул участкакторундагы жолду калыбына келтирүү мүмкүндүгүн эске алуу менен ар кандай интенсивдүүлүктөгү жер титирөөлөрдүн ыктымалдуулук теориясынын негизинде негизделгенин белгилөө туура болот. Биздин жолдордун сейсмотуруктуулугун атайын изилдөөлөрүбүздүн негизинде, ошондой эле жогоруда айтылган илимий негизделген окшоштук боюнча, Кыргызстандын ИАсынын Сейсмология институтунун маалыматтарын пайдалануу менен, мүмкүн Бишкек - Ош жолунун трассасын баштапкы сейсмикалуулугунун ар кандай участкакторуна бөлүү керек.

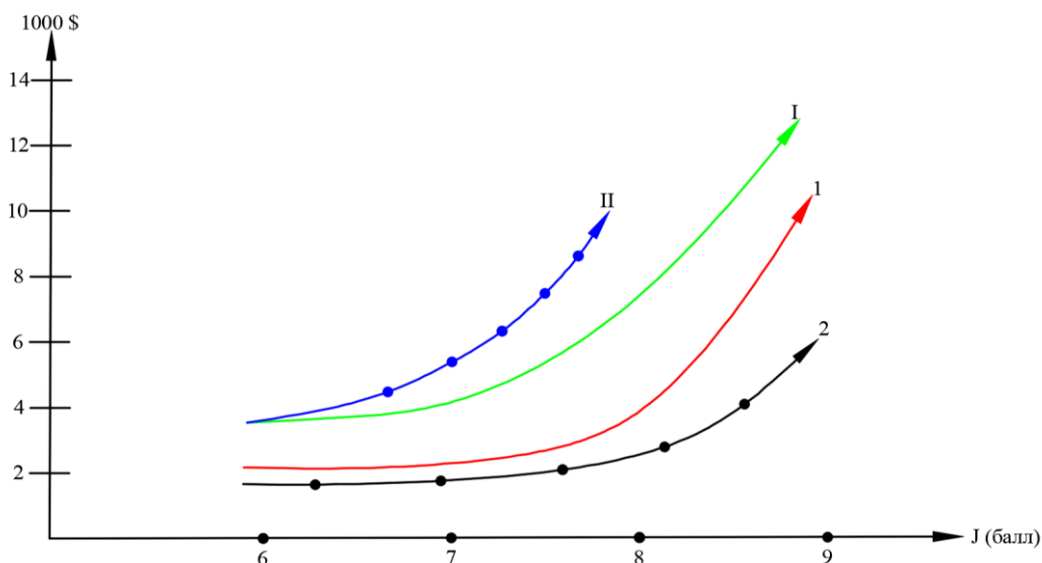
Негизги критерий болуп жер титирөөдө жолдун сакталышына эң таасирдүү болгон кыртыш шарттары, рельеф жана суу катмары саналат.

Бишкек – Ош автожолунун жана Балыкчы – Бишкек – Луговое темир жолунун баштапкы сейсмикалуулугун аныктоо боюнча изилдөөлөрдүн жыйынтыктары 1-сүрөттө келтирилген.



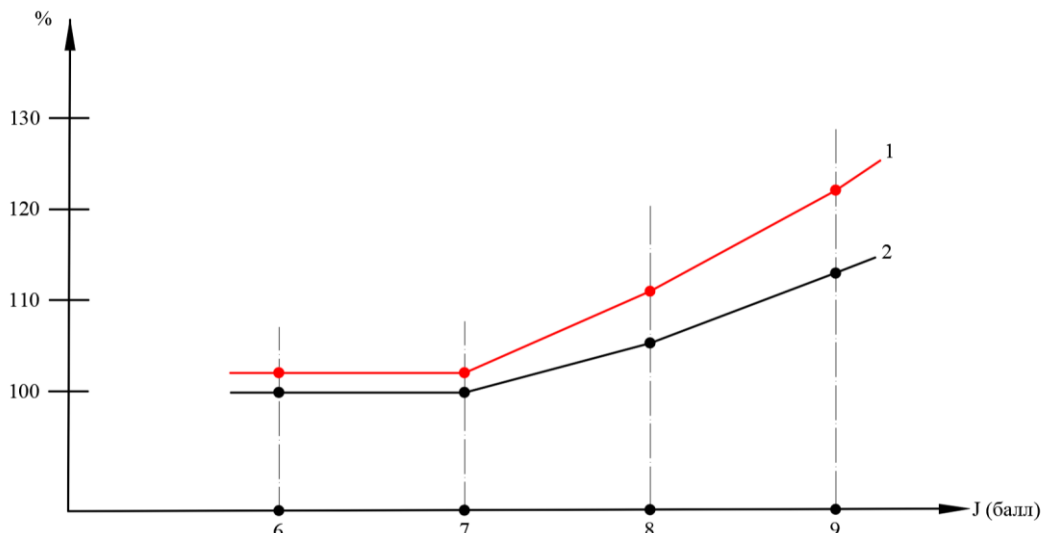
1-сүрөт. Сейсмикалык активдүүлүкүн берилиши (Бишкек – Ош автоунаа жолу)

Илимий эксперименттик изилдөөлөрдүн жыйынтыктарын келтирген [2,4,9] илимий иштер автоунаа жана темир жолдогу жер полотносунун конструкциясынын сметалык наркынын анчалык чоң эмес бөлүгүн түзөөрүн, пайдубалдын ролун аткаарын жана жер титирөөдө курулма толугу менен анын конструкциясынын көз карандылыгы келтирилген. [2,3] изилдөөлөрдө, жер полотносунун бекемдиги, жантактын тикелиги, жер титирөөнүн тез кайталанышына карата курулманын тегиз жана жантак жерде жайланышы эске алуу менен аткарылышы, жер иштеринин көбүнчө ошого жараша аны аткаруунун кымбатташы негизделген. 2 сүрөттө ал иштердин орточо өсүүсү көрсөтүлгөн.

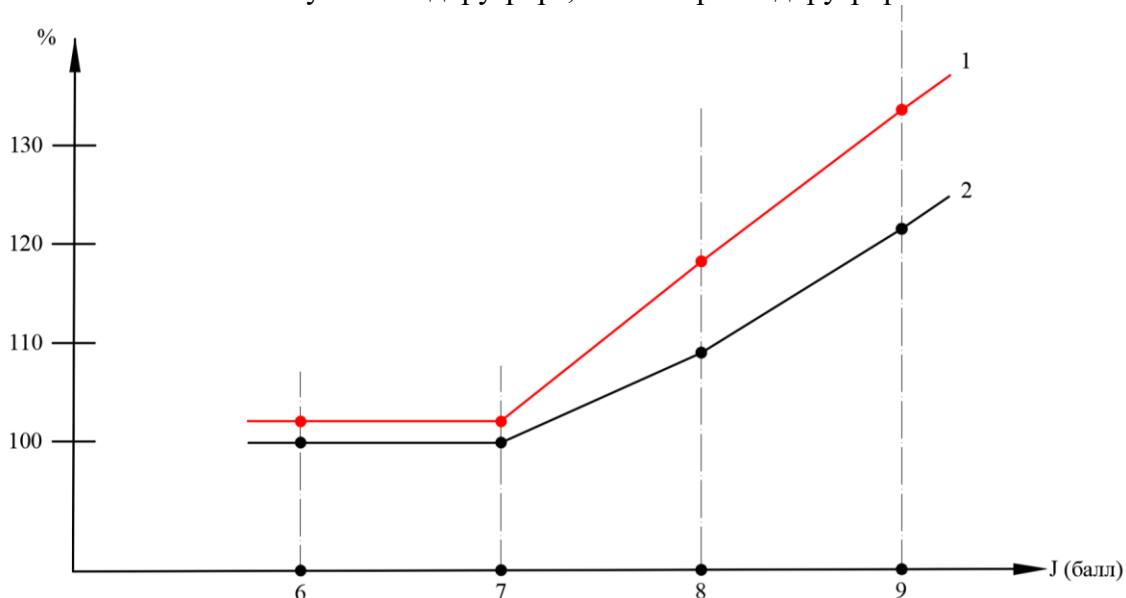


2-сүрөт. Жер титирөөнүн кайталануусун тездиктигинен жер полотносун курулушунун өзгөрүүсүнүн графиги. J - тегиз жерде: 1 – автоунаа жолдору, 2 – темир жолдору, тоолу жерде: I – автоунаа жолдору, II – темир жолдору.

Тегиз жерде, начар жана анчалык бекем эмес жер пайда курулган суу өткөрүүчү куурлардын сейсмикага каршы конструктивдик чечимдери жантак жерге курулган курулмалардан бир топ айырмачылыкта болот. Анткени жантак жерде курулма сейсмикалык күчтөргө көбүрөөк кабылат дагы алардын конструктивдик өзгөчөлүктөрү жер титирөөдөн бузулбасына көбүрөөк иш аракет жасалып, наркы да жогору болоору 3,4 сүрөттөгү графиктерде көрсөтүлгөндөй болот.

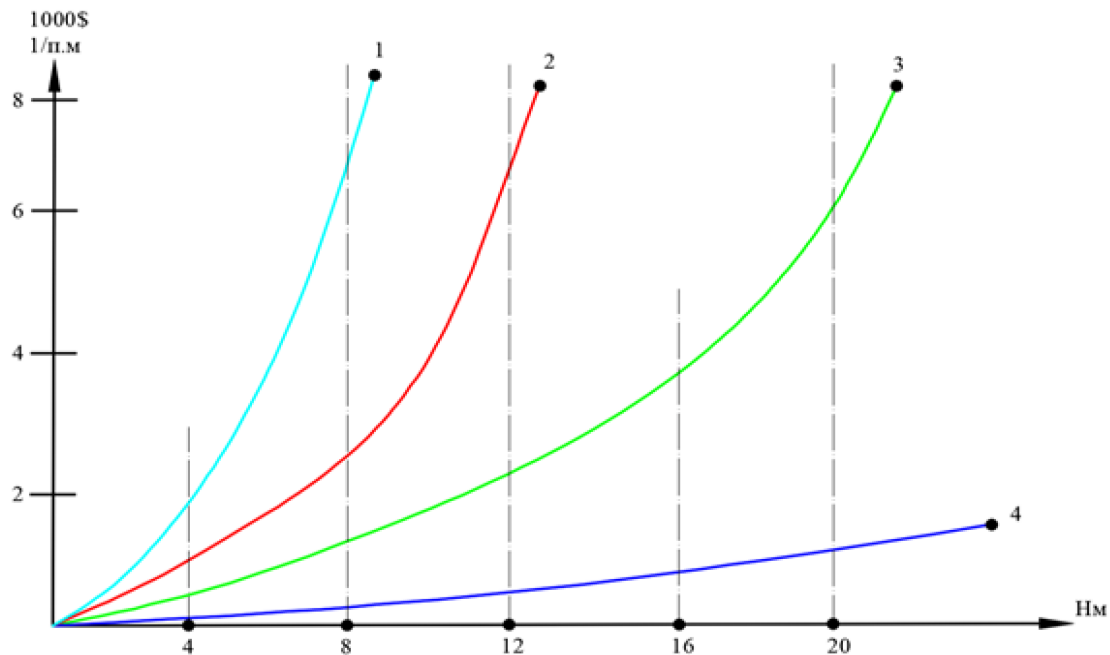


3-сүрөт. Түтүктөрдү курууда жер титирөөнүн тез тез кайталанышына жараша курууга кеткен каражаттын көбөйүшү түздүк жерде – J балл менен.
1 - автоунаа жолдору үчүн, 2 – темир жолдору үчүн.



4-сүрөт. Түтүктөрдүн жантаык жерде курууга кеткен каражаттын көбөйүүсү.
1 - автоунаа жолдору үчүн, 2 – темир жолдору үчүн.

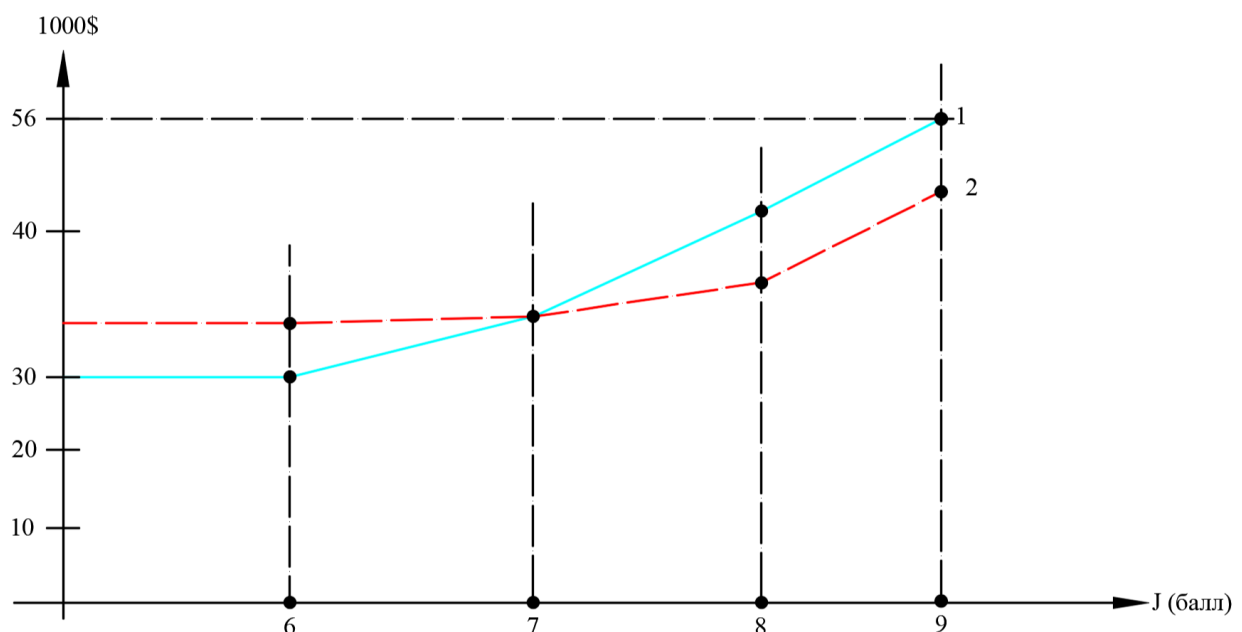
Жол курууда жөлөмө дубалдарды көп курууга туура келет. Жөлөмө дубалдардын конструкциялары ар түрдүү жана көп, ал эми активдүү сейсмикалык райондор үчүн жөлөмө дубалдардын конструкциясына, сейсмикалык күчтөрдүн азайышына, жөлөмө дубалдардын узакка сакталышын, курулманын салмагын азайтуу, конструкциялардын бириккен жерлердин серпилгичтиги жана кыймылдуулугу сыяктуу талаптар коюлат. Сейсмикалык күчтөрдө туруктуу болуп диафрагмалуу арка жана констрoффстору бар конструкциялуу жөлөмө дубалдар эсептелет [3]. 5 сүрөттө жөлөмө дубалдын орточо нарктуусу көрсөтүлгөн.



5-сүрөт. Ар түрдүү бийиктеги жана интенсивдүүлүгүн 9 балл болгондо сейсмостуруктуулугун камсыздаган 1/п.м жөлөмөдубалдын наркы.

1. Жөнөкөй конструкциялуу темир бетон дубал, 2- Диафрагмалуу арка жана темирбетон дубал. 3- Ушундай эле конструкциялуу темир бетон жөлөмө дубал бирок төгүлмө топурак арматураланган экендиги аныкталды.

Кар көчкүдөн сактоочу галереялардын сейсмо туруктуулугун изилдегенде, арка формасында жабылган жана кайра төгүлмө топуракты айнек ткандар менен арматураланган галереялар -6 сүрөт.



6-сүрөт. Сейсмикага туруктуулугу камсыздалган 1/п.м. галереянын наркы.

1. Балкалуу галерея. 2. Арка формасында жабылган төкмө топурактуу айнек ткань менен арматураланган галерея.

Арка формасындагы жабуу менен борттук элементин бириктирилген конструкциясы [4] илимий иште иштелип чыккан жана ал жер титирөөдө ошондой эле кар көчкүнүн сокмо

уруусунан курулмадагы чыңалууну 20% чейин, ал эми резина фтор пластикалык прокладканын наркы 1,5% жогорулайт. Төкмө топуракты айнек ткань менен арматураланганда сейсмикалык жүктөр жана сокмо уруулар галереяга 10 % чейин азайат, ал эми колдонгон арматуранын наркы максимум 1 % жогорулайт.

Жогорудагы транспорттук курулмаларда сейсмикага каршы конструкцияларды колдонуунун экономикалык максатуулугун изилдөөлөр, конструкцияларды конкреттүү рельефтик жана топурактын шартына жараша колдонуу, жер титирөөнүн белгилүү өлчөмдө кайталануу колдонулушунун кымбаттоо даражасын жана курулмалардын узак убакытта жарактуулугун аныктоо негиз түзөт [5].

Жыйынтыктар

1. Экономикалык эсептөөлөр, менен жана ар кандай интенсивдүү жер титирөөлөрдүн болушунун ыктымалдык теориясынын негизинде, алардын кайталанышын жана жолдун калыбына келтирүү мүмкүнчүлүгүн эске алуу менен негизделгендигин белгилей кетүү орундуу.
2. Экономикалык эсептөөлөрдүн жыйынтыгында түтүктөрдүн жана жер алдынан өтмөктөрдүн конструктивдүү чечилмеси курулманын сметалык наркын, 20% чейин жана пайдалануудагы чыгымдарын 9% чейин төмөндөтүүгө мүмкүндүк берет.

Адабияттар тизмеси

1. Лисов, В.М. Совершенствование водопропускных труб [Текст] / В.М. Лисов. // Автомобильные дороги. - 1982. – Вып. 7. – С. 9-10.
2. Целиков, Ф.И. К вопросу проектирования земляного полотна в сейсмических районах [Текст] / Ф.И.Целиков, Е.А. Яковлева. – Сб. научн.тр. ЦНИИС. – М.: 1971. – Вып. 42.– С. 13-35.
3. Абдужабаров, А.Х. Узел соединения железобетонной оболочки лавинозащитной галереи с бортовым элементом [Текст] / А.Х. Абдужабаров. – М.: Строительство и архитектура. - 1991. – Вып. 10.– С. 7-9.
4. Абдужабаров, А.Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог [Текст] / А.Х. Абдужабаров. – Бишкек: КАСИ, 1996. - 256с.
5. Жалалдинов, М. М. Конструктивные решения сейсмостойкости дорожных сооружений обеспечивающие экономическую целесообразность [Текст] / М. М. Жалалдинов. // Сб. статей по материалам 18-19 международной научно практической конференции. - М.: Издательство Интернаука, 2016. – Вып. 7-8 (37). – С. 55-60.
6. Маруфий, А.Т. Экономические обоснования принятых конструктивных решений в обеспечении сейсмостойкости водопропускных труб на автомобильных дорогах [Текст] / А.Т.Маруфий, А.Х.Абдужабаров, М.М.Жалалдинов // Илимий Техника журналы. - 2019. -№4.- Том 23. - С. 162-165.
7. Маруфий, А.Т. Численная реализация задачи об изгибе водоотводных лотков автомобильных дорог с учетом неполного контакта с грунтом [Текст] / А.Т.Маруфий, Ч.А.Капаров, М.М.Жалалдинов // Известия КГТУ2016. №3. (39). - С. 417-421
8. Абдужабаров, А.Х. Расчет напряженно деформированного состояния водопропускного сооружения [Текст] / А.Х.Абдужабаров, М.М.Жалалдинов // Вестник КГУСТА. 2014. - № 3. (45 II, том) - С. 29-32
9. Абдужабаров, А.Х. Влияние неполного кантакта фундамента и основания на сейсмостойкость транспортных сооружений [Текст] / А.Х.Абдужабаров, А.Т.Маруфий, М.М.Жалалдинов // Вестник КГУСТА 2014. - №3. (45 II, том) - С. 32-36

А.Т. Маруфий, У.С. Джусуев, Э.Н.Турдажиева

М.М.Адышев атындагы Ош технологиялык университети, Ош, Кыргыз Республикасы
Ошский технологический университет им. М.М.Адышева, Ош, Кыргызская Республика

A.T. Marufi, U.S. Dzhusuev, E.N. Turdazhieva

Osh Technological University named after M.M. Adysheva, Osh, Kyrgyz Republic
e-mail: turdazhiyeva@inbox.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА КОНЕЧНОЙ БАЛКИ НА ДВУХПАРАМЕТРИЧЕСКОМ УПРУГОМ ОСНОВАНИИ С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ БЛИЗКИХ К ИХ РЕАЛЬНОЙ РАБОТЕ

**ЭКИ ПАРАМЕТРЛҮҮ СЕРПИЛГИЧТҮҮ НЕГИЗДЕ РЕАЛДУУ ИШКЕ ЖАКЫН
ПАРАМЕТРЛЕРДИН ЭСКЕ АЛУУ МЕНЕН ЧЕКТҮҮ УСТУНДУ ЭСЕПТӨӨНҮН
ЖЫЙЫНТЫГЫ**

RESULTS OF CALCULATION OF A FINITE BEAM ON A TWO-PARAMETER ELASTIC BASIS, TAKEN INTO ACCOUNT OF PARAMETERS CLOSE TO THEIR REAL WORK

Бул макалада устундун топурак негизинде толук эмес байланышын эсепке алуу менен эки параметрлүү серпилгич негизде чектүү устунду ийилүү маселесинин сандык аткарылышы берилген. Негиз менен устундун толук эмес байланышы катары, макалада устундун борбордук бөлүгүндө жайгашкан, туурасы 2 а траншеясы алынат. Толук эмес байланышты эсепке алуу ийилүүнүн баштапкы дифференциалдык теңдемесине тиешелүү параметрди киргизүү жолу менен ишке ашырылат. Мында белгилүү бир математикалык кызыгууну жараткан дифференциалдык теңдеменин жаңы классы түзүлөт. Натыйжалуу жүктөмгө жана устундун негиз менен толук эмес байланышынын аянтына жараша, устундардын ар кандай эсептик схемалары тандалат. Жүк жана толук эмес байланыш тилкелүү пайдубалдын четтерине жакын жайгашкан учурда, бул макалада кабыл алынган акыркы устундун долбоорлоо схемасы кабыл алынат. Макалада катуу негиздин бөлүштүрүү жөндөмдүүлүгүн эске алган эки параметрдүү топурак негиздин модели кабыл алынган. Изилдөөнүн негизги максаты – чектүү устундун серпилгич негиз менен толук эмес байланышынын чыңалуу-деформациялык абалына таасирин талдоо.

Түйүндүү сөздөр: эки параметрдүү модель, толук эмес байланыш, реалдуу иш, жалпыланган серпилгич мүнөздөмөлөр, инерция моменти, Хевисайд функциялары, серпилгич модулу.

В данной статье приведена численная реализация задачи изгиба конечной балки на двухпараметрическом упругом основании с учетом неполного контакта балки с грунтовым основанием. В качестве неполного контакта балки с основанием, в статье принята траншея шириной 2 а, расположенной в центральной части балки. Учет неполного контакта осуществлен введением в исходное дифференциальное уравнение изгиба соответствующего параметра. При этом формируется новый класс дифференциального уравнения, который представляет определенный математический интерес. В зависимости от действующей нагрузки и участка неполного контакта балки с основанием, выбираются различные расчетные схемы балок. Когда нагрузка и неполный контакт расположены вблизи от краев ленточного фундамента принимается расчетная схема конечной балки, которая принята в данной статье. В статье принята двухпараметрическая модель грунтового основания, которая учитывает распределяющую способность твердых грунтов.

Основной задачей исследования является анализ влияния неполного контакта конечной балки с упругим основанием на ее напряженно-деформированное состояние.

Ключевые слова: двухпараметрическая модель, неполный контакт, реальная работа, обобщенные упругие характеристики, момент инерции, функции Хевисайда, модуль упругости.

This article presents a numerical implementation of the problem of bending a finite beam on a two-parameter elastic foundation, taking into account the incomplete contact of the beam with the soil foundation. As an incomplete contact of the beam with the base, the article takes a trench with a width of $2a$, located in the central part of the beam. Taking into account incomplete contact is carried out by introducing the corresponding parameter into the initial differential equation of bending. In this case, a new class of differential equation is formed, which is of certain mathematical interest. Depending on the effective load and the area of incomplete contact of the beam with the base, various design schemes of beams are selected. When the load and incomplete contact are located close to the edges of the strip foundation, the design scheme of the final beam is adopted, which is adopted in this article. The article adopts a two-parameter soil foundation model, which takes into account the distribution capacity of solid soils. The main objective of the study is to analyze the influence of incomplete contact of the finite beam with an elastic foundation on its stress-strain state.

Key words: two-parameter model, incomplete contact, real work, generalized elastic characteristics, moment of inertia, Heaviside functions, elastic modulus.

Введение. При проектировании фундаментов зданий и сооружений на просадочных грунтах, проектировщики встречаются с определенными трудностями. Они заключаются в том, что при попадании влаги под фундаменты, эти грунты теряют несущую способность и происходят провалы грунта (неполный контакт). Существуют различные модели грунтового основания. Выбранная в исследовании двухпараметрическая модель упругого основания учитывает распределяющую способность грунтового основания, что является фактором, влияющим на напряженно-деформированное состояние конструкций фундаментов [1,2,3,8].

Целью исследования статьи является получение результатов численной реализации подставленной задачи и их анализ [4,9,10,11].

Методом исследования является составление программы расчета по алгоритму, ранее полученному авторами [8,12].

В [9] получены результаты расчетов конечной балки на винклеровском упругом основании. В данной статье получены результаты расчетов конечной балки на двухпараметрическом упругом основании с учетом неполного контакта балки с основанием размерами $2a = 3\text{м}; 4,5\text{м}; 6\text{м}$; (Рисунок 1а,б) и с учетом собственного веса балки.

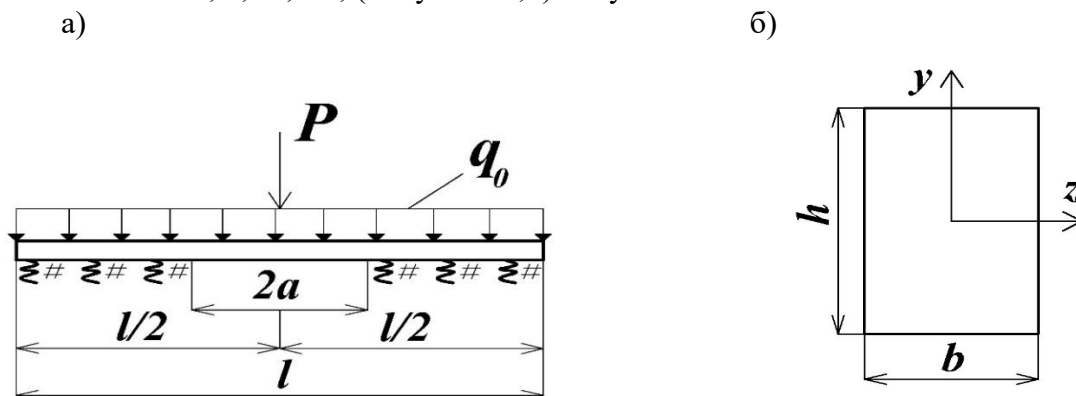


Рисунок 1 - а, б. Результаты расчетов конечной балки и с учетом собственного веса балки

Функции прогибов определяются из решения обыкновенного дифференциального уравнения четвертого порядка вида:

(1)

Для иллюстрации решений и с целью определения влияния на напряженно-деформированное состояние балки при различных размерах ширины неполного контакта выполнены расчеты.

Исходные данные балки прямоугольного поперечного сечения $b=1,25$ м, $h=1,5$ м и длиной $l=18$ м, из материала плотностью $\rho=2500$ кг/см³ с модулем упругости $E=21,0 \cdot 10^3$ МПа. На балку действуют собственный вес балки q_0 (Рисунок 1 а,б) и внешняя нагрузка в виде сосредоточенной силы $P=100$ кН, приложенная в центре балки.

$q_0 = \rho \cdot b \cdot h = 2500 \text{ кг/см}^3 \cdot 1,25 \text{ м} \cdot 1,5 \text{ м} = 2500 \cdot 125 \cdot 150 = 4677,5 \text{ кг/м}$, т.е. $q_0=4677,5$ кг/м.

Исходя из заданной плотности материала определим общую нагрузку, приложенную к балке с учетом собственного веса.

На основании ранее полученного авторами алгоритма расчета и вышеизложенных исходных данных, составлена программа расчета в среде EXCEL.EXE и Delphi, а вывод графиков произведен по системе AutoCAD [5,6,7]. Результаты расчета приведены в табл. 1 и Рисунок 2.

Таблица 1 - Результаты расчета

Размеры неполного контакта	x	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0
При полном контакте	Wmax	0,0059	0,0058	0,0054	0,0048	0,0041	0,0034	0,0025	0,0016	0,0008	0,00
При неполном контакте шириной 3 метра	Wmax	0,0074	0,0073	0,0068	0,0061	0,0052	0,0042	0,0031	0,0020	0,0009	0,00
При неполном контакте шириной 4,5 метра	Wmax	0,0085	0,0083	0,0078	0,0070	0,0059	0,0048	0,0035	0,0023	0,001	0,00
При неполном контакте шириной 6 метра	Wmax	0,0098	0,0095	0,0089	0,0080	0,0068	0,0055	0,0040	0,0026	0,0012	0,00

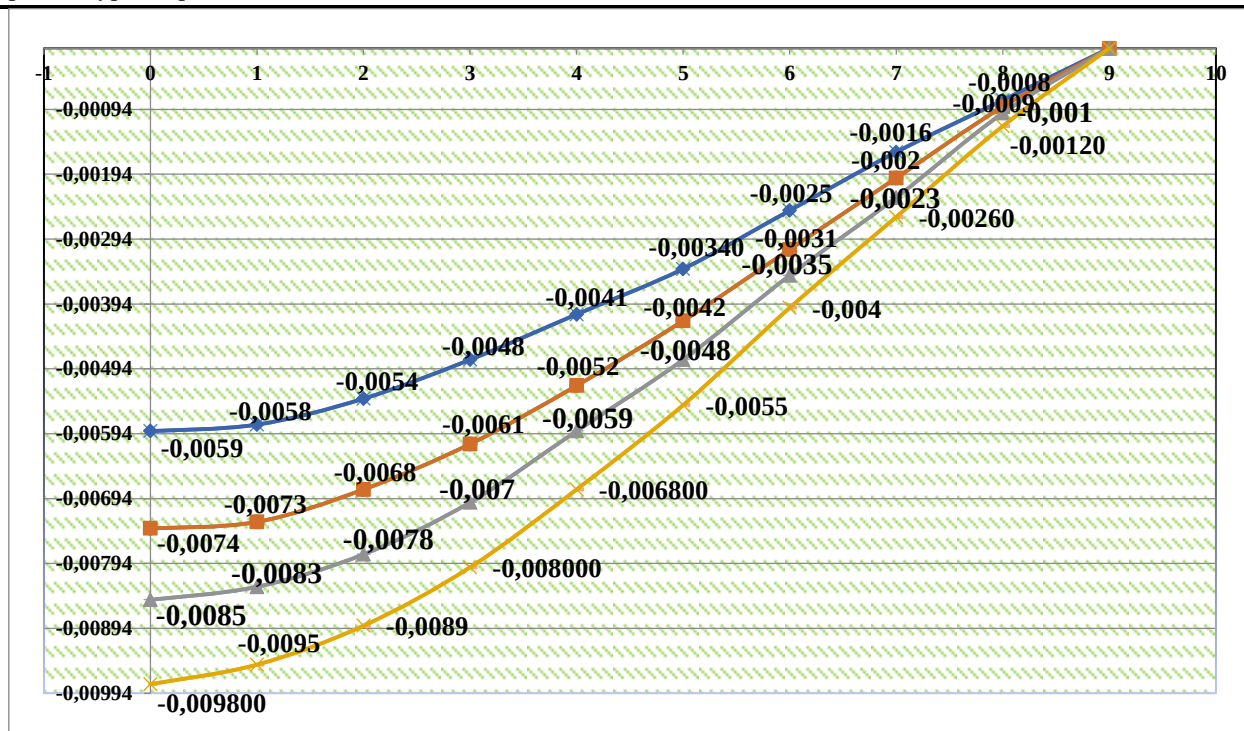


Рисунок 2 - Графики значений прогибов конечной балки на двухпараметрическом упругом основании с параметрами, приведенными в табл.1.

