

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

МЕЖДУНАРОДНАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ КОРПОРАЦИЯ

СТУДЕНТ И НАУКА: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

**Сборник материалов
XXIV ежегодной республиканской студенческой научной конференции**

ЧАСТЬ II

Алматы, 2024

УДК 001
ББК 72
С88

Редакционный комитет

Имандосова М.Б., ректор МОК – председатель;
Сабденалиев Б.А., проректор – заместитель председателя;
Гвоздикова Т.А., заместитель декана по академическим вопросам ФА;
Узакбаев Т.К., заместитель декана по академическим вопросам ФД;
Касымова Г.Т., ассистент профессора ФОС;
Умирбаева А.Б., заместитель декана по академическим вопросам ФСТИМ;
Каргина А.Е., координатор ДН.

С 88 **Студент и наука: взгляд в будущее:** Сб. мат. XXIV ежегодн. респ.
научн. студ. конф. – Алматы: МОК, 2024.

ISBN 978-601-08-4451-3

Ч. I. – 229 с.

ISBN 978-601-08-4450-6 (общ.)

В сборнике представлены результаты научно-исследовательской деятельности преподавателей и студентов МОК, Satbayev University, ЕНУ им. Л. Н. Гумилева и других вузов.

Статьи, представленные в сборнике, рассмотрены на XXIV ежегодной республиканской научной студенческой конференции «Студент и наука: взгляд в будущее». Организатор конференции – департамент науки под руководством Ч. Айтжанова.

В сборнике освещены актуальные тенденции в области энергоэффективного строительства, инженерных систем и сетей, геотехники, механизации строительного производства, а также производства строительных материалов, изделий и конструкций.

Материалы сборника представляют интерес для преподавателей, студентов, магистрантов и стажеров технических вузов.

УДК 001
ББК 72

Печатается по плану издания Международной образовательной корпорации
на 2023–2024 уч. год

ISBN 978-601-08-4450-6 (общ.)
ISBN 978-601-08-4451-3 (ч. II)

© Международная образовательная
корпорация, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗДЕЛ III СТРОИТЕЛЬСТВО

3.1 СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА

Энесова Ж.Е., Аубакирова Б.М. Анализ методов усиления железобетонных плит от продавливания	5
Бөленхан А.Ә., Кретов Д.В., Ажгалиева Б.А. Экологически эффективные технологии в жилищном строительстве: инновационный подход	11
Ерболұлы Ж., Аубакирова Б.М. Архитектура прочности: инновационные подходы к стыковке сборных железобетонных конструкций в каркасных зданиях	16
Жаңабергенова С.Т. Организация эксплуатации зданий с применением BIM-технологий	21
Закерья С.Ю., Наурызбаев Г.А. Основные принципы решения задач многопараметрического проектирования составов бетона	26
Идирғалиева А.А., Аубакирова Б.М. Влияние влажностных состояний на эксплуатационные характеристики наружных стен	30
Қайролла С.С., Шайдулла М.Р. Применение металлоконструкций в строительстве плотин гидротехнических сооружений	38
Оразалиева Е.З., Қуанышбай А.М. Қазақстанда энерготіімді ғимараттарды салу перспективалары.....	44
Пердебай А.С., Тасмаганбетова А.Х. Сейсмическое проектирование зданий и сооружений.....	48
Саттаров Э.А., Турсунбеков Б.К., Молдамуратов Ж.Н., Алтаева З.Н., Естемесова А.С. Бетоны повышенной водонепроницаемости, предназначенные для гидросооружений, на основе отходов	52
Серікбаев А.Н., Қуанышбай А.М. Энергияны үнемдейтін құрылыс конструкциялары және технологиясы	59
Таскулов Ш.О., Қуанышбай А.М. Құрылыс конструкцияларын коррозияға қарсы қорғау әдістеріне шолу.....	63
Тортаев Б.Қ., Қуанышбай А.М. Ғимараттардың энергия тиімділігін қамтамасыз ететін энергия үнемдеуші құрылыс құрылымдары	65
Тугулбай А.Н., Айсудинов Ә.Ә., Шайдулла М.Р. Современные методы предотвращения разрушения здания в городе Алматы от сильнейших землетрясений	68
Шайділда Ұ.Т., Ажгалиева Б.А. Темірбетон илетін элементтерді АҚШ нормасы бойынша есептеу.....	74

3.2 СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА И ГЕОТЕХНИКА

Абдола А.А., Тулегенова О.Е. Шекті элементтер әдісін механикалық конструкцияларды анализдеуде қолдану.....	79
Абдурашитов М.М., Тебердиев Р.А., Ахметова П.Т. Строительные материалы и изделия для конструкций транспортных сооружений	85

Абильхан А.А., Полякова И.М. Определение сейсмического отклика эксцентрично закрепленных рам с вертикальными поперечными связями	89
Аккереева А.Е., Ельжанов Е.А. Геотехника саласындағы ақпараттық модельдеуге арналған үздік бағдарламалар	99
Aitenov M.M., Cooper I.S. Key principles of asphalt concrete composition development	103
Даулетбайұлы Д., Ельжанов Е.А. Қазақстанның геотехникалық нормативтік базасы: жағдайы және даму болашағы	109
Ержақуп Б.К., Каденгалиев А.Д., Оспанова З.К. Основы геодезии при строительстве автомобильных дорог	114
Kambar N., Polyakova I. Evaluation of seismic response of chevron buckling restrained braced frames	119
Ниетбай С.Е., Бесимбаев Е.Т., Аввад Т. Технология вертикальных барьеров для сейсмической защиты строительных памятников.	123
Сарина М.Н., Султанова Ж.У., Касымова Г.Т. Исследование технологических процессов вибрационных установок и их влияние.....	129
Сон С., Достанова С.Х. Интеллектуальные технологии в исследовании надежности строительных конструкций.....	136
Тебердиев Р.А., Абдурашитов М.М., Ахметова П.Т. Вопросы обеспечения безопасности движения на съездах транспортных развязок	143
Темирбекова Ф.Б., Хомяков В.А. Особенности проведения штамповых испытаний на упрочненных массивах и грунтовых подушек из композитных материалов	148

3.3 ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

Гринь Д.Д., Жангужинов А.Е. Озонаторы в сфере очистки воды в бассейнах	155
Ербосынов Д., Абиева Г.С. Су мен жылыту жүйесінің энергия тиімділігі мен физикалық тозуын 10 жылдан кейін талдау	159
Жантасова А.М., Касабекова Г.Т. Обеззараживание воды ультрафиолетовым излучением.....	168
Закиева Д.Д., Абиева Г.С. Механикалық желдету – жайлылық пен энергияны үнемдеу жолы.....	171
Изтелеуова М.М., Жангужинов А.Е. Методы очистки сточных вод	177
Кадирова Д.Б., Мұхамбетжан А.М. Тұрғын үй микроклимат параметрлерін тұрақты ұстаудың инженерлік жүйелерін жетілдіру.....	183
Қарамерген А.М., Жапахова А.У. Ғимараттарды жылу окшаулаудың құрылымдық және технологиялық шешімдерін талдау.....	193
Оразымбет Қ.Б., Джартаева Д.К. Возможность и целесообразность искусственного пополнения подземных вод с целью водоснабжения	200
Сапарбай Ж., Жакыпова Г.М. Схемадағы ультрафильтрациялық мембраналар ауыз су қорларын тазартып қолдану мүмкіндігі (резервуарларда ұзақ уақыт сақталатын су)	209
Такенкызы А., Касабекова Г.Т. Дождевая вода – инструмент сохранения воды.....	216
Ханыкина В.С., Доскалиева С.К. Новое водоснабжение Казахстана	222

РАЗДЕЛ III СТРОИТЕЛЬСТВО

3.1 СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 624.04

АНАЛИЗ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ОТ ПРОДАВЛИВАНИЯ

Әнесова Ж.Е.

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В данной статье рассмотрены современные способы усиления плит перекрытия. Перечислены основные преимущества и недостатки существующих методов усиления. Рассмотрен способ усиления с помощью добавления поперечной арматуры, приведена несколько примеров. Сформулирован ряд конструктивных требований, позволяющих добиться наиболее эффективного расположения поперечной арматуры. Приведена технология поэтапного ведения работ по усилению плит перекрытия.

Ключевые слова: усиление, плита перекрытия, конструкции, продавливание, увеличение сечения, металлическая обойма, поперечная арматура, химический анкер.

Андатпа. Бұл мақалада еден плиталарын нығайтудың заманауи әдістері қарастырылады. Қолданыстағы күшейту әдістерінің негізгі артықшылықтары мен кемшіліктері келтірілген. Көлденең арматураны қосу арқылы күшейту әдісі қарастырылып, бірнеше мысалдар келтірілген. Көлденең арматураның ең тиімді орналасуына қол жеткізу үшін бірқатар құрылымдық талаптар тұжырымдалған. Еден плиталарын нығайту бойынша кезең-кезеңімен жұмыс жасау технологиясы ұсынылған.

Түйін сөздер: арматура, еден плитасы, конструкциялар, тесу, ұлғайтылған қима, металл қыстырғыш, көлденең арматура, химиялық анкер.

Abstract. This article discusses modern methods of strengthening floor slabs. The main advantages and disadvantages of existing amplification methods are listed. A method of strengthening by adding transverse reinforcement is considered, and several examples are given. A number of structural requirements have been formulated to achieve the most efficient arrangement of transverse reinforcement. The technology for step-by-step work on strengthening floor slabs is presented.

Key words: reinforcement, floor slab, structures, punching, increased cross-section, haunch, metal clip, transverse reinforcement, chemical anchor.

*Автор-корреспондент: Әнесова Ж.Е.

Научный руководитель: Аубакирова Б.М.

1 ВВЕДЕНИЕ

Плоские безкапитальные безбалочные перекрытия являются наиболее массовыми конструкциями в современных зданиях. Нередко в строительной практике возникает необходимость усиления подобных перекрытий по различным причинам: ошибки при проектировании, строительный брак, увеличение нагрузок в связи с реконструкцией здания и др. Одним

из наиболее эффективных с конструктивной точки зрения и архитектурно привлекательных методов усиления плит на продавливание является установка поперечной арматуры. Другим альтернативным методом усиления плит на продавливание (в ряде случаев единственно возможным) является усиление путем установки арматуры, вклеенной под углом к поверхности плиты, которая позволяет повысить прочность при одностороннем доступе, например, в случае необходимости усиления фундаментной плиты, либо в случае отсутствия доступа к верхней поверхности плит перекрытий и покрытий. Одной из причин, по которой данный метод не находит широкого распространения, является отсутствие исследований о работе усиления при внецентренном продавливании (при совместном действии сосредоточенных сил и момента). За последние годы произошел ряд аварий зданий, связанных с обрушением плит перекрытий в следствие разрушения от продавливания, которые привели к значительным экономическим потерям, а также, к сожалению, и к человеческим жертвам. Эти обстоятельства подтверждают актуальность и важность изучения вопроса прочности плит на продавливание, а также разработку новых высокоэффективных способов усиления перекрытий на продавливание.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Теоретические основы методов расчета прочности плоских железобетонных плит на продавливание рассматривались в работах таких ученых как: Гвоздева А.А., Коровина Н.Н., Голосова В.Н., Фишерова М.Ф., Сергеевского А.Д., Качановского С.Г., Залесова А.С., Карпенко Н.Н. и др., а также зарубежных ученых: Dilger W.H., Amin Ghali, Aurelio Muttoni и др. В результате выполненного обзора исследований по работе плоских железобетонных плит при продавливании установлено, что основные положения, формулы и зависимости для расчета несущей способности плит на продавливание выведены на основе экспериментальных данных и носят полуэмпирический характер. Большая часть исследований связана с изучением работы плит на продавливание армированных поперечной арматурой, исследования плит, усиленных поперечным армированием, весьма ограничены. Исследования усиленных плит показывают, что поперечное армирование значительно повышает прочность и пластичность плит и тем самым является эффективным методом усиления плит на продавливание. В качестве поперечной арматуры на продавливание использовались резьбовые шпильки, углопластиковые и стеклопластиковые ленты [8].