Анализ результатов расчета показывает, что если при полном контакте балки с грунтовым основанием максимальный прогиб $W_{max}=0,0059$ м, то:

при размере неполного контакта шириной траншеи равном 3 метра, значение максимального прогиба равно $W_{max}=0,0074$ м, т.е. 1,25 раза больше, чем при полном контакте;

при размере неполного контакта шириной траншеи равном 4,5 метра, значение максимального прогиба равно $W_{max}=0,0085$ м, т.е. в 1,42 раза больше, чем при полном контакте;

при размере неполного контакта шириной траншеи равном 6 метра, значение максимального прогиба равно $W_{max}=0,0098$ м, т.е. в 1,66 раза больше, чем при полном контакте.

Вывод. На основании исследования проведенного в статье значения максимальных прогибов конечной балки на двухпараметрическом упругом основании в 1,6 раза меньше чем по модели Винклера. Этот результат имеет существенное значение для анализа напряженно-деформированного состояния конструкций ленточных фундаментов.

Список литературы

1. Киселев, В.А. Расчет пластинт [Текст] / В.А.Киселев. - Москва: Стройиздат, 1973. - 157с.
2. Леонтьев, Н.Н. Расчет прямоугольной плиты на упругом двух параметрическом основании [Текст] / Н.Н. Леонтьев, А.Т.Маруфий. – Москва: МИСИ, Сборник трудов «Расчет пространственных конструкций», 1983. - С 122-126.
3. Маруфий, А.Т. Изгиб различных схем плит на упругом основании с учетом неполного контакта с основанием [Текст] / А.Т.Маруфий. – М.: Издательство АСВ, СНГ, 2003. – 206 с.
4. Чемодуров, В.Т. Численные методы в строительстве (для студентов всех специальностей очной и заочной форм обучения): учебное пособие [Текст] / В.Т.Чемодуров, М.С. Сеитжелилов. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2016. – 112с.

5. Чертик, А.А. Программирование в среде Delphi [Текст] / А.А. Чертик. – Санкт Петербург: 2008. - 100с.
6. Соколова, Т.Ю. Autocad -2008 [Текст] / Т.Ю. Соколова. – Санкт Петербург, Питер: 2008. - 177с.
7. Маруфий, А.Т. Численная реализация задачи об изгибе бесконечной балки на деформируемом упругом основании с учетом особых условий ее работы [Текст] / А.Т.Маруфий, А.С.Калыков, Э.Н.Турдажиева. – Ош.: КУУ НОТ. – 2021. - №3 (72). - С.5-12.
8. Маруфий, А.Т. Алгоритм расчета конечной балки на двухпараметрическом упругом основании с учетом условий близких к ее реальной работе [Текст] / А.Т. Маруфий Э.Н. Турдажиева, А.П. Алиева // Наука, Новые технологии и инновации Кыргызстана. – Бишкек: 2022. - №2. – С. 39-43.
9. Маруфий, А.Т. Численная реализация алгоритма расчета конечной балки на деформируемом упругом основании с учетом особенностей в основании [Текст] / А.Т. Маруфий, А.С. Калыков, Э.Н.Турдажиева / Известия Ошского технологического университета. – Ош: 2022. - №2. - С.31-38.
10. Маруфий А.Т. Исследование параметров, учитывающих условия близкие к реальной работе конструкций фундаментов [Текст] / А.Т. Маруфий, У.С.Джусуев, Э.Н.Турдажиева / Вестник международной ассоциации экспертов по сейсмостойкому строительству, Бишкек, №2/2022(14) с. 93-101.
11. Маруфий А.Т. Алгоритм расчета полубесконечной балки на двухпараметрическом упругом основании с участком без основания на удалении от края под балкой [Текст] / А.Т.Маруфий, А.А.Эгембердиева/ Известия КГТУ №3 (51), 2019.-126-133с.
12. Маруфий А.Т. Исследование напряженно-деформированного состояния ленточных фундаментов в зависимости от факторов, учитывающих на реальную работу [Текст] / А.Т.Маруфий, Э.С.Рысбекова, А.С.Калыков.-Бишкек, Известия КГТУ №4 (64), 2023,- с.445-449.

УДК 656.2

У.Т. Шекербеков¹, Р.М. Спасский²

¹И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

²“Кыргыз темир жолу” улуттук компаниясынын мамлекеттик ишканасы, Бишкек, Кыргыз Республикасы

¹КГТУ им. И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

²Государственное предприятие национальной компании «Кыргыз темир жолу», Бишкек, Кыргызская Республика

U.T. Shekerbekov¹, R.M. Spasskii²

¹Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic

²SE"NC "Kyrgyz Railway", Bishkek, Kyrgyz Republic
shekerbekov_ut@mail.ru rospasskii@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ КИТАЙ-КЫРГЫЗСТАН-УЗБЕКИСТАН

КИТАЙ-КЫРГЫЗСТАН-ӨЗБЕКСТАН ТЕМИР ЖОЛ КУРУЛУШУНУН ПРЕСПЕКТИВАЛАРЫ

CHINA-KYRGYZSTAN-UZBEKISTAN RAILWAY CONSTRUCTION PROSPECTS

Макалада Кытай-Кыргызстан-Өзбекстан темир жолунун курулушуна ретроспективдүү талдоо жүргүзүлгөн. "Торугарт – Арпа – Кош-Дөбө – Макмал – Жалал-Абад" багыты боюнча "комбинацияланган" вариант деп аталган заманбап каттам келтирилди. Торугарттан Макмалга чейин (165,5 км) 1435 мм жол колдонулат, ал эми Макмалдан Жалал-Абадга чейин (146,25 км) 1520 мм жол колдонулат жана бул темир жолдун курулушунун болжолдуу экономикалык баасынын жыйынтыгы каралат.

Түйүндүү сөздөр: Кыргыз темир жолу, темир жол транспортунун келечеги, темир жолду долбоорлоо, бириктирилген маршрут варианты, темир жол курулушу, социалдык экономикалык натыйжа, темир жол логистикасынын туюктугу.

В статье сделан ретроспективный анализ строительства железной дороги Китай-Кыргызстан-Узбекистан. Приводится современный «комбинированный» вариант по маршруту «Торугарт – Арпа – Кош-Добо – Макмал – Джалал-Абад» который предполагает размещение перегрузочную станцию в районе Макмала. От Торугарта до Макмала (165,5 км) будет применяться колея 1435 мм, а от Макмала до Джалал-Абада (146,25 км) – колея 1520 мм и рассматривается прогнозная экономическая оценка после строительства этой железной дороги.

Ключевые слова: Кыргыз темир жолу, перспективы железнодорожного транспорта, проектирование железных дорог, комбинированный вариант маршрута, социально экономический эффект, строительство железной дороги, железнодорожный логистический тупик.

The article provides a retrospective analysis of the construction of the China-Kyrgyzstan-Uzbekistan railway. A modern route is given, the so-called "Combined" version of the route "Torugart – Arpa - Kosh-Dobo – Makmal - Jalal-Abad", which involves the placement of a transshipment station in the Makmal area. A gauge of 1435 mm will be used from Torugart to Makmal (165.5 km), and a gauge of 1520 mm from Makmal to Jalalabad (146.25 km) and a forecast economic assessment of the consequences of the construction of this railway is being considered.

Key words: Kyrgyz temir jolu, prospects for railway transport, railway design, combined route option, socio economic effect of railway construction, railway logistics dead end.

Проект строительства железной дороги Китай-Кыргызстан-Узбекистан является одним из давно обсуждаемых и до настоящего времени не реализованных проектов в области строительства сети железнодорожных магистралей Кыргызской Республики [1, 4].

Идея строительства Китайско-Кыргызско-Узбекской железнодорожной магистрали, как южного коридора Евразийской железнодорожной магистрали, возникла еще в 1996 году после объявления Правительством КНР об официальном начале строительства Южно-Синьцзянской железной дороги – Корла - Кашгар. Для формирования нового транспортного коридора, позволяющего кратчайшим путем соединить Тихоокеанские порты с Персидским заливом и Средиземноморьем, оставалось соединить существующие железнодорожные линии Узбекистана и Китая, построив относительно небольшой участок дороги на территории Кыргызской Республики [1].

Первым основополагающим документом для проведения исследований по проекту Китайско-Кыргызско-Узбекской железнодорожной магистрали стал Меморандум между Министерством железных дорог КНР, Министерством транспорта и коммуникаций КР и ГАК "Узбекистон темир йуллари" о совместном проведении исследований и предпроектных работ по строительству железнодорожной линии Андижан – Ош – Кашгар, подписанный в апреле 1997 года в Ташкенте [1].

Правительства трех стран создали совместную экспертную группу и совместную рабочую комиссию, которые провели на территории своих стран первоначальные

исследовательские работы по изучению жизнеспособности и осуществимости данного проекта. Было рассмотрено около восьми вариантов возможного направления новой железнодорожной линии, но в итоге детально изучены следующие два варианта – северный "Кашгар-Торугарт-Арпа-Карасу-Андижан" и южный "Кашгар-Иркештам-Сары-Таш-Ош-Андижан" [1].

В 2002 году Правительство КНР представило Правительству Кыргызской Республики технический грант для разработки Отчета об исследовании осуществимости (Предварительного ТЭО) Китайско-Кыргызско-Узбекской железнодорожной магистрали на территории Кыргызской Республики по северному варианту маршрута [1].

В Предварительном ТЭО, выполненном Первым проектно-изыскательским институтом Министерства железных дорог КНР, были сделаны заключения о целесообразности строительства новой магистрали, ее преимуществах по сравнению с существующими транспортными коридорами и вывод о жизнеспособности проекта, его технической, экономической осуществимости и безопасности в экологическом отношении [1].

Основываясь на результатах данного исследования, кыргызско-китайская экспертная группа окончательно согласовала вариант маршрута, который конкурентоспособен практически по всем техническим и экономическим показателям.

Трасса начинается в китайском городе Кашгар, подходит к кыргызско-китайской государственной границе и пересекает ее в районе перевала Торугарт, далее движется через перевал Тузбель, спускается по долине реки Арпа, пересекает Ферганский хребет протяженным тоннелем, проходит южнее города Узген и, дойдя до пограничного города Кара-Суу, примыкает к существующей сети железных дорог, ведущих в Узбекистан.

В 2004 году кыргызской стороной совместно с АО "Транспроект" (Алматы) был проведен Комплексный анализ предварительного ТЭО, включающий обследовательские работы по трассе, решение некоторых технических вопросов, возможность снижения стоимости капиталовложений, предложения по налоговым преференциям и тарифной политике, финансово-экономические расчеты обоснования инвестиций [1].

Содержание и выводы ПредТЭО и Комплексного анализа однозначно указывают на необходимость строительства Китайско-Кыргызско-Узбекской железнодорожной магистрали, которая:

- сформирует южный коридор Второго евразийского континентального моста, позволяющий сократить путь из Восточной Азии в страны Центральной Азии, Ближнего Востока и Южной Европы на 900 км;
- в значительной мере улучшит состояние транспортной инфраструктуры стран Центральной Азии и предоставит новый удобный выход к морю;
- будет стимулировать освоение и использование богатых природных ресурсов придорожных стран;
- будет способствовать активизации международной торговли, туризма и экономического сотрудничества в целом.

Использование данной магистрали позволит также снизить расходы на транспортировку грузов и сэкономить время в пути на 7-8 дней.

По расчетам китайских специалистов, заложенным в разработанное в 2003 году ПредТЭО, прогнозные объемы грузоперевозок составляли на ближний период 4,28 млн. тонн в год, на 5-й год – 5,4 и на 10-й год – 10,0 млн. тонн в год. Однако согласно последним отчетным материалам Азиатского Банка Развития за 2008 год, ежегодный рост объемов грузоперевозок в районе данного коридора составляет 60-65%. В связи с этим кыргызские и китайские эксперты пересмотрели свои прогнозы, увеличив проектную пропускную способность магистрали с 10 до 15 млн. тонн в год.

К следующим этапам реализации проекта относятся:

1. Подписание Межправительственного соглашения о строительстве кыргызско-китайского участка магистрали. Согласно договоренностям, достигнутым во время

последнего заседания кыргызско-китайской экспертной группы, ГП НК "Кыргыз Темир Жолу" разработан проект Соглашения, который прошел согласование с соответствующими министерствами и ведомствами и от имени Правительства Кыргызской Республики направлен по дипломатическим каналам в Правительство КНР. Данный документ предложено обсудить и окончательно согласовать на специальном расширенном заседании экспертной группы, которая состоится в ближайшие сроки.

2. Формирование международного консорциума: определение круга участников, распределение долей, подготовка учредительных документов, государственная регистрация в органах юстиции

3. Подготовка проектно-сметной документации

4. Непосредственно строительство магистрали

ГП НК «Кыргыз Темир Жолу» одновременно проводится работа по привлечению иностранных инвестиций к строительству магистрали. Так руководством ГП НК «Кыргыз Темир Жолу» были проведены предварительные переговоры с Президентом ОАО «Российские железные дороги» Якуниным В.И., который проявил заинтересованность компании в данном проекте. Кыргызской стороной предлагается создать соответствующий международный консорциум, который займется строительством и последующей эксплуатацией магистрали [1].

Презентация данного проекта была также проведена 25 июля 2008 года в рамках рабочей встречи между руководителями железнодорожных администраций стран Центральной Азии и России. Участники встречи признали данный проект одним из приоритетных и первоочередных для реализации в регионе Центральной Азии. Презентация проекта также запланирована на сентябрь месяц во время проведения Инвестиционного Форума государств-членов ШОС в рамках 17-й Урумчинской ярмарки внешней торговли и экономических связей с участием представителей промышленных, финансовых и деловых кругов КНР и других стран [1].

В сентябре и октябре 2009 года в Бишкеке состоялся ряд встреч руководства Государственного предприятия Национальная компания «Кыргыз темир жолу» с представителями китайской стороны, в ходе которых были рассмотрены основные моменты реализации проекта, в частности: схема финансирования проекта, технические параметры железной дороги, подписание рамочного [межправительственного соглашения о строительстве магистрали](#) [1].

Вопросы реализации проекта обсуждались также в ходе официального визита Премьер-министра КР И.Чудинова в КНР 13-16 октября 2009 года, в рамках которого состоялись встречи с Министром железных дорог КНР Лю Чжицзюнем, Премьером Госсовета КНР Вэнь Цзябао и Председателем КНР Ху Цзиньтао. Стороны обменялись мнениями по вопросу о применяемых при строительстве железной дороги технических стандартах и договорились о продолжении переговоров по данному вопросу на экспертном уровне [1].

В соответствии с данной договоренностью в адрес китайской стороны направлены письма с предложением о проведении очередных встреч экспертных групп по техническим и финансовым вопросам в феврале-марте 2010 года.

После более 20 лет обсуждения активные шаги по выходу из железнодорожного тупика активные шаги сделал нынешний президент С.Н. Жапаров. По инициативе президента и распоряжением премьер министра 12 апреля 2021 года создана межведомственная комиссия по проведению переговоров с китайской и узбекской сторонами [2, 3].

Для многих железнодорожных и логистических компаний железнодорожный маршрут Кытай-Кыргызстан-Узбекистан рассматривается как новый коридор, который соединит страны Юго-Восточной и Западной Азии со странами Европы и станет континентальным мостом Евразии. Этот маршрут открывает возможность доставки грузов из Китая в различные страны, включая Кыргызстан, страны Центральной Азии и Ближний

Восток, включая Турцию и даже дальше - в Евросоюз и будет способствовать увеличению конкурентоспособности в международных перевозках, так как сокращается расстояние и время доставки грузов, что в свою очередь снижает стоимость перевозки [1, 2, 3].

Для сравнения взят действующий маршрут из Республики Казахстан в Республику Узбекистан (данные примерные):

- Торугарт – Ташкент – 751 км (предполагаемый);
- Достык – Ташкент – 1844 км;
- Алтынколь – Ташкент – 1316 км.

Реализация данного проекта будет иметь значительное положительное социально-экономическое влияние на развитие экономики Кыргызстана. Проект способствует расширению предоставляемых транспортных услуг населению и развитию и улучшению транспортной инфраструктуры.

Важным аспектом проекта является его способность укрепить межрегиональные связи и соответствовать целям центрально-азиатских государств по диверсификации транспортных направлений и повышению конкурентоспособности региона в качестве международного транспортно-транзитного хаба.

Предварительные прогнозы показывают, что благодаря проекту будет сокращен путь из Восточной Азии в страны Ближнего Востока и Южной Европы на 900 км, а также сроки доставки сократятся на 7-8 дней.

21 июня 2021 года приказом генерального директора ГП НК «Кыргыз темир жолу» А.А.Сакиева №378 для проведения работ по подготовке к полевым изысканиям и разработке ТЭО проекта строительства железной дороги Китай-Кыргызстан-Узбекистан создана внутриведомственная рабочая группа [1, 4, 5, 6].

В целях развития сети железных дорог и реализации транзитного потенциала Кыргызской Республики распоряжением Кабинета Министров Кыргызской Республики 15 июля 2022 года определены заказчик и исполнитель работ по разработке ТЭО. Заказчиком определено ГП НК «Кыргыз темир жолу», исполнителем работ по разработке ТЭО определен Первый проектно-изыскательский институт Китайской железнодорожной строительной корпорации [1, 4, 5, 6, 7].



Рисунок 1 - Карта железных дорог Китай-ЦентральнаяАзия- Южная Европа

18 июля 2022 года между ГП НК «Кыргыз темир жолу» и Первым проектно-изыскательским институтом (далее - Институт) заключен контракт на разработку ТЭО проекта.

14 сентября 2022 года в г. Самарканд (Республика Узбекистан) на полях Саммита Шанхайской организации сотрудничества (ШОС) подписано соглашение между

Министерством транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики, Министерством транспорта Республики Узбекистан, Государственным комитетом по развитию и реформе Китайской Народной Республики о сотрудничестве по проекту строительства железной дороги «Китай-Кыргызстан-Узбекистан» (участок на территории Кыргызстана). Документом предусматривается совместное содействие успешному завершению технико-экономического обоснования проекта строительства железной дороги «Китай-Кыргызстан-Узбекистан» по участку на территории Кыргызской Республики по комбинированному варианту маршрута «Торугарт – Арпа – Макмал – Джалал-Абад» [1].

По данному проекту в течении всего периода проведения переговоров рассматривались различные варианты маршрута и применения ширины колеи. На сегодняшний день так называемый «Комбинированный» вариант по маршруту «Торугарт – Арпа – Кош-Добо – Макмал – Джалал-Абад» (Рисунок 2), протяженностью 311,75 км является основным вариантом, по которому были проведены работы по разработке ТЭО. При комбинированном варианте предполагается разместить перегрузочную станцию в районе Макмала. Таким образом, от Торугарта до Макмала (165,5 км) будет применяться колея 1435 мм, а от Макмала до Джалал-Абада (146,25 км) – колея 1520 мм.

Данный вариант маршрута отвечает требованиям для быстрого транзита грузов и предоставляет возможности для развития внутренних железнодорожных линий (см. Рисунок3). Он также позволяет организовать логистический центр в районе Макмала, где имеется пересечение с автомобильной дорогой Север-Юг. Размещение перегрузочной станции в Макмале предпочтительнее, так как там более благоприятные природно-климатические условия, по сравнению с Торугартом (3600 м над уровнем моря). В Торугарте есть сложности из-за высокогорья, наличия зоны мерзлоты и высокого снежного покрова зимой. В Макмал располагается на высоте 1900 метров над уровнем моря и это удобное месторасположение, недалеко от населенных пунктов и автомобильной дороги Север-Юг, обеспечивающие легкое распределение грузов по областям. Преимущества этого варианта включают также возможность устройства комфортных условий для работы и быта, доступность земель для строительства и удобство использования вахтового метода для эксплуатации в условиях суровой природы [1, 2].



Рисунок 2 - Вариант маршрута «Торугарт – Арпа – Кош-Добо – Макмал – Джалал-Абад»

Следует отметить, что в основном перегрузочные станции располагаются на границах. В случае проекта "Китай-Кыргызстан-Узбекистан", планируется разместить перегрузочную станцию на территории Кыргызстана, в районе Макмала. Это позволит Кыргызстану принимать и отправлять грузы в/из Китая и других стран Восточной Азии (Кореи, Японии и других) без необходимости перегрузки на границах. Такой подход сократит сроки доставки и увеличит пропускную способность [1].

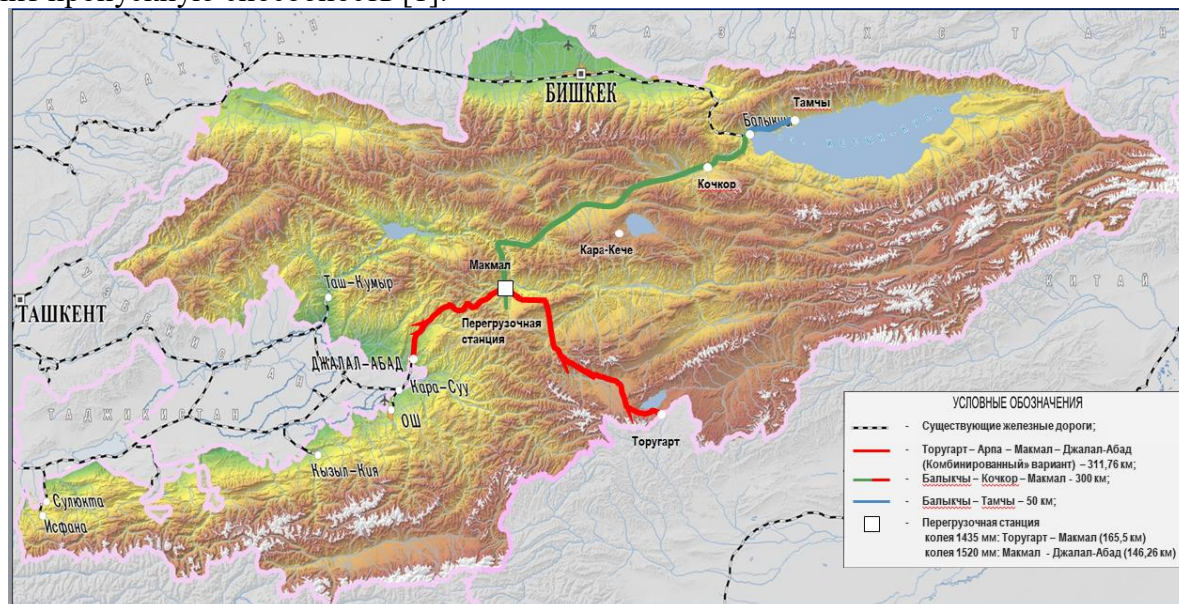


Рисунок 3 - Перспективы развития сети железных дорог Кыргызской Республики

Также в саммите «Китай — Центральная Азия» который прошел 18–19 мая 2023 года в городе Сиань, Китайская Народная Республика, был подписан трехсторонний Меморандум о взаимопонимании между Государственным комитетом по развитию и реформам Китайской Народной Республики, Министерством транспорта и коммуникаций Кыргызской Республики, Министерством транспорта Республики Узбекистан о достижении общего понимания о трёхсторонней совместной оценке ТЭО по проекту строительства железной дороги «Китай-Кыргызстан-Узбекистан» (участок на территории Кыргызстана)» [3].

19 июня 2023 года Государственное предприятие «Национальная компания «Кыргыз темир жолу» получило от китайской стороны окончательное технико-экономическое обоснование проекта строительства железной дороги «Китай-Кыргызстан-Узбекистан». Результаты технико-экономического обоснования подтвердили техническую осуществимость и экономическую целесообразность строительства данной железной дороги.

Строительство железной дороги «Китай-Кыргызстан-Узбекистан» окажет положительное влияние на социально-экономическое развитие Кыргызстана и поможет расширить транспортные услуги для населения, а также совершенствовать транспортную инфраструктуру. В области железнодорожного планирования также учитывается наличие месторождений полезных ископаемых, которые могут быть использованы для грузовых перевозок. Эти месторождения могут быть уже разрабатываемыми, запланированными или потенциально привлекательными для использования в железнодорожных перевозках [1].

В целом, строительство данной железной дороги будет иметь благоприятные последствия для экономики Кыргызстана и населения, способствуя развитию и совершенствованию транспортной инфраструктуры. По прогнозам суммарные грузовые перевозки могут составить от 7 до 11 млн тонн в год в начальной и долгосрочной перспективе. При этом почти 80% из данного объема составят транзитные перевозки, главным образом в контейнерах. Соответственно ежегодная прибыль ожидается в диапазоне от 100 до почти 185 млн. долларов США [1].

Помимо этого, необходимо также принимать во внимание, что одним из получателей выгод от реализации данного проекта будет являться бюджетная система Кыргызстана.

Притоки денежных средств будут формироваться в виде налоговых платежей и социальных отчислений участников проекта по результатам их производственной деятельности, ставшей возможной в результате осуществления проекта [1].

Кроме этого, по итогам проведенной трехсторонней встречи 14 июля 2023 года в формате ВКС стороны договорились проработать вопрос заключения трехстороннего Соглашения о дальнейшей реализации проекта строительства железной дороги «Китай-Кыргызстан-Узбекистан».

В настоящее время сторонами прорабатывается модель финансирования проекта строительства железной дороги Китай-Кыргызстан-Узбекистан [6].

Список литературы

1. kjd.kg. Официальный сайт Кыргызской железной дороги: – Бишкек 2023 – [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://kjd.kg/ru/>.
2. Официальная страница facebook.com/KyrgyzTemirJolu.
<https://www.facebook.com/KyrgyzTemirJolu/videos/%D0%BA%D1%8B%D1%82%D0%B0%D0%B9-%D0%BA%D1%8B%D1%80%D0%B3%D1%8B%D0%B7%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD-%D3%A9%D0%B7%D0%B1%D0%B5%D0%BA%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD-%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8%D1%80-%D0%B6%D0%BE%D0%BB%D1%83/264675215921715/><https://www.youtube.com/watch?v=ynvnalyFboo>.
3. Железная дорога Китай-Кыргызстан-Узбекистан: перспективы строительства. Официальное выступление премьер министра КР [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=NsI9Ztfl99g>.
4. Официальная страница facebook.com/KyrgyzTemirJolu. Китай-Кыргызстан-Узбекистан темир жолу.
5. Официальная страница facebook.com/KyrgyzTemirJolu. Вопросы по дальнейшей реализации проекта строительства железной дороги «Китай-Кыргызстан-Узбекистан»<https://www.facebook.com/100120755058212/posts/808937580843189/?mibextid=rS40aB7S9Ucbxw6v>
6. <https://kabar.kg/news/zheleznaiya-doroga-knr-kr-ruz-v-bishkeke-obsudili-uskorenie-zapuskaprakticheskoi-realizatsii-proekta/>
7. Официальная страница facebook.com/KyrgyzTemirJolu. Проект ж.д. Китай-Кыргызстан-Узбекистан.
<https://www.facebook.com/100120755058212/posts/776180927452188/?mibextid=rS40aB7S9Ucbxw6v>

УДК 699.841

А.Э. Энсебеков, Д.К. Алиева, Э.Э. Текбаева, А. Суйундук уулу
И.Раззаков ат. КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.E. Ensebekov, D.K. Alieva, E.E. Tekbaeva, A. Suiunduk uulu
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
a.ensebekov@kstu.kg, diku8907@mail.ru, eliza.tekbaeva@kstu.kg, s.aza@list.ru.

ПУШОВЕР АНАЛИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ЗДАНИЯ

ТЕМИР БЕТОН КУРУЛУШУНУН ПУШОВЕР ТАЛДООСУ

PUSHOVER ANALYSIS OF REINFORCEMENT CONCRETE BUILDING

Бул изилдөөдө алты кабаттуу темир-бетон имаратынын сейсмикалык реакциясы орун которуштурууну контролдоо менен пушвер анализ (Pushover analysis) методу менен талданат. Имараттын скелети SAP2000 структуралык анализ жана долбоорлоо программасы аркылуу моделденип, талданат. Сызыктуу эмес анализде пластикалык шарнирдин жүрүм - турумун моделдөө үчүн «момент-ийриликти» мамилеси колдонулат. Ошентип, ал устун жана мамыча бөлүктөрү үчүн колдонуучу тарабынан белгиленген муундарды окшоштуруу үчүн иштелип чыккан. Моменттик (M) жана интерактивдүү (P-M) муундар тиешелүүлүгүнө жараша устундун жана мамычанын эки учуна дайындалган. Жогорку жасааттын кыймылы ашыкча жүктөө ийри сызыгын алуу үчүн чектүү кыймылга чейин кадам сайын көбөйүп, пластикалык илгичтердин пайда болуу ырааттуулугу жана устундардын жана мамычалардын бузулушу жазылды. Анализдин натыйжалары, анын ичинде басым ийри сызыгы жана шарнир түзүү талкууланат. Базанын максималдуу жылышы эсептелген базанын жылышынан ашып түштү жана шарнир мамычаларга караганда устундарда эрте пайда болду.

Түйүндүү сөздөр: күч ийри сызыгы, шарнир түзүү, жүк жана момент өз ара аракеттенүү ийри сызыгы, момент жана ийри көз карандылык, басым анализи.