Несмотря на многолетние работы исследователей в нашей стране и за рубежом, расчет на продавливание плоских железобетонных плит остается весьма несовершенным. Главной причиной такого положения является сложности теоретической оценки факторов, влияющих на работу элемента при действии продавливающей силы.

В основу большинства методик по расчету прочности на продавливание в нормативных документах разных стран основан на методе предельных усилий. Суть этого метода состоит в том, что предельное состояние элемента в зоне действия поперечных сил определяется равновесием сил, действующих в наклонном сечении от внешних нагрузок и внутренних предельных усилий. Трудность применения этого метода заключается в определении предельных усилий в бетоне и продольной арматуре, т.к. зона вблизи колонны в стадии, близкой к разрушению, находится в сложном напряженном состоянии. Поэтому для определения этих усилий используются данные экспериментальных исследований.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Продавливанием называют пространственную форму разрушения плитных конструкций при приложении к ней сосредоточенных усилий от колонн, свай либо грузов по ограниченной площадке. Продавливание характеризуется выделением из конструкции, так называемого «тела продавливания», часто имеющего форму усеченной пирамиды. Существующие конструктивные решения усиления плит на продавливание можно разделить на следующие типы:

- 1 тип – усиление путем увеличения рабочей толщины плиты;

- 2 тип – усиление путем увеличения площади опирания плиты;
- 3 тип – усиление путем постановки поперечной арматуры;

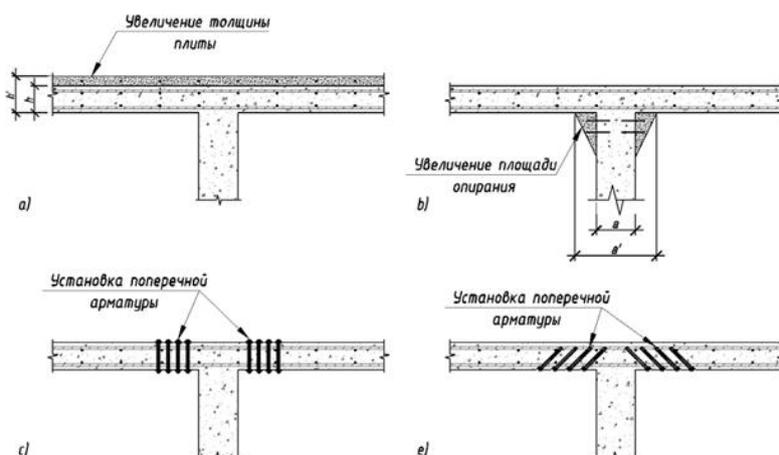


Рисунок 1 – Основные типы усиления плит на продавливание:

- a) путем увеличения толщины плиты; б) путем увеличения площади опирания плиты; с и е) путем постановки поперечной арматуры

Каждый из перечисленных типов имеет свои преимущества и недостатки, которые определяют выбор типа усиления. Недостатками 1–го и 2–го типов усиления являются высокая трудоемкость при исполнении, а также увеличение нагрузки на плиту от веса набетонки, необходимость в мокрых процессах и уменьшение полезного объема помещения [4.6]. Преимуществами 3–го типа являются: незначительные затраты времени на выполнение работ и более низкие затраты на реализацию, отсутствие элементов, снижающих внутренний объем помещений. К недостаткам относится: ограничение по максимальной величине усиления, определяемой предельной несущей способностью плиты на продавливание по грани колонны.

Известны также методы расчета, для которых используются различные условные схемы. Наибольшее распространение получил метод ферменной аналогии, предложенный Е. Мершем в 1903 г. Впервые в СНГ методика расчета на продавливание была предложена Гвоздевым А.А. В дальнейшем она была усовершенствована в работах Коровина Н.Н., Голосова В.Н., Фишеровой М.Ф., Сергеевским А.Д., Качановским С.Г., Залесовым А.С. и др. Основная идея метода заключается в следующем: предполагается, что продавливание происходит по боковой поверхности пирамиды, меньшим основанием которой служит площадь действия продавливающей силы, а боковые грани наклонены под углом 45 градусов горизонтали. При этом исходят из предположения, что продавливание происходит в момент, когда растягивающие напряжения, расположенные на поверхности тела продавливания, превосходят предел прочности бетона на растяжение.

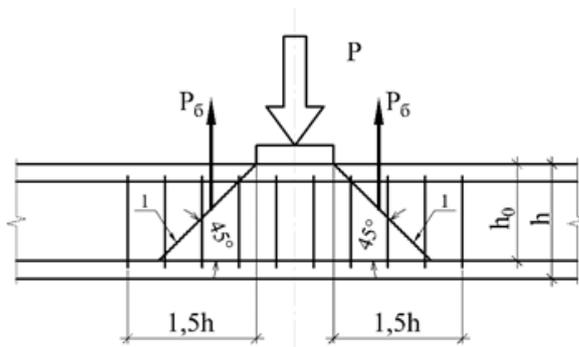


Рисунок 2 – Расчетная пирамида продавливания

По предложенной формуле Гвоздева расчетное выражение выглядит следующим образом:

$$P \leq k \cdot R_p \cdot b_{cp} \cdot h_0$$

где k – коэффициент, учитывающий неравномерный характер распределения напряжений по поверхности (0,75); b_{cp} – среднее между верхним и нижним периметрами основания тела продавливания; h_0 – рабочая высота перекрытия; R_p – прочность бетона на растяжение.

В случае установки поперечной арматуры расчет на продавливание плит производился из условий:

$$P \leq 1.4 \cdot k \cdot R_p \cdot b_{cp} \cdot h_0$$

Расчет на продавливание плит с поперечной арматурой необходимо было выполнять из условия:

$$P \leq P_b + P_x$$

но не более $2 \cdot P_b$, где P_b – усилие, воспринимаемое бетоном в расчетном сечении и определяемая по формуле, а P_x – усилие, воспринимаемое поперечной арматурой, пересекающую боковые грани расчетной пирамиды продавливания, по формуле:

$$F_b = k R_p b_{cp} h_0,$$

где F – продавливающая сила; k – коэффициент, принимаемый равным для бетона: тяжелого – 1,00; мелкозернистого – 0,85; легкого – 0,80.

При учете поперечной арматуры значение P_x должно быть не менее $0,5 P_b$.

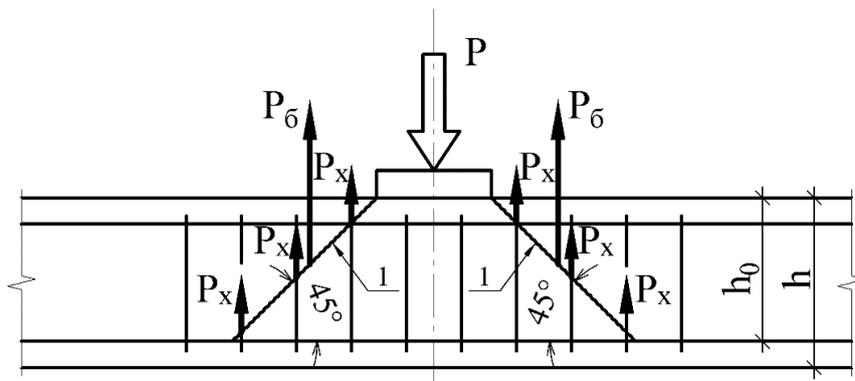


Рисунок 3 – Схема расчета на продавливание плит

Плоские плиты с поперечной арматурой усиления.

В 1974 г. в своей работе Ghali испытал три группы образцов плит на продавливание, усиленных преднапряженными поперечными шпильками. Образцы усиливались двенадцатью высокопрочными шпильками диаметром 19мм шайбами под гайки из стальных пластин по обоим концам размерами 100x100x19мм [2.10]. При испытании шпилек на растяжение они выдержали разрушающую нагрузку, равную 75,3 кН.

Одна группа образцов подвергалась воздействию вертикальной нагрузки (группа С), а другая – воздействию момента (группа В). Результаты испытаний выявили прирост несущей способности и деформативности плит при продавливании, усиленных образцов. Так в группе С образец без усиления имел предельную нагрузку 413 кН, а образец, усиленный поперечными шпильками – 690 кН, т.е. увеличение несущей способности составило 67%. В группе В образец без усиления выдержал предельный момент 196 кН·м, а усиленный образец – 241 кН·м, т.е. увеличение несущей способности составило 23%.

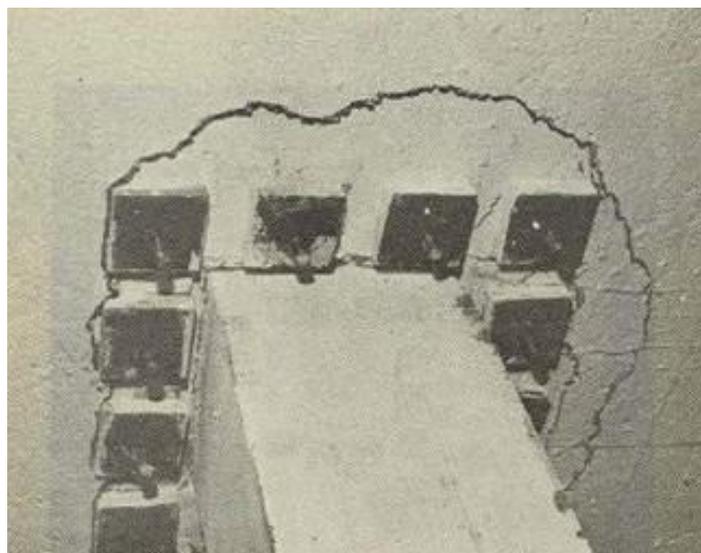


Рисунок 4 – Общий вид опытного образца, усиленного на продавливание с помощью преднапряженных шпилек (Ghali 1974 г.)

В 1994 г. были проведены испытания на продавливание образцов, моделирующих узел соединения колонных с плитой, усиленных с помощью стальных пластин и бетонной капители. Стальные пластины приклеивались по обеим поверхностям плиты с помощью эпоксидного клея, а потом стягивались с помощью шпилек [7.9]. Поперечные шпильки так же использовались в качестве поперечной арматуры. Бетонная капитель устраивалась путем предварительного удаления защитного слоя бетона на нижней поверхности плиты. Нижняя стальная пластина, по мнению авторов, выполняла роль капители, установленная для увеличения периметра продавливания. Нагружение образцов производилось монотонно. Оба образца разрушились хрупко за контуром усиления.