В данном исследовании сейсмическая реакция шестиэтажного железобетонного здания анализируется методом пушвер анализа (pushover analysis) с контролем перемещений. Каркас здания смоделирован и проанализирован с помощью программы структурного анализа и проектирования SAP2000. В нелинейном анализе для моделирования поведения пластического шарнира используется зависимость «момент-кривизна». Таким образом, она была разработана для моделирования заданных пользователем шарниров для балочных и колонных сечений. Моментные (M) и интерактивные (P-M) шарниры были назначены на оба конца балки и колонны соответственно. Перемещение верхнего узла увеличивалось шаг за шагом до предельного перемещения, чтобы получить кривую перегрузки, и регистрировалась последовательность образования пластических шарниров и разрушения балок и колонн. Результаты анализа, включая кривую продавливания и образование шарниров, далее обсуждаем. Оказалось, что максимальный сдвиг основания превышает расчетный сдвиг основания, а шарниры образуются в балках раньше, чем в колоннах.

Ключевые слова: кривая прочности, образование шарниров, кривая взаимодействия нагрузки и момента, зависимость момента от кривизны, анализ продавливания.

In this study the seismic response of a six storied reinforced concrete building is analysed by displacement controlled pushover analysis. The building frame is simulated and analysed using the structural analysis and design software SAP2000. In nonlinear analysis, moment-curvature relationship is used to model plastic hinge behaviour. Thus it was developed for modelling the user defined hinges for beam and column sections. Moment (M) and interactive (P-M) hinges were assigned to the both ends of beam and column sections respectively. Top node displacement is incremented step by step up to the limiting displacement to obtain the pushover curve and the sequence of formation of plastic hinges and failure of beams and columns were recorded. The analysis results including the pushover curve and hinge formation are discussed. The maximum base shear capacity was found to be higher than the design base shear and hinges were formed in beams prior to columns.

Key words: capacity curve, hinge formation, load- moment interaction curve, moment-curvature relationship, pushover analysis.

Введение. Из всех опасных природных явлений наибольший ущерб человечеству

может нанести землетрясение. Поскольку силы землетрясения непредсказуемы и случайны по своей природе, необходимо обеспечить надлежащий анализ конструкций, чтобы они могли противостоять таким нагрузкам. Последние разработки в области инженерного проектирования, основанного на оценке эффективности, выдвинули на первый план нелинейный статический анализ или анализ методом смещения. Он пришел на смену традиционным методам анализа благодаря своей простоте и оказался полезным и эффективным инструментом для оценки реальной прочности конструкций. Анализ на продавливание (pushover analysis) может быть как с контролем усилий, так и с контролем перемещений. Анализ смещения позволяет получить представление о слабых звеньях конструкции.

SAP2000 может выполнять статический или динамический, линейный или нелинейный анализ структурных систем. Для проведения анализа смещения в SAP2000 пользователи могут создавать и применять свойства шарниров [1]. Эти интегрированные функции расчетного кода позволяют легко генерировать ветровые, волновые и сейсмические нагрузки с комплексной автоматической проверкой конструкции из стали и бетона.

Анализ смещения (pushover analysis) — это статический нелинейный метод, при котором величина нагрузки на конструкцию увеличивается в боковом направлении в соответствии с определенной заранее заданной схемой. Обычно предполагается, что поведение конструкции контролируется её основным режимом, а заранее заданная схема выражается либо в сдвиге этажа, либо в форме основного режима [2].

В SAP2000 элемент каркаса моделируется как линейный элемент, обладающий линейно упругими свойствами, а нелинейные сила-перемещающие характеристики отдельных элементов каркаса моделируются как шарниры, представленные серией отрезков прямых линий. В SAP2000 существует три типа свойств шарниров [1]. Это свойства шарниров по умолчанию, свойства шарниров, определяемые пользователем, и генерируемые свойства шарниров. Исследования показывают, что определяемая пользователем модель шарнира дает лучшие результаты, чем модель шарнира по умолчанию. Для моделирования поведения пластического шарнира в нелинейном анализе используется зависимость «момент-кривизна». Сейсмостойкость конструкции может быть оценена по кривой проталкивания, образованию пластических шарниров. Максимальный сдвиг основания конструкции можно определить по кривой зависимости сдвига основания от смещения кровли.

Описание здания. Для анализа используется несуществующее здание, представляющее собой шестиэтажное здание с высотой между этажами 3,2 м. Предполагается, что здание находится с интенсивностью землетрясения 9 баллов. Здание спроектировано как каркасная модель с заполнением и ограничениями в виде фиксированных колонн первого этажа. Детали здания и расчетные данные приведены ниже. План и разрез каркаса здания показаны на Рисунок 1, 3D-модель на Рисунок 2. Все размеры указаны в мм.

Детали здания:

- Количество пролетов по оси X: 4
- Количество пролетов по оси Y: 3
- Расстояние между пролетами по осям X и Y: 6000 мм.
- Размер колонны: 400 x 400 мм
- Размер балки: 400 x 300 мм
- Толщина перекрытия: 120 мм

Конструктивные детали:

- Постоянная нагрузка (dead load): 4 кН/м^2
- Временная нагрузка (live load): $1,5 \text{ кН/м}^2$ на крыше и 2 кН/м^2 на других этажах
- Нагрузка при землетрясении (earthquake load): согласно СН КР 20-02:2018
- Класс бетона: В25 согласно СП 63.13330.2018
- Класс арматуры: 25AIII (A400) согласно СП 63.13330.2018

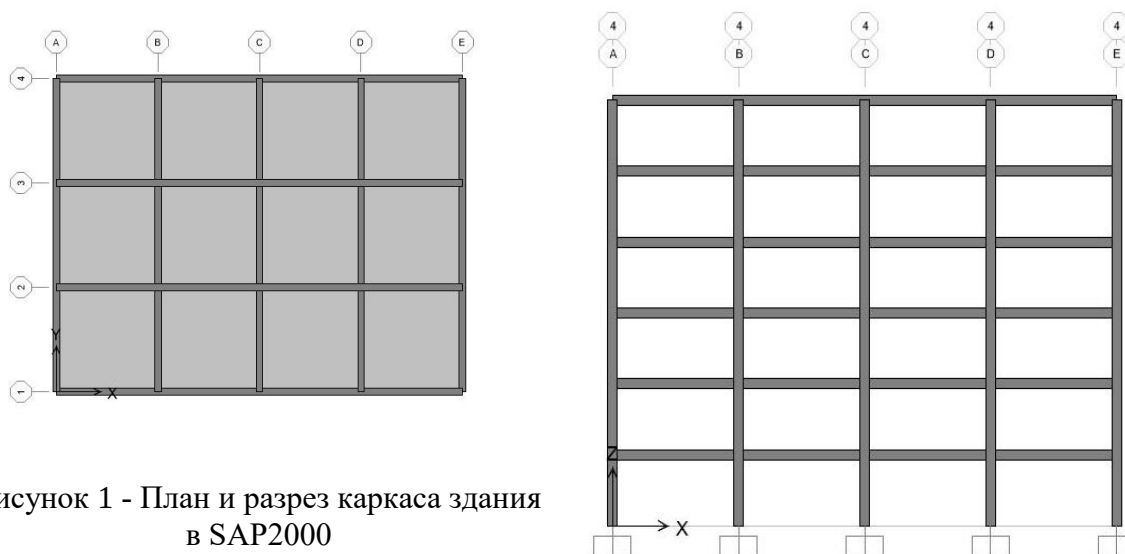


Рисунок 1 - План и разрез каркаса здания
в SAP2000

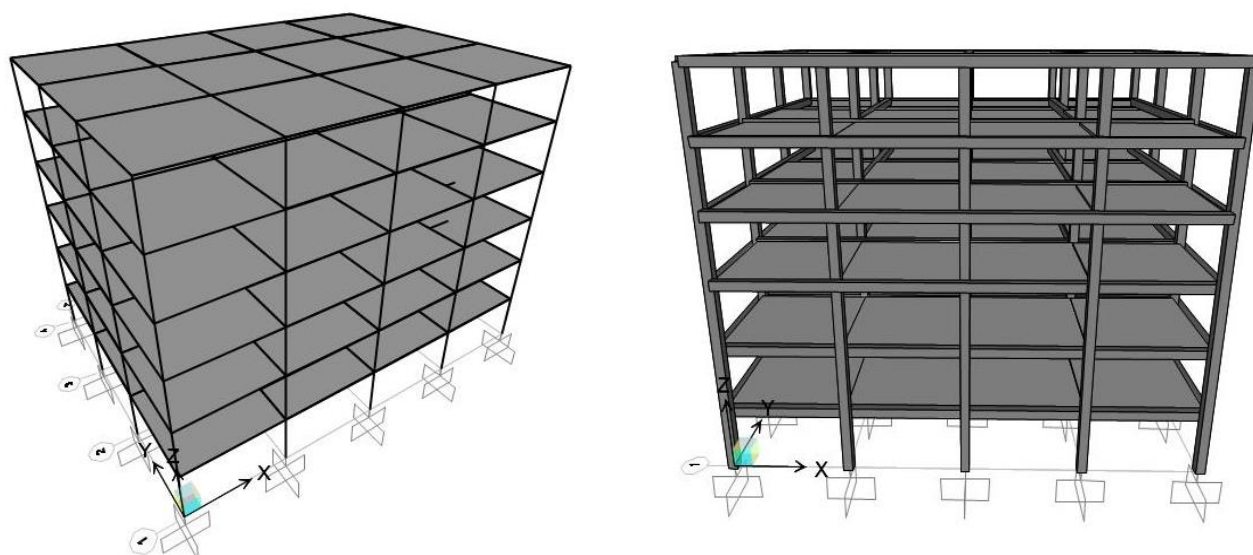


Рисунок 2 - Трехмерная модель здания в SAP2000

Параметры момент-кривизна. Зависимость «момент-кривизна» является одним из основных инструментов расчета деформаций в изгибаемых элементах. Она играет важную роль в прогнозировании поведения железобетонных конструкций при изгибе. В нелинейном анализе она используется для моделирования пластического шарнира железобетонных элементов при изгибе. В нелинейном анализе он используется для моделирования поведения пластического шарнира. В качестве материалов при проектировании использовался бетон марки В25 (М350) и стальная арматура 25АIII. Поперечные сечения балки и колонны, использованные для анализа, показаны на

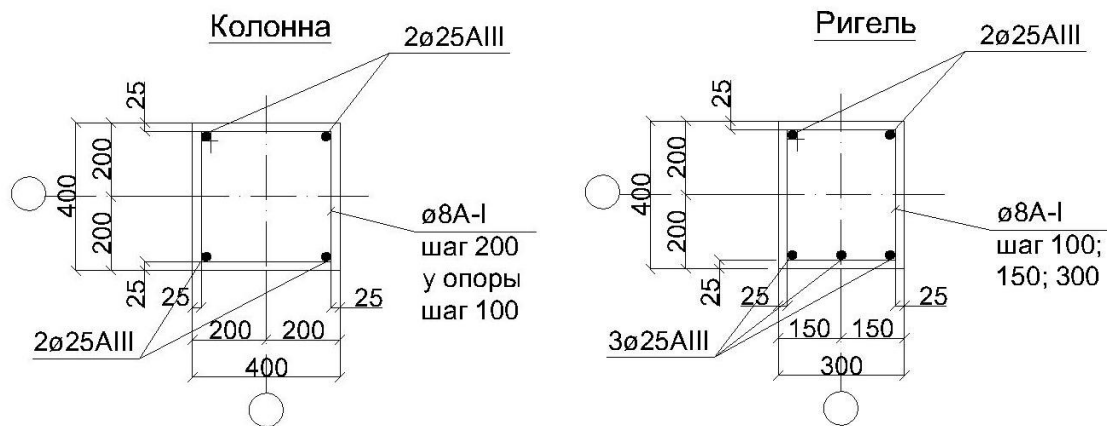


Рисунок 3 - Поперечное сечение колонны и балки

Кривая моментной кривизны для сечений балки и колонны строится для конкретной ограничивающей стали по кривым напряжения-деформации для бетона и стали с использованием итерационного алгоритма. По этим зависимостям были построены кривые моментного ($M3$) и взаимодействующего нагрузочное-моментного ($P-M2-M3$) были определены шарниры, которые были установлены на обоих концах каждой балки и колонны соответственно.

В качестве исходных данных для моделирования свойств шарнира используются параметры момент-кривая, которые можно идеализировать, как показано на Рисунок 4. Основные точки идеализированной кривой «момент-кривизна» можно определить следующим образом:

- Точка А соответствует ненагруженному состоянию.
- Точка В соответствует номинальному пределу текучести и повороту.
- Точка С соответствует пределу прочности и пределу поворота, после которого происходит разрушение.
- Точка D соответствует остаточной прочности, если таковая имеется в конструкции. Обычно она ограничивается 20% от предела текучести, при этом предел поворота может быть принят равным.
- Точка Е определяет максимальную деформационную способность и принимается десятикратной по отношению к пределу текучести.

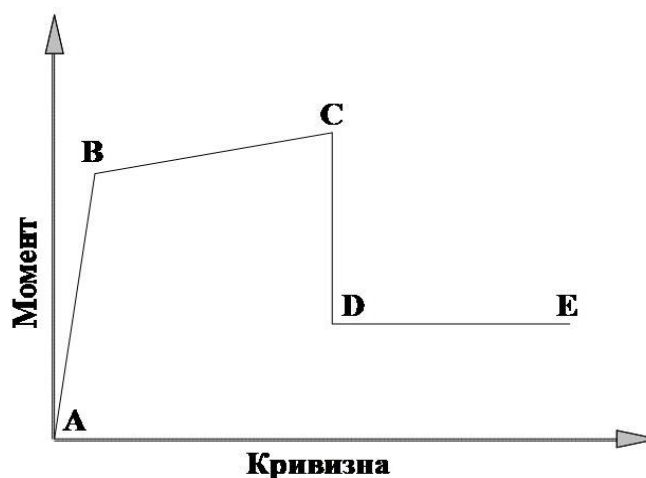


Рисунок 4 - Идеализированная зависимость момента от крутящего момента

Результат и обсуждение. Анализ на продавливание проводится при вертикальном нагружении (гравитационная нагрузка) с последующим постепенным увеличением

контролируемой боковой нагрузки в направлении x и y . Расчетный сдвиг основания, рассчитанный в соответствии со спецификациями, сравнивается с общей грузоподъемностью конструкции, полученной по кривой проталкивания.

Результаты анализа, включающие кривые проталкивания, последовательность образования шарниров, кратко обсуждаются ниже.

Кривая продавливания. Кривая прочности, также известная как кривая продавливания, представляет собой график зависимости сдвига основания от смещения крыши конструкции. Из кривой проталкивания можно получить максимальное перемещение крыши и реакцию основания конструкции при анализе с контролем перемещений. Кривая прочности является хорошим индикатором неупругого поведения здания за пределами упругой стадии. Кривые проталкивания для здания при анализе методом проталкивания с контролем перемещений в направлениях x и y показаны на Рисунок 5 и Рисунок 6. Кривая проталкивания показывает, что здание обладает высокой прочностью на сдвиг основания, превышающей расчетный сдвиг основания. Следовательно, здание безопасно для расчетного уровня землетрясения. Расчетный сдвиг основания (base shear) был определен как 228,011 кН и 100,8 кН для нагрузок по осям x и y , а соответствующие значения, полученные из кривых проталкивания (pushover curves), составляют 232,127 кН и 101,408 кН соответственно. Мощность сдвига основания здания оказалась на 1,8% и 0,6% выше расчетного сдвига основания для нагрузок по осям x и y соответственно. Максимальное перемещение крыши составило 443,9 мм и 420 мм для нагрузок по осям x и y соответственно.

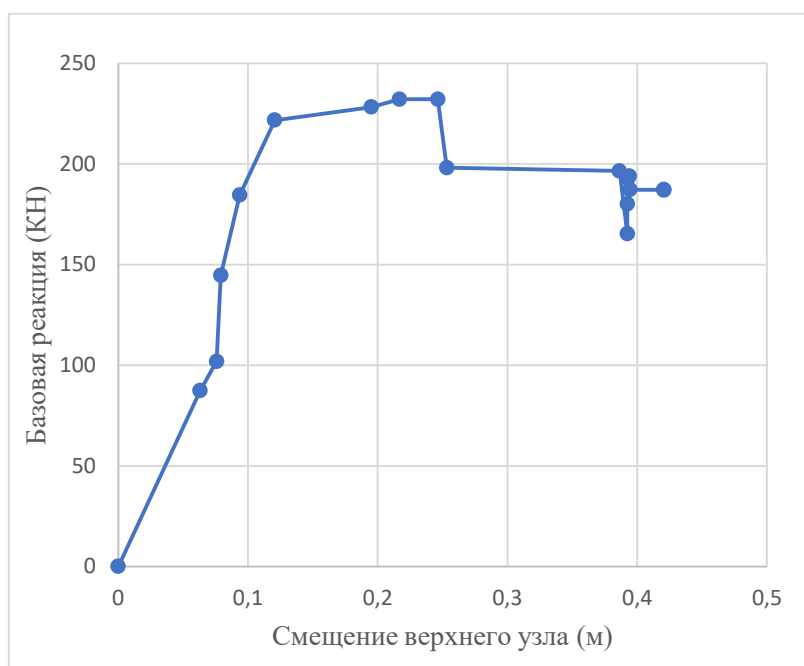


Рисунок 5 - Кривая продавливания для нагрузки по оси x

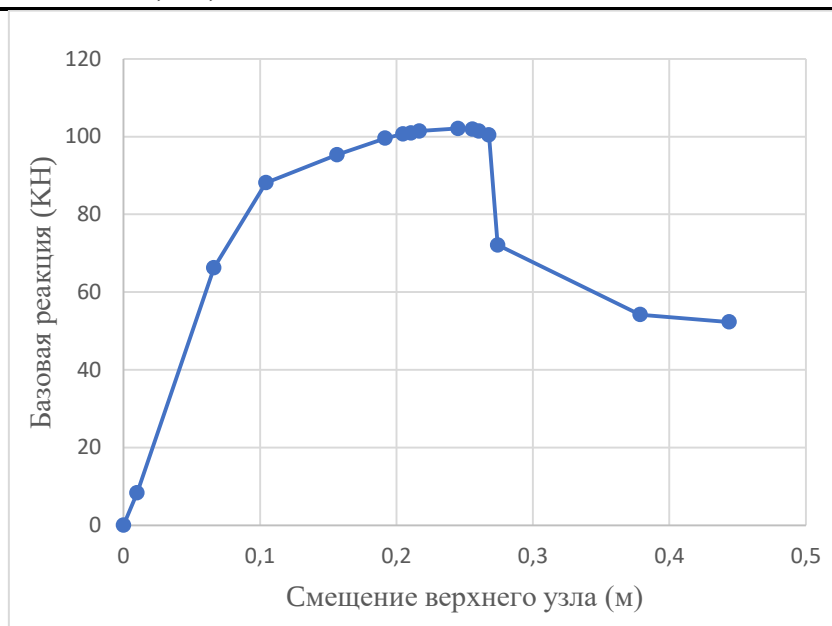
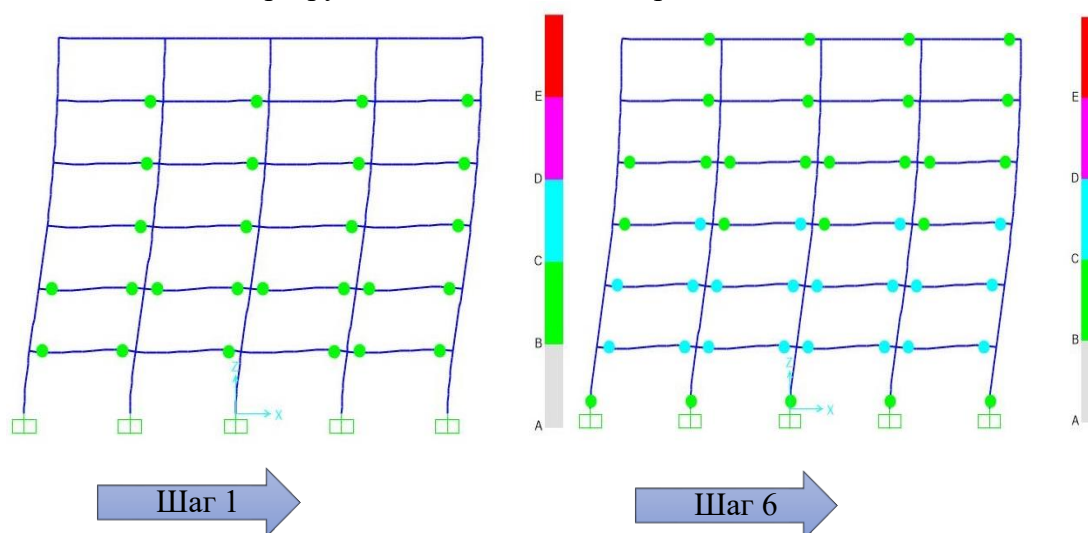


Рисунок 6 - Кривая продавливания для нагрузки по оси y

Образование шарнира. Результат анализа на продавливание показывает последовательность образования пластического шарнира и его состояние на различных уровнях эксплуатационных характеристик здания. Это дает информацию о наиболее слабом элементе конструкции. Таким образом, можно определить элемент, который необходимо усилить в случае необходимости модернизации здания [6].

Соответствующая детализация элементов может быть выполнена для достижения желаемой модели разрушения элементов при сильных землетрясениях. Критерии приемлемости НЗ (немедленное заселение), БЖ (безопасность жизнедеятельности) и ПО (предотвращение обрушения) обозначаются разными цветами, чтобы показать состояние шарнира на различных стадиях. Анализ на продавливание проводится с контролем перемещений, при этом максимальное перемещение увеличивается шаг за шагом. Для получения наглядного представления о формировании шарниров на каждом этапе приращения перемещений выбрано большее значение кратности шагов. На Рисунок 7 и Рисунок 8 показано образование шарниров для различных случаев. В случае анализа надвигания при нагрузке по оси x максимальное перемещение было получено за 14 шагов приращения, а при нагрузке по оси y - за 15 шагов приращения. Последовательность образования шарниров показывает, что во всех случаях механизм разрушения в балках происходит раньше, чем в колоннах. В соответствии с концепцией «сильная колонна - слабая балка» данный механизм разрушения является адаптированным.



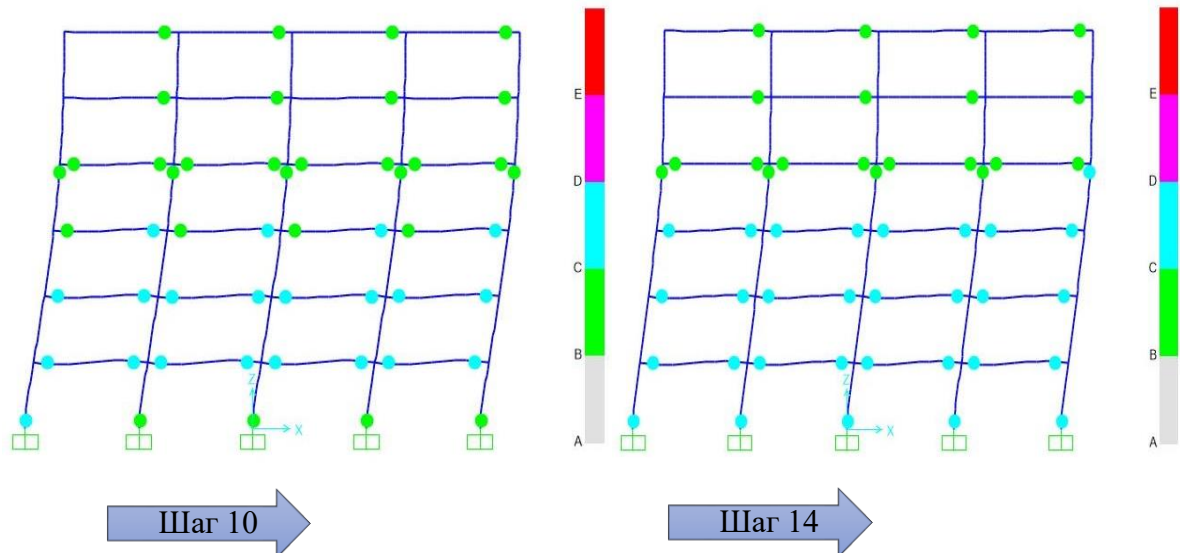


Рисунок 7 - Образование шарниров для рамы, нагруженной в направлении x

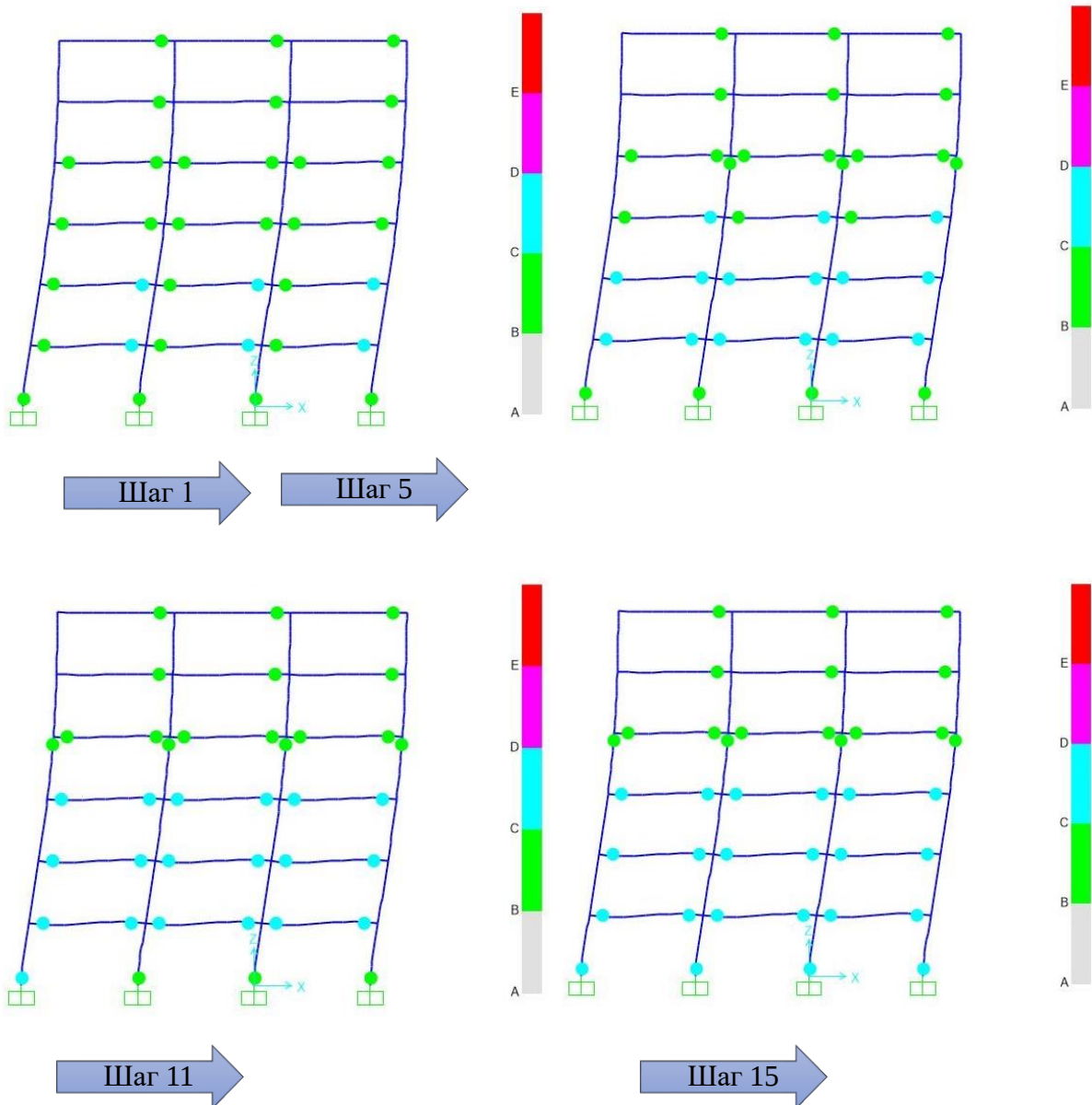


Рисунок 8 - Образование шарнира для рамы, нагруженной в направлении y

Таблица 1 - Смещение и нагрузки по осям X и Y

Нагрузки	Максимальное смещение (м)	Максимальный базовый сдвиг (кН)
Загрузка по оси X	0,443	232,127
Загрузка по оси Y	0,420	101,408

Закключение. Анализ на продавливание является идеальным методом исследования нелинейного поведения конструкции.

Зависимость между моментом и кривизной является важным инструментом для определения заданных пользователем свойств пластических шарниров сечений. Кривая взаимодействия нагрузки и момента необходима для определения шарниров колонн. Во всех случаях максимальный сдвиг основания превышал расчетный сдвиг основания. Последовательность образования шарниров показала, что локальное разрушение происходит в балках раньше, чем в колоннах. Шарниры образовались в пределах уровня безопасности жизнедеятельности для нагрузок по оси X и Y соответственно. Здание является приемлемым и безопасным для предполагаемого уровня землетрясения с точки зрения прочности на сдвиг основания.

Список литературы

1. Руководство по SAP2000 (версия 25), «CSI getting started with SAP2000», Computers and Structures, Inc. Berkeley, USA.
2. АТС-40, «Сейсмическая оценка и модернизация бетонных зданий», Совет по прикладным технологиям. – Калифорния: Том 1, 1996.
3. ASCE 41-06(2007), «Сейсмическая реабилитация существующих зданий», Американское общество инженеров-строителей. - Вирджиния, США.
4. FEMA 356, «Предварительный стандарт и комментарии для сейсмической реабилитации зданий», Федеральное агентство по управлению чрезвычайными ситуациями и Американское общество инженеров-строителей, ноябрь 2000 г.
5. СН КР 20-02:2018 «Сейсмостойкое строительство» Нормы проектирования.
6. Шинде, Д.Н. Анализ продавливания многоэтажного здания [Текст] / Д.Н. Шинде, Н.В. Вина, Ю.М. Пудале // Международный журнал исследований в области техники и технологий. – 2014. - Том 3. - с. 691-693.