В 1998 г. Hassanzadeh и Sundqvist предложили три метода усиления плит мостов, опертых на колонны, осуществляемых без остановки эксплуатации [1.3]. Предложенные методы включали устройство капители с помощью торкрет бетона, стальной капители и установкой дополнительных наклонных стержней.

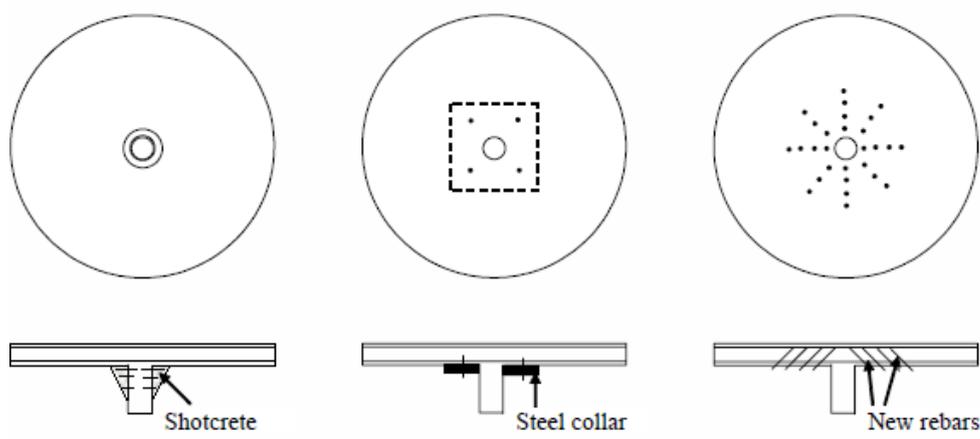


Рисунок 5 – Методы усиления плит на продавливание (Hassanzadeh and Sundqvist, 1998 г.)

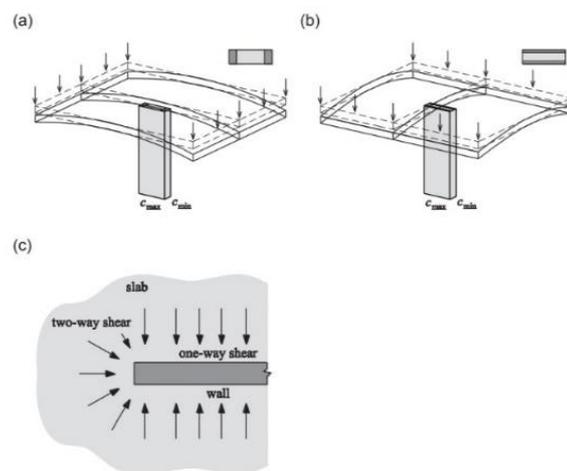


Рисунок 6 – Работа плиты на продавливание.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Несмотря на некоторые условности, связанные с использованием сопротивления бетона растяжению, такая методика ферменной аналогии представлялась более перспективной, так как она полнее учитывает действительный характер разрушения при построении расчетной схемы.

Метод моделирующих узел соединения колонных с плитой, усиленных с помощью стальных пластин и бетонной капители, признали эффективным родом усиления плит на продавливание.

Три метода усиления плит мостов, опертых на колонны, осуществляемых без остановки эксплуатации [5, 6, 7]. Авторы отметили, что все три метода усиления возможны для увеличения несущей способности плит на продавливание, а также сообщили о некоторых недостатках для каждого метода усиления. Первый метод является дорогим и трудоемким. Вторым методом, хотя и привел к максимальному увеличению несущей способности, является трудоемким для исполнения в полевых условиях. В третьем методе установка новых наклонных стержней в качестве поперечной арматуры явилась самым эффективным и недорогим методом среди этих трех методов усиления. Однако, авторы выразили беспокойство относительно уязвимости наклонных стержней к коррозии и другим проблемам долговечности.

5 ВЫВОДЫ

В результате анализа выполненного обзора исследований по работе плоских железобетонных плит при продавливании установлено, что основные положения, формулы и зависимости для расчета несущей способности плит на продавливание выведены на основе экспериментальных данных и носят полуэмпирический характер. Из обзора экспериментальных исследований плит установлено, что исследований работы на продавливание плит с предустановленной поперечной арматурой гораздо больше, чем исследований плит с поперечной арматурой усиления [3/11].

Опыты по продавливанию плит с поперечной арматурой усиления показывают, что установка поперечной арматуры дает повышение несущей способности на продавливание и пластичности плит и тем самым является эффективным методом усиления плит на продавливание. В качестве поперечной арматуры на продавливание можно принимать стальные шпильки, углепластиковые и стеклопластиковые ленты. Важно отметить, что в большинстве исследований плоских плит на продавливание передача нагрузки на плиту производилась через стальной штамп, а не через колонну, что может оказывать влияние на напряженно-деформированное состояние плиты в условиях продавливания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abaqus Documentation. Abaqus Analysis User's manual. Materials. Other plasticity models. Concrete.
2. ACI 318–08. Building Code Requirements for Structural Concrete. Detroit: ACI 318–08, American Concrete Institute, 2008.
3. ACI–ASCE COMMITTEE 421. Shear reinforcement for slabs. American Concrete Institute Report ACI 421.1R–99. 1999.
4. Adetifa B., Polak M.A. Retrofit of Interior Slab Column Connections for Punching using Shear Bolts // ACI Structural Journal – 2005, March April.
5. Adrian Dogariu, Sorin Bordea, Dan Dubina. Steel brace-to-rc frame post-tensioned bolted connection “Politehnica” University of Timisoara, Romania.
6. Andersson J. Punching of Concrete Slabs with Shear Reinforcement // Royal Institute of Technology, Bulletin № 212, pp. 87. — Stockholm, 1963.
7. AndraK HP, Dilger WH, Ghali A. Urchstanzbewehrung fur Flachdecken // Beton–und Stahlbetonbau. — 1979.
8. Baris Binici, Bayrak O. Use of Fiber Reinforced Polymers in Slab–Column Connection Upgrades. "ACI Structural Journal", 102, (2005), p.93–102.
9. Bericht uk ber Versuche an punktgestuk tzten Platten bewehrt mit DEHA Doppelkopfbolzen und mit Duk belleisten. Report No. AF 96/6–402/1, Otto– Graf– Institut, Universitakt– Stuttgart, DEHA 1996.
10. Corley W.G., Hawkins N.M. Shearhead Reinforcement for Slabs // Jornal of ACI. — 1968. — №10. — 811–834.
11. Dilger W.H., Ghali A. Shear reinforcement for concrete slabs // ASCE Journal of the Structural Division. — 1981.

УДК 624.07

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ: ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД

Бөленхан А.Ә.¹, Кретов Д.В.²

^{1,2}Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В представленной статье рассмотрены способы применения высокоэффективных технологий с целью улучшения экологической обстановки в крупных городах.

Ключевые слова: жилищное строительство, экологическая устойчивость, экологическое домостроение, природные материалы, солнечные батареи.

Аңдатпа. Бұл мақалада ірі қалалардағы экологиялық жағдайды жақсарту үшін жоғары тиімді технологияларды пайдалану жолдары қарастырылады.

Түйін сөздер: тұрғын үй құрылысы, экологиялық тұрақтылық, экологиялық тұрғын үй құрылысы, табиғи материалдар, күн батареялары.

Abstract. This article discusses ways to use highly efficient technologies to improve the environmental situation in large cities.

Key words: housing construction, environmental sustainability, ecological housing construction, natural materials, solar panels.

1 ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия стали все более актуальными вопросы экологической устойчивости и эффективности в различных отраслях современной промышленности, включая жилищное строительство. В связи с увеличением численности населения и ростом городов важно разработать и внедрить технологии, которые позволят строить экологически чистые и энергоэффективные дома [1].

Экологически эффективные технологии — это технологические процессы, продукты или методы, которые разработаны с учетом минимизации негативного воздействия на окружающую среду и ресурсы планеты. Они направлены на снижение выбросов загрязняющих веществ, энергопотребления, оптимизацию использования природных ресурсов, повышение эффективности использования материалов и т. д. Они также называются «зелеными» технологиями и являются частью устойчивого развития.

Экологически эффективные технологии могут быть применены в различных сферах жизнедеятельности, включая производство, сельское хозяйство, строительство, транспорт и др. Они могут включать в себя использование возобновляемых источников энергии, утилизацию отходов, снижение использования химических веществ и т. д.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

История экологического домостроения началась с момента энергетического кризиса в 1970-х годах.

Мир столкнулся с серьезным энергетическим кризисом, вызванным растущим спросом на нефть и другие ресурсы, а также постоянным загрязнением окружающей среды. В ответ на эти проблемы началось движение за более экологически чистое и энергоэффективное строительство.

Одним из ключевых элементов этого движения стало экологическое домостроение — подход к созданию жилья, который учитывает влияние строительства на окружающую среду и стремится минимизировать его. Экологическое домостроение предлагает использование возобновляемых материалов, энергосберегающих технологий, а также устойчивых подходов к планированию и дизайну зданий. Природных ресурсов для своего функционирования они требуют во много раз меньше, чем обычные, а отходов практически не производят [2].

Энергия во всех ее видах, будь то электричество или какое-либо топливо, это один из видов природных ресурсов, при добыче, транспортировке и использовании которого наносится значительный ущерб окружающей среде. Энергоэффективные дома появились после известного энергетического кризиса 1970-х годов прошлого века. Многие строительные компании и архитекторы стали активно внедрять принципы экологического домостроения в свои проекты, где, прежде всего, в доме должны быть снижены теплопотери, так как основные энергозатраты в средних широтах связаны с отоплением. Это привело к появлению инновационных зданий, которые потребляют меньше энергии, которому для горячего водоснабжения и отопления достаточно энергии индивидуальных возобновляемых источников: солнечных батарей, ветроустановок и т. д. Это делает дом отчасти экологичным, поскольку выработка энергии всегда сопряжена с отрицательными воздействиями на окружающую среду [3].

Со временем интерес к экологическому домостроению только усилился, и сегодня он является одним из важнейших трендов в строительной индустрии. Благодаря усилиям защитников окружающей среды, архитекторов и строителей экологическое домостроение становится все более популярным и доступным для людей по всему миру, способствуя созданию более устойчивого и здорового образа жизни.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В Казахстане встречается умеренный континентальный климат с острыми сезонными изменениями. Отопительный сезон здесь длится примерно с сентября по май, и это означает, что длительная зима требует хорошо изолированных и энергоэффективных домов. Однако количество солнечных дней в году велико, что открывает потенциал для использования возобновляемых источников энергии, таких как солнечные панели.

Из-за сильных различий в климатических условиях зимы и лета жители Казахстана должны приспосабливать свой образ жизни к сезонам. Поэтому при разработке проекта дома необходимо учитывать эти особенности климата и предусмотреть соответствующие решения для обеспечения комфортной жизни в разные сезоны года.

Экологическое жилище – это жилье, созданное с учетом экологических принципов, и стремится к минимальному воздействию на окружающую среду. Одним из ключевых требований к такому жилью является использование возобновляемых источников энергии для обеспечения тепла, горячей воды и электричества. Например, установка солнечных коллекторов, микро-гидроэлектростанций и других альтернативных источников энергии.

Дом, который живет за счет возобновляемых источников энергии, может быть отнесен к дому нулевого энергопотребления, так как он не использует традиционные невозобновляемые источники энергии. Такой дом является энергоэффективным, экологичным и способствует сохранению природных ресурсов [4].

Данные технологии играют важную роль в сохранении природных ресурсов, сокращении выбросов парниковых газов, снижении риска заболеваний и улучшении качества жизни населения. Они способствуют устойчивому развитию и созданию зеленой экономики.

Примеры экологически эффективных технологий включают в себя солнечные и ветряные электростанции, электромобили, биоразлагаемую упаковку, утилизацию и переработку отходов, умные системы управления ресурсами и др.

Применение экологически эффективных технологий позволяет сократить негативное воздействие человеческой деятельности на окружающую среду, снизить расходы на энергию и ресурсы, улучшить качество жизни людей и способствовать экономическому развитию, основанному на заботе о современном мире, где проблема экологии становится всё более актуальной и насущной.

Жилищное строительство, как одна из отраслей человеческой деятельности, оказывает негативное воздействие на окружающую среду. Выбросы загрязняющих веществ, потребление природных ресурсов и истощение природы – всё это приводит к ухудшению экологической ситуации на планете. Однако современная наука и технологии позволяют создавать и применять экологически эффективные технологии в жилищном строительстве, которые могут минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и делать жилье более комфортным для жизни. Инновационный подход в разработке и использовании этих технологий позволяет улучшить качество жизни людей и снизить нагрузку на природные экосистемы.

В первую очередь, важно использовать при строительстве материалы, которые обладают низким уровнем энергозатрат на производство и обработку, а также являются экологически чистыми. Например, можно использовать природные материалы такие, как древесина, кирпич или камень, которые не только экологически безопасны, но и обладают хорошей теплоизоляцией, что помогает снизить расходы на отопление. Использование древесины как строительного материала способствует уменьшению выбросов углекислого газа во время производства материала, а также древесина обладает высокой теплоизоляцией и длительным сроком службы. Также активно внедряются технологии переработки отходов строительства и демонтажа для повторного использования материалов [5].

Другим важным направлением экологически эффективного строительства является улучшение энергетической эффективности зданий. Использование солнечных панелей, тепловых насосов, ветрогенераторов и других альтернативных источников энергии позволяет снизить зависимость от традиционных источников энергии и сократить выбросы парниковых газов [3].

Кроме этого, следует отметить важность создания зеленых зон в городских районах и использование специальных технологий для обеспечения адаптированных к климатическим условиям жилищных объектов. Также важно учитывать энергосберегающие технологии при проектировании и строительстве дома. Например, можно использовать солнечные батареи для генерации электроэнергии, установить системы тепловой насос и утеплять фасады здания специальными материалами. Это позволяет сохранить биоразнообразие, улучшить микроклимат и создать комфортные условия для проживания.

Следующий важный аспект – это использование системы управления ресурсами в доме, такие как датчики освещения, регулировка отопления и кондиционирования, а также системы вентиляции. Это позволит оптимизировать потребление ресурсов и снизить нагрузку на окружающую среду. Также важным в жилищном строительстве является использование инновационных технологий управления ресурсами. Например, умный дом, оснащенный сенсорами и системами автоматизации, позволяет эффективно управлять потреблением энергии и воды. Такие системы могут автоматически регулировать температуру в помещении, открывать и закрывать окна или управлять системами искусственного освещения.

В последнее время набирает обороты экологическая архитектура в сфере строительства, застройка подразумевает слияние живой природы с каменными зданиями. При таком типе строительства играет много немаловажных факторов, при озеленении здания надо учитывать полив растений, температуру сезонов, вид растений, а также их свойства и реакция на различные погодные условия, для полива можно использовать умную систему полива воды, которая подразумевает использование дождевой воды, а также использование водопроводной воды вторично после использования жителями застройки. Данный тип застройки является наиболее актуальным в мегаполисах с плохой экологической повесткой, так как в первую очередь зеленые насаждения являются природным очистителем воздуха.

Стоит также отметить использование непосредственно преимуществ природных условий, где если взять пример с дома «Caterpillar House», который был спроектирован Себастьяном Ирраразавалем. Данное здание имеет пассивную систему охлаждения, из-за расположения домов в Андских горах. Этот фактор исключает использование кондиционеров.

Данный тип строительства мы используем в дипломном проекте. С самого начала ведения конструкции начинаем с использования экологически эффективных материалов и сбора конструкции, при возведении которых позволяет значительно сократить количество строительных отходов.

Есть 3 международных стандарта для строительства зданий с экологическим проектированием, а именно:

- LEED (Руководство в энергетическом и экологическом проектировании, является рейтинговой системой сертификации для так называемых Зеленых зданий (green building));
- ENERGY STAR (международный стандарт энергоэффективности потребительских товаров);
- Passive House (стандарт здания, основной особенностью которого является отсутствие необходимости отопления или малое энергопотребление за счет применения пассивных методов энергосбережения).

Основной принцип этой концепции заключается в том, чтобы создать жилой комплекс, который включает в себя не только жилые помещения, но и коммерческие зоны, офисные помещения, объекты общественного назначения (например, рестораны, спортивные площадки, детские сады) и зеленые зоны для отдыха и рекреации. Одним из основных преимуществ такого комплекса является повышение уровня удобства жильцов. Люди могут жить, работать и проводить свободное время без необходимости долгих поездок и потери времени на перемещения. Такая концепция особенно популярна в больших городах, как и наш город Алматы, где преобладает высокая плотность населения и напряженный ритм жизни. Используя современные технологии, такие как солнечные панели, системы сбора и использования дождевой воды, энергосберегающие системы отопления и кондиционирования, а также системы утилизации отходов, комплекс обеспечивает минимальное потребление ресурсов и незначительное влияние на окружающую среду [1].

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В нашем жилом комплексе мы стремимся создать уникальное пространство, где жильцы могут насладиться современным комфортом, не вредя природе. Мы используем только экологически чистые материалы для строительства, зеленые зоны, которые занимают значительную часть территории, где можно отдохнуть и насладиться природой. Мы также уделяем большое внимание развитию растительности на территории комплекса, на крыше дома и на террасах. Мы высаживаем специальные виды растений, которые способствуют очистке воздуха и созданию уникального микроклимата. Это не только украшает нашу территорию, но и благоприятно влияет на здоровье жителей.

Для обеспечения чистого воздуха внутри здания установлены специальные освежители воздуха, которые поддерживают оптимальный уровень влажности и очищают воздух от загрязнений, а также экологичные двери и окна. Экологичные двери и окна обеспечивают хорошую теплоизоляцию и сохраняют тепло в помещении, что позволяет сэкономить на энергозатратах. Мы также работаем над использованием пассивных методов энергосбережения, что позволяет значительно снизить энергопотребление.

Мы активно занимаемся переработкой отходов: как пищевых, так и пластиковых. Мы собираем пищевые отходы в специальных контейнерах, чтобы использовать их для производства компоста. Также у нас установлены специальные контейнеры для сбора пластиковых и целлофановых отходов, которые затем перерабатываются.

Наш жилой комплекс – это не просто место для жилья, это место, где можно жить в гармонии с природой и заботиться о нашей планете. Мы надеемся, что наш пример будет вдохновлять другие сообщества к созданию более экологически устойчивых пространств.

Таким образом, инновационный подход к использованию экологически эффективных технологий в жилищном строительстве позволяет создавать устойчивые городские среды, способствует экономии ресурсов и улучшает качество жизни граждан. При этом важно объединять усилия государства, бизнеса и общественности для реализации данного подхода и обеспечения устойчивого развития нашей планеты и окружающей среды [6].

5 ВЫВОДЫ

В целом, развитие экологически чистых и энергоэффективных технологий в жилищном строительстве имеет огромный потенциал для сокращения негативного воздействия человечества на окружающую среду и создания комфортных условий для жизни.

Поэтому важно продолжать исследования и разработки в этом направлении, чтобы строить более устойчивые и эффективные дома в будущем. Дальнейшее развитие и внедрение новых технологий в жилищное строительство необходимо для создания экологически устойчивых и современных городов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Банников А. Г. Основы экологии и охрана окружающей среды. – М.: Колос, 1999. – 304 с.
2. Плотникова Л. В. Экологическое сопровождение объектов строительства // Экология урбанизированных территорий. – 2006. – № 3.
3. Ключева Т. Г., Ларионов А. Н. Управление строительством экологичного жилья: региональный аспект [Текст] / Т. Г. Ключева, А. Н. Ларионов. НИЦ «Стратегия». – М.: МАКС Пресс, 2010. – 148 с.
4. Кондратенко Т. О., Сайбель А. В. Экологическая оценка при выборе строительных материалов для нового строительства, реконструкции и реставрации [Электронный ресурс] // «Инженерный вестник Дона». 2012. – №4 (часть 2). Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1299>.
5. Тебекин А. В. Управление качеством: учебник для вузов / А. В. Тебекин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2020. – 410 с.

6. Медведев В.Ю. Сущность дизайна: учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. – СПб.: СПГУТД, 2009. – 110 с.
7. Лапина О.А., Лапина А.П. Экологическая оценка строительных материалов // Вестник Евразийской науки. – 2013. – № 5 (18). – С. 132.

УДК 699.822

АРХИТЕКТУРА ПРОЧНОСТИ: ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К СТЫКОВКЕ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В КАРКАСНЫХ ЗДАНИЯХ

Ерболұлы Ж.

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются современные инновационные подходы к стыковке сборных железобетонных конструкций в каркасных зданиях. Основное внимание уделено методам, обеспечивающим повышение прочности, долговечности и экономичности конструкций. Рассматривается применение высокопрочных бетонов, композитных материалов, сухих и адгезивных соединений, а также инновационных арматурных систем. Показано, что внедрение данных методов позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики зданий, повысить их устойчивость к нагрузкам и внешним воздействиям, а также сократить сроки и затраты на строительство.

Ключевые слова: стыковка, сборные железобетонные конструкции, каркасные здания, инновационные технологии, прочность, долговечность.

Аңдатпа. Мақалада қаңқалы ғимараттардағы темірбетон құрылымдарды біріктірудің заманауи инновациялық тәсілдері қарастырылады. Негізгі назар құрылымдардың беріктігін, ұзақ мерзімділігін және үнемділігін арттыруға бағытталған әдістерге аударылған. Жоғары берікті бетонды, композиттік материалдарды, құрғақ және желімдік біріктірулерді, сондай-ақ инновациялық арматуралық жүйелерді қолдану қарастырылады. Осы әдістерді енгізу ғимараттардың пайдалану сипаттамаларын айтарлықтай жақсартып, олардың жүктемелер мен сыртқы әсерлерге төзімділігін арттырып, құрылыс уақытын және шығындарын азайтатыны көрсетілген.

Түйін сөздер: біріктіру, темірбетон құрылымдар, қаңқалы ғимараттар, инновациялық технологиялар, беріктік, ұзақ мерзімділік.

Abstract. The article discusses modern innovative approaches to the joining of precast reinforced concrete structures in frame buildings. The focus is on methods that enhance the strength, durability, and cost-efficiency of constructions. The use of high-strength concrete, composite materials, dry and adhesive joints, and innovative reinforcement systems are considered. It is shown that the implementation of these methods significantly improves the operational characteristics of buildings, increases their resistance to loads and external influences, and reduces construction time and costs.