УДК 699.841

А.Э. Энсебеков, Д.К. Алиева, Ж.Д. Кыдырова, Э.К. Сулайманов
И.Раззаков ат. КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

A.E. Ensebekov, D.K. Alieva, Zh.D. Kydyrova, E.K. Sulaimanov
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
a.ensebekov@kstu.kg, diku8907@mail.ru, j.kydyrova@kstu.kg, sulaimanov-ernis@mail.ru

**ТЕМИР-БЕТОН КАРКАС СИСТЕМАСЫНЫН
СЕЙСМИКАЛЫК ТУРУКТУУЛУГУН ЖАНА СЕЙСМИКАЛЫК
ИЗОЛЯЦИЯ ЫКМАЛАРЫН ИЗИЛДӨӨ**

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ И МЕТОДА СЕЙСМОИЗОЛЯЦИИ ИЗ БЕТОННОЙ КАРКАСНОЙ КОНСТРУКЦИИ

STUDY ON SEISMIC RESISTANCE AND ISOLATION METHOD OF CONCRETE FRAME STRUCTURE

Эбегейсиз зор энергия алып келе турган табигый кубулуш катары жер титирегенде адатта имараттар, турак үйлөр кыйрап, акыркы жылдары адам баласын чоң жоготууларга туш кылууда. Ошондуктан сейсмикалык долбоорлоо коомдук туруктуулук жана экономикалык өнүгүү менен тыгыз байланышта. Курулуш конструкциясынын негизги түрү катары каркас системасы биздин күнүмдүк жашообузда кеңири таралган. Ошол себептүү мындай конструкциянын сейсмикага туруктуу долбоору зор мааниге ээ. Бул макалада адегенде жер титирөөнүн бул кубулушунун алдын ала түшүнүгү киргизилет. Жер титирөөдөн улам келип чыккан каркастык конструкциялардын бузулушунун формалары жана учурдагы сейсмоизоляция системалары талданат. Жарандык курулуш жана архитектура жаатында «сейсмоизолятор» термини имараттарды жана курулмаларды жер титирөөнүн кесепеттеринен изоляциялоо үчүн колдонулган бардык шаймандарды билдирет.

Түйүндүү сөздөр: сейсмикалык обочолонуу, демпфер, жылма подшипник, жер титирөө, каркас системасы, кыйроо.

Землетрясение, как природное явление, которое может принести огромную энергию, обычно вызывает обрушение зданий и в последние годы принесло людям большие потери, поэтому сейсмическое проектирование тесно связано с социальной стабильностью и экономическим развитием. Каркас как основной вид строительной конструкции широко распространен в нашей повседневной жизни, поэтому сейсмостойкая конструкция рамной конструкции становится необходимой. В этой статье сначала представлено предварительное понимание этого явления землетрясения, анализируются формы повреждений каркасных конструкций, вызванных землетрясением, а затем анализируются существующих систем сейсмоизоляции. В области гражданского строительства и архитектуры под термином «сейсмоизоляторы» понимают все те устройства, которые используются для изоляции несущей конструкции зданий и сооружений от последствий землетрясения.

Ключевые слова: сейсмоизоляция, демпфер, скользящий подшипник, землетрясение, каркасная система, разрушение.

Earthquake, as a natural phenomenon that can bring enormous energy, usually causes buildings collapses and has brought great losses to human beings in recent years, so seismic design is closely related to social stability and economic development. As a basic kind of building structure, frame has been prevalent in our daily life, so the seismic resistant design of frame structure becomes essential. This paper firstly introduces a preliminary understanding of this phenomenon of earthquake, analyzes the forms of damage of frame structures caused by earthquake, and then the existing seismic isolation systems are analyzed. In the field of civil engineering and architecture, the term “seismic isolators” refers to all those devices that are used to isolate the supporting structure of buildings and structures from the effects of an earthquake.

Key words: seismic isolation, damper, sliding bearing, earthquake, frame system, destruction.

Киришүү. Жер титирөө – бул күчтүү энергияны бөлүп чыгара турган жаратылыш кубулушунун бири болуп саналат. Бул абдан кыйратуучу түрү. Натыйжалуу коргоо чаралары болбосо, ал адамдын өмүрү менен мүлктүн чоң жоготууларына алып келет. Жер титирөө өзү адамдарга анча деле коркунуч туудурбайт жана адамдар андан түздөн-түз өлүп калышы мүмкүн эмес. Бирок, ал тарабынан пайда болгон чынжыр реакциясы, мисалы, имараттын

кулашы, суу ташкыны жана өрт өлүмгө алып келиши мүмкүн. Ал эми имараттын кулашы өлүмдүн эң негизги себеби болуп саналат. Статистикалык маалыматтарга ылайык, жер титирөөдөн каза болгондордун 95% ы имараттардын урашынан болот. Ошондуктан имараттарды сейсмикалык долбоорлоо имараттарды конструкциялык долбоорлоодо негизги элемент болуп саналат. 21-кылымдан бери салттуу сейсмикалык долбоор чоң жер титирөөлөргө туруштук бере албагандыктан, салттуу сейсмикалык долбоорго салыштырганда, изилдөөчүлөр арзан баада жана көрүнүктүү эффект менен жер титирөөгө туруктуу иш-чаралардын сериясын иштеп чыгышты. Алардын ичинен эң типтүү чаралары амортизация жана сейсмикалык изоляция болуп саналат. Анткени, бул эки техниканын салттуу сейсмикалык туруктуу методдорго караганда чоң артыкчылыктары бар. Ошондуктан алар жакшы перспективага ээ жана сейсмикалык долбоорду өнүктүрүүнүн биринчи тенденциясы болуп калды. Бул эмгекте биринчи кезекте курулуштардын сейсмикалык зыяны жана сейсмикалык долбоорлоонун мааниси, ал эми андан ары конструкциялык амортизация жана сейсмикалык изоляциялоо ыкмалары киргизилет. Акырында сейсмикалык долбоорлоо перспективасы алдыга коюлган.

Каркас конструкциясынын сейсмикалык бузулушу. Каркас конструкциясы үчүн жер титирөөдө каркас конструкциясынын негизги бузулушуна мамычанын бузулушу, устундун бузулушу жана устун-мамычанын муундарынын бузулушу кирет [1].

Мамычанын бузулушу: каркас структурасында мамычанын бузулушу, балким, эң кеңири таралган жана жалпысынан устундун бузулушуна караганда көбүрөөк катталат жана андан олуттуураак. Сейсмикалык толкундар алгач тирөөчтөргө таасир тийгендиктен, мамычалар устундарга караганда бузулууга көбүрөөк дуушар болот. Мындан тышкары, устундун учундагы арматура мамычанын учуна караганда көбүрөөк болот. Бул устунга караганда мамычанын көтөрүү жөндөмдүүлүгүн азыраак кылат. Жер титирөөдө мамычанын катмарлар аралык жылышуусу чоңураак. Бул устундун алдында пластикалык шарнирлердин пайда болушуна жана күчтүү устун жана алсыз мамычанын механизминде алып келип, тирөөчтүн аягындагы бузулууларды жеңилдетет. Тирөөчтөрдүн бузулушунун негизги себеби – анын учундагы хомут жетишсиз же хомуттун диаметри кичине болгондуктан, мамычанын көтөрүү жөндөмдүүлүгү кичине. Тирөөч учуна келип түшкөн сейсмикалык зыяндын негизги көрүнүшү тирөөчтүн үстүңкү бөлүгүнүн бузулуусунун астыңкы бөлүгүнө караганда начар болушу, мамычанын үстүңкү бөлүгү менен устундун бириккен жери өзгөчө олуттуу, аягы тирөөчтө пластикалык шарнир пайда болуп, арматура ийилип кетет. Мамычанын түбүндө горизонталдуу жарака пайда болуп, бетон кулап, майдаланып, узунунан жасалган арматура бүгүлүп, **хомут** буралып калат. Башка көрүнүштөргө «ички мамычанын бузулушунан да жаман бурч мамычасынын кыйрашы» жана «кыска мамычанын талкаланышы узун мамычанын бузулушунан да катуураак» кирет. Алардын көбү жылдыруудан пайда болгон бузулуулар. Көбүнчө үстүңкү бөлүгү сынып, натыйжада кыйгач жаракалар пайда болуп, астыңкы бөлүгү чыгып кетет. Бетон тазаланып, майдаланып, темир тилкеси ачыкка чыгат. Мамычанын үстүңкү учу ылдыйкы четине караганда азыраак чектелгендиктен, мамычанын үстүңкү учу жер титирөөгө көбүрөөк дуушар болот. Ошо сыяктуу эле, бурчтук мамыча ички мамыча караганда көбүрөөк бузулган. Анткени, имараттын биринчи, эң сырткы бөлүгү экинчисине караганда азыраак кысылган. Эгерде мамыча узун болсо, анда жол кыйшаюусу чоң болот. Жер титирөөдө сол жана оң селкинчектин жылышы кыска мамычага караганда чоңураак, ошондуктан жер титирөөнүн зыяны кыска мамычага караганда азыраак болот.

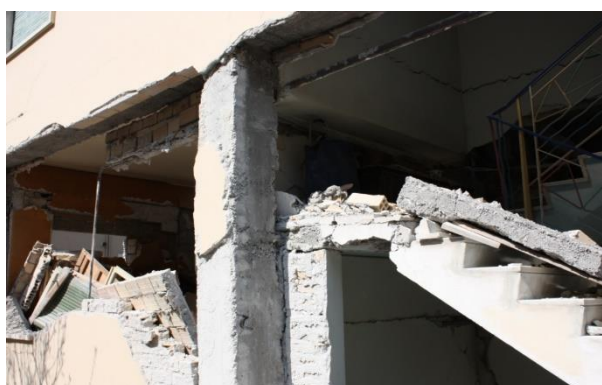


1-сүрөт. Каркас конструкциясынын сейсмикалык бузулушу

Устундун бузулушу: устундун жаракалары анын учунда пайда болот. Жер титирөөдө бетондун чыңалуу бекемдиги пайда болгон чыңалуудан азыраак болуп, жаракалардын пайда болушуна алып келет. Жер титирөө күчтүү болсо, ички арматура бошотуп, кесилиш бурчу кескин өсөт. Эгерде устундун учунда хомут жетишсиз болсо, жер титирөөдөн пайда болгон кесүү күчү жаракаларга, ал тургай сыныктарга алып келет [1].

Туташтыргычтын бузулушу: акыркысы туташтыргычтын бузулушу. Байланыш жер титирөө учурунда чоң кесүү күчүн жана басымды жаратышы мүмкүн. Кесүү күчү өтө жогору болгондо бетондун бузулушу хомуттун түшүүсүнө чейин болот, бул конструкциянын жылышына жана жантайышына алып келет [1]. Жогоруда айтылган үч негизги кыйроодон тышкары, тепкич клеткасынын, дубалдардын толтурулушундагы жана курчап турган түзүлүштүн бузулушу бар.

Тепкичтердин бузулушу: бузулуунун бир бөлүгү тепкичте, тепкичтин таянычынын бетону бузулган, полдун узунунан кеткен устундары чыгып, ал тургай сынган. Тепкичтин ортосунда чоң горизонталдуу жарака пайда болуп, тепкичтин устунунун бетону бөлүнүп кеткен. Тепкичтер бир тетик катары долбоорлонгондуктан жана жер титирөө учурунда тепкичтердин негизги конструкция менен координацияланган жылышы жана күчү бүткүл конструкциянын сейсмикалык анализинде эсепке алынбагандыктан, тепкичтин кулашы абдан кеңири таралган.



2-сүрөт. Каркас конструкциясындагы тепкичтердин сейсмикалык бузулушу

Толтуруучу дубалдын жана тосмо кабыгынын бузулушу: ири бузулуу негизинен кабыктын жана толтуруучу дубалдын түзүлүшүндө болот. Бузулуулардын негизги түрлөрү - мамычанын периметри боюнча дубалдын бетиндеги жаракалар, терезелердин ортосундагы дубалдагы кыйгач же туурасынан кеткен жаракалар жана терезенин астындагы дубалдагы горизонталдуу жаракалар, андан да олуттуу бузулуу бул дубалдын бир бөлүгүнүн талкаланышы [1]. Каркас конструкциясынын ичи дубал жана тосмолор менен толтурулган

жана бул конструкция каркас конструкциясынын сейсмикалык туруктуулугунун негизги фактору болуп саналат. Ошондуктан, толтуруу дубалы структуралык полдун кесүү бөлүштүрүлүшүн өзгөртөт жана горизонталдуу кесүү күчүнүн көпчүлүк бөлүгүн көтөрөт. Ошону менен негизги каркас түзүмүнүн горизонталдуу кесүү күчү азаят жана негизги түзүлүшкө зыяны азаят. Мындан тышкары, толтурулган дубалдын катуулугу өтө жогору. Бул каркас түзүмүнүн горизонталдык деформациясын азайтат, катмардын жылышын жана тартылуу эффектисин азайтат. Толтуруучу дубалдын жана имараттын конвертинин болушуна байланыштуу «күчтүү мамыча жана алсыз устун» эрежеси боюнча конструкциялык бузулуулар сейрек кездешет. Экинчи жагынан, каркас конструкциясы ийкемдүү жана толтуруучу дубал катуу болгондуктан, жер титирөө учурунда эки конструкциянын деформациясы туруктуу эмес. Ал эми кошулган жерде эффективдүү бириктирүү жок болсо, дубалдын кыйрашына жана бузулушуна алып келет.

Макроскопиялык жактан алганда, каркастын төмөнкү бөлүгү жер титирөөдөн азыраак зыян тарткан. Бирок, бир аз тартылуу эффектиси пайда болгон. Бирок, имараттын жогорку катмары, адатта, чыгып турат. Бетон жаракалары жана негизги структура менен бетондун ортосунда горизонталдык жарака пайда болот. Имараттын негизги бөлүгүнө салыштырмалуу сыртка чыгып турган бөлүгүнүн кичинекей массасы жана катуулугунан улам, жер титирөө учурунда ылдамдануу жана жылдыруу чоңураак болот. Натыйжада тартылуу эффектиси пайда болот [2].

Сейсмикалык окуялар учурундагы жер титирөөлөрдөн келип чыккан зыянды байкоодо, толтуруу дубалдардын болушу темир-бетон каркас имараттарынын жүрүм-турумуна олуттуу таасирин тийгизерин көрсөтүп турат. Толтуруу дубалдары, адатта, структуралык эмес элементтер деп эсептелет, ошондуктан алардын сейсмикалык реакциясынын таасирин ачык эске алышпайт, бирок көпчүлүк учурда бул салымды четке кагуу туура эмес болуп калат. Кыргызстанда кыш менен толтурулган дубалдары бар каркас системасын долбоорлоо кеңири колдонулган конструкциялык чечим болуп санала [3].

Сейсмикалык долбоорлоо

Сейсмикалык долбоор. Сейсмикалык долбоорго сереп - бул жер титирөөдө курулуш структурасынын экономикалык жана коопсуздук талаптарына жооп берген долбоордун бир түрү. Жер титирөөнүн кесепеттерине каршы туруунун же алсыратуунун биринчи жолу - сейсмикалык долбоорлоо коддору деп аталган имараттарды долбоорлоо үчүн коддорду колдонуу.

Соккуларды сиңирүү. Жер титирөө - бул энергияны бөлүп чыгаруучу табигый кубулуш. Имараттардын бузулушу жер титирөөдөн бөлүнгөн энергиянын имараттарга тийгизген таасиринин натыйжасы болуп саналат. Азыркы учурда имараттарга жер титирөөдөн келтирилген зыянды азайтуу боюнча чаралар имараттарга амортизациялык конструкцияларды кошууну камтыйт. Амортизация деп имараттарга жогорку деформациялык кубаттуулуктагы кээ бир энергияны таратуучу компоненттерди, мисалы, (титирөөч, жылышуу дубалы, туташтыргыч ж.б.) орнотуу же толуктоо же конструкциялардын айрым бөлүктөрүнө орнотуу, мисалы, аралык катмар, туташуу ж. б. жер титирөө болгондо, эпицентрден имаратка берилген энергия сейсмикалык энергияны керектөө үчүн жылуулук энергиясына айландырылышы мүмкүн. Ошону менен курулуштан келип чыккан жоопту азайтат. Кичинекей жер титирөө болгон учурда, амортизаторлор имараттын жалпы катуулугун жогорулатышы мүмкүн. Ал эми имарат өзү ийкемдүү бойдон калат. Чоң баллдык жер титирөө болгондо конструкция ийкемсиз болгонго чейин энергияны таратуучу түзүлүштүн каптал деформациясы негизги структуранын ийкемсиздигин алдын алат. Амортизаторлор адатта демпферлерден турат. Учурда амортизаторлордун эки негизги түрү бар:

Жылышуу демпфери: жылышуу демпферинин таасири негизинен жер титирөөдө имараттардын жылышына байланыштуу. Жылышуу канчалык көп болсо, эффект ошончолук жакшы болот. Бул демпферге адатта металл демпфер жана сүрүлүү демпфер кирет. Металл демпфер өз материалынын эластопластикалуулугунан улам энергияны керектей алат.

Натыйжалар металл демпфердин чоң демпфингте, кичине жылышууга жана туруктуу энергия бөлүнүшүнө ээ экенин көрсөттү. Каркас структурасында кабаттын бузулушун азайтып, дубал менен устундун ортосундагы зыянды азайтууга болот. Бул устундардын, мамычалардын жана муундардын бузулуу коркунучун жана жер титирөөнүн титирөө эффектисин натыйжалуу азайта алат. Бирок, мындай демпфердин кирешелүүлүгүн жөнгө салуу мүмкүн эмес жана орнотулгандан кийин өзгөртүү мүмкүн эмес. Бул демпферди ар кандай жер титирөөлөргө көнө албай калат. Сүрүлүү демпфери сүрүлүү энергиясын салыштырмалуу кыймылдуу эки компонент аркылуу таркатуу үчүн колдонулат. Жер титирөө болгондо, демпфер структуранын катуулугун жогорулатып, өзүн-өзү дирилдөө мезгилин кыскартып, катмардын жылышы сыяктуу структуралык реакцияны азайтышы мүмкүн. Фрикциялык демпфер, ошондой эле металл демпфер, ар кандай жер титирөөлөрдө энергияны бөлүштүрүү талаптарын канааттандыра албайт. Жылышуучу демпферлерди жасоонун оңойлугу жана билинер-билинбес гистерезис көрсөткүчтөрү менен жогорку натыйжалуу энергияны чачыратуу менен алар туруктуу жана жогорку экономикага ээ [4].

Ылдамдык демпферлери: ылдамдык демпферлери демпфинг жана салыштырмалуу кыймыл функционалдык байланышты билдирет. Иштөө принциби поршендин кыймылына окшош. Анткени, алар поршендин алдыңкы жана арткы бөлүктөрүнүн ортосундагы басымдын айырмасы суюктукту тешиктен өткөрүп, демпфердик күчтү жаратат. Алардын амортизация жөндөмү ылдамдыкка пропорционалдуу, деформация канчалык тез болсо, демпфердик күч ошончолук көп болот. Демек, жалпы демпфердик эффект ошончолук жакшы болот. Ылдамдык демпферлерине негизинен илешкек демпферлер жана вискоэластикалык демпферлер кирет. Алардын ичинен илешкектүү демпферлер суюктуктун кинетикалык энергиясын энергияны керектөө үчүн илешкектүү суюктуктун тешикчелери аркылуу жылуулук энергиясына айландыруучу түзүлүштөр. Илешкектүүлүк амортизаторлорундагы суюктуктун түрү алардын шок абалына таасир этиши мүмкүн. Суюктуктун илешкектүүлүгү канчалык жогору болсо, натыйжасы ошончолук жакшы болот. Кадимки суюктук чөйрөсүнө гидравликалык май, силикон майы жана башкалар кирет. Мындан тышкары, демпфердин бул түрүнө дүүлүгүү жыштыгы, тышкы температура жана салыштырмалуу ылдамдык таасир этет. Офсеттик демпферлерге салыштырмалуу, демпфердин бул түрү ар кандай чоңдуктагы жер титирөөлөргө ыңгайлашып, структуралардын иштөө мөөнөтүн өзгөртпөстөн конструкциялардын демпфингин жогорулатат. Катмарлардын жылышын, кабаттар аралык жылышты (дрейфти) жана сейсмикалык жүктөмдөрдүн таасири астында базанын жылышын азайтат. Вискоэластикалык демпферлер кремний сыяктуу ийкемдүү жана илешкектүү касиеттерге ээ болгон кээ бир жогорку молекулалуу полимерлерди энергияны таркатуучу материал катары колдонгон энергияны таркатуучу түзүлүштөрдү билдирет. Мындай илешкектүү материалдар, адатта, термелүүчү компоненттерге түздөн-түз бекитилет же эки компонентке салыштырмалуу кыймылынан энергияны таркатуу үчүн эки компоненттин ортосуна орнотулат [4].



3-сүрөт. Илешкек демпфер

Амортизация жер титирөөдө конструкциянын деформациясын кыйла азайтат. Ошону менен структуралык эмес компоненттер жер титирөөдө катастрофалык түрдө бузулбоосун камсыздайт. Мындай сейсмикалык долбоор менен структурадагы жүк көтөрүүчү түзүлүш жер титирөөдөн пайда болгон энергияны тез сарптап, негизги структураны бузулуудан коргой алат.

Сейсмикалык обочолонуу (изоляция). Азыркы учурда, сейсмоизоляция абдан популярдуу сейсмикалык курулуш болуп саналат. Жер титирөө учурунда үстүнкү структура, анын ичинде мамычалар, устундар жана дубалдар чоң жылышууга дуушар болот. Сейсмоизоляция, фундаментке же ортоңку катмарга изоляциялоочу шаймандардан (подшипниктерден, демпферлерден) турган изоляциялоочу катмарды кошуу менен жер титирөөдөн имаратка берилген энергияны алсыратуу жана чачыратуу жана үстүнкү структуранын табигый термелүү мезгилин узартуу үчүн сейсмикалык толкундардын таралышын тосуу үчүн изоляциялоочу түзүлүштөрдү колдонот. Акыр-аягы, жер титирөө учурунда кошумча реакцияны азайтат. Изоляцияланган конструкциялар амортизациялык конструкцияларга караганда имараттын жер титирөө реакциясын алсыратууга көбүрөөк жөндөмдүү. Статистикалык маалыматтарга ылайык 2011-жылы Тынч океанынын Тохоку жээгиндеги жер титирөөдө адамдардын 5% гана имараттардын кыйрашынан улам каза болуп, бардык обочолонгон имараттардын үстүнкү түзүлүштөрү негизинен бүтүн бойдон калган. Ошондой эле изоляцияланган имараттардын 15% гана сейсмоизоляциялык түзүлүштөр бузулган. Андан тышкары жылуулочу структуранын сейсмикалык реакциясы салттуу сейсмикалык долбоорго караганда 67-84% га аз. Ошондуктан сейсмоизоляция азыркы учурда сейсмикалык долбоордун негизги долбоору болуп калды. Мындан тышкары сейсмоизоляцияланган курулуш амортизаторлор менен орнотулган конструкцияларга салыштырмалуу бир топко үнөмдүү жана практикалык. Учурда, өнүккөн өлкөлөрдө, имараттарында негизинен темир-бетон конструкциялары жана сейсмоизоляция кеңири колдонулат. Илимдин жана коомдун өнүгүшүнүн аркасында учурда резина подшипниктердин түрлөрү ар түрдүү. Сейсмоизоляциялык аппараттар негизинен үч категорияга бөлүнөт:

Ламинатталган болоттон жасалган резина подшипниги: бул сейсмоизоляцияда эң көп колдонулган подшипник. Негизинен резина жана көп катмарлуу болот плиталардан турат. Жука болот табак резина катмарларынын ортосунда кысылып, үстүнкү структуранын иштөө мөөнөтүн узартат жана бүт структуранын вертикалдуу катуулугун жогорулатуу үчүн белгилүү бир демпфингди камсыз кылат. Бул горизонталдык сейсмикалык таасирлерди азайтып гана тим болбостон, кошумча түзүлүштөгү вертикалдык жүктү көтөрө алат. Мындан тышкары, подшипниктин ичи каптал катуулугун жогорулатуу жана жумшартуу функциясын аткарган коргошун өзөгү менен жабдылган [5]. Механикалык касиеттери боюнча, изоляциялоочу резина подшипниги ошол эле кесилиши бар темир бетон мамычасына барабар жогорку кысуу көрсөткүчүнө ээ. Ал эми чыңалуу көрсөткүчү кысуу көрсөткүчтөрүнүн ондон бир бөлүгүн гана түзөт. Туруктуулугу жагынан алганда, подшипниктин бышыктыгы резина материалдарынан көз каранды жана атайын иштетилген резина материалдарын колдонуу анын туруктуулугун бир топ жакшыртат. Бирок, тирөөчтүн бул түрү тик жер титирөөдө демпфердик эффектти камсыз кыла албайт жана узак табигый мезгили бар имараттар үчүн резонанс коркунучу бар. Андыктан мындай тирөөч аз кабаттуу имараттар үчүн жакшы натыйжа берет.

Сейсмикалык изоляторлорду фундаменттердин жана анын үстүндөгү курулмалардын ортосуна коюу менен жер титирөөнүн жыштыктары конструкциянын үстүндөгүлөрдөн бөлүнөт жана ошону менен резонанстык кубулуштардын пайда болушуна бөгөт коюлат. Бул натыйжаны алуу үчүн изоляцияланган конструкция 2,0 – 2,5 секунддан ашык негизги мезгилге жана ошол эле изоляцияланбаган конструкциянын мезгилинен кеминде үч эсе көп боло тургандай долбоорлонууга тийиш. Ошентип, обочолонгон түзүлүш жер титирөө учурунда өзүн дээрлик катуу бир дене сыяктуу алып жүрөт, ал жер титирөөсүнө карата

кыймылсыз калууга ыктайт. Фундаменталдык мезгилдин көбөйүшүнө байланыштуу горизонталдык күчтөрдүн азайышынан тышкары, эгерде изоляция түзүлүшү да жогорку салыштырмалуу демпфердик маанилер менен мүнөздөлсө, күчтөрдүн андан ары азайышы да мүмкүн [6].



4-сүрөт. Ламинатталган резина подшипник

Спираль жана пружиналуу подшипник: подшипниктин бул түрү негизинен спираль пружиналардан турат. Металл пружина тоголок подшипник катары иштейт жана белгилүү бир жылышууга жана жылышуу күчүнө туруштук бере алат. Бирок, анын вертикалдык катуулугу төмөн. Туурасынан кеткен катуулугу жана демпфери төмөн болгондуктан, катуу жер титирөөлөрдө анын иштеши анчалык деле жакшы эмес. Ошондуктан аны демпферлер менен колдонуу керек [5].



5-сүрөт. Жылма подшипник

Жылма жана айланма подшипник: жылма жана айланма подшипник – бул жогорку структураны бир бүтүн катары кабыл алган жана сейсмоизоляция катмарына өтө аз сүрүлүү коэффициенти бар жылма материалды орнотуучу түзүлүш. Ал үстүнкү структура менен төмөнкү структуранын ортосунда салыштырмалуу жылышуу аркылуу сүрүлүүнү пайда кылат жана жер титирөөдө берилүүчү энергияны өзгөртөт. Жер титирөөнүн кесепеттерин натыйжалуу азайтуу үчүн жылуулук энергиясына айландырылат [5]. Анын динамикалык мүнөздөмөсү - бүт системанын табигый мезгили тайгаланууга чейинки структуралык мезгилге дал келет. Изоляциялоочу катмардын катуулугу кичине болуп калат. Ал эми бүт системанын табигый мезгили тайгалангандан кийин чоң болуп калат. Ошентип, жылма жана айланма подшипник көпчүлүк жер титирөөлөрдөн келип чыккан резонанстык эффекттен качат. Эреже катары жылма жана айланма подшипникке графит жаздык жең подшипник, кум жаздык жең подшипник жана башкалар кирет. Колдоонун бул түрү жер титирөө учурунда

үстүңкү структуранын бардык жүгүн көтөрүшү керек болгондуктан, үстүңкү жүк өтө чоң болсо, бул энергияны таркатуунун натыйжалуулугуна таасирин тийгизет. Ал ошондой эле өзүн-өзү жөнгө сала албайт. Ошондуктан изилдөөчүлөр сүрүлүү маятник системасы сыяктуу өзүнөн өзү төгүлө турган жылма жана айланма системаны иштеп чыгышкан [5]. Ошондой эле, сүрүлүү слайдери жылуулук энергиясын өндүрүү үчүн слайд бетине тийгенде өзүнүн тартылуу күчүнө жана сүрүлүүсүнө таянат. Ошону менен сейсмикалык реакцияны азайтуу үчүн энергияны сарптайт.

Корутунду. Жер титирөө 21-кылымдан баштап, көп энергия алып келе турган жана кыйратуучу күчкө ээ болгон табигый кубулуш катары адамзат коомунун өнүгүшүн дагы деле коштоп жүрөт. Экономика жана илим өнүккөн сайын сейсмикалык чаралар барган сайын алдыга жылдырылууда. Алардын ичинен эң натыйжалуу эки ыкма амортизация жана сейсмикалык обочолонуу (изоляция) болуп саналат. Алар күтүлбөгөн жерден жер титирөөдө эсептелген интенсивдүүлүктөн жогору. Сейсмоизоляцияга салыштырмалуу амортизацияны сейсмикалык гана эмес, шамалга да туруктуу колдонуунун кеңири спектринде колдонсо болот. Сейсмоизоляцияга келсек, ал үнөмдүү, жөнөкөй түзүлүшү жана сейсмикалык туруктуулугун жакшыртат. Бул эки ыкма бири-бирин толук алмаштыра албайт, бирок, бири-бирин толуктап турган мамилени түзөт. Сейсмоизоляциянын жана амортизациянын тарыхында Америка Кошмо Штаттары жана Япония аларды колдонууда алдыңкы орундарды ээлешкен. Сейсмикалык туруктуулукка олуттуу таасир тийгизгендиктен, курулушка жана техникалык тейлөөгө каражаттар кыйыр түрдө кыскартылат. Сейсмоизоляция жана амортизация адамдардын жашоосунун коопсуздугун камсыз кылат жана коомго салым кошот. Ошондуктан алардын келечеги чоң. Кыргыз мамлекети социалдык экономиканы өнүктүрүү, бекем негиз түзүү үчүн сейсмоизоляция сыяктуу жогорку эффективдүү сейсмикалык ыкмаларды катуу иштеп чыгышы керек.