Key words: joining, precast reinforced concrete structures, frame buildings, innovative technologies, strength, durability.

*Автор-корреспондент: Ерболұлы Ж.
Научный руководитель: Аубакирова Б. М.

1 ВВЕДЕНИЕ

Современное строительство переживает фазу активного внедрения инновационных технологий и материалов, направленных на повышение эффективности и надежности строительных процессов. В каркасных зданиях одной из ключевых задач является обеспечение

прочности и долговечности соединений сборных железобетонных конструкций. Традиционные методы стыковки такие, как арматурные выпуски, закладные детали и сварные соединения, часто оказываются недостаточно эффективными, что приводит к необходимости разработки и внедрения новых технологий.

Инновационные подходы к стыковке сборных железобетонных конструкций предлагают использование высокопрочных бетонов, композитных материалов, сухих и адгезивных соединений, а также современных арматурных систем. Эти методы позволяют значительно улучшить эксплуатационные характеристики зданий, повысить их устойчивость к нагрузкам и внешним воздействиям, а также сократить сроки и затраты на строительство.

Данная статья рассматривает современные методы стыковки сборных железобетонных конструкций и их влияние на прочность, долговечность и экономичность каркасных зданий. В частности, внимание уделено исследованию новых материалов и технологий, которые обеспечивают высокую надежность и эффективность соединений.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Важные результаты в области испытаний платформенных стыков несущих конструкций крупнопанельных жилых домов представлены в работе А.Х. Байбурина, М.В. Мишнева и Е.В. Румянцева.

Методы расчета и оценки надежности железобетонных конструкций с напрягаемой и ненапрягаемой арматурой были подробно рассмотрены С.Х. Байрамуковым в его диссертационной работе, что стало основой для последующих исследований в этой области. А.И. Бедов, В.В. Знаменский и А.И. Габитов сосредоточились на оценке технического состояния, восстановлении и усилении оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий, что является важным аспектом для обеспечения долговечности существующих строений.

В.А. Беккер и А.Н. Нарушевич провели теоретическую оценку влияния некоторых дефектов платформенных стыков на несущую систему панельного здания, что позволило выявить критические моменты в проектировании и эксплуатации таких конструкций. Методические пособия по нелинейным расчетам при проектировании бетонных и железобетонных конструкций, подготовленные А.Н. Давидюком, И.И. Ведяковым и С.Б. Крыловым, являются ценным ресурсом для инженеров и проектировщиков.

Исследования В.А. Бруйки и его коллег в области инженерного анализа в ANSYS Workbench, а также работы В.В. Болотова, который применил методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений, внесли значительный вклад в развитие методологии оценки надежности конструкций. Е.С. Вентцель в своем учебнике по теории вероятностей также предоставил важные теоретические основы для понимания вероятностных аспектов надежности конструкций.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалы и методы

Стыковка сборных железобетонных конструкций в каркасных зданиях определяет их структурную прочность, долговечность и устойчивость к внешним воздействиям. Традиционные методы, такие как сварка и использование арматурных выпусков, имеют свои ограничения, что привело к разработке инновационных подходов. Эти подходы включают применение высокопрочных бетонов, композитных материалов, сухих и адгезивных соединений, а также современных арматурных систем.

Высокопрочные бетоны и композитные материалы

Высокопрочные бетоны (ВПБ) и композитные материалы позволяют значительно улучшить прочностные характеристики стыковочных узлов. ВПБ обладают повышенной устойчивостью к нагрузкам, что снижает размеры конструктивных элементов и увеличивает их долговечность. Композитные материалы, такие как стеклопластики и углепластики, обладают высокой прочностью и легкостью, что делает их идеальными для стыковочных узлов.

Сухие соединения на основе механических замков

Сухие соединения, использующие механические замки и коннекторы, позволяют отказаться от сварки и бетонирования на месте монтажа. Эти системы обеспечивают быструю и надежную стыковку элементов, что существенно ускоряет процесс строительства и снижает его стоимость. Механические замки позволяют соединять сборные элементы без использования дополнительных скрепляющих материалов.

Адгезивные соединения

Применение адгезивных соединений, основанных на эпоксидных смолах и других клеевых составах, позволяет создавать прочные и герметичные стыки. Адгезивные соединения обладают высокой стойкостью к нагрузкам и агрессивным средам, что особенно важно для эксплуатации зданий в сложных климатических условиях. Эти соединения обеспечивают равномерное распределение нагрузок и минимизируют риск появления трещин и других дефектов.

Инновационные арматурные системы

Современные арматурные системы такие, как гнутые и преднапряженные арматурные стержни, позволяют существенно улучшить прочностные характеристики стыковочных узлов. Преднапряженные арматурные системы обеспечивают равномерное распределение нагрузок и предотвращают появление трещин, что значительно увеличивает долговечность конструкции.

Экспериментальные исследования и методы

Экспериментальные исследования различных методов стыковки включают в себя лабораторные испытания и натурные эксперименты. Лабораторные испытания позволяют оценить прочностные характеристики соединений в контролируемых условиях, а натурные эксперименты подтверждают их эффективность в реальных условиях эксплуатации. Для оценки прочности и долговечности соединений используются различные методы, включая испытания на сжатие, растяжение, изгиб и ударные нагрузки. Также проводятся исследования на устойчивость соединений к коррозионным воздействиям и климатическим изменениям.

Основные причины проблем со стыковкой железобетонных конструкций

Согласно существующей классификации, к основным проблемам стыковки железобетонных конструкций относятся:

- недостаточная прочность соединений;
- низкая долговечность в агрессивных средах;
- трудоемкость и сложность монтажа;
- ограниченная надежность соединений в условиях динамических нагрузок.

Влияние факторов эксплуатации на стыковочные соединения

Эксплуатационные условия, такие как климатические воздействия, динамические нагрузки и коррозионные среды, существенно влияют на долговечность и прочность стыковочных соединений. Повышенная влажность, температурные колебания и механические воздействия могут приводить к появлению трещин и разрушению стыковочных узлов.

Методология исследований

Исследования включают в себя оценку влияния различных факторов на прочностные характеристики стыковочных узлов. Основные методы включают:

- лабораторные испытания на прочность и устойчивость;
- натурные эксперименты в реальных условиях эксплуатации;
- математическое моделирование и анализ данных.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Таким образом, исследователи сходятся во мнении, что в практических расчетах стыковки сборных железобетонных конструкций в каркасных зданиях использование высокопрочных бетонов и композитных материалов значительно улучшает прочностные характеристики соединений. Анализ экспериментов показывает, что адгезивные и сухие соединения могут обеспечить необходимую надежность и долговечность конструкций.

Высокопрочные бетоны и композитные материалы

Высокопрочные бетоны (ВПБ) и композитные материалы демонстрируют отличные эксплуатационные характеристики в условиях различных нагрузок. Эксперименты показывают, что использование ВПБ позволяет уменьшить размеры конструктивных элементов без потери прочности, что делает их идеальными для применения в каркасных зданиях. Композитные материалы, такие как стеклопластики и углепластики, обеспечивают высокую прочность при низкой массе, что также способствует повышению общей устойчивости сооружений.

Сухие соединения на основе механических замков

Сухие соединения, использующие механические замки и коннекторы, позволяют отказаться от сварки и бетонирования на месте монтажа, что существенно ускоряет процесс строительства и снижает его стоимость. Эти системы показали свою надежность в различных условиях эксплуатации. Экспериментальные данные подтверждают, что механические замки обеспечивают высокую прочность соединений и устойчивость к динамическим нагрузкам.

Адгезивные соединения

Адгезивные соединения, основанные на эпоксидных смолах, демонстрируют высокую стойкость к нагрузкам и агрессивным средам. Экспериментальные исследования показывают, что такие соединения обеспечивают равномерное распределение нагрузок, минимизируют риск появления трещин и других дефектов. Применение адгезивных соединений особенно эффективно в сложных климатических условиях, где требуется высокая коррозионная стойкость.

Инновационные арматурные системы

Современные арматурные системы такие, как гнутые и преднапряженные арматурные стержни, позволяют существенно улучшить прочностные характеристики стыковочных узлов. Преднапряженные системы обеспечивают равномерное распределение нагрузок и предотвращают появление трещин, что значительно увеличивает долговечность конструкции. Эксперименты подтверждают, что применение таких систем позволяет добиться высокой прочности и устойчивости соединений.

Анализ экспериментальных данных

Анализ экспериментальных данных показал, что сочетание различных инновационных методов стыковки позволяет значительно улучшить эксплуатационные характеристики каркасных зданий. Важно отметить, что каждый из методов имеет свои особенности и требует индивидуального подхода в зависимости от условий эксплуатации и требований к конструкции.

Заключение

Результаты исследований подтверждают, что применение инновационных подходов к стыковке сборных железобетонных конструкций в каркасных зданиях значительно улучшает их прочностные характеристики и долговечность. Внедрение высокопрочных бетонов, композитных материалов, сухих и адгезивных соединений, а также современных арматурных систем открывает новые возможности для повышения эффективности и надежности строительства. Эти методы представляют собой перспективное направление развития строительной отрасли, обеспечивая высокую прочность и долговечность современных каркасных зданий.

5 ВЫВОДЫ

Одной из основных причин улучшения прочности стыковочных соединений является применение высокопрочных материалов и инновационных технологий. Эти методы позволяют обеспечить равномерное распределение нагрузок и минимизировать риск появления дефектов. Результаты исследований показывают, что сочетание различных методов стыковки позволяет добиться оптимальных эксплуатационных характеристик.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Альбер, И.У., Кауфман, Б.Д., Андрианова, Е.А. Сравнительный анализ вероятностных и возможностных подходов учета неопределенностей при оценке надежности [Текст] /

- И.У. Альбер, Б.Д. Кауфман, Е.А. Андрианова//Известия Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники им. Б.Е. Веденеева. – 2018. – Т. 290. – С. 20-27.
2. Арасланов, А.М., Соловьев, С.С. О некоторых задачах оптимального проектирования элементов конструкций при случайных воздействиях с учетом надежности [Текст] / А.М. Арасланов, С.С. Соловьев // Известия высших учебных заведений. Авиационная техника. – 2000. – № 1. – С. 57-59.
 3. Байбурин, А.Х., Мишнев, М.В., Румянцев, Е.В. Испытания платформенных стыков несущих конструкций крупнопанельного жилого дома [Текст] / А.Х. Байбурин, М.В. Мишнев, Е.В. Румянцев // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2015. – Т. 15. – №4. – С. 11-16.
 4. Байрамуков, С.Х. Методы расчета и оценки надежности железобетонных конструкций с напрягаемой и ненапрягаемой арматурой [Текст]: дис. доктора техн. наук: 05.23.01/ Салис Хамидович Байрамуков. – Черкесск, 2001. – 475 с.: ил. - OD 71 02-5/434-3.
 5. Бедов, А.И., Знаменский, В.В., Габитов, А.И. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений [Текст]. В 2-х ч. Ч.1. Обследование и оценка технического состояния оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений / под ред. А.И. Бедова: учеб. пособие. – М.: АСВ, 2014. – 704 с. - ISBN: 978-5-4323-0024.
 6. Беккер, В.А., Нарушевич, А.Н. Теоретическая оценка влияния некоторых дефектов платформенных стыков на несущую систему панельного здания [Текст] / В. А. Беккер, А.Н. Нарушевич // Известия вузов. Строительство. – 2007. – № 4 (580). – С. 9-13.
 7. Бетонные и железобетонные конструкции. Нелинейные расчеты при проектировании [Текст]: методическое пособие / А.Н. Давидюк, И.И. Ведяков, С.Б. Крылов, П.Д. Арлеминов, Е.Е. Гончаров, А.С. Крылов, Н.С. Вострова; М-во строительства и жилищно-коммунального хозяйства Рос. Федерации. – М., 2017. – 107 с.
 8. Бруйка, В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbench [Текст]: учеб. пособ. / В.Л. Бруйка, В.Г. Фокин, Е.А. Солдусова. Н.А. Глазунова. И.Е. Адеянов. – Самара: Самарский. гос. технический ун-т. – 2010. – 270 с. - ISBN: 978-5-79641392-0.
 9. Болотин, В.В. Методы теории вероятностей и теории надежности в расчетах сооружений [Текст] / В.В. Болотин; 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1981. – 351 с.
 10. Вентцель, Е.С. Теория вероятностей [Текст]: учебник для студентов высших технических учебных заведений / Е. С. Вентцель. – М., 2018. – 352 с.
 11. ВСН 32-77. Инструкция по проектированию конструкций панельных жилых зданий. – М.: Стройиздат, 1978.
 12. Герасимов, Е.П. К определению нормативной надежности по деформациям железобетонных изгибаемых элементов [Текст] / Е.П. Герасимов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2018. – №3. – С. 77-81.
 13. Гениев, Г.А. Вопросы оптимизации расхода материалов в многоэлементных системах с позиции минимальной вероятности их отказа [Текст] / Г.А. Гениев // Известия вузов. Строительство. – 2002. – №1-2. – С. 17-22.
 14. Гончаров, М.Е. Исследование прочности и деформативности натуральных железобетонных колонн и их стыков несущего каркаса ЭАСС-ТДСК жилых домов в г. Томске [Текст] / М.Е. Гончаров, В.Б. Максимов, И.А. Ботьева // Строительство: материалы, конструкции, технологии: материалы I (VII) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2009. – С. 7-11.
 15. Гордеева, Т.Е. О методике оценки надежности строительной системы по критерию прочность [Текст] / Т.Е. Гордеева // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2013. – № 1 (23). – С. 104-107.
 16. Гордеева, Т.Е. Применение метода двух моментов для определения надежности конструкции [Текст] / Т.Е. Гордеева // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2012. – № 10 (646). – С. 88-91.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ
С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ****Жаңабергенова С.Т.**

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В данной статье рассказывается о законодательных актах, регламентирующих в Казахстане о создании эксплуатационных BIM-моделей объектов. Определяются взаимосвязи в системе BIM-моделей зданий, территорий, «умных городов» и процессов. Кроме этого, авторы проводят технические и экономические аспекты, принципы и подходы, которые можно формировать эксплуатационные затраты на этапе проектирования объекта. Технология BIM, или Информационное Моделирование Зданий, представляет собой новый подход к проектированию, строительству и эксплуатации. Исследования показали, что внедрение BIM-технологий способствует увеличению прибыли и рентабельности, снижению затрат, повышению производительности и общей стоимости проекта.

Ключевые слова: BIM-модель, умный город, умный дом, эксплуатация, информационное моделирование, проектирование.

Аңдатпа. Бұл мақалада Қазақстанда объектілердің операциялық BIM үлгілерін құруды реттейтін заңнамалық актілер сипатталған, ғимараттардың, аумақтардың, «ақылды қалалардың» BIM үлгілері жүйесіндегі қатынастар анықталған. Сонымен қатар, авторлар объектіні жобалау кезеңінде пайдалану шығындарын қалыптастыра алатын техникалық және экономикалық аспектілерді, қағидаттар мен тәсілдерді талқылайды. BIM технологиясы немесе Building Information Modeling – жобалауға, салуға және пайдалануға жаңа көзқарас. Зерттеулер көрсеткендей, BIM технологияларын енгізу пайда мен табыстылықты арттырады, шығындарды азайтады, өнімділікті және жобаның жалпы құнын арттырады.

Түйін сөздер: BIM моделі, смарт қала, смарт үй, операция, ақпараттық модельдеу, жобалау.

Abstract. This article describes the legislative acts regulating the creation of operational BIM models of objects in Kazakhstan. The relationships in the system of BIM models of buildings, territories, "smart cities" and processes are determined. In addition, the authors conduct technical and economic aspects, principles and approaches that can form operating costs at the design stage of the object. BIM technology, or Building Information Modeling, is a new approach to design, construction and operation. Research has shown that the introduction of BIM technologies helps to increase profits and profitability, reduce costs, improve productivity and the overall cost of the project.

Key words: BIM model, smart city, smart home, operation, information modeling, design.

***Автор-корреспондент: Жаңабергенова С.Т.
Научный руководитель: Дугучиев Д.С.**

1 ВВЕДЕНИЕ

Процесс информационного моделирования зданий охватывает все этапы жизненного цикла объекта, начиная с планирования и технического задания и заканчивая эксплуатацией, ремонтом и даже демонтажем. И на всех этапах жизненного цикла объекта участники строительного процесса работают в едином информационном пространстве с библиотеками элементов объектов промышленного и гражданского строительства и видов работ, составляющими основу Единого Классификатора. Информационная модель динамична, изменения в нее могут вноситься на любой стадии всеми участниками процесса [1].

В Казахстане применение BIM-технологии в строительстве и проектировании объектов здравоохранения регулируется двумя основными законодательными актами. Кодекс Республики Казахстан «О здоровье нации и системе здравоохранения» (статья 49–1) отмечает необходимость использования новых технологий, включая BIM-технологии, в данной отрасли. Закон Республики Казахстан «О строительстве» от 16 июня 2001 года (статья 32–1) также подчеркивает значимость внедрения информационных технологий, включая BIM-технологии, в строительство и проектирование. Кроме того, Национальная техническая регламентация (НТР) «Информационное моделирование зданий и сооружений (BIM)» Казахстана устанавливает требования для применения BIM-технологии при проектировании и строительстве объектов на территории страны. Решение Правительства Республики Казахстан «О реализации и внедрении BIM-технологии в строительстве и жилищно-коммунальном хозяйстве» от 8 августа 2019 года предлагает меры по стимулированию использования BIM-технологии в строительстве [2]. В общем, эти законодательные акты являются основными инструментами, регулирующими внедрение BIM-технологии в Казахстане.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ БАЗА ИССЛЕДОВАНИЯ

На сегодняшний день мы имеем с точки зрения методологии по BIM-моделированию и применению этого моделирования для наших практических целей. Есть понятие умный дом. Каждый из вас подразумевает, что умные дома – это разные вещи. Кто-то, наверное, думает, что это умные чайники умные стиральные машины, умные счетчики, умные видеокамеры. Но, по факту, это приборы и объекты, которые могут управляться дистанционно. И, соответственно, в общем, показания куда-то на сторону. Мы смотрим на это шире, поскольку умный дом – это не только удобство использования каких-то отдельных функций этого дома, это в том числе управление тем, что этот объект и дом получает извне.

Для формирования исходных запросов на поставку ресурсов отчетов функционирования и использовании протоколов безопасности есть некоторые вопросы. Основные функции на сегодняшний день, которые могут быть использованы для создания BIM-модели и работы и взаимодействий. Это идентификация объекта поиска сбор информации. Применяться это может для управления инженерными системами, ТОиР-ми, с кодами, с СМИС-ми, к которой расход ресурсов и прочему [3].

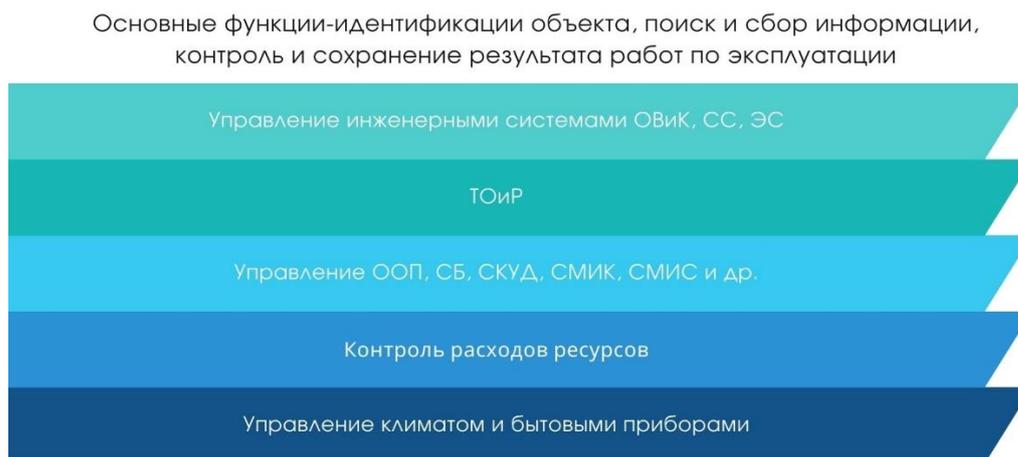


Рисунок 1 – Основные функции.

Умный город, умный дом и BIM-модель – это понятия, которые можно перефразировать. Они представляют собой общие концепции и показатели, описывающие нашу работу с информацией и техникой, которую мы используем для работы с данными. BIM-модель в данный момент является результатом вычислений для определенного комплекса чисел, ма-

шинных расчетов, которые мы не можем физически измерить, взять в руки или воздействовать на них. Это виртуальный объект. Мы получаем информацию о нем с помощью наших сенсорных ощущений, зрения и других инструментов. Это маркетинговый продукт, который объединяет информационные потоки и процессы. Другими словами, BIM-модель – это процесс взаимодействия между различными информационными системами и объектами.

Существуют определенные этапы и центры генерации информации, и следует отметить, что в настоящее время только четверть этих центров описана в Казахстане. Другими словами, мы еще не дошли дальше расчета управления энергоресурсами, в то время как специалисты из зарубежных стран в своих анализах эффектов внедрения умных технологий учитывают не только абстрактные показатели, но и общий социальный уровень развития территории. Иными словами, они ориентируются на то, насколько комфортно людям жить в таком доме, в таком городе. Это является показателем умности. Таким образом, есть два противоположных варианта.

Место BIM-модели в эксплуатации «умного города»



Рисунок 2 – Место BIM-модели в эксплуатации «Умного города».



Рисунок 3 – Распределение затрат по этапам жизненного цикла здания.

На сегодняшний день видим эксплуатацию зданий и можем обозначить некоторые финансовые аспекты. На **Рисунке 3** представлена основная концепция взаимодействия в рамках эксплуатации с финансовыми показателями. У нас проектирование строительства в среднем какого-то здания составляет 3-4 года по современному уровню и современным технологиям. Это имеется в виду индустриальной проектирования, индустриальной строительства. Совокупности затрат составляют до 20% от общих. А всё остальное – это жизнь и цикл здания, его эксплуатационный период – в течение 50 лет. Именно там находится большая часть расходов и затрат, которая составляет 80% от общего совокупного объема средства [3.]