Адабияттар тизмеси

1. Ding Hairui, Kai Jun, Seismic Damage Analysis of Frame Structures. Urban Construction Theory Research (Electronic Edition), 2013, (15) 1-3.
2. Earthquake damage investigation group of Tsinghua University, Southwest Jiaotong University, Beijing Jiaotong University, Analysis on Building Damage in Wenchuan Earthquake. Chinese Civil Engineering Society, The Architecture Society of China, Chinese Academy of Engineering, Beijing: Symposium on Building Damage Analysis and Reconstruction of Wenchuan Earthquake, 2010-03-12:38-50.
3. Энсебеков, А.Э. «Влияние наружных стен на жесткость каркаса зданий» Вестник международной ассоциации экспертов по сейсмостойкому строительству / А.Э.Энсебеков // МАЭСС. – Бишкек: 2022. - №2(14). - С.82-86.
4. Wen Long, Research Progress on Shock Absorption Technique of Building Structures and Dampers. Journal of Southwest University for Nationalities (Natural Science Edition), 2020,46 (4):423-432.
5. Tian Wenbin, Seismic Base Isolation and Shock Absorption Technique of Buildings. Journal of Electric Power, 2002, 17 (4):265-267, 271.
6. Энсебеков, А.Э. Изучение системы базовой изоляции зданий и сооружений [Текст] / А.Э. Энсебеков, Т.Ж. Исиев // Вестник науки и инновационные технологии, – Бишкек: МУИТ, 2020. - №1(14). - С.253-263.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

УДК 625.85

А.А.Абдыкалыков¹, А.Б.Курбанбаев¹, И.И.Касимов²

¹И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

²Ташкент архитектура курулуш университети, Ташкент, Ўзбекстан

¹КГТУ имени И.Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

²Ташкентский архитектурно строительный университет, Ташкент, Узбекистан

A.A.Abdykalykov¹, A.B.Kurbanbaev¹, I.I.Kasimov²

¹Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic

²Tashkent University of Architecture and Civil Engineering, Tashkent, Uzbekistan

e-mail: alai.68@mail.ru

КОМПЛЕКСНОЕ ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ СТРУКТУРООБРАЗУЮЩИХ И ПОЛИМЕРНЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ДОРОЖНЫХ БИТУМОВ

ЖОЛ БИТУМУНУН КАСИЕТТЕРИНЕ ПОЛИМЕР КОШУЛМАЛАРЫНЫН КОМПЛЕКСТТИК ТААСИРЛЕРИ ЖАНА БЕТТИК-АКТИВДҮҮ СТРУКТУРАСЫНЫН ТҮЗҮЛҮШҮ

COMPLEX INFLUENCE OF SURFACE-ACTIVE STRUCTURE-FORMING AND POLYMER ADDITIVES ON THE PROPERTIES OF ROAD BITUMEN

Макалада СБС «Кратон D1101» органикалык бириктиргичтери менен модификацияланган аз илешектүү битумдун адгезиялык жана когезиялык касиеттерине «СП-ОЭП» структура түзүүчү беттик-активдүү заттардын комплекстүү таасири изилденген. «СП-ОЭП» структурасын түзүүчү кошумча беттик-активдүү заттын курамынын көбөйүшү менен битум аралашмасынын адгезиялык жана когезиялык касиеттери бир топ жакшыра тургандыгы көрсөтүлгөн. Эң эффективдүү болуп СБС полимери «Кратон D1101» жана беттик-активдүү зат «СП-ОЭП» менен айкалыштырылган.

Түйүндүү сөздөр: асфальтбетон, жол жана чатыр битумунун аралашмалары, модификация, структура түзүүчү кошумчалар, полимер, беттик-активдүү заттар (беттик- активдүү заттар), когезия, адгезия.

В статье изучено комплексное влияние структурообразующих поверхностно-активных веществ (ПАВ) «СП-ОЭП» на адгезионные и когезионные свойства маловязких битумов, модифицированных органическими связующими СБС «Кратон D1101». Показано, что с повышением содержания структурообразующей добавки ПАВ «СП-ОЭП» существенно улучшаются адгезионные и когезионные свойства битумной смеси. Наиболее эффективным является комплексное применение полимера СБС «Кратон D1101» и ПАВ «СП-ОЭП».

Ключевые слова: асфальтобетон, дорожные и кровельные битумные смеси, модификация, структурообразующая добавка, полимер, ПАВ (поверхностно-активные вещества) когезия, адгезия.

The article studies the complex influence of structure-forming surfactants (surfactants) "SP-OEP" on the adhesive and cohesive properties of low-viscosity bitumens modified with organic binders SBS "Kraton D1101". It has been shown that with an increase in the content of the structure-forming additive surfactant "SP-OEP", the adhesive and cohesive properties of the

bitumen mixture significantly improve. The most effective is the combined use of SBS polymer "Kraton D1101" and surfactant "SP-OEP".

Key words: asphalt concrete, road and roofing bitumens, modification, structure-forming additive, polymer, surfactants (surfactants), cohesion, adhesion.

Традиционные ПАВ (поверхностно-активные вещества), применяемые в асфальтобетонных смесях, в основном повышают водо- и морозостойкость асфальтобетонов, их эффективность связана с адгезией битума с поверхностью минеральных материалов.

В процессе адгезии происходит диффузия молекул битума через поверхность минеральных наполнителей из горных пород. Этот процесс в основном зависит от активности и условий взаимодействия компонентов битумной смеси, а также от колебания температуры и технологии перемешивания.

Модификация битумной смеси ПАВ, органическими связующими-полимерами и структурообразующими добавками позволяет повысить долговечность, устойчивость к пластическим деформациям, трещинообразованию и сдвигу асфальтобетонных покрытий. При этом эффективность применения органических связующих, ПАВ и структурообразующих добавок, зависит от оптимального выбора вида, качества и содержания добавок. Большое научно-практическое значение представляет собой изучение вопроса для модификации битумов комплексного применения полимеров и структурообразующих добавок обладающими свойствами ПАВ [1,2,10].

Было исследовано влияние на адгезионную и когезионную прочность битума БНД 200/300 из Киришеского нефтеперерабатывающего завода "Россия". Характеристики согласно EN 12591:2009 близки к дорожному битуму 160/220. Пенетрация при 25°C EN 1426 0.1 мм 215, температура размягчения EN 1427 °C 38, температура хрупкости по Фраасу EN 12593 °C -23, температура вспышки EN ISO 2592 °C 229. Полимер-органическое связующее термоэластопласт типа стирол-бутадиен-стирол (СБС) марки «Кратон Д1101» - основная марка СБС для дорожных покрытий, с содержанием полистирола 31%. Блоксополимеры торговой марки Kraton Polymers признаны весьма высоким уровнем стандарта в дорожной отрасли. Структурообразующая добавка ПАВ анионного типа «СП-ОЭП» - сульфопроduct на основе вторичного сырья электродной промышленности, получаемый пиролиза каменно-угольного пека. Это – вязко-текучее вещество, растворяется в ацетоне, толуоле, содержащее в основном ароматические полициклические углеводороды (нафталин, антрацен, фенантрен), с алифатическими группами и частично гетероциклическими: азотом, серой, кислородсодержащими соединениями. Его получают сульфированием летучих продуктов пиролиза каменно-угольного пека с последующей нейтрализацией аммиаком. Поверхностно-активные вещества «СП-ОЭП» имеет молекулярную массу 210-330 а. е. м., разлагается при +260°C.

Применялись молотые порошки наполнители из природного камня, основного (известняк, мрамор) и кислого (гранит, кварц) составов.

Адгезию битума с заполнителей и наполнителей различной природы определяли согласно ГОСТ EN 13614-2013 Битумы и битуминозные вяжущие.

Определение адгезии методом погружения в воду, долевые содержания красителя определяли с помощью фотоколориметра ФЭК – 56 с точностью характеризуемой с отклонением в пределах 0,5 %.

Влияние поверхностно-активных вещества «СП-ОЭП» на адгезионную прочность битумной смеси БНД 200/300 с минеральными наполнителями из природного камня различной природы показаны на рисунке 1. Из рисунка 1 видно что, влияние природы минерального наполнителя и его типа на адгезию битумной смеси, модифицированного с поверхностно-активным веществом, оказалось весьма существенным. С повышением количества добавки влияние адгезии битумной смеси к минеральным наполнителям увеличивается, однако оптимальное количества добавки целесообразно определить при подборе состава асфальтобетонной смеси. Битумная смесь с добавкой анионного ПАВ «СП-

ОЭП», по-видимому, вступает во взаимодействие с известняком с образованием химической связи [3].

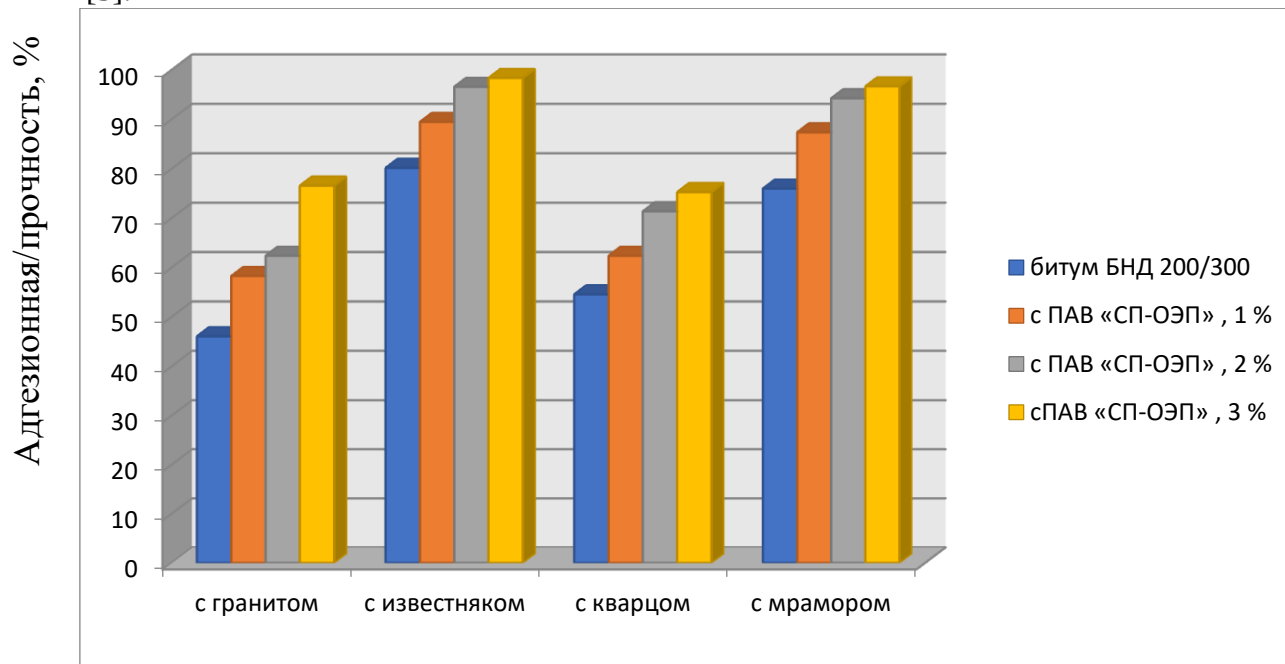


Рисунок 1 - Адгезионная прочность (сцепления) битумной смеси БНД-200/300 на стандартных образцах с наполнителями из гранита, известняка, кварца и мрамора в зависимости от содержания поверхностно-активных веществ (ПАВ) «СП-ОЭП»

Как известно, поверхность наполнителя гранита является более плотной и с меньшим содержанием пор, что мешает полному покрытию поверхности пленкой битумной смеси и влияет на уменьшении адгезии. Такая зависимость наблюдается при использовании кварцевого песка, в меньшей степени проявляется с мрамором и известняком. При использовании поверхностно-активных вещества «СП-ОЭП» лучшие результаты наблюдается у основных горных пород, так как это явление так же связано с уменьшением поверхностного натяжения и краевого угла смачивания битумной смеси, модифицированного органическим связующим СБС «Кратон Д1101». Результаты проведенного исследования находятся в определенном согласии с данными [1].

Когезионную прочность изучали по нашей разработанной методике косвенно характеризующих поведение битумной смеси в естественных условиях на испытательной машине МИИ – 100. Формовались 2 образца размером 4х4х8 см из мрамора и гранита склеивали по длине битумной смесью, получая размеры 4х4х16 см. В зависимости от массы клеящего битумной смеси варьировали толщину из битумной смеси с использованием формулы:

$$\delta = \frac{m}{S \gamma_6}$$

где S - площадь склеивания; m - масса битумной смеси; γ_6 - плотность битумной смеси.

Природа поверхности каменного наполнителя из горных пород и его температура существенно влияют на когезионную прочность битумной смеси, поэтому испытания проводили на образцах асфальтобетонной смесью, относящихся к кислым (гранит) и основным (мрамор) горным породам. Применяемые минеральные наполнители в асфальтобетонных смесях различаются как по природе, так и по размерам частиц наполнителя, что предопределяет разность адгезионной и когезионной прочности. При этом немаловажную роль играет тонкий слой битумной смеси, находящийся в контактной зоне между частицами наполнителей из горных пород.

Для определения оптимального количества битумной смеси в контактной зоне испытания осуществлялись при различной толщине пленки битумной смеси, что представляет большой интерес с точки зрения экспериментально-теоретического исследования процесса структурообразования асфальтобетонных и кровельных битумных покрытий с наполнителями из горных пород. В процессе испытаний установлено увлечения когезионной прочности модифицированной битумной смесью к каменным материалам. Для обеспечения оптимальной прочности содержания поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» испытывались стандартные образцы, модифицированные с 2,0 % органическим связующим СБС «Кратон Д1101» в битумной смеси марки БНД 200/300 [4,9]. В экспериментальном исследовании нагрузки прилагались с постоянной скоростью, предельная нагрузка, при котором происходил разрыв при изгибе образца, что характеризовало когезионную прочность битумной смеси. При этом оптимальная толщины пленки из битумной смеси была от 9 до 18 мкм. С уменьшением толщины слоя модифицированной битумной смеси происходит разрушение структуры, связанное с нехваткой связующего в контактной зоне. Проведенная исследования показали, что анионактивное поверхностно-активные вещества «СП-ОЭП» оказывает существенные влияние на когезионную прочность и структурообразование вяжущего, модифицированного с 2,0 % органическим связующим СБС «Кратон Д1101».

В исследованиях использовались битумная смесь с низкой вязкостью марки БНД 200/300 с низкой когезионной прочностью, условия испытания образцов ранее были ограничены температурой 20 °С. Применение структурообразующих поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» значительно повышает вязкость битумной смеси, что даёт возможность проводить дальнейшего исследования образцов из битумной смеси при температуре 50 °С.

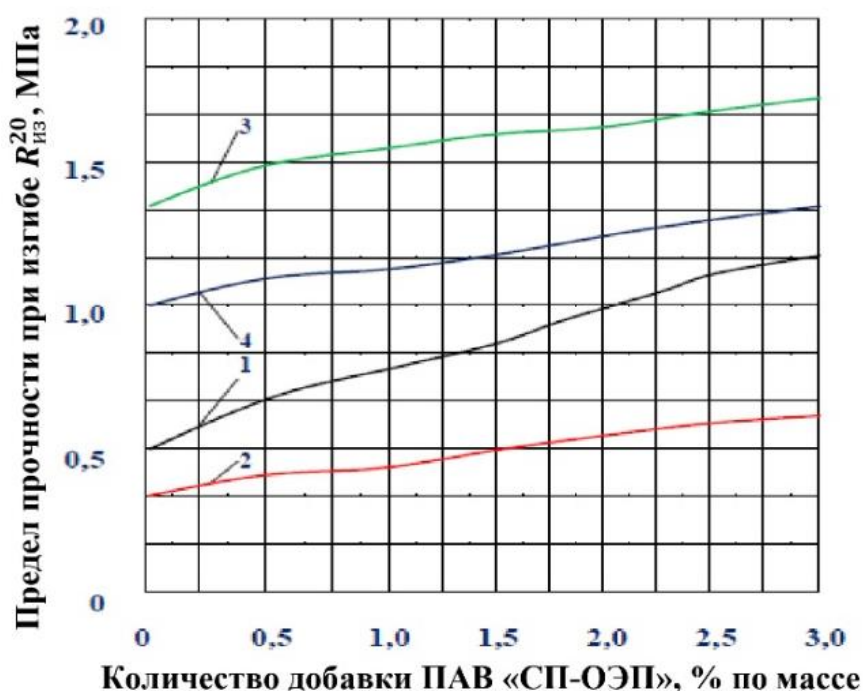


Рисунок 2 - Показатель когезионной прочности битумов БНД 200/300 при температуре 20°С на образцах из 1- мрамора, 2-гранита и с 2.0% полимером СБС “Кратон Д1101” 3 – мрамора, 4 – гранита, от содержания добавки ПАВ “СП-ОЭП”.

Результаты (Рисунок 2) испытаний показывают существенное увлечение когезионной прочности с использованием поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» на основе связующего, модифицированного с 2,0 % полимером СБС «Кратон Д1101», особенно у образцов из основной горной породы (мрамора), что, по-видимому, объясняется

хемосорбцией модифицированной битумной смеси с минеральными наполнителями основной горной породы.

Влияние органических связующих и структурообразующей добавки ПАВ на, смачивание и растекание битумной смеси по поверхности наполнителей из горной породы имеет определенное значение, так как битумная смесь может покрывать поверхность наполнителей тонкой пленкой или остается на ней в форме линзы.

От размера частиц и соотношения свободных поверхностных энергий твердого тела и жидкости зависит полнота и скорость смачивания. Понижением поверхностного натяжения и угла смачиваемости способствует более полному покрытию, адсорбции битумной смеси поверхностями наполнителей из горных пород и улучшению качества асфальтобетона. По видимому это связано по с взаимодействием электростатических и капиллярных сил битумной смеси с поверхностно-активных веществ, которые, смачивая поверхность наполнителей и заполнителей, заполняют его поры и трещины. Мономолекулярный слой поверхностно-активных вещества, взаимодействуя с зернами из горных пород, улучшает смачиваемость битумной смеси, а его взаимодействие с активными центрами заполнителя и наполнителя улучшает процесс структурообразования битумной смеси [5].

Использование в качестве критериев, наряду с вязкостью битумной смеси, значения краевого угла смачивания и поверхностного натяжения, позволяет более объективно определить значение адгезионной и когезионной прочности битумной смеси с добавкой поверхностно-активных вещества «СП-ОЭП», поскольку в этом случае объективно учитываются особенности поверхностных явлений и свойств вяжущих и наполнителей и заполнителей из горных пород [6].

Использование поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» значительно влияет на эксплуатационно-технические свойства и консистенцию битумной смеси, модифицированного органическими связующими СБС «Кратон Д1101». Модификация битумной смеси органическим связующим повышает температуру смачивания на 30 - 33 °С, а дополнительное введение поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» понижает температуру на 27 - 35 °С. Благодаря добавке ПАВ «СП-ОЭП» температура смачивания приближается к исходной смеси битума. Механизм взаимодействия поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» заключается в том, что добавка способствует снижению энергоемкости технологических процессов получения модифицированной битумной смеси.

Применение низковязкой битумной смеси улучшает смачивание, но ухудшает адгезию. Совместное введение органических связующих и поверхностно-активных веществ усиливает сцепление битумной смеси. На первом этапе повышение сцепления наблюдается с увеличением количества органических связующих в битумной смеси, однако с повышением содержания связующих в битумной смеси незначительное влияние на сцепление оказывает поверхностно-активных вещества «СП-ОЭП». Учитывая структурообразующее действие добавки ПАВ «СП-ОЭП» необходимо установить оптимальное соотношение добавки, особенно при комплексном её использовании с органическими связующими.

Из рисунка 2 видно, что при использовании поверхностно-активных вещества (ПАВ) «СП-ОЭП» максимум активности по отношению к битумной смеси смещается в область их большой концентрации. Это явление способствует модификации битумной смеси с малым содержанием дорогостоящего органического связующего.

При исследовании структурообразующей добавки ПАВ «СП-ОЭП» на компонентный состав маловязкого битума [7] показано, что введение добавки приводит к образованию вновь образующихся асфальтенов. Добавка 1,0 % поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП», приводит к значительному увеличению содержания органических связующих до 22,0 %, дальнейшее повышение концентрации добавок до 4,0 % приводит к незначительному увеличению, которое составляет 5,0-7,4 %. При добавлении 1,0 % ПАВ «СП-ОЭП» количество спирто-толуольных связующих снижается на 13,0 % и дальнейшее повышение количества добавки до 4,0 % приводит и снижается до 36,0 %. Введении добавки не значительно (4,5 – 5,4 %) уменьшает количество, парафино-нафтеновых,

бициклоароматических и моноцикло-ароматических связующих на 15,3 % по сравнению с исходной смеси битума. Можно предположить, что при взаимодействии структурообразующих поверхностно-активных вещества «СП-ОЭП» с битумной смесью происходит перестройка надмолекулярной его структуры, которая сопровождается резким изменением физико-химических свойств битумной смеси. При этом практически не изменяется количества масляной части смеси битумов, но снижение количества органических связующих показывает об активном взаимодействии добавки именно с органическими смолами, при этом образуется структура из асфальтенов. Окисленная битумная смесь содержит меньше масел, больше смол, асфальтенов и является менее активным по сравнению с битумной смесью, который имеет в своём составе добавку ПАВ «СП-ОЭП». Битумная смесь с добавкой ПАВ «СП-ОЭП» обладает более высокой вязкостью при низкой температуре и вязкоупругими свойствами при высокой температуре. Таким образом, комплексное использование органического связующего СБС «Кратон Д1101» и поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» положительно влияя на свойства и структуру битумной смеси, образуют дополнительные надмолекулярные образования, аналитически определяемые как асфальтены, исследование наши были запатентованы [7].

Эффективность полимеров в отношении повышения деформативности асфальтобетона выше [4], а добавки поверхностно-активных веществ улучшают адгезионные и когезионные свойства битумов [3]. Из проведенного экспериментально-теоретического исследования, можно сделать вывод, что битумная смесь с добавкой ПАВ «СП-ОЭП» обладает высокой когезионной и адгезионной прочностью. Следовательно, способствуют повышению водо- и морозостойкости асфальтобетонных покрытий. Совместное использование органического связующего СБС «Кратон Д1101» и добавки «СП-ОЭП» в битумной смеси приводит к синергии индивидуальных эффектов от каждой добавки и значительному улучшению деформативных свойств, повышению водо-, морозо-, трещиностойкости и устойчивости к сдвиговым деформациям асфальтополимербетонов. На Той-Тепинском асфальтобетонном цехе АО «Узавтойул» было выпущено 16 тонн битумной смеси марки БНД 200/300 с применением поверхностно-активных веществ «СП-ОЭП» и изготовлены и производились опытно промышленная партия горячего мелкозернистого асфальтобетона марки «Б» 300 тонн. Предлагаемая технология асфальтобетона обеспечивала гарантированное качество при значительном сокращении продолжительности технологического процесса, экономии энерго и трудозатрат, при исключении подачи воздуха.

Список литературы

1. Золотарев, В.А. Влияние совместного введения полимеров и адгезионных добавок на свойства битумов [Текст] / В.А. Золотарев, С.В. Кудрявцева, С.В. Ефремов // Вестник ХНАДУ. - Харьков: -2008. - №40.
2. [Examination of moisture sensitivity of aggregate-bitumen bonding strength using loose asphalt mixture and physico-chemical surface energy property tests](#). By: Liu, Yawen; Apeagyei, Alex; Ahmad, Naveed; Grenfell, James; Airey, Gordon. International Journal of Pavement Engineering. Aug 2014, Vol. 15 Issue 7, p 657-670. 14p.
3. Колбановская, А. С. Дорожные битумы [Текст] / А.С. Колбановская, В.Д. Михайлов. – М.: Издательство Транспорт, 1973. - 264 с.
4. Касимов, И. У. Модификация дорожных и кровельных битумов полимерными и структурообразующими добавками в условиях Узбекистана [Текст] / И.У.Касимов, С.А. Ходжаев, И.И. Касимов // Архитектура и строительство Узбекистана. – 2016 - № 4.
5. Китайгородский, А.И. Молекулярные силы [Текст] / А.И.Китайгородский. – М.: Знание, 1978. – 696 с.
6. Касимов, И.И. Улучшение адгезионных свойств дорожного битума: производство строительных материалов и изделий с использованием отходов промышленности

- [Текст] / И.И.Касимов // Сб.тр. 1 научно практического семинара с участием иностранных специалистов 9-10 ноября 2011 года. – Ташкент: Ташкентский архитектурно строительный университет.
7. Розенталь, Д.А. Состав и свойства битумов, получаемых по энергосберегающей технологии с введением структурообразующей добавки [Текст] / Д.А. Розенталь, И. И. Касимов и др. // Строительные материалы. – М.: 1991. - № 7. - с.20-21.
8. Касимов И.К., Касимов И.И., Тилябаев Б.А., Таболина Л.С., Розенталь Д.А., Бердиев М.Ю. Битумполимерная композиция patent.183.1835413 Find Patent.ru - патентный поиск, 2012-2015.
9. Мавлянов, А.С. Комплексное использование минерального сырья [Текст] / А.С. Мавлянов, А.А. Абдыкалыков, Б.Т. Ассакунова. – Б.: Илим, 2016. – 326 с.
10. Абдыкалыков, А.А. Материал таануу [Текст] / А. А. Абдыкалыков, Б.Т. Ассакунова, И.К. Омурбеков. - Б.: Калем, 2019. – 264 б.

УДК: 691-431

К.Б. Абдусаматов¹, О.Б. Косимов,¹ Б.А. Турсунов¹, Т.Т. Болотов²

¹Жизак политехникалык институту, Жизак, Ўзбекистан

²И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

¹Джизакский политехнический институт, Джизак, Республика Узбекистан,

²КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

K.B. Abdusamatov¹, O.B. Kosimov¹, B.A. Tursunov¹, T.T. Bolotov²

¹Jizzakh Polytechnic Institute, Jizzakh, Republic of Uzbekistan

²Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic

abdusamatovk74@gmail.com odil.kasimov@list.ru bekzod1144@mail.ru

РЕЗУЛЬТАТЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО И ТЕРМОГРАВИМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗОВ НЕАВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА

АВТОКЛАВСЫЗ ГАЗОБЕТОНДУН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫК ТЕРМИКАЛЫК ЖАНА ТЕРМОГРАВИМЕТРИЯЛЫК АНАЛИЗДЕРИНИН ЖЫЙЫНТЫГЫ

RESULTS OF DIFFERENTIAL THERMAL AND THERMOGRAVIMETRIC ANALYSIS OF NON-AUTOCLAVE AERED CONCRETE

Макалада лабораториялык шарттарда автоклавдык эмес ыкма менен даярдалган газобетондун үлгүлөрүндө DTG-60/(SHIMADZU) дериватографында дифференциалдык-термогравиметриялык ыкма менен алынган жыйынтыктар берилген. Стабилдештирилген үлгүлөрдүн бузулушунун натыйжалуу кинетикалык көрсөткүчтөрүн эсептөө Фриман жана Керролл ыкмасы боюнча жүргүзүлдү. Лабораториялык шарттарда даярдалган газобетон үчүн колдонулган компоненттердин химиялык курамы да келтирилген. Сыналган газобетондун үлгүлөрүнө микрофибра түрүндөгү асбест калдыктары кошулган. Мындан тышкары, газобетондун касиетинин таасирин изилдөө максатында АК Узметкомбинаттын микрокриликасы кошулган. Алмалуу тоо-кен металлургия комбинатынын, Жизак цемент заводунун лабораториясындагы компоненттердин химиялык курамы ARL performance X сериясындагы радиофлуоресценттүү спектрометрдин жардамы менен аныкталган. Толтургуч катары Ташкент облусунда жайгашкан жергиликтүү карьердин куму колдонулган.

Тўйундүү сөздөр: цемент, карьер куму, дифференциалдык термогравиметриялык ыкма, газобетон, термикалык анализ, ысыкка чыдамдуу материалдар, физикалык-механикалык касиеттер.

В статье представлены результаты, полученные на дериватографе DTG-60/(SHIMADZU) дифференциально-термогравиметрическим методом на образцах газобетона, приготовленных в лабораторных условиях неавтоклавным способом. Расчет эффективных кинетических показателей разрушения стабилизированных образцов проводили по методу Фримена и Керролла. Также приведены химические составы компонентов, используемых для газобетона, приготовленного в лабораторных условиях. В образцы протестированного газобетона были добавлены асбестовые отходы в виде микроволокна. Кроме того, был добавлен микрокремнезем АО Узметкомбината, с целью изучения влияния свойства газобетона. Химические составы компонентов в лаборатории Алмалыкского горно-металлургического комбината, Джизакского цементного завода, были определены с помощью радиофлуоресцентного спектрометра серии ARL performance X. В качестве наполнителя было использовано песок местного карьера расположенной в Ташкентской области.

Ключевые слова: цемент, карьерный песок, дифференциально-термогравиметрическим метод, газобетон, термический анализ, термостойкие материалы, физико-механические свойства.

The article presents the results obtained on the DTG-60/(SHIMADZU) derivatograph by the differential thermogravimetric method on aerated concrete samples prepared under laboratory conditions by a non-autoclave method. The calculation of the effective kinetic parameters of the destruction of stabilized samples was carried out using the Freeman and Carroll method. The chemical compositions of the components used for aerated concrete prepared in laboratory conditions are also given. Asbestos waste in the form of microfibre was added to the samples of the tested aerated concrete. In addition, microsilicon of Uzmetkombinat JSC was added in order to study the effect of the properties of aerated concrete. The chemical compositions of the components in the laboratory of Almalyk Mining and Metallurgical Combine, Jizzakh Cement Plant, were determined using a radiofluorescence spectrometer of the ARL performance X series. The sand of a local quarry located in the Tashkent region was used as a filler.

Key words: cement, quarry sand, differential thermogravimetric method, aerated concrete, thermal analysis, heat-resistant materials, physical and mechanical properties.

Введение. При строительстве современных многоэтажных жилых зданий и промышленных зданий учитывается их срок службы, энергоэффективность при использовании высококачественных строительных материалов. В настоящее время использование блоков ячеистого бетона становится все более популярным. Это эффективно в экономии электроэнергии и природного газа, которые расходуются на постоянное обслуживание помещений в здании.

На этапе проектирования объектов строительства различного назначения преследуется цель снижения энергозатрат на отопление зданий при обеспечении комфортных условий пребывания в них людей путем использования архитектурных, строительных и инженерных решений, направленных на экономию энергетических ресурсов [3].

В лаборатории кафедры «Строительные материалы и конструкции» Джизакского политехнического института ведутся экспериментальные работы по получению газобетона с использованием в качестве наполнителя песка «Майский» (модуль крупности песка-1,22), а также фиброгазобетона с добавлением фибры из промышленных отходов.

Материал и методы исследования. В качестве связующих при пробоподготовке использовали цементные и газообразующие компоненты ЦЭМ II / А-И 32,5 Н (ПЦ-400 Д-20) производства ОАО «Алмалыкский ГМК» [2].

Карьерный песок был выбран в соответствии с требованиями к песку (ГОСТ 8736-2014). При производстве газобетона модуль плотности песка должен быть мелким и очень мелким, не более 0,1 - 0,5 мм. В процессе исследований при приготовлении газобетона использовался песок Майского карьера, расположенного в Ташкентской области. При просеивании песка на стандартных ситах его модуль крупности составляет 1,22, плотность разлива составляет -1305 кг/м³, количество пыли, глины и глинистых частиц в песке составляет 1,4% по сравнению с его весом.

Микрокремнезем. Плотность разлива конденсированного микроконтроллера, сбрасываемого на предприятии АО Узметкомбината, составляет 0,356 кг/м³ и соответствует техническому условию ТУ 00186200-12-2019. Результаты анализа, проведенного в лаборатории Алмалыкского горно-металлургического комбината АО Джизакский цементный завод при химическом анализе микрокремнеземных отходов АО Узметкомбината на рентгенофлуоресцентном спектрометре серии ARL performance X, представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав кремнезема

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	P ₂ O ₅	ППП
87,9	1,28	1,43	0,92	0,84	0,04	0,25	0,41	0,03	0,0184	0,6089	0,0402	2,640

Цемент. В качестве вяжущего в ходе исследования использовался цемент марки ЦЕМ II/A-I 32,5 N (ПЦ-400 Д-20), произведенный в АО "Алмалик КМК". Химический состав в таблице 2 и физико-механические свойства цемента марки ЦЕМ II/A-I 32,5 N (ПЦ-400 Д-20) в таблице 3.