Отдельно хотелось бы отметить, какие информации с наполнением информационных моделей, что загружается, и как это с точки зрения развития информационной модели может быть использовано. На сегодняшний день понимаем, что информационные модели BIM-модели, они создаются на некоем этапе проектирования или могут быть созданы уже после того, как здание введено в эксплуатацию способом лазерного сканирования фотограмметрии. Общий смысл в том, что внутри каждый из моделей будет то здание или город, и могут присутствовать различные детализации этих элементов.

LOD – Levels of Detail, или уровни детализации в моделировании, представляют собой набор требований, которые определяют степень детализации и проработки элемента в цифровой информационной модели. Уровень детализации определяет необходимый объем геометрических, пространственных, количественных и различных атрибутивных данных, соответствующих специфическим потребностям участников строительного проекта на каждом этапе. Модель переходит в модель актива с наращиванием степени детализации и добавлением ее всех характеристик, которые введены в задании сооружения, после того как его запроектировали, включение у него данных по исполнительным документам и данных по его эксплуатации. Впрочем, объединенная эксплуатационная модель – это самый высокий уровень детализации.

LOD 100	Элемент модели может быть представлен в виде объемных формаобразующих элементов с приблизительными размерами, формой, пространственным положением и ориентацией или в виде символа	PIM-Project Information Model (Модель объекта)	КОНЕПТУАЛЬНАЯ/ ОБИН	2D и 3D модели, топопланы (раст. и вектор), чертежи и др.
LOD 200	Элемент модели представлен в виде объекта или сборки как характерный представитель системы здания с приблизительными размерами, формой, пространственным положением, ориентацией и необходимой неграфической информацией		ПРОЕКТНАЯ ПД	2D и 3D модели, 4D-сметы (норматив затрат) 5D-графики работ (норматив времени)
LOD 300	Элемент модели представлен в виде объекта или сборки принадлежащей конкретной системе здания с точными размерами, формой, пространственным положением, ориентацией, связями и необходимой неграфической информацией		СТРОИТЕЛЬНАЯ/ "ПРОЕКТНАЯ РД"	2D и 3D модели, 4D-сметы (норматив затрат) 5D-графики работ (норматив времени)
LOD 400	Элемент модели представлен в виде конкретной сборки с детальными размерами, формой, пространственным положением, ориентацией, четкими связями, данными по изготовлению, и монтажу, а также другой необходимой неграфической информацией		ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ/ "КАК ПОСТРОЕНО"	3D модели, исполнительная документация в 2D и техдокументация 4D-сметы и акты
LOD 500	Элемент модели представлен в виде конкретной сборки с фактическими размерами, формой, пространственным положением, ориентацией и неграфической информацией достаточной для передачи модели в эксплуатацию	AIM- Asset Information Model (Модель актива)	ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ	3D модели, исполнительная документация в 2D и техдокументация 6D- эксплуатационная (CAFM) модель

Рисунок 4 – Развитие BIM-модели по этапам жизненного цикла.

В жизненном цикле любого объекта и связанного с ним процесса информационного моделирования четко выделяются два больших и весьма различающихся по своей сути этапа – возведение и эксплуатация, причем каждый из них управляется самостоятельно. К тому же

этап эксплуатации является более сложным и многократно включает в себя действия по созданию (изменению) объекта. Фактически в области информационного моделирования возведение здания – это некоторая «разминка» перед этапом его эксплуатации [4].

3 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Есть несколько способов создания информационных моделей.

1 вариант. Самый простой и затратный способ — это изначально сделать информационную модель здания, города, в CAD системе. То есть, создать геометрическую 3D-модель и насытить его информацией по смете и различными графиками исполнительной документации и развивать далее эту модель. Но этот способ подходит, если мы будем строить город заново.



Рисунок 5 – Создание информационных моделей (1 вариант).

2 вариант. Наиболее перспективный, на наш взгляд, это второй путь. Это сканирование существующей застройки различными способами, создание поверхностных моделей застройки и каких-то детальных моделей внутренних элементов и сложных систем. Впрочем, если нам нужно получить быстро модель какого-то существующего здания, мы его можем облететь на беспилотнике, снять, сделать его 3D-модель. Инженерные системы и ТП (тепловой пункт) можем смоделировать отдельно в CAD-системе, и это будет в принципе достаточно для того, чтобы собрать все данные о здании.

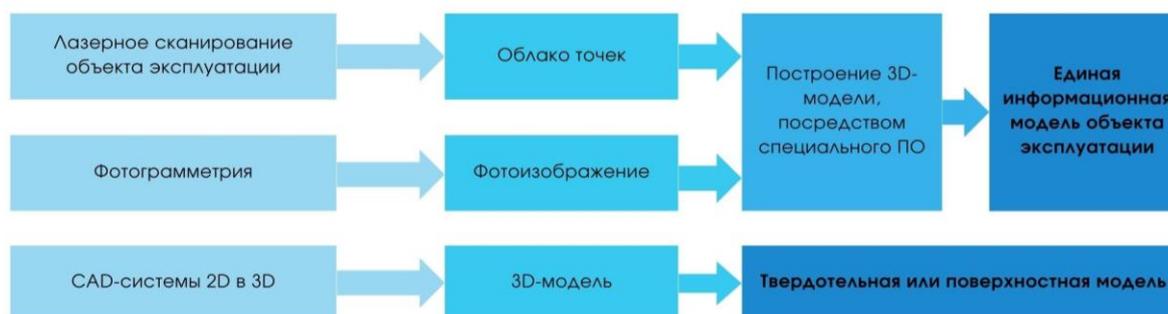


Рисунок 6 – Создание информационных моделей (2 вариант).

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ожидаемый эффект от внедрения BIM на сегодняшний день декларируется. Во-первых, информационная система будут являться лидирующим инструментом по сбору и управлению информацией. Они освободят пользователя от необходимости подготовки и заполнения рутинно-бумажных отчетов и выполнения операции по вынесению данных в бумажной подлиннике. Есть современные программные продукты и примеры использования этих си-

стем. А что будет делать пользователь? BIM-моделирование BIM системы, что с ними дальше делать? С ними ничего дальше делать не нужно. Нужны люди, которые пишут формуляры и руководитель службы эксплуатации, который заполняет журналы справки, переориентировать на другую, на то, чтобы они делали больше обходов, чтобы они выполняли работы по превентивному реагированию на кризис, на ситуации анализировали, какие конструкции в хорошем состоянии, а какие нет, и на что нужно обратить внимание. Сама суть работы поменяется. И ее, к сожалению, нельзя передать на сегодняшний день роботом искусственным интеллектом машинам. Это работа человека, она за ним останется. Проектировщики, набирая статистику по использованию материала, набирая опытные данные по применению технологий информационного моделирования, не будут пальцем тыкать по вопросу, а какой материал принять, что с ним делать. Проектировщика будет железобетонное основание применить и доказать свои решения. Следующий. На сегодняшний день ремонт их содержания с точки зрения бюджета, для кого-то легко, а для кого-то черная дыра. Самые большие затраты – это период эксплуатации и эти затраты нужно каким-то образом нормировать. Процессы должны быть прозрачными, экономия энергоресурсов и остальные очевидные моменты. Если рассматривать жизненный цикл, у некоей перспективе объекта, на основании BIM-модели, внося информации об объекте по элементам умного города на этапе эксплуатации мы можем четко сказать, гарантийный срок до момента выхода из строя здания. А уровень взаимодействия между страховыми компаниями, подрядчиками исполнителями должен быть доступным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болтанова Е. С. Правовое обеспечение экологических инноваций (на примере строительной отрасли) // Экологическое право. – 2018. – N 4. – С. 41- 47.
2. Талапов В. В. «Внедрение технологии информационное моделирование зданий на государственном уровне – это уже проверенный мировым опытом путь для поднятия эффективности всей строительной отрасли». – 2018. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/11350>
3. Чиков А. А. «Информационное моделирование: эксплуатация зданий и сооружений с применением BIM-технологий»
4. Талапов В. В. «BIM и эксплуатация: не надо путать информационную модель с вечной иглой для примуса». – 2019. Электронный ресурс. Режим доступа: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20900

УДК 666.972

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ СОСТАВОВ БЕТОНА

Закерья С.Ю.

Казахский автомобильно-дорожный институт (КазАДИ) им. Л.Б. Гончарова

Аннотация. В данной статье рассматривается актуальное направление развития методологии проектирования составов бетона, заключающейся в увеличении «разрешающей способности» расчетных методик, т.е. возможности более полного учета технологических факторов и проектных требований к бетону, тем самым, способствующий повышению эффективности алгоритмов расчетных методик, их точности и быстродействия.

Ключевые слова: бетон, конструкция, проектирование, испытание, многопараметрическое проектирование, прочность на сжатие, изгиб. параметры, модуль упругости.

Аңдатпа. Бұл мақалада бетон композицияларын жобалау әдістемесін дамытудың ағымдағы бағыты қарастырылады, ол есептеу әдістерінің «айыру қабілетін» арттырудан тұрады, яғни. технологиялық факторларды және бетонға қойылатын конструктивтік талаптарды неғұрлым толық есепке алу мүмкіндігі, сол арқылы есептеу әдісі алгоритмдерінің тиімділігін, олардың дәлдігі мен жылдамдығын арттыруға көмектеседі.

Түйін сөздер: бетон, құрылым, конструкция, көп параметрлі дизайн, сынау, сығымдауға беріктік, иілу. параметрлері, серпімділік модулі.

Abstract. This article discusses the current direction of development of the methodology for designing concrete compositions, which consists in increasing the “resolution power” of calculation methods, i.e. the possibility of more fully taking into account technological factors and design requirements for concrete, thereby helping to increase the efficiency of calculation method algorithms, their accuracy and speed.

Key words: concrete, structure, design, multi-parameter design, testing, compressive strength, bending. parameters, elastic modulus.

*Автор-корреспондент: Закерья С.Ю.
Научный руководитель: Наурызбаев Г.А.

1 ВВЕДЕНИЕ

Развитие бетоноведения, компьютеризация технологических и технико-экономических расчетов представили новые возможности для развития расчетного метода проектирования составов бетонов. Расчетные составы бетонных смесей требуют экспериментального уточнения до их производственного использования, тем не менее, применение расчетного метода оказывается целесообразным, особенно при необходимости оперативного обоснования потребности ресурсов и эффективности исходных материалов, снижения трудоемкости лабораторных работ.

В настоящее время в технологической практике проектирование составов бетона осуществляется на базе достаточно большого количества методов, основанных на различных теоретических и технологических предпосылках. Все эти методы могут успешно применяться на практике, если они решают поставленные задачи. Как показало время, стремление универсализировать методологию проектирования составов и дискуссия о предпочтительности одних подходов над другими оказались неконструктивными.[1] Актуальными направлениями развития методологии проектирования составов бетона являются:

- увеличение «разрешающей способности» расчетных методик, т.е. возможности более полного учета технологических факторов и проектных требований к бетону;
- повышение эффективности алгоритмов расчетных методик, их точности и быстроты действия.

Развитие этих направлений возможно за счет реализации современных представлений бетоноведения о формировании строительно-технических свойств бетона в сочетании с системным анализом.

2 МЕТОДЫ

В строительно-технологической практике наибольшее распространение получили методы проектирования составов бетона с требуемой прочностью при сжатии. Это обусловлено, во-первых, тем, что при конструктивных расчетах прочность бетона является основным его параметром, и, во-вторых, предположением, что с прочностью однозначно связаны и другие необходимые свойства бетона. Последнее предположение, однако, не является достаточно общим. Действительно, с прочностью бетона при сжатии однозначно связаны многие его свойства: прочность при изгибе, растяжении, износостойкость, кавитационная стойкость и др. Однако не является однозначной зависимость прочности и морозостойкости, прочности и ползучести и т. д., и их расчетное определение должно быть основано на использовании комплекса специальных количественных зависимостей.

Разработка достаточно общего и доступного расчетно-экспериментального метода проектирования составов бетонных смесей с заданной удобоукладываемостью и прочностью бетона стала возможной благодаря использованию ряда допущений, сделанных на основе физических закономерностей, обусловленных влиянием структуры бетона на его свойства. Такими закономерностями являются закон (правило) водоцементного отношения, правило постоянства водопотребности бетонных смесей, правило оптимального содержания песка и др. Данные закономерности могут быть использованы и при многопараметрическом проектировании составов бетона (МПСБ).

Задачи МПСБ отличаются от традиционных большим числом учитываемых параметров как на «входе», так и на «выходе» сложных гетерогенных систем, каковыми являются бетонная смесь и бетон.

Все задачи МПСБ можно разделить на два типа:

1. Рецептурные задачи, заключающиеся в определении удельных расходов компонентов, обеспечивающих нормируемый комплекс свойств бетона;
2. Рецептурно-технологические задачи, заключающиеся в определении наряду с удельными расходами компонентов значений тех или иных технологических факторов, характеризующих условия получения и твердения бетонной смеси и бетона.

Задачи обоих типов являются оптимизационными и могут считаться решенными лишь при выполнении сформулированных условий оптимальности.

Алгоритмы рецептурных задач предполагают нахождение базовых параметров смеси – цементно-водного отношения (C/V), расхода воды (B), объема вовлеченного воздуха ($V_{вх}$) и доли песка в смеси заполнителей (r), обеспечивающих наиболее эффективным образом комплекс нормируемых свойств. Алгоритмы рецептурно-технологических задач предполагают определение базовых параметров смеси и параметров технологического процесса (температуры, длительности твердения, режимы уплотнения и т. п.). Использование базовых параметров смеси с привлечением уравнений абсолютных объемов позволяет найти расходы 5-и компонентов бетонной смеси (цемента (C), воды (B), объема вовлеченного воздуха ($V_{вх}$), мелкого (M) и крупного заполнителей (K) [2].

3 РЕЗУЛЬТАТЫ

Последовательность нахождения параметров смеси определяется особенностями конкретных задач МПСБ.

Реализация алгоритмов возможна благодаря однозначной связи группы важнейших физико-механических свойств бетона с C/V . В эту группу свойств входят прежде всего прочностные показатели, ряд деформативных и других свойств, определяемых соотношением объема гидратированного цемента и пористости бетона. Для задач МПСБ правило V/C следует рассматривать как базовую закономерность, определяющую весь комплекс указанных свойств, а не только прочность при сжатии.

Для бетонов с добавками и легких бетонов целесообразно использовать в качестве основного рецептурного параметра «приведенное C/V », что существенно увеличивает диапазон применимости расчетно-экспериментальных методов проектирования составов бетона и расчетных зависимостей прочности бетона.

При выборе количественных зависимостей должны рассматриваться как целевая установка конкретной задачи, так и имеющаяся исходная информация. Например, для простейших задач, включающих определение прочности тяжелого бетона в условиях нормального твердения без минеральных, воздухововлекающих и других добавок, могут быть использованы наиболее известные формулы. При наличии развернутой информации о качестве исходных материалов коэффициент A в формулах прочности бетона уточняется согласно рекомендациям, в противном случае берется по укрупненным рекомендациям или вообще не учитывается.

Различные количественные зависимости можно использовать и для определения расхода заполнителей. При известных значениях удельной поверхности и пустотности заполнителей можно воспользоваться для определения оптимального соотношения формулой. В тех случаях, когда известны наряду с расходом цемента и В/Ц лишь водопотребность песка, расход щебня можно определить, рассчитав коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя цементно-песчаным раствором K_p по рекомендациям. Если заданы пустотность песка и щебня (их можно легко вычислить, зная истинные и насыпные плотности заполнителей) расчет K_p можно вести по зависимостям с соответствующими поправками. Банк имеющихся в бетоноведении количественных зависимостей стремительно увеличивается в последние годы особенно за счет полиномиальных уравнений регрессии – математических моделей, адекватных в определенном «факторном пространстве». Наиболее значительную часть этих моделей получают с помощью методов планирования эксперимента.

Характерной особенностью алгоритмов задач МПСБ является учет интервалов возможных значений параметров смеси, обусловленных различными нормируемыми показателями [3].

Такой интервал характерен обычно, например, для Ц/В при нормировании различных прочностных показателей. Аналогично, «ножницы» по расходу воды образуют, например, показатели удобоукладываемости бетонной смеси и усадка бетона, по объему вовлекаемого воздуха – прочность и морозостойкость. Это требует включения в алгоритмы задач МПСБ специальных вычислений, связанных с определением таких значений параметров смеси, которые обеспечивают весь комплекс нормируемых свойств. При этом в каждой группе свойств один из показателей становится определяющим. Достижение этого параметра предполагает одновременно достижение и других нормируемых показателей данной группы.

Не все рекомендуемые для использования в расчетах зависимости, где P_i – показатель свойства бетона, являются достаточно однозначными. Так, ряд исследователей предлагает связывать меру ползучести (C_m) лишь с прочностью бетона при сжатии. В то же время в настоящее время можно считать доказанным существенное влияние на C_m при $R_{сж}=\text{const}$ содержания цементного камня, что согласуется с физическими гипотезами о механизме деформаций бетона при длительном действии нагрузки.

Можно показать также неоднозначность зависимости прочности бетона при сжатии и соответственно Ц/В или В/Ц с группой свойств, определяемых капиллярной пористостью (водопоглощение, морозостойкость и др.).

Уменьшение В/Ц и увеличение количества связанной воды снижает капиллярную пористость, но при этом повышение расхода цемента приводит к увеличению объема цементного камня в бетоне и несколько повышает пористость.

Зависимости рассмотренного вида могут быть использованы для проверки возможности достижения соответствующих показателей свойств при известном составе и корректирования параметров смеси. Например, нормируется средняя прочность бетона $R_{сж}=65$ МПа и ползучесть $C_m.106=3,5$.

Подвижность бетонной смеси на гранитном щебне и кварцевом песке средней крупности принята $OK=2$ см. Активность цемента $R_{ц}=50$ МПа. По формуле при $A=0,6$ Ц/В=2,63. Необходимая подвижность бетонной смеси обеспечивается при $V=175$ л/м³.

В ряде многопараметрических задач достижение комплекса нормируемых свойств невозможно без специальных технологических средств – применения добавок, регулирования температуры и др. В частности, без применения таких технологических средств могут оказаться недостижимыми требования обеспечения высокой подвижности бетонной смеси и низкой усадки, пониженного тепловыделения и высокой прочности и т. д. В еще большей мере усложняются задачи при ограничениях технологических параметров (температуры, длительности твердения, типа опалубки и др.).

4 ОБСУЖДЕНИЕ

Оптимизация составов бетонных смесей в задачах МПСБ предполагает сужение интервалов по параметрам смеси и сдвиг необходимых значений Ц/В и В в меньшую сторону. Выбор оптимизационных решений проводится с учетом конкретных возможностей и ограничений и направлен на достижение заданных условий оптимальности. Наиболее эффективными оказываются технологические решения, направленные на достижение комплексного эффекта. В частности, при решении оптимизационных задач МПСБ эффективным оказывается применение добавок, которые можно отнести к полифункциональным модификаторам (ПФМ). ПФМ могут быть представлены как одинарными, так и композиционными добавками различного типа.

Для рецептурно-технологических задач оптимизация состава достигается выбором наилучшего соотношения параметров смеси при наиболее рациональных значениях регулируемых технологических факторах [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов Ю.М. Технология бетона: Учеб. пособие для технол. спец. строит, вузов. – 3-е изд., перераб. – М.: Высш. школа, 2002. – 500 с.
2. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003). – М., 2005. – 214 с.
3. Мухамедиев Т.А., Зенин С.А. Новое в своде правил по расчету и проектированию бетонных и железобетонных конструкций // Ежемесячный научно-технический журнал «Строительные материалы». – 2022. – №7.
4. Пухаренко Ю.В., Хренов Г.М. Расчет состава при проектировании бетонных смесей для непрерывного безопалубочного формования // Журнал «Жилищное строительство». – 2022. – №4.

УДК 699.822

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТНЫХ СОСТОЯНИЙ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НАРУЖНЫХ СТЕН

Идирғалиева А.А.

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В работе представлены результаты экспериментального исследования характеристик паропроницаемости некоторых теплоизоляционных материалов и двухслойных конструкций при различных температурно-влажностных условиях. Результаты испытаний материалов показывают, что паропроницаемость (μ) не является постоянной величиной и меняется в зависимости от влажности, температуры и расположения материальных слоев конструкции. Подтверждается необходимость научного развития существующих методов измерения паропроницаемости строительных материалов для их стандартизации.

Ключевые слова: паропроницаемость, увлажнение, конденсация, температура, ограждающие конструкции.

Андатпа. Жұмыста әртүрлі температура мен ылғалдылық жағдайында кейбір жылу оқшаулағыш материалдар мен екі қабатты құрылымдардың бу өткізгіштігінің сипаттамаларын эксперименттік зерттеу нәтижелері келтірілген. Материалдарды сынау нәтижелері будың өткізгіштігі (μ) тұрақты шама емес екенін және құрылымның материалдық қабаттарының ылғалдылығына, температурасына және орналасуына

байланысты өзгертінін көрсетеді. Құрылыс материалдарының бұ өткізгіштігін өлшеудің қолданыстағы әдістерін оларды стандарттау үшін ғылыми дамыту қажеттілігі расталады.

Түйін сөздер: бұ өткізгіштігі, ылғалдандыру, конденсация, температура, қоршау құрылымдары.

Abstract. *The paper presents the results of an experimental study of the vapor permeability characteristics of some thermal insulation materials and double-layer structures under various temperature and humidity conditions. The results of material tests show that vapor permeability (μ) is not a constant value and varies depending on humidity, temperature and the location of the material layers of the structure. The necessity of scientific development of existing methods for measuring the vapor permeability of building materials for their standardization is confirmed.*

Key words: *vapor permeability, humidification, condensation, temperature, enclosing structures.*

***Автор-корреспондент: Идирғалиева А.А.
Научный руководитель: Аубакирова Б.М.**

1 ВВЕДЕНИЕ

Долговечность и эффективность теплозащиты ограждающих конструкций во многом зависят от их влажностного состояния. Защита от переувлажнения конструкции обеспечивается согласно действующему СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»: своевременным удалением влаги из конструкции, предотвращением накопления влаги в конструкции за годовой период эксплуатации [4]. Одной из определяющих характеристик для обеспечения требуемого