Таблица 2 - Химический состав цемента

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	SO ₃	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	Cr ₂ O ₃	Mn ₂ O ₃	ППП	CaCO ₃	Σ
12,9	3,81	3,19	63,39	1,76	1,96	0,09	0,60	0,20	0,004	0,05	9,59	16,0	97,5

Таблица 3 - Физико-механические свойства

Сито 80 μ	Прочность на сжатие, МПа			Затвердевание цемента, мин		Расши- рение цемента, мм	Удельная плотность, см ² /гр	Истин- ная плот- ность, гр/см ³	Удель-ный вес, гр/дм ³
	2 суток	7 суток	28 суток	Начало	Конец				
1,9	16,9	26,4	33,7	205	310	3	3217	3,16	1200

Дифференциально-термогравиметрический метод. Оптимально отобранные образцы анализировали дифференциально-термогравиметрическим методом, определяли в дериватографе, работающем в системе DTG-60/(SHIMADZU). Этот метод основан на изменении теплового воздействия соединений в диапазоне температур 293-793 К, когда скорость повышения температуры составляет 2-5 К/мин. Расчет эффективных кинетических показателей разрушения стабилизированных образцов проводили по методу Фримена и Кэрролла по данным ТГА. Скорость распада образца равна:

$$\frac{d_w}{d_t} = \left(\frac{A_0}{R_H} \right) \frac{e - E}{R_T W_n}, \quad (1)$$

здесь, R_H - скорость нагрева, W - масса образца, A₀- предэкспоненциальное умножение, n- эффект состава реакции, E-эффективная энергия активации термодеструкции образца.

В логарифмических координатах порядок реакции n находится из уравнения касательного угла отклонения графика зависимости, а эффективная энергия активации термодеструкции определяется из сечения по оси ординат.

- скорость повышения температуры при дифференциально-термогравиметрическом анализе - 5,0; 10,0; и 20,0 °C/мин;

- температура термического анализа для термостойких материалов устанавливается от - 750 °C до -850 °C согласно требованиям ГОСТ;

- в конце процесса разрушения анализировали и исследовали при температуре 900-1000 °C.



Рисунок 1 - Дериватограф DTG-60/(SHIMADZU)

Термический анализ был одним из методов исследования, используемых в течение длительного времени, и показал свою эффективность при изучении свойств различных органических веществ и материалов под воздействием температуры. В процессе научной работы в качестве основного метода исследования используется комбинированный термический анализ.

Дифференциальный термический анализ включает термогравиметрию и первичную термогравиметрию. Этот метод обычно используется для анализа чистоты образца, содержания карбонатов и органических веществ в образце и т.д. [3].

В процессе дифференциального термического анализа разница температур, возникающая между образцом и контрольным образцом, измеряется с помощью одной и той же термообработки.

Контрольные образцы и испытуемый образец должны быть подвергнуты одинаковым условиям и одинаковым процедурам тестирования.

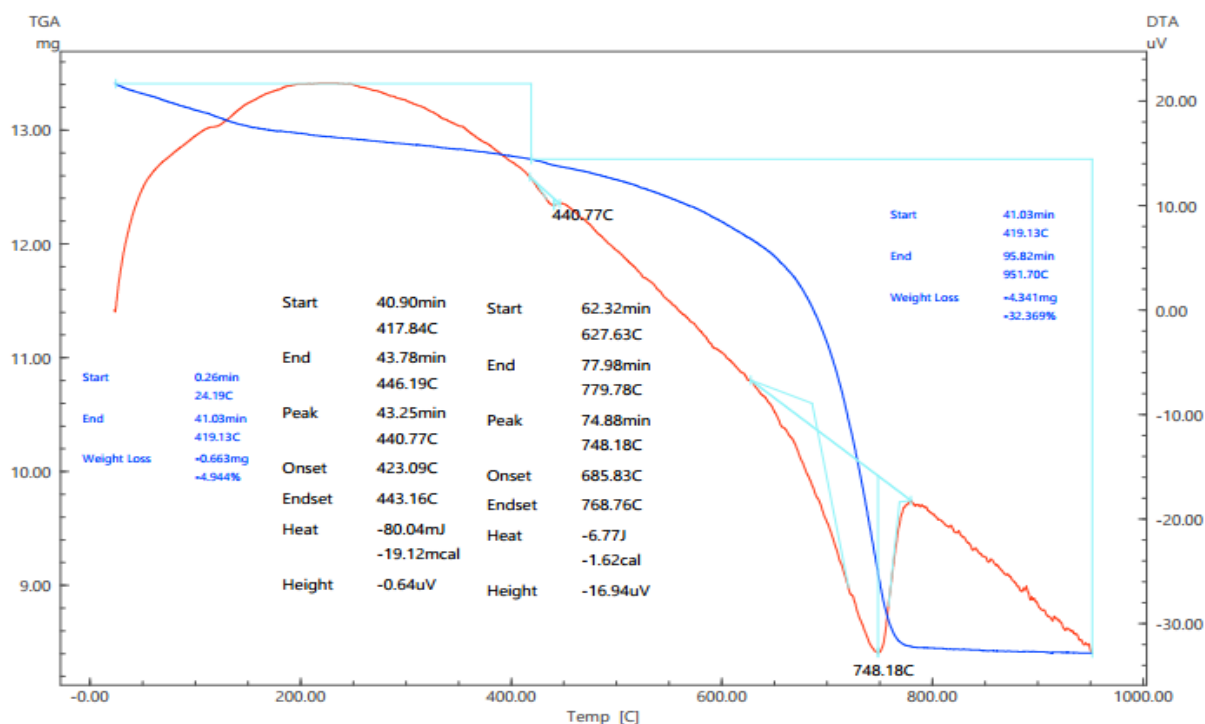


Рисунок 2 - ТГА-термогравиметрическая кривая газобетона;
 ДСК-дифференциальная сканирующая калориметрическая кривая

Данные ТГА, представленные на рисунке 2, показывают изменение структуры образца с потерей массы в два этапа: первый в диапазоне 24,19-419,13 °С, газобетон до 4,944 %, второй этап в диапазоне 419,13-951,7 °С, образец потерял 32,369 % массы. Определено, что полученный газобетон теряет общую массу 37,313 % при нагреве до 951,7 °С.

Дифференциальная термическая кривизна исследованного газобетона представлена двумя эндотермическими пиками и малоинтенсивными экзотермическими пиками. Первый эндотермический эффект возник при 417,84-443,16 °С и объясняется потерей кристаллизационной воды из газобетона и образованием солей в результате взаимодействия свободных амфотерных, основных оксидов. Второй эндотермический пик при 627,63-768,76 °С можно объяснить изменением в результате процесса солеобразования при взаимодействии основных оксидов. Малоинтенсивные экзотермические пики связаны с выделением летучих SO₂, P₂O₅ в результате разложения солей. Согласно результатам полученных элементов, водорастворимые, метаболические и связанные с карбонатами изменения формы присутствуют в указанном количестве. Однако он соединен с оксидами Si, Al, Mg и Fe. В этой фракции элементы находятся в безопасной и нерастворимой форме, и это может быть связано с высоким водородным индексом окислительного состояния.

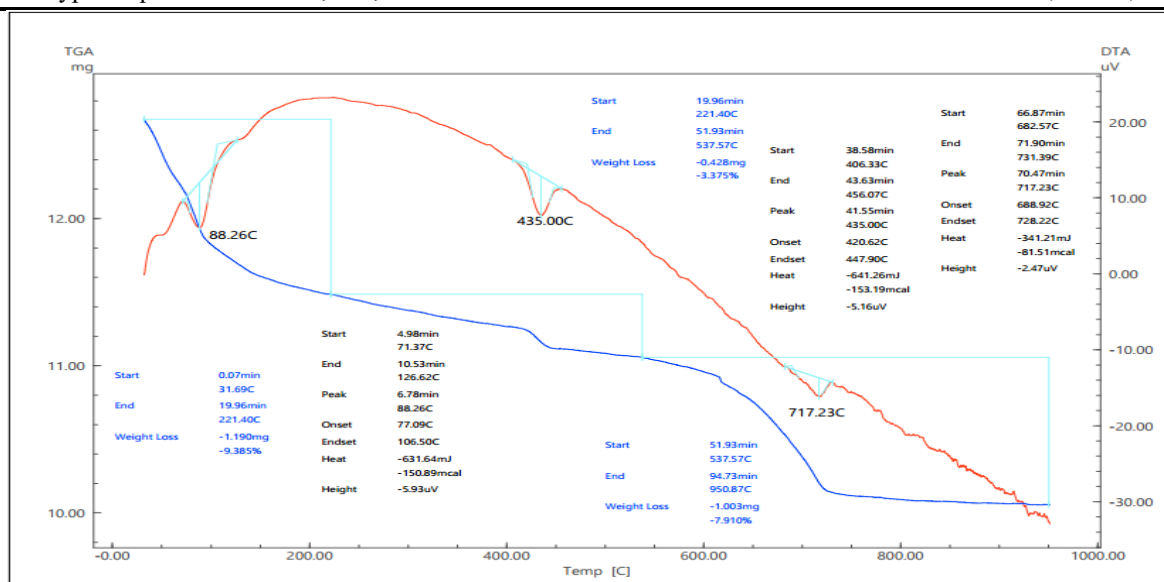


Рисунок 3 - ТГА - термогравиметрическая кривизна газобетона с 9-процентным АЦО; ДСК - кривая дифференциальной сканирующей калориметрии

Данные ТГА, представленные на рисунке 3, показывают изменение структуры образца с потерей массы в три этапа, первый этап – газоблок до 9,385 % в диапазоне 31,69–221,4 °С, второй этап – 3,375 % в диапазоне 221,4– 537,57 °С, 537,57– и до 950,87 °С потерял 7,91% массы. Определена общая потеря массы газобетона 20,67% при нагреве до 950°С. Дифференциальная термическая кривая исследованного газобетона представлена тремя эндотермическими и малоинтенсивными экзотермическими показателями. При наступлении первого эндотермического эффекта при 71,37–106,5 °С происходит потеря гигроскопической и кристаллизационной воды из газобетона. Второй эндотермический пик при 406,33–447,9 °С может быть изменением, возникающим в результате процесса солеобразования при взаимодействии свободных амфотерных и основных оксидов. Третий эндотермический пик при 682,57–728,22 °С представляет собой изменение, обусловленное процессом солеобразования при взаимодействии оксида кремния (IV) и основных оксидов. Установлено, что низкоинтенсивные экзотермические индикаторы связаны с выделением летучих SO_2 , P_2O_5 в результате разложения солей.



Рисунок 4 - ТГА – термогравиметрическая кривая газобетона с добавкой 7 % АЦО; ДСК – кривая дифференциальной сканирующей калориметрии

Данные ТГА, представленные на рисунке 4, показывают изменение структуры образца при потере веса в четыре этапа. В первом диапазоне газобетон до 9,569 % при 30,48–254,82 °С, на втором этапе 3,007 % при 254,40–460,11 °С, на третьем этапе 9,213 % при 460,11–714,67 °С и на четвертом этапе при 714,67–951,83 °С, потерял до 1,156% своей массы. Установлено, что полученный газобетон теряет общую массу 22,945% при нагреве до 951,83 °С.

Дифференциальная термическая кривая газобетона представлена тремя эндотермическими и малоинтенсивными экзотермическими показателями. Первый эндотермический эффект – это потеря гигроскопической и кристаллизационной воды из газобетона, происходящая при 63,59–101,62 °С, а второй эндотермический показатель – изменение, возникающее в результате процесса солеобразования в результате взаимодействия свободных амфотерных и основных оксидов при 412,07 –442,79 °С. Третий эндотермический показатель – изменение, возникающее в результате процесса солеобразования при взаимодействии оксида кремния(IV) и основных оксидов при 607,59–707,67 °С. Низкоинтенсивные экзотермические индикаторы связаны с выделением летучих SO₂, P₂O₅ в результате разложения солей.

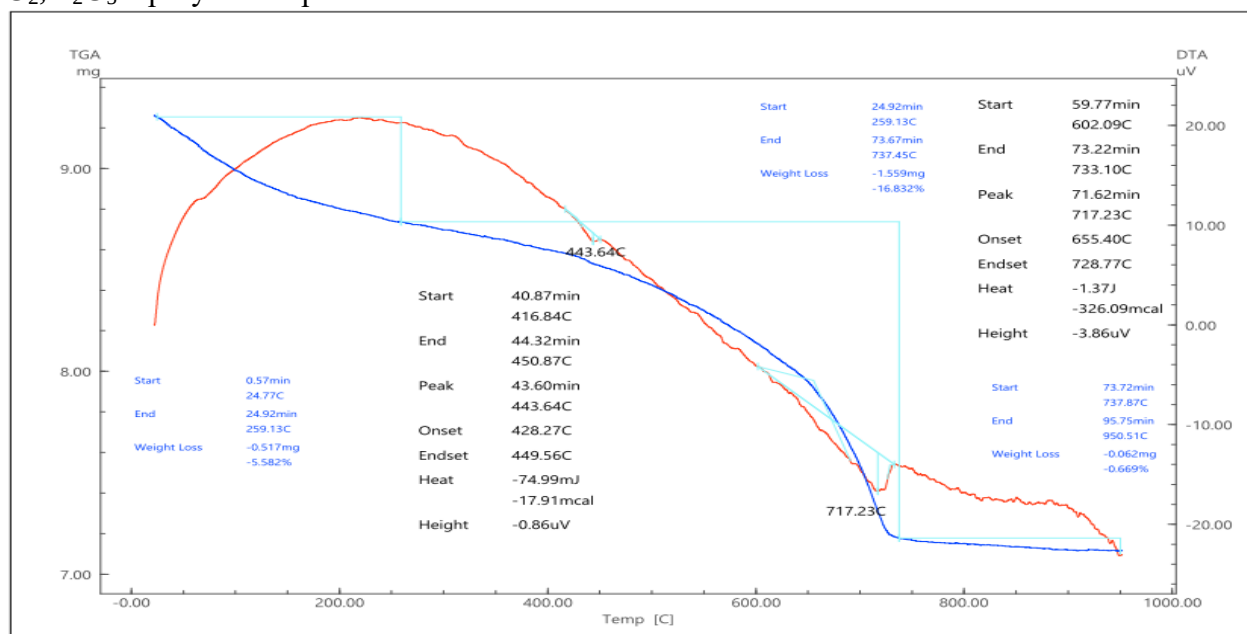


Рисунок 5 - ТГА - термогравиметрическая кривая газобетона с добавкой 9 процентов АЦО и 20 процентов МК; ДСК - кривая дифференциальной сканирующей калориметрии

Дифференциальная термическая кривая исследованного газобетона представлена тремя эндотермическими и малоинтенсивными экзотермическими показателями. Первый эндотермический эффект, возникший при 416,84–449,56 °С, представляет собой потерю гигроскопической и кристаллизационной воды из газобетона и изменение, возникающее в результате процесса солеобразования от взаимодействия свободных амфотерных и основных оксидов, а второй эндотермический пик при 602,09–728,77 °С – оксид кремния (IV) – изменение, возникающее в результате процесса солеобразования при взаимодействии основных оксидов. Малоинтенсивные экзотермические пики связаны с выделением летучих SO₂, P₂O₅ в результате разложения солей.

Выводы. В ходе проведенного эксперимента были изготовлены образцов различного состава и испытаны на физико-механических свойств. А также проанализировано результатов проведенного ДТА и ТГА неавтоклавного газобетона. Мы можем прийти к выводу, что полученные лабораторные результаты соответствуют строительным нормам.

Список литературы

1. Хрусталева, Б.М. Определение сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций [Текст] / Б.М.Хрусталева, В.Д. Сизов // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. - 2018. - №1. - С.47-59.
2. Лазуренко, Н.В. Методика определения сопротивления теплопередачи ограждающих конструкций различного назначения [Текст] / Н.В.Лазуренко, Н.В. Пилипенко // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. - 2006. - №31.
3. Абдусаматов, К.Б., Совершенствование методов получения огнестойких и теплоизоляционных стеновых материалов на основе промышленных отходов.... автореферат канд. диссертации [Текст] / К.Б.Абдусаматов. – Ташкент: 2023. – 16 с.
4. Abdusamatov, K., & Bakhodirov, A. Determination of thermal conductivity and thermal resistance of fire-resistant and heat-insulating wall materials made on the basis of industrial waste. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2789, No. 1). (2023, June). AIP Publishing.
5. Абдусаматов, К. Б. Исследовательская работа по определению теплопроводности и термическое сопротивление образцов газобетона [Текст] / К.Б.Абдусаматов // *Science and Education*, 3(3), (2022). 244-248.

УДК 691.4

Т. Т. Болотов¹, К.Б. Абдусаматов², Т. К. Кыдыров²

¹И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

¹КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

²Джизак политехникалык институту Ўзбекистан

²Джизакский политехнический институт, Узбекистан

T. T. Bolotov¹, K.B.Abdusamatov², T. K. Kydyrov²

¹Razzakov Univeristy,, Bishkek, Kyrgyz Republic

²Jizzakh Polytechnic Institute, Uzbekistan

[Bolotov-t@kstu.kg](mailto:bolotov-t@kstu.kg)

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ НА СУШИЛЬНЫЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС

КЕРАМИКАЛЫК МАССАЛАРДЫН КУРГАТУУ КАСИЕТТЕРИНЕ КӨМҮР КАЛДЫКТАРЫНЫН ТААСИРИ

INFLUENCE OF COAL MINING WASTE ON DRYING PROPERTIES OF CERAMIC MASSES

Керамика өндүрүшү маанилүү тармак болуп саналат жана ар кандай сырьёлорду колдонот. Көмүр казып алуунун калдыктары, мисалы, иламдар жана күл, процесстерди жакшыртуу жана чийки заттын чыгымдарын азайтуу үчүн олуттуу потенциалды түзөт. Көмүр казып алуу калдыктарын курулуш керамикасын өндүрүүгө тартуу боюнча рекомендацияларды иштеп чыгуунун актуалдуулугу аныкталды, анткени ресурстарды үнөмдөөчү жана оң экологиялык эффекттерге жетишүү менен бирге, көмүр казып алуу калдыктарын курулуш керамикасын өндүрүүгө тартуу, эгерде курамы туура эмес тандалышы, даяр продукциянын негизги физикалык-механикалык касиеттеринин төмөндөшүнө алып келиши мүмкүн. Бул макалада көмүр казып алуу калдыктарын алардын кургатуу касиеттерин оптималдаштыруу максатында керамикалык массаларга кошумча катары колдонуу мүмкүнчүлүгү изилденет.

Түйүндүү сөздөр: курулуш керамикасы, минералдык кошумчалар, көмүр өндүрүшүнүн калдыктары, техногендик сырьё, калдыктарды пайдалануу боюнча сунуштар.

Производство керамических изделий является важной отраслью промышленности, и в ней используются разнообразные сырьевые материалы. Отходы угледобычи, такие как ишамы и золы, представляют собой значительный потенциал для улучшения технологических процессов и снижения затрат на сырьё. Определена актуальность разработки рекомендаций по вовлечению отходов угледобычи в производство строительной керамики, поскольку наряду с достижением ресурсосберегающего и положительного экологического эффектов вовлечение отходов угледобычи в производство строительной керамики при неправильном подборе состава шихты может повлечь за собой, нежелательное снижение основных физико-механических свойств готовых изделий. В данной статье исследуется возможность использования отходов угледобычи в качестве добавки к керамическим массам с целью оптимизации их сушильных свойств.

Ключевые слова: строительная керамика, минеральные добавки, отходы угледобычи, техногенное сырьё, рекомендации по использованию отходов.

Ceramic production is an important industry and uses a variety of raw materials. Coal mining wastes, such as slurries and ash, represent significant potential for improving processes and reducing raw material costs. The relevance of developing recommendations for the involvement of coal mining waste in the production of building ceramics is determined, since, along with achieving resource-saving and positive environmental effects, the involvement of coal mining waste in the production of building ceramics, if the composition of the charge is incorrectly selected, can entail an undesirable decrease in the basic physical and mechanical properties of the finished products. This article explores the possibility of using coal mining waste as an additive to ceramic masses in order to optimize their drying properties.

Key words: building ceramics, mineral additives, coal mining waste, technogenic raw materials, recommendations for the use of waste.

Введение: Угольная промышленность играет ключевую роль в мировой энергетике, однако одним из её значительных последствий является образование различных видов отходов, таких как угольная зола, шлаки и угольная пыль. Эти отходы, содержащие в себе значительное количество минеральных компонентов, предоставляют потенциал для использования в других отраслях, включая производство керамических материалов. Современное производство керамических изделий представляет собой сложный технологический процесс, требующий использования различных сырьевых материалов. В данной научной статье исследуется влияние отходов угледобычи на сушильные свойства керамических масс. Отходы угледобычи представляют собой значительный источник сырья, который может быть переработан и использован в производстве керамики. В ходе исследования были проведены лабораторные эксперименты с использованием различных типов отходов угледобычи, и анализированы их влияние на сушильные свойства керамических масс. Результаты исследования показывают, что отходы угледобычи могут успешно применяться в качестве добавки к керамическим массам, улучшая их сушильные свойства и экономя природные ресурсы. Этот подход также способствует снижению экологической нагрузки и расширению возможностей утилизации отходов угледобычи [1—11].

Этап эксплуатации зданий и сооружений, возведенных с применением строительной керамики, содержащей отходы угледобычи, характеризуется меньшими теплотериями через ограждающие конструкции по отношению к традиционной строительной керамике (при их равных габаритах) за счет пониженной плотности таких керамических изделий. Стеновые конструкции, возведенные из строительной керамики с применением отходов угледобычи, вследствие повышенной пористости будут обладать лучшими шумоизоляционными

свойствами. На пост эксплуатационном этапе строительную керамику, произведенную с вовлечением отходов угледобычи, можно применять аналогично традиционной строительной керамике так, возможно повторное применение штучных стеновых изделий при возведении малоэтажных зданий и сооружений, к которым не предъявляются требования повышенной ответственности. в случае, если целостность изделий в процессе демонтажа была нарушена, керамический бой может быть использован для отсыпки грунтовых дорог, вертикальной планировки территории, пересыпки слоев твердых бытовых отходов на полигонах, технической рекультивации нарушенных земель наряду с достижением ресурсосберегающего эффекта и снижением техногенной нагрузки на окружающую среду за счет уменьшения количества размещаемых в ней отвалов [14], вовлечение отходов угледобычи в производство строительной керамики при неправильном подборе состава шихты может повлечь за собой нежелательное снижение основных физико-механических свойств готовых изделий (морозостойкости, прочности и др.).

Методология: В связи с этим были проведены исследования по регулированию процесса сушки керамического изделия – сырца на основе лессовых пород с добавкой отходов угледобычи и пластичных глин путем перераспределения соотношения между свободной и связанной водой в составе керамической массы при введении технологической минеральной добавки. Особенностью исследуемых лессовидных суглинков является повышенная карьерная влажность (более 22 - 24 %), которую необходимо снижать до уровня формовочной влажности (18 - 19 %), либо за счет сушки, либо за счет введения разувлажняющей добавки. Кроме того, высокая чувствительность к сушке, коэффициент чувствительности по Чижскому равен 1,8, обуславливает необходимость отощения такого глинистого сырья с целью доведения количественных показателей сушильных свойств до безопасных величин.

В работе были использованы в качестве основного сырья для производства стеновых материалов лессы Нарынского месторождения, а в качестве добавок отход угледобычи Кара-Кече.

В соответствии с классификацией глин по сушильным и прочностным свойствам была проведена систематизация материалов, характеристика которых приведена в табл. 1.

Таблица 1 - Технологические свойства глинистого сырья

Месторождение	Гигроскопич. влаги, %	Пластичность	Коэффициент чувствит-ти к сушке	Воздушная усадка, %	Прочность на сжатие, МПа	Класс
Нарынское	1,83	5,3	1,45	6,4	24,5	в

Лессовые грунты Нарынского месторождения относятся к классу “в”. Они отличаются неоднородностью, засорены обломками горных пород и каменистых включений, малопластичные, среднечувствительные к сушке, обладают средней воздушной усадкой. Прочность на сжатие образцов достигает 24,5 МПа.

Отходы угольной промышленности могут включать в себя разнообразные минералы и вещества, такие как кремнезем, каолин, глина и другие материалы, которые являются ключевыми компонентами при производстве керамических изделий. В качестве объектов исследования и топливо-содержащего компонента были использованы отходы угледобычи Кара-Кечинского месторождения.

Результаты: Изучены технологические свойства, гранулометрический и химико-минералогический составы исследуемых лессовых пород Нарынского месторождения и отходов угледобычи Кара-Кечинского месторождения.

При подготовке шихты исходные компоненты измельчали до фракции менее 0,14 мм в шаровой мельнице. Количество добавки каждого вида техногенных отходов в исходное глинистое сырье составляло от 0 до 30 %.

По данным табл. 2. видно, что содержание гигроскопической влаги в отходах угледобычи составляет 4,48 %, число пластичности 6,5. Отходы угледобычи Кара-Кече относятся к малопластичному сырью. Отход угледобычи Кара-Кече характеризуется высокой чувствительностью к сушке.

Таблица 2 - Технологические свойства отходов угледобычи

Месторождение	Влага гир., %	Число пластичности	Козфф. чувст-ти к сушке, %	Водозатворяемость, %	Молекулярная влагоемкость, %
Кара-Кече	4,48	6,5	2,0	34,84	20,49

Результаты химического анализа (табл. 3.) показывают, что содержание кремнезема, представленного в виде оксидов, в лессовой породе составляет 56,20 %.

Таблица 3 - Химический состав сырьевых материалов

Материалы	Содержание оксидов в % на сухое вещество							ППП
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O ₃	
Лесс Нарынский	55,20	13,33	4,40	13,40	3,50	1,34	1,45	7,65
Отход угледобычи Кара-Кече	42,95	21,06	4,63	7,22	1,02	1,79	0,92	23,11

Химический состав отходов угледобычи (табл. 3) представлен в основном оксидами кремния (42,95 %), алюминия (21,06 %). По количеству красящих оксидов – оксидов железа отход угледобычи Кара-Кечинского месторождений относятся к группе сырья с низким их содержанием. Величина потери при прокаливании достигает - 23,11 %.

Влияние добавок – отходов угледобычи – на скорость влагоотдачи и градиент влажности в процессе сушки изучалось на глиняных образцах в виде кубиков с длиной ребра 3,0 см. Перепад влажности между центром и поверхностью изделия, отнесенный к единице длины, выражает поверхностный градиент влажности. Момент появления трещин в изделии характеризуется критическим градиентом влажности, пользуясь которым, определяют оптимальные условия сушки изделий. К концу процесса скорости влагоотдачи практически уравнились. Трещин совсем не было. В описанных опытах влага испарялась преимущественно через торцы образцов-кубиков, так как их боковая поверхность была закрыта фольгой.

Таким образом, правильное регулирование процессов сушки позволит интенсифицировать их, создать оптимальные режимы, получить высокие энергоэкономические показатели и улучшить качество выпускаемой продукции.

Изучено влияние отходов угледобычи на усадку в процессе сушки, результаты приведены в табл.4.

Таблица 4 - Влияние добавок – отходов угледобычи на усадку лессовых образцов

Компоненты, %	Длительность сушки, ч	Количество испарившейся влаги, %	Объемная усадка, %	Удельная усадка
Лесс 100	1	17,7	6,6	0,37
Лесс-80+добавка-20	1	19,4	6,9	0,35
Лесс-70+добавка-30	1	17,7	5,8	0,32
Лесс 100	2,5	58,7	21,0	0,36

Лесс-80+добавка-20	2,5	63,0	21,3	0,34
Лесс-70+добавка-30	2,5	63,0	19,6	0,31
Лесс 100	4	79,6	54,7	0,31
Лесс-80+добавка-20	4	81,0	23,7	0,29
Лесс-70+добавка-30	4	79,3	19,9	0,25
Лесс100	5,5	84,1	25,2	0,30
Лесс-80+добавка-20	5,5	85,0	24,1	0,28
Лесс-70+добавка-30	5,5	83,5	20,1	0,24

В табл. 4. наряду с величиной объемной усадки, выраженной в процентах, приводятся также значения удельной усадки, то есть усадки, отнесенной к количеству влаги, испарившейся к моменту определения объема образца. Уменьшение удельной усадки означает, что чувствительность глины к сушке понизилась. Из табл. 4. видно, что добавка 20 % отхода угледобычи вызвала относительное уменьшение конечной величины удельной объемной усадки на 6,6 % , а добавка 30 % отход угледобычи – на 20 % по сравнению с контрольными образцами, причем эффективность действия отходов угледобычи зависит от степени отошения глины. Разрушение изделия наступает при условии $R_c/R_n \leq 1$, где R_c – предел прочности сырца; R_n – напряжение на поверхности изделий. Уменьшая R_n посредством понижения коэффициента усадки, мы тем самым сдвигаем предел в сторону меньших предельных напряжений. У тощих глин R_c невелик, поэтому для них уменьшение R_n посредством понижения удельной усадки представляется весьма существенным. Полученные значения линейной и объемной усадки показаны откуда видно, что линейная усадка образцов сырца с добавками 20 % отхода угледобычи уменьшается через 5,5 ч сушки на 24,1 %, а с добавкой 30 % отхода угледобычи уменьшается на 20,1 % по сравнению с образцами без добавок. Объемная усадка образцов с аналогичными добавками снизилась на 28 и 38,3 %.

Полученные результаты можно объяснить следующим образом: в процессе испарения воды с частиц глины происходит градиент влагосодержания, что приводит к утоньшению сольватных оболочек, находящихся на этих частицах. Внешнее давление заставляет обнаженные частицы выступать, что приводит к увеличению связности между ними. Это происходит потому, что прежде связность осуществлялась главным образом за счет слипания сольватных оболочек. В результате увеличивается "жесткость" глиняного материала, и он становится менее подвержен, внешнему давлению, вызывающему сжатие системы при удалении части воды вследствие испарения и замещении ее воздухом. Именно на этапе высыхания глины капиллярное давление оказывает влияние на конечный объем материала, так как его сопротивление сжатию влияет на внешнее давление. Результаты исследования показали, что добавление отходов угледобычи к керамическим массам может значительно улучшить их сушильные свойства. В частности, увеличение прочности при сушке и сокращение времени сушки были замечены при использовании определенных типов отходов угледобычи. Кроме того, было выявлено, что добавка отходов угледобычи может способствовать снижению усадки и трещинообразования в процессе сушки.

Заключение: Влияние отходов угледобычи на сушильные свойства керамических масс может быть существенным, и исследование подчеркивает важность анализа этого влияния при разработке новых технологий в производстве керамических изделий. Это также может иметь потенциал для экономии ресурсов и снижения экологической нагрузки.

Исследование подтверждает потенциал использования отходов угледобычи в производстве керамических изделий с целью улучшения их сушильных свойств. Этот подход может иметь важное значение для экономии ресурсов и снижения негативного воздействия промышленности на окружающую среду. Оценка этого влияния может помочь разработать более эффективные и экологически устойчивые технологии в производстве керамических изделий. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию пропорций

добавки и изучение влияния на другие технологические характеристики керамических изделий.

Список литературы

1. Бондаренко, С.И. Технология керамических стеновых материалов на основе отходов углеобогащения [Текст] / С.И. Бондаренко, Б.И. Морозов, В.И. Михайлов и др. // Строительные материалы. – 1988. - №3. - с.9.
2. Шаповалов, Н.А. Рациональные пути использования сталеплавильных шлаков [Текст] / [Н.А. Шаповалов, Л.Х. Загороднюк, И.В. Тикунова, А.Ю. Шекина] // Фундаментальные исследования. - 2013. - № 1. - С. 439—443.
3. Землянушнов, Д.Ю. Эколого-экономические аспекты применения тонкодисперсных отходов мрамора в производстве облицовочных керамических материалов [Текст] /Д.Ю. Землянушнов, В.Н.Соков, Д.В.Орешкин // Вестник МГСУ. - 2014. - № 8. - С. 118—126.
4. Malaikiene J., Kizinievic V., Maciulaitis R., Semelis E. Influence of Assorted Waste on Building Ceramic Properties // Materials science (Medziagotyra). 2012. No. 4. Pp. 396—402.
5. Рязанов, А.Н. Экологические и экономические аспекты использования углеродсодержащих отходов при производстве строительных материалов [Текст] / А.Н.Рязанов, В.И. Винниченко // Вестник НТУ ХПИ. - 2012. - № 63 (939). - С. 145—152.
6. Хлыстов, А.И. Применение минеральных шламовых отходов в процессах синтеза жидких фосфатных связок [Текст] / А.И.Хлыстов, В.А. Широков, Е.А.Чернова // Вестник ЮжноУральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. - 2013. - Т. 13. - № 2. - С. 43—46.
7. Калинина, Е.В. Утилизация шламов карбоната кальция в производстве товарных продуктов строительной отрасли [Текст] / Е.В.Калинина // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Урбанистика. - 2012. - № 1. - С. 97—113.
8. Ramesh M., Karthic K.S., Karthikeyan T., Kumaravel A. Construction materials from industrial wastes — A Review of current practices // International journal of environmental research and development. 2014. No. 4. Pp. 317—324.
9. Karrar R.K., Pandey R.K. Study of management and control of waste constructions materials in civil construction project // International journal of engineering and advanced technology. 2013. Vol. 2. No. 3. Pp. 345—350.
10. Behera M., Bhattacharyya S.K., Minocha A.K., Deoliya R., Maiti S. Recycled aggregate from C&D waste and its use in concrete - A Breakthrough towards Sustainability in Construction Sector: A Review // Construction and building materials. 2014. Vol. 68. Pp. 501—516.
11. Ефимов, Р.В. Влияние добавки – отходов производств на качество керамических строительных материалов [Текст] / Р.В.Ефимов // В кн. Техническая информация. Сер. «Промышленность керамических стеновых материалов» - Вып.3. – М.:ВНИИХСМ, 1972. – С.9.
12. Капустин, А.П. Изготовление керамического кирпича из отходов угледобычи Экибастузского бассейна [Текст] / А.П. Капустин, Л.Ф. Калмыкова, В.Т. Станевич // Строительные материалы. – 1991. - №10. – С.14.
13. Калмыкова, Л.Ф. Использование углеотходов Экибастузского бассейна в производстве строительных материалов [Текст] /Л.Ф. Калмыкова, А.П.Капустин, Л.Л. Булыга // Строительные материалы. – 1991. - №5. - с.11.
14. Гайдай, М.Ф. Оценка негативного воздействия терриконигов на экологическую ситуацию в угледобывающих районах и пути его снижения [Текст] /М.Ф. Гайдай, Я.И. Вайсман // Экологические системы и приборы. - 2015. - Вып. 12. - С. 11—21.

УДК: 69.693.5.54

Б.Ф. Ботиров, Н.Ш. Ботирова

Жиззак политехникалык институту, Жизак, Өзбекстан
Джиззакский политехнический институт, Жизак, Узбекистан

B.F.Botirov, N.Sh.Botirova

Jizzakh polytechnic institute, Uzbekistan
korreys95@gmail.com

ВЫЯВЛЕНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЫСОКОПРОЧНОГО ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА

ӨТӨ БЫШЫК ООР БЕТОНДУН ФИЗИКАЛЫК ЖАНА МЕХАНИКАЛЫК МҮНӨЗДӨМӨСҮН АНЫКТОО

IDENTIFICATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERISTICS OF HIGH STRENGTH HEAVY CONCRETE

Бул илимий изилдөө иши химиялык кошулмаларды колдонуу менен өтө бышык оор бетондун бышыктыгын дагы жогорулатууну теориялык жана практикалык жактан изилдөө, өтө бышык оор бетондо химиялык кошулмаларды аралаштыруу менен, физикалык механикалык касиеттерин жогорулатуунун жыйынтыктарын анализдөө, заманбап имараттар менен курулуштарда колдонулган тест, эксперименттердин жүрүшүндө алынган маалыматтардын негизинде корутунду жасоо болуп саналат. Химиялык кошулмалардын эң оптималдуу түрлөрүн колдонуу боюнча илимий гипотезалар негизделип, өтө бышык оор бетонду алуу боюнча жыйынтык берилген.

Түйүндүү сөздөр: цемент аралашмасынын катуу мөөнөтү, цемент, толтургуч, химиялык кошулма.

Данная исследовательская работа представляет собой теоретическое и практическое исследование повышения прочности тяжелых бетонов высокой прочности с использованием химических добавок, повышения физико-механических свойств высокопрочных бетонов, анализ результатов, полученных на основе проведенных исследований, посвященных использованию продукции, полученной в ходе тест, эксперимента в современных зданиях и сооружениях, и дать заключения. По основному вопросу исследования обоснованы научные гипотезы об использовании наиболее оптимальных видов химических добавок и даны выводы о получении бетона высокой прочности.

Ключевые слова: время схватывания цементного раствора, цемент, заполнитель, химическая добавка.

This research work is a theoretical and practical study of increasing the strength of heavy high strength concrete using chemical additives, increasing the physical and mechanical properties of high strength concrete, analysis of the results obtained based on research conducted on the use of products obtained during a test experiment in modern buildings and structures, and give conclusions. On the main research question, scientific hypotheses on the use of the most optimal types of chemical additives are substantiated and conclusions are given on the production of high strength concrete.

Key words: Setting time of cement mortar, cement, aggregate, chemical addition.

Введение. Сегодня спрос на строительные и железобетонные конструкции постоянно растет. Это обусловлено, с одной стороны, увеличением требований к

многоэтажным зданиям, а с другой стороны, необходимостью быстрого и прочного строительства.

Последние годы свидетельствуют о продвижении в развитых странах строительных технологий и эксплуатационных требований. Создание новых видов бетона высокой прочности с учетом его химического состава и технологии производства становятся важными задачами, которые будут полезны при строительстве конструкций, требующих использования усиленных материалов.

На сегодняшний день в мире и Республике Узбекистан существует множество разновидностей тяжелого бетона высокой прочности, исследуются и разрабатываются новые технологии и методы производства, применяются микро наполнители и пластифицирующие химические добавки, а также совершенствуется технология производства существующего бетона.

Цель и задачи исследования: составить практическое предложение по получению высокопрочного бетона с помощью химических добавок и внедрению его в производство. Исходя из цели исследовательской работы, были определены следующие задачи:

1. Изучить научно-теоретические основы тяжелого бетона высокой прочности.
2. Анализ тяжелых бетонов высокой прочности путем изучения научных и практических работ с помощью химических добавок.
3. Практическое исследование физико-механических свойств тяжелого бетона высокой прочности в лабораторных условиях и выбор оптимального варианта.

Результаты исследования и их обсуждение

1. Установлено, что высококачественный бетон эффективен в плотноармированных конструкциях;
2. Оценено влияние цемента и пластификатора на прочность и свойства бетона;
3. Было обнаружено, что соотношение вода/цемент в высококачественном бетоне очень характерно;
4. В процессе применения суперпластификаторов установлено, что можно не только сохранить заданные требования, но и повысить текучесть, плотность, прочность и долговечность бетона;
5. В результате проведенных научных исследований выбран и испытан по прочностным параметрам оптимальный состав бетона высокой прочности.

В проведении экспериментальных исследований в целях данного исследования были использованы образцы бетонной продукции, полученные на объекте строительства с использованием нового сорта цемента "Джизакский цемент" в производстве. Это свидетельствует о внесении вклада в развитие и модернизацию строительных работ в Республике, а также об использовании возможностей вторичных сырьевых ресурсов промышленности.

Для производства бетона используются мелкие наполнители размерами от 0,16 до 5 мм. Естественные пески получаются из измельчения пород или из специальных песчаников. Их форма может быть острыми или круглыми, а поверхность может быть грубой. Эти пески способствуют взаимодействию с цементом и крупными заполнителями, обеспечивая прочность бетона. Физико-механические характеристики выбранных песков изучаются на основе стандартных методов.

Пески, полученные путем механической обработки, принимаются из природных и искусственных ресурсов. Они имеют форму острых углов или грубую поверхность. Пески, полученные из рек и морских пляжей, обычно содержат меньше вредных примесей.

Искусственные пески получают путем механической обработки черных металлургических отходов (металлическая стружка, шлаки металлургии и т. д.), шлака древесной угольной промышленности, кокса, отходов угольной и шахтной промышленности (стружка из камней, кульки и другие примеси). Пески такого происхождения обычно имеют острые углы и грубую поверхность. В них нет вредных примесей. Пески, полученные таким

образом, обычно более дорогие, чем естественные пески, и используются при создании высокопрочного бетона.

Для улучшения свойств бетона и бетонной смеси и экономии расхода цемента в состав бетонной смеси добавляют различные добавки (ГОСТ 24211-2003). Добавки делятся на две группы. К первой группе относятся химические вещества, и их не так много-0,01 по отношению к массе цемента...2%) добавляется. Ко второй группе относятся минеральные вещества, которые кажутся мелкими, и их относят к цементной массе 5...Добавляется в количестве 20%.

Химические добавки в настоящее время являются наиболее активными и широко используемыми веществами, удобными и эффективными в управлении свойствами и технологией бетона.

Некоторые добавки будут иметь multifunctional эффект, например, повышающие пластичность смеси, всасывающие воздух, газообразующие свойства. В этом случае добавки используются в зависимости от эффекта воздействия. Чаще всего для достижения multifunctional эффекта при необходимости используют комплексные добавки, в состав которых входит несколько компонентов. Например, добавки, которые одновременно повышают пластичность бетонной смеси, ускоряют и тормозят затвердевание бетона. Технолог несет ответственность за большое количество видов добавок и использование наиболее эффективных из них для улучшения технологических свойств бетонной смеси и бетона.

В последующие годы в строительной практике находит свое место применение высокоэффективные поликарбоксилатные суперпластификаторы, то есть “гиперпластификаторы”, при изготовлении бетонов, относящихся к новому поколению.

Молекулярный дизайн создания высокоэффективных водорастворимых суперпластиков с карбоновыми цепями основан на химической модификации карбоксильных полимеров. Эта ситуация раскрывает химические и физические состояния полимеров, а также неограниченные возможности контроля изменения длины главной и боковых цепей в результате их взаимодействия с частицами цемента.

Для улучшения качества бетона и экономии цемента в состав бетонной смеси добавляют различные добавки (согласно ГОСТ 24211-2003). Добавки подразделяются на две группы: химические добавки, которые обычно добавляются в небольших количествах к массе цемента (от 0,01% до 2%), и мелкие минеральные добавки, которые добавляются в количестве от 5% до 20% к массе цемента.

Химические добавки считаются наиболее эффективными и широко используемыми в настоящее время. Они улучшают характеристики бетона и технологию его производства.

В настоящее время используются супер пластификаторы, которые могут быть адаптированы к различным климатическим условиям. Эти супер пластификаторы применяются в диапазоне от 0,5% до 2% от массы цемента. После применения химических добавок (супер пластификаторов) была установлена улучшенная плотность портландцемента.

Таблица 1 - Эффект влияния химической добавки (АСС POLIMIX X1 345 S) на прочность портландцемента

№	Обозначение образца	Количество химических добавок, % по массе	Прочность портландцемента на сжатие и изгиб (МПа), ежедневно.									
			1		3		7		14		28	
			R _{сж}	R _{изг}	R _{сж}	R _{изг}	R _{сж}	R _{изг}	R _{сж}	R _{изг}	R _{сж}	R _{изг}
1	Контрольный образец	0	14.3	1.71	28.3	3.1	32.9	3.7	41.2	4.3	46.1	5.4
2	В лабораторных условиях	0.3	17.1	2.1	29.6	3.8	36.61	4.48	44.5	4.8	54.6	5.9
3	В лабораторных условиях	0.5	19.2	2.76	31.1	4.19	37.89	4.98	49.3	5.7	59.8	6.2
4	В лабораторных условиях	0.7	18.02	2.2	29	4.1	29.15	4.76	47.9	5.3	55.1	5.98
5	В лабораторных условиях	0,9	14.52	1.98	28.1	3.98	28.81	4.46	43.1	4.9	48.0	5.63

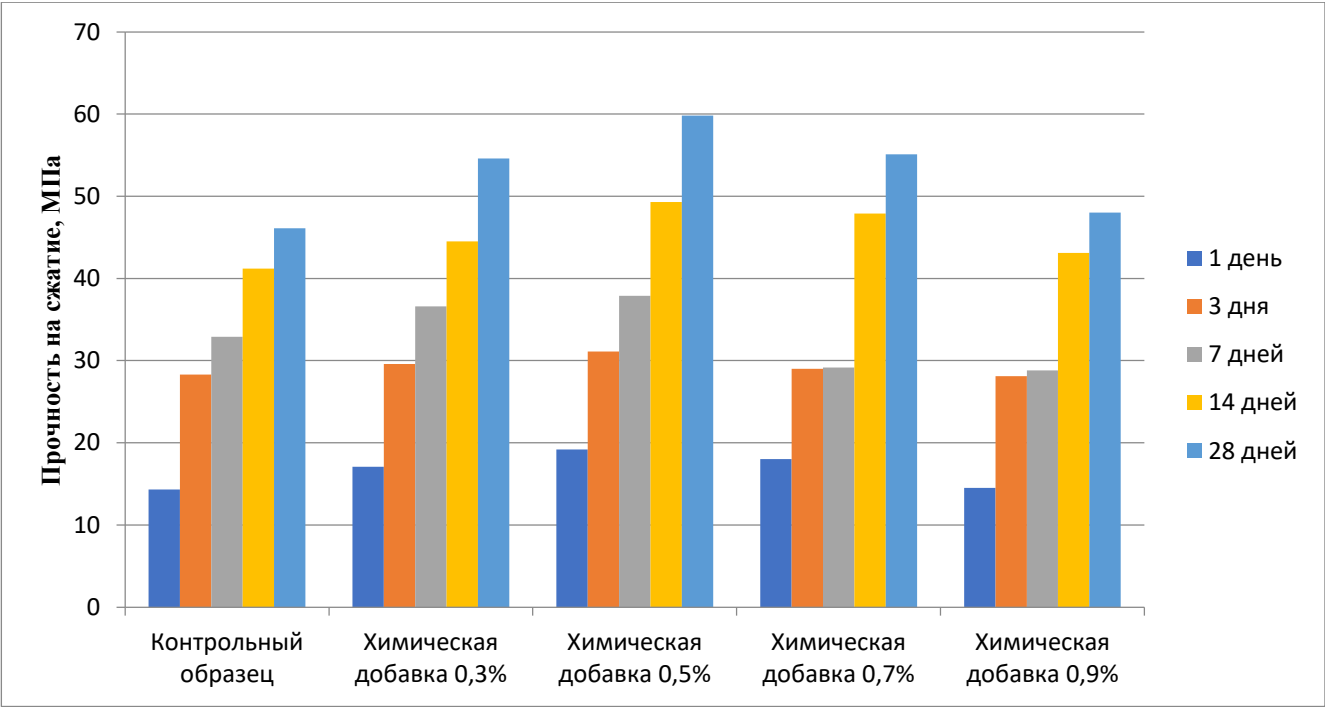


Рисунок 1 - Влияние химической добавки (АСС POLIMIX X1 345 S) на прочность портландцемента при его сжатии

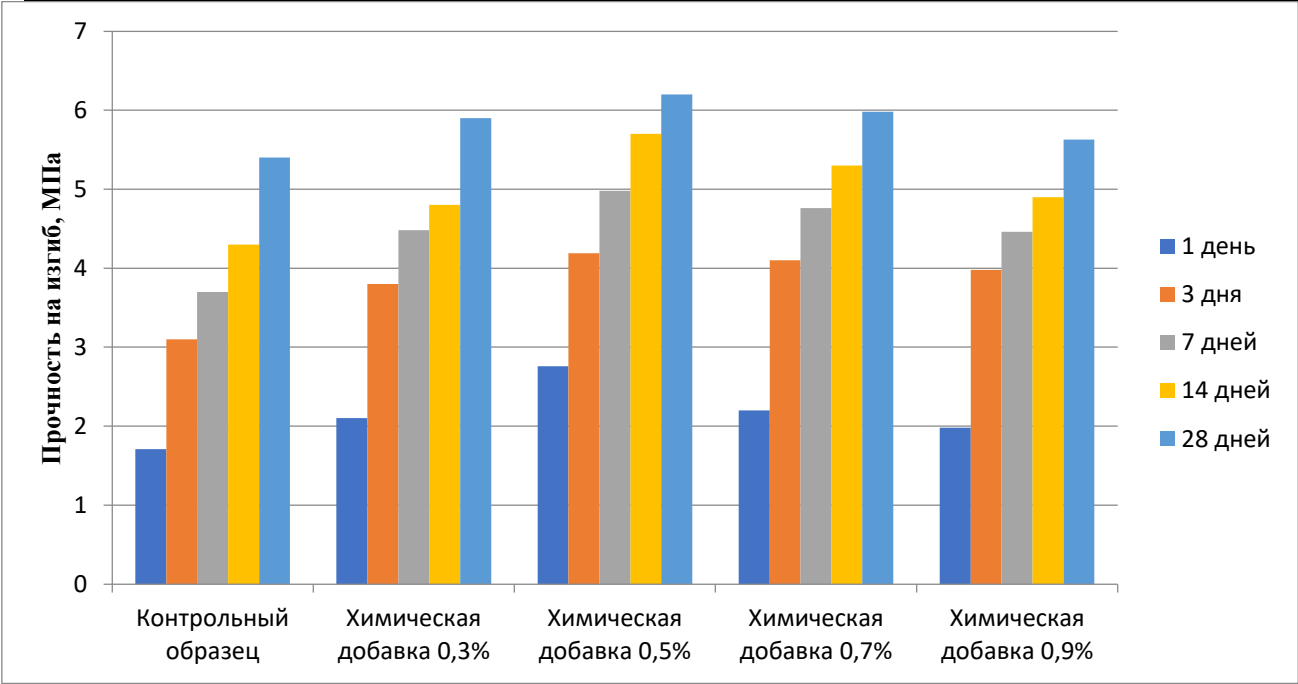


Рисунок 2 - Влияние химической добавки (ACC POLIMIX X1 345 S) на прочность портландцемента при его изгибе

В настоящее время используются супер пластификаторы, которые могут быть адаптированы к различным климатическим условиям. Эти супер пластификаторы применяются в диапазоне от 0,5% до 2% от массы цемента. После применения химических добавок (супер пластификаторов) была установлена улучшенная плотность портландцемента.

Были взяты следующие пункты в составе бетона: тип конструкции, условия использования и требования, материалы для бетона, определяющие информацию о характеристиках выбранных материалов, определение состава бетона, проверка состава бетонной смеси для примера, контроль процесса приготовления бетона, время приготовления, характеристики заполнителей и другие факторы, влияющие на состав.

При определении оптимального состава бетона на основе анализа результатов испытаний, были разработаны соответствующие образцы. В результате лабораторных исследований проверялись прочностные характеристики бетона на сжатие в течение 3, 7 и 28 дней(Таблица 1.1)

Были взяты следующие пункты в составе бетона: тип конструкции, условия использования и требования, материалы для бетона, определяющие информацию о характеристиках выбранных материалов, определение состава бетона, проверка состава бетонной смеси для примера, контроль процесса приготовления бетона, время приготовления, характеристики заполнителей и другие факторы, влияющие на состав.

Таблица 2 - Химически нейтральный состав бетонной смеси

Наименование товара	Подвижность	Класс бетона (прочность)	Рабочий состав бетонной смеси на 1 м³					
			ПЦ 500 Д0	Песок (крупный)	песок (мелкий)	Гравий (5-20 мм)	Polimix X1 405 S	Вода
			кг	кг	кг	кг	кг	л
Смесь тяжелого бетона	П4(16-20)	B35 (M400)	415	671	287	770	-	215
		B40 (M500)	440	636	272	797	-	216
		B45 (M600)	460	610	261	811	-	220

Таблица 3 - Оптимальный состав химически модифицированной бетонной смеси

Наименование товара	Подвижность	Класс бетона (прочность)	Рабочий состав бетонной смеси на 1 м³					
			ПЦ 500 Д0	Песок (крупный)	песок (мелкий)	Гравий (5-20 мм)	Polimix X1 405 S	Вода
			кг	кг	кг	кг	кг	л
Смесь тяжелого бетона	П4(16-20)	B35 (M400)	375	759	325	740	4,3	170
		B40 (M500)	400	734	315	754	4,8	169
		B45 (M600)	420	709	304	772	5,3	168

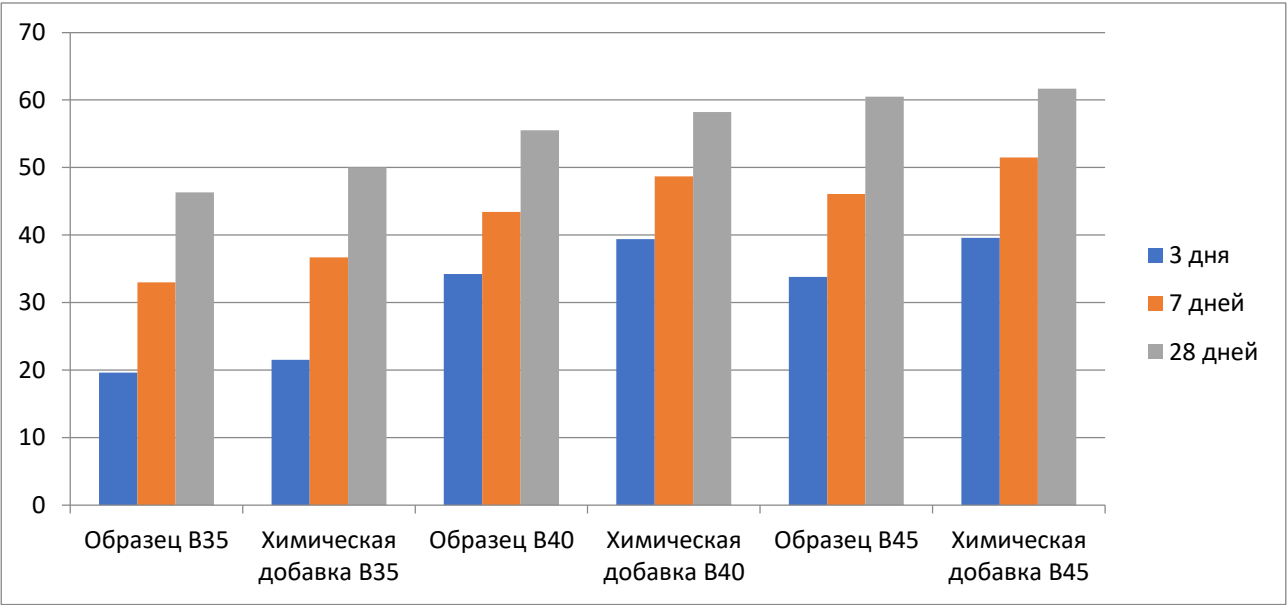


Рисунок 3 - Прочность бетона на сжатие без химических добавок и с ними

Для определения начального состава бетона проводились испытания бетона на прочность с учетом активности цемента, соотношения воды и цемента, характеристик используемых материалов, плотности бетона, работоспособности бетона, расхода воды и других факторов.

Определение характеристик бетона и его состава находится в зависимости от многих факторов, исследования начального состава бетона проводились. В этом контексте были установлены требования к прочности бетона в рабочих условиях.

При определении оптимального состава бетона на основе анализа результатов испытаний, были разработаны соответствующие образцы. В результате лабораторных исследований проверялись прочностные характеристики бетона на сжатие в течение 3, 7 и 28 дней. На основе полученных данных в каждом классе бетона (B35, B40, B45) были представлены рабочие составы в таблицах 1.2-1.3.

Вывод. Исходя из проведенных исследований, можно сделать следующие общие выводы относительно получения высокопрочного тяжелого бетона:

1. Высокопрочный тяжелый бетон достигает прочности в относительно короткие сроки по сравнению с обычными бетонами, что позволяет сократить время тепло- и влагосушки для изделий, произведенных из такого бетона, а иногда даже отказаться от тепловой обработки.

2. В процессе исследования были установлены нормальные показатели связанные с портландцементом, временем набухания цемента, началом и завершением набухания цемента, и определен оптимальный состав для применения суперпластификатора PS500 D0 Portland Cement "ACC POLIMIX X1 345 S" в количестве 0.3%, 0.5%, 0.7%, 0.9%.

3. Исходя из результатов, оптимальным количеством "ACC POLIMIX X1 345 S" является 0.5% от массы цемента.

4. Прочность высокопрочного бетона после 28 дней составляет 55.5 МПа при добавлении 0.5% химической добавки к массе цемента, в то время как прочность бетона без химической добавки составляет 58.2 МПа.

5. Результаты испытаний показали, что прочность высокопрочного бетона соответствует ожиданиям и сохраняется на протяжении 7, 14 и 28 дней. С добавлением 0.5% химической добавки "Polimix X1 345S" прочность бетона также соответствует ожиданиям и сохраняется в течение всех указанных сроков, превосходя прочность обычного бетона на 13, 10 и 5% соответственно.

6. В результате проведенных научных исследований был выбран оптимальный состав высокопрочного бетона, и пройдены испытания на прочность.

Список литературы

1. Баженов, Ю.М. Технология бетона: учеб. пособие для специальных строительных вузов [Текст] / Ю.М. Баженов. - М.: Высш. шк., 2-е изд., перераб., 1987. - 415 с.
2. Баженов, Ю.М. Высокопрочный бетон на основе пластификаторов [Текст] / Ю.М. Баженов и др. // Бетон и железобетон. 1978. - №9. - С. 18-19.
3. Баженов, Ю.М. Модифицированные высококачественные бетоны: научное издание [Текст] / Ю.М. Баженов, В.С. Демьянова, В.И. Калашников. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006. - 368 с.
4. Батраков, В.Г. Применение суперпластификаторов в бетоне [Текст] / В.Г. Батраков, Ф.М. Иванов, Е.С. Силина и др. // Строительные материалы и изделия. - М. - 1988. - Вып.2. - Сер.7. - 59 с.
5. Волков, Ю.С. Применение сверхпрочных бетонов в строительстве [Текст] / Ю.С. Волков // Бетон и железобетон. — 1994. — №7. — С. 27-31.
6. Муртазаева Т.С. Высокопрочные бетоны на основе вторичного сырья [Текст] / Дис. канд. техн. наук. // Т.С.Муртазаева. – Грозный: 2018. – 231с.
7. Akramov X.A., Nuriddinov X.I., Raximov Sh.T., Turovov M.T., "Beton to'ldiruvchilari texnologiyasi". O'quv qo'llanma. T., Taki, 2010-167b.
8. Shodmonov A.Y. "Maxsus betonlar texnologiyasi". O'quv qo'llanma. Jizzax JizPI, 2021. 220 bet.

УДК 691.278

Х.А.Акрамов¹, О.В. Урокбаев², А.А.Таирова³

¹ Ташкент архитектура-курулуш институту, Ташкент, Ўзбекистан

² Жиззак политехникалык институту, Жиззак облусу, Ўзбекистан

³ И.Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы

¹Ташкентский архитектурно-строительный институт, Ташкент, Республика Узбекистан

² Джизакский политехнический институт, Джизакская область, Республика Узбекистан

³КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

H.A. Akramov¹, O.B.Urakbaev², A.A.Tairova³

¹Tashkent Institute of Architecture and Construction, Tashkent, Republic of Uzbekistan

²Jizakh Pjlytechnic Institute, Jizzakh region, Republic of Uzbekistan,

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОСЛОЙНОГО ВЕРМИКУЛИТА

КӨП КАТМАРЛУУ ВЕРМИКУЛИТТИН ФИЗИКАЛЫК ЖАНА ХИМИЯЛЫК КАСИЕТТЕРИ ЖАНА КОЛДОНУУ АЙМАКТАРЫ

PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES AND APPLICATIONS OF MULTILAYER VERMICULITE

Бул макалада вермикулит бетону эмнеден жасалганы жана анын башка жеңил бетондон (керамзит бетон, перлит бетон ж.б) айырмасы тууралуу сөз кылабыз. Биз ошондой эле бул материалдын түрлөрүн жана негизги техникалык мүнөздөмөлөрүн карап чыгабыз.

Түйүндүү сөздөр: вермикулит, Тебинбулак кени, керамзит, алтын түстүү вермикулит концентраттары.

В этой статье мы поговорим о том, из чего сделан вермикулит бетон и чем он отличается от других легких бетонов (керамзитобетон, перлитбетон и т. д.). Мы также рассмотрим виды и основные технические характеристики этого материала.

Ключевые слова: вермикулит, Тебинбулакское месторождение, керамзит, вермикулитовые концентраты с золотистым оттенком.

In this article, we will talk about what vermiculite concrete is made of and how it differs from other lightweight concrete (ceramzite concrete, perlite concrete, etc.). We will also consider the types and main technical characteristics of this material.

Key words: Vermiculite, Tebinbuloc mine, Ceramzite, gold-tinted vermiculite concentrates.

Вермикулит - это природный минерал из группы гидрослюды, который имеет слоистую структуру и имеет серебристый, желтоватый или золотисто-желтый цвет, а в очень редких случаях коричневый оттенок. Причина, по которой этот минерал называют вермикулитом "(от латинского "vermiculite" - "червь"), заключается в том, что при высоких температурах он, как и кукурузное зерно, резко увеличивает свой объем в 10-15 раз и за счет уменьшения плотности переходит в легкое состояние, как гармошка или червеобразная пробка.

Вермикулит широко используется в промышленности, сельском хозяйстве и строительстве, в основном в качестве исходного сырья, добываемого из месторождения норууда. Многослойный вермикулит также называют "зонолитом". В таблице ниже вермикулит сравнивается с другими заполнителями для легкого бетона:

Таблица 1 – Сравнительная характеристика вермикулита с другими легкими заполнителями

Индикатор/тип наполнителя	Расширенный вермикулит	керамзит керамзит	расширенный перлит
объемная плотность, кг/м ³	100-200	200-600	75-500
теплопроводность в сухом состоянии, Вт / (м °C)	0,055-0,065	0,09-0,14	0,043-0,093

Многослойный вермикулит широко используется в промышленном и отечественном строительстве, черной и цветной металлургии, в качестве огнеупорного материала, в

нефтеперерабатывающей промышленности, на атомных электростанциях, а также в строительной отрасли. Способен защитить от жары и огня электрические кабели, полы, крыши, железобетонные, деревянные конструкции. Кроме того, вермикулитовая плита используется в различных областях, включая использование огнестойкой вермикулитовой плиты для строительства общественных, производственных и жилых зданий для обеспечения высокой пожарной безопасности.

В Республике Узбекистан вермикулитовая руда обнаружена только в Каракалпакстане (в 70 км от города Нукус), другие месторождения вермикулитовой руды геологами пока не выявлены. Это ставит перед исследователями важную задачу разработки и внедрения рациональных, технологически и экономически оптимальных технологий использования Вермикулитового сырья Тебинбулакского месторождения, которое до сих пор является единственным в республике. При производстве бетона могут применяться различные фракции вермикулита:

Таблица 2 - Фракции вермикулита

Фракционный	размер зерна, мм
крупный (щебень)	от 5 до 10
Средний (песок)	от 0,6 до 5
мелкий (мука)	менее 0,6

Остальные зерна вермикулитовой руды тебинбулакского месторождения относятся к гидробиотитовым разновидностям вермикулита с размерами до 30-40 мм. По внешнему виду вермикулитовая руда имеет серебристый и золотой оттенок. Средняя плотность вермикулитовой руды со средней влажностью не более 2% составляет 2200-2300 кг / м

В зависимости от плотности вермикулит бетон делят на разновидности:

Таблица 3 – Характеристика вермикулитбетона по плотности

Средний уровень плотности	средняя плотность, кг/м ³
D200	от 100 до 200
D300	от 200 до 300
D400	от 300 до 400
D500	от 400 до 500
D600	от 500 до 600
D700	от 600 до 700
D800	от 700 до 800

В настоящее время добычу и переработку вермикулитного сырья на Тебинбулакском месторождении осуществляют несколько предприятий по специальной лицензии. Учредителем ООО "Триумф вермикулит", занимающегося добычей и переработкой тебинбулакского вермикулитового месторождения, является ООО "Триумф Горняк", зарегистрированное в Навоийской области. ООО "Триумф Горняк" имеет в Навоийской области в промышленной зоне два отдельных производственных участка, предназначенных для глубокой переработки вермикулита, включая производство вермикулитовых плит и биоразлагаемых контейнеров с вермикулитом для выращивания рассады в тепличных условиях.

Исходя из имеющейся на предприятии технологии, при дроблении вермикулитовую руду разделяют по серебристому или золотому оттенку на следующие фракции: концентрат серебристого оттенка: 0,6÷1,6 мм; 1,6÷2 мм; 2,3÷3,0 мм; 3,0÷4,0 мм; 5 мм; 6 мм; 7 мм. С другой стороны, вермикулитовый концентрат с золотистым оттенком разделяется на фракции размером 0,8÷1,6 мм и 1,6÷2,2 мм. Вермикулитовый концентрат тебинбулакского

месторождения с высокотемпературным разведением соответствует требованиям марок 100, 150, 200, 300 по ГОСТ 12865-87 “разведанный вермикулит”.

Лабораторные исследования и опытно-испытательные работы выполнены на вермикулитовой руде, добываемой промышленным способом из Тебинбулакского вермикулитового месторождения на территории Республики Каракалпакстан. Исследования добытого вермикулитового концентрата проводились в следующей последовательности, исходя из поставленных исследовательских задач. В таблице ниже вы можете увидеть соотношение прочности и плотности вермикулитового бетона:

Таблица 4 – Прочностные характеристики вермикулит бетона

Марка (класс) вермикулитового бетона средней плотности марки	Вермикулитового бетона по прочности.
D200	M3-M5
D300	M5-M10 (B0,75-B1)
D400	M10-M15 (B0,75-B1)
D500	M10-M20 (B1-B2)
D600	Нестандартизированный
D700	
D800	

В исследовательской работе, а также. На предприятии также использовалось несколько концентратов вермикулита с мелкими, средними и крупными размерами гранул, получаемых при дроблении и обогащении вермикулитового сырья



Рисунок 1 - Карьер вермикулита, добываемый на месторождении Тебинбулак

Вермикулит используется для различных целей в различных отраслях-строительстве, сельском хозяйстве, животноводстве и других.

В Каракалпакстане наиболее востребованным минералом, экспортируемым за границу, является вермикулит, добываемый на Тебинбулакском месторождении. Именно эта продукция занимает около 99% в экспорте Караузакского района.

Сегодня вермикулит экспортируется предприятиями-экспортерами в Россию, Турцию, Украину и Белоруссию. В основном он популярен как тепло-и звукоизоляционный, а также влагоудерживающий материал. В Узбекистане этот новый вид минерального сырья постепенно внедряется практически во всех отраслях промышленности и занимает важное место в развитии национальной экономики. Крупные месторождения вермикулита имеются лишь в немногих местах мира, в том числе в США, Австралии, России (на Урале, в Саха-Якутии), Казахстане. Добывается в Узбекистане на месторождении Тебинбулак на территории Караузакского района.

Тебинбулакское месторождение вермикулита-расположено в горах Султан-Увайс Республики Каракалпакстан. Месторождение было зарегистрировано в 1937 году.

Тебинбулакское месторождение вермикулита относится к нижнему каменноугольному периоду. Его запасы оцениваются более чем в 1 млн тонн.

Вермикулит – минерал гидрослюдяной группы. При нагревании до 850-1100 градусов он обугливается, приобретает червеобразную форму, увеличиваясь в объеме в 10-25 раз. Само слово вермикулит также происходит от латинского и означает червь. Большая часть вермикулита после обжига плавает на поверхности воды. Большинство вермикулита используется в строительстве (в смеси с бетоном) в качестве теплоизолятора и морозостойкого изолятора, а также в сельском хозяйстве в качестве влагоудерживающего агента почвы. Он содержит марганец, железо, алюминий, кремнезем, кислород и водород.

В экологии — эффективно используется для очистки сточных вод от нефти и масел.

Вермикулит-рассыпчатый, текучий (позволяет заполнять пустоты неправильной формы), рыхлый, мягкий, легкий и прочный материал.

Вермикулит-природный минерал. Благодаря термической обработке он приобретает уникальные сорбционные свойства. Имеет нейтральную реакцию, препятствует закислению почвы. Оптимизирует водно-воздушный баланс почвы, хорошо удерживает воду в засушливый период и положительно влияет на развитие корневой системы.

Он накапливает питательные вещества (калий, магний, кальций) и постепенно отдает их растениям. Этот минерал не подвержен гниению и гниению под воздействием микроорганизмов, не является благоприятной средой для насекомых и грызунов, нейтрален к действию щелочей и кислот, а главное, является экологически чистым и стерильным материалом, не содержащим тяжелых металлов.

Основными потребителями большинства изделий из вермикулита являются тепловые центры, стекольные, фарфоровые, цементные, лакокрасочные заводы, сельскохозяйственные предприятия и строительные организации.

Его применение варьируется от строительства, пищевой и химической промышленности, сельского хозяйства, нефтегазовой промышленности и атомной энергетики до машиностроения, автомобилестроения, судостроения и горнодобывающей промышленности.

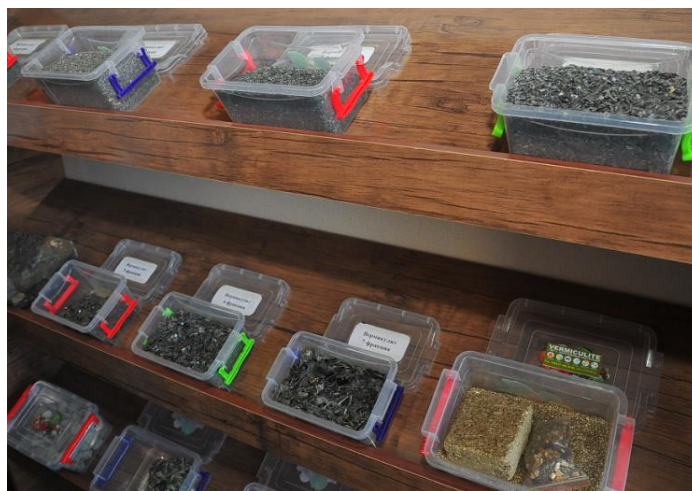


Рисунок 2 - Образцы вермикулитового сырья

В промышленности для экономии энергоресурсов, зданий и сооружений используют строительный вермикулит. Для него используют вермикулит, который обеспечивает теплоизоляцию фундаментов, полов, стен, крыш.

Фермеры постепенно получают выгоду от использования вермикулита, использование которого в сельском хозяйстве может снизить затраты на рабочую силу, потребление воды, количество удобрений, засоление субстрата, стоимость процессов аэрации и привести к корневой гнили. В настоящее время во многих строящихся в нашей стране гидропонных теплицах растения высаживают именно в вермикулит.

При этом повышается урожайность и безопасность удобрений. Заводчики используют его в питании животных и птиц, а также в качестве подстилки для домашних животных, чтобы предотвратить отравление. Процесс производства вермикулита довольно прост: руда добывается, сбрасывается на завод, превращается в концентраты и упаковывается в пакеты.

В караузакском районе помимо вермикулитной промышленности действуют крупные предприятия по производству цемента.

Список литературы

1. ГОСТ 12865-67 Вермикулит вспученный от 12 апреля 1967.
2. Нурмаматов, Н. Р. Выбор состава фибробетона и исследование его свойств на основе отходов производства базальтовой арматуры [Текст] / Н.Р. Нурмаматов // Наука и образование. – 2022. - 3(3). - с.146–152.
3. Баходирович, И.Ю. Увеличение использования теплоизоляционного полистиролбетона в строительстве на основе бытовых отходов [Текст] / И.Ю.Баходирович, О.Г. Болбек // Интернет-журнал исследований устойчивого развития и лидерства. – 2023. - 3 (2).- с.146–149.
4. Диоржон Октам, А. Выбор состава фибробетона и изучение его свойств [Текст] / Диоржон Октам, А. // Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. - 1(11). – с.627-633.
5. Артыккулов, Д. Термопанели для утепления зданий и сооружений [Текст] /Д. Артыккулов // Центральноазиатский журнал образования и инноваций. – 2023. - 2(6). – с.129-132.
6. Артыккулов, Д. Расширение областей применения полистиролбетона в строительстве [Текст] / Д.Артыккулов // Центральноазиатский журнал образования и инноваций. – 2023. - 2(6). – с.133-137.
7. Диоржон Октам, А. Выбор оптимального состава фибробетона на основе базальтовых волокон и анализ физико-механических свойств [Текст] / Диоржон Октам, А. Научный фокус. – 2023. - 1(2). – с.64–169.

УДК 691.537

В.М. Курдюмова, М.У. Уранова, Н.М. Байгубатова, Кубанычбек уулу А.
И. Раззаков атындагы КМТУ, Бишкек, Кыргыз Республикасы
КГТУ им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызская Республика

V.M. Kurdjumova, M.U. Uranova, N.M. Baigubatova, Kubanychbek uulu A.
Razzakov Univeristy, Bishkek, Kyrgyz Republic
valentinakurdumova3@gmail.ru u_medina91@mail.ru Naziamina16882@mail.ru

ОЦЕНКА РЕСУРСОСПОСОБНОСТИ ОРГАНОКОМПОЗИТОВ В КОНСТРУКЦИЯХ ЗДАНИЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНЫХ ФАКТОРОВ

**НЫМДУУЛУК МЕНЕН ТЕМПЕРАТУРАНЫН ӨЗГӨРҮҮ ТААСИРИНИН
НАТЫЙЖАСЫНДА ОРГАНОКОМПОЗИТТЕРДИН РЕСУРСТУК ЖӨНДӨМҮН
БААЛОО**

**ASSESSMENT OF THE RESOURCES ABILITY OF ORGANOCOMPOSITES IN
BUILDING STRUCTURES UNDER THE INFLUENCE OF CHANGES IN
TEMPERATURE AND HUMIDITY FACTORS**

Температуранын жана нымдуулуктун факторлорунун өзгөрүшүнө байланыштуу органополимердик композиттин физикалык жана механикалык өзгөрүү проблемасы дүйнөнүн көптөгөн илимий борборлорунун изилдөө предмети болуп саналат. 50 жылдан ашык жүргүзүлгөн изилдөөлөрдүн көпчүлүгү композиттик стресс учурунда байкалган температуранын жана нымдуулуктун симметриялуу циклдик өзгөрүүлөрүнө багытталган иш каралган.

Түйүндүү сөздөр: органикалык композиттер, саман, полиармин, бышыктык, деформациялануу, нымдуулуктун асимметриялык өзгөрүүлөрү, нымдуулуктун циклдик өзгөрүүсү, алдын ала айтуу, туруктуулук, нымдуулук, ийилүү, чоюлуу, ийилүү, суу сиңирүү, кондициялоо, циклдик кайноо, кургатуу, тоңуу, эритүү үлгүлөрү, узак мөөнөттүү жүктөө, кыска мөөнөттүү жүктөө, бөлмөнүн микроклиматы.

Проблемы физико-механического поведения органополимерных композитов при изменении температурных и влажностных факторов являются предметом исследований многих научных центров мира. За 50 лет исследований большинство исследований было сосредоточено на симметричных изменениях циклов температуры и влажности, наблюдаемых во время нагрузки на композит.

Ключевые слова: органокомпозиты, соломолит, полиармины, прочность, деформативность, ассиметричные изменения влажности, циклические изменения влажности, прогнозирование, долговечность, увлажнение, разбухание, растяжение, изгиб, водопоглощение, кондиционирование, циклическое кипячение, высушивание, замораживание, оттаивание образцов, длительное нагружение, кратковременное нагружение, микроклимат помещений.

Problems of physical and mechanical behavior of organopolymer composites under changes in temperature and humidity factors are the subject of research by many scientific centers around the world. Over 50 years of research, most studies have focused on the symmetrical changes in temperature and humidity cycles observed during composite loading.

Key words: organocomposites, strawmolite, polyarmines, strength, deformability, asymmetric changes in humidity, cyclic changes in humidity, prediction, durability, moistening, swelling, stretching, bending, water absorption, conditioning, cyclic boiling, drying, freezing, thawing of samples, long-term loading, short-term loading, indoor microclimate.

Введение. В последние годы в строительном комплексе Кыргызской Республики существует проблема острой нехватки древесных композиционных строительных материалов для малоэтажного домостроения.

Зарубежный опыт показывает широкие возможности и перспективы применения в строительстве органополимерных композитов на основе отходов растениеводства и полимерных вяжущих нового поколения, обеспечивающих долговечность, прочность, структурную стабильность и атмосферостойкость.

Одним из важнейших факторов работы полученных органополимерных композитов в изделиях и конструкциях является обеспечение их долговечности и учет влияния ползучести. На решение этой задачи направлены исследования этой работы, заключающиеся в оценке ресурсоспособности элементов изделий и конструкций из органо-полимерных композитов, работающих под влиянием воздействий температурно-влажностных временных факторов при эксплуатационных нагрузках.

Необходимость проведения исследований по поведению органо-полимерных композитов при циклических ассиметричных изменениях температурно-влажностно-временных факторов, определяет основные задачи данной работы и подчеркивает ее актуальность.

Учитывая актуальность создания конкурентоспособных материалов с повышенными прочностными характеристиками пригодных для малоэтажного домостроения в Центрально-Азиатском регионе с учетом температурно-влажностных перепадов и высокогорья

заставляет уделять пристальное внимание явлению ползучести конструкций из органо-полимерных композитов.

Обсуждение. Проблема физико-механического поведения органо-полимерного композита при изменениях температурно-влажностных факторов все еще является предметом изучения во многих исследовательских центрах мира. Большинство исследований проводимых в течении более чем 50 лет сосредотачивались на симметричных циклических изменениях температура влажности наблюдаемых при напряжении композита. Поведением композита, когда механическое нагружение на конструкции вызывало ассиметричные изменения влажности, пренебрегали, как проблемой исследования.

Это следует из исследований Molitiski и Raczkowski 1988 предметом которого было отдельное увлажнение различных зон напряжения изогнутых композитов. Выводом из этих экспериментов является, то, что степень сложности механической деформации, в случае изгиба, зависит главным образом от увлажнения его сжатой зоны.

На основе наблюдений деформации органо-полимерного композита под циклическими изменениями влажности в сжатой зоне изогнутых образцов (Molitiski и Raczkowski 2003) стало возможным утверждать, что характер изменения подобен характерному для механической ползучести под симметричными изменениями влажности.

Однако исследования были ограничены циклическими изменениями влажности, наблюдаемыми только для сжатой зоны изгибаемого органо-полимерного композита и поэтому они не могли быть показательными из уровня влияния поведения напряженного строительного органокомпозита. Это оказалось целенаправленным для проведения исследования в этой области.

Взяв за основу исследования авторов в лаборатории КГУСТА нами проведены исследования цель которых была в том, чтобы изучить поведение органо-полимерного композита под циклическими изменениями влажности и температуры в различных зонах напряжения изогнутого образца.

Были применены два циклических типа процедур: увлажнение в контейнере дистиллированной водой при $t \approx 20^0\text{C}$ и высушивание загружаемых образцов.

Увлажнение продолжалось до тех пор пока не было соблюдено условие возрастания влаги в крайних слоях лежащих противоположно уже увлажненным. Исследования показали, что это произошло после 5 часов увлажнения со стороны сжимающей силы и 24 часов со стороны растягивающей силы. После этого образцы оставляли в стадии высушивания для достижения первоначальной влажности в лабораторных условиях. Время периода высушивания было найдено на основе измерений изменений в массе контрольных образцов, измерения были сделаны в то же самое время. Сравнительные измерения были произведены чтобы проверить ползучесть образцов из органо-полимерных композитов работающих при изгибе, которые находились как в воздушно-сухом (влажность $\sim 8\%$), так и влажном состоянии ($W > 8\%$).

Процесс ползучести органо-полимерного композита в исследуемых образцах был зарегистрирован, замеряя полное отклонение в точности исследований на 0,01 мм смещение электронного метра, связанного с компьютером РС. Прикладная система измерений разрешала автоматическую регистрацию деформаций в 15-ти секундных временных интервалах.

В течении циклов увлажнения и высушивания во временных интервалах плита органо-полимерного композита предварительно увлажненного образца была разрезана, затем была расколота по радиальным (всерным, лучевым плоскостям на 5 слоев, каждый толщиной по 2 мм. Влажность этих слоев была измерена влагомерами.

В зависимости от приложенной изгибающей силы, применяемой в экспериментальных условиях, значения были рассчитаны по формуле [64] и ГОСТ 10634.

$$I(t) = \frac{108zd^3}{23Pl^3} y(t) \quad (1)$$

где: $I(t)$ – изгибающая ползучесть в текущий момент процесса ($\text{мм}^2/\text{Н}$);
 z – типовая ширина, (мм);
 d – типовая ширина (размер в направлении касательной), (мм);
 P – нагрузка, (Н);
 L – шаг между опорами (мм);
 $y(t)$ – стрелка отклонения в текущий момент процесса ползучести (мм).

Исследования деформации образца, который в сжатой зоне циклически увлажнен и затем высушен, подтверждает, что физико-механическое состояние является подобным для симметричных изменений содержания влаги, что указано и в работах [65, 66, 67].

Деформации увлажненного образца в напряженной зоне и затем высушенного являются различными.

Увеличение прогиба образца, который был подобен циклическому увлажнению в течении 24 часов в зоне напряжения было соблюдено только в течении первых 12 часов данного процесса увлажнения. После 12 часов увлажнения прогиб внезапно уменьшается в течение оставшегося времени увлажнения и начального периода цикла высушивания. Тогда поведение прогиба вероятно вызвано текущим распределением влаги в поперечном сечении образца, которое показано на Рисунок 4.1. Представленные данные указывают на то, что после 12 часов увлажнения напряженной зоны нагруженного образца, содержание влаги сжатой зоны начинает повышаться, отражаясь уменьшением прогиба. Понижение продолжается в течение целого периода увеличенного содержания влаги в сжатой зоне – в среднем до 24 часов цикла высушивания.

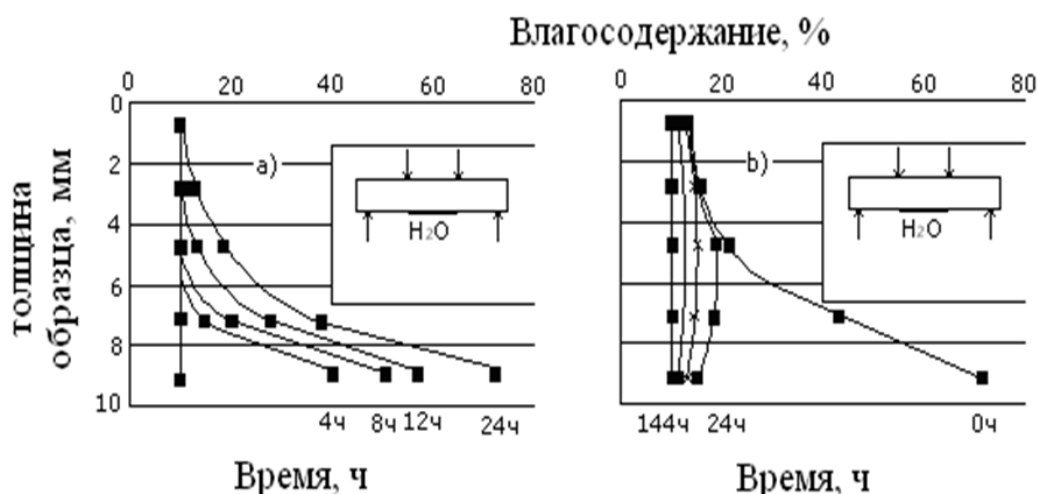


Рисунок 1. Ориентация кривых влажности распределения напряжения в поперечном разрезе образцов из органо-полимерных композитов в увлажненной зоне (а) и в высушенной зоне (в).

Высокая ползучесть, неупругая деформация изгибаемого органо-полимерного композита, содержание влаги в сжатой зоне которой изменено циклически (как показано на Рисунок1), должен соответствовать циклу увлажнения. Различия в деформациях образцов наиболее явно выражены в период механико-сорбционной ползучести. Поскольку хорошо известно, что сопротивление органо-полимерного композита сжатию значительно влияет на изгибающую силу. Имеющиеся в распоряжении данные указывают, что сопротивление органо-полимерного композита продольному сжатию в воздушно-сухом состоянии в 2-2,5 раза ниже, чем его сопротивление растяжению в том же самом состоянии. Для влажной органо-полимерного композита различия могло достигать 4 - изгиб. Это предполагает, что как только сжатая зона изгибаемого образца увлажнена, сопротивление сжатой зоны в

несколько раз ниже, чем сопротивление растянутой сухой зоны. В таких случаях растяжение при изгибе в изучаемых слоях образца (края сжатой зоны) может быть выше, чем значение, при котором поведение органо-полимерного композита является линейно-вязкоупругим.

При проведении многих технологических процессов, а также в период эксплуатации композиционные материалы деформируются в условиях переменной температуры и влажности. Поскольку основной по объему материал органо-полимерного композита – органическое сырье, закономерности его деформирования будут определяться особенностями деформирования природного полимера – древесины, как термовлагоанизотропного материала.

Как известно из работ авторов исследованиями деформативности древесины при переменной влажности и температуре в направлении поперек волокон, установлено, что в диапазоне изменения влажности от нуля до предела насыщения клеточных оболочек (25%) и температуры от 0 до 100°C жесткость и прочность древесины поперек волокон изменяется в 20 раз, а вдоль волокон в 2-3 раза. Предельное значение деформации ε_{II} при заданном напряжении, влажности и температуре определяется обычно в экспериментах.

Прочностные характеристики органо-полимерных композитов существенно снижаются при повышенной влажности и температуре, аналогично показателям жесткости. Кроме того, циклические изменения влажности и температуры нагруженных органо-полимерных композитов приводят к резкому снижению его прочности.

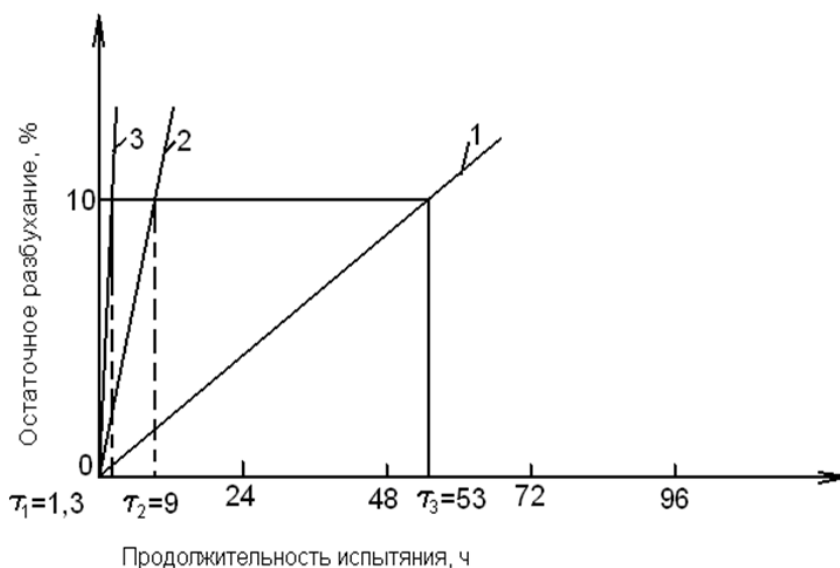


Рисунок 2. Кинетика разбухания плит из растительного сырья при ускоренном термовлажностном старении: 1, 2, 3 – соответственно при температуре 20°C, 70°C и 100°C.

По значениям τ_1 , τ_2 , τ_3 строим графическую зависимость в координатах

$\lg \tau - \frac{1}{T}$ и через полученные точки проводим прямую и графически определяем (Рисунок 4.7).

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\lg \tau_1 - \lg \tau_3}{T_1^{-1} - T_3^{-1}} = \frac{1,7243 - 0,1139}{(3,41 - 2,68) \cdot 10^{-3}} = 6,6 \cdot 10^3$$

Зная $\operatorname{tg} \alpha$ по уравнению (2.5) определяем значение энергии активации:

$$E = \operatorname{tg} \alpha \cdot 2,3 \cdot R = 6,6 \cdot 10^3 \cdot 2,3 \cdot 8,35 = 126,8 \text{ кДж/моль}$$

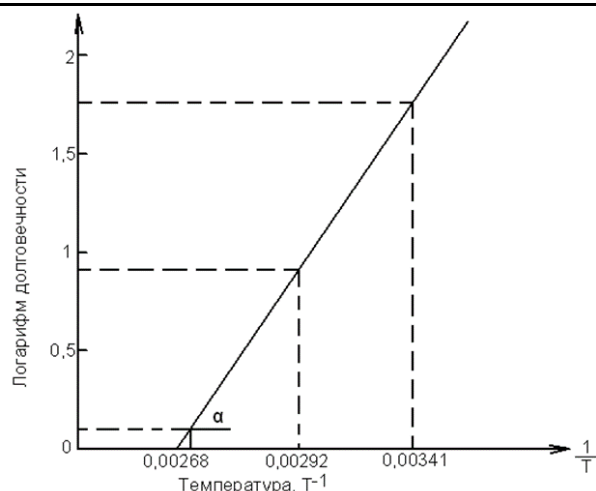


Рисунок 3 - Изменение $\lg \tau$ от обратной температуры

При сопоставлении прогнозной долговечности с результатами натурных испытаний плит из растительного сырья наблюдаются определенные отклонения, что связано со многими факторами. Результат, полученный по предложенному методу определения долговечности, следует считать приближенным. Практическое значение метода сводится к определению относительных показателей долговечности, к возможности предварительной оценки эффективности модификации связующего, изменения режима прессования, применения защитных покрытий.

Сравнение теоретических прогнозных оценок нагруженного и ненагруженного органо-полимерного композита по результатам ускоренных испытаний и длительных натурных наблюдений в различных эксплуатационных условиях показало достаточную степень сходимости результатов прогноза с истинной долговечностью. Для разных условий испытаний коэффициент сходимости колебался от 5,6 до 9,8%, что подтверждает эффективность уточненной методики прогнозирования эксплуатации долговечности органо-полимерных композитов.

Выводы. Деформации изогнутого органокомпозита под ассиметричными циклическими изменениями влажности зависит главным образом от изменения влажности в сжатой зоне.

Список литературы

1. Яценко В.Ф. Прочность и ползучесть конструкционных композитов [Текст] / В.Ф.Яценко. – Киев: Наукова думка, 1998. – С. 164-242.
2. Курдюмова, В.М. Термодинамический анализ структуры строительных композитов из растительного сырья [Текст] / Межд. сб. научн. тр.: Экология и ресурсосберегающие технологии в строительном материаловедении // В.М. Курдюмова, Л.В. Ильченко, А.У.Чымыров. – Новосибирск: 2005. – С. 7-11.
3. Гольденблат, И.И. Теория ползучести строительных материалов и ее приложения [Текст] / И.И.Гольденблат, Н.А. Николаенко. - М.: Госстройиздат, 1995. – 482 с.
4. Закономерности ползучести и длительной прочности: Справочник [Текст] / Под ред. С.А.Шестерикова. – М.: Машиностроение, 1999. – 101 с.
5. Соломатов, В.И. Прочность композиционных материалов [Текст] / В.И.Соломатов. – Липецк: НПО Ориус. 2001, – 112 с.
6. Хрулев, В.М. Состав и структура композиционных материалов [Текст] / В.М. Хрулев, В.М. Курдюмова. – Бишкек: "Полиглот", 1997. – 124 с.

Архитектура. Курулуш

Т.1, №1, 2024

Архитектура. Строительство

Т.1, №1, 2024

Architecture. Construction

2024, Vol. 1, No. 1

Редакторы А.Б.Аманкулова, Г.А.Кабылбекова

Тех. редактор Ж.З.Кучкачова

Подписано к печати 11.04.2024г. Формат бумаги 60x84_{1/8}.
Бумага офс. Печать цифр. Объем 18,75 п.л. Тираж 50 экз.
Отпечатано в ОсОО ИД «Калем», г.Бишкек, ул. Курчатова, 69
т. 0706-757610, 49-19-36, E-mail: kalem14@mail.ru
www.kalem.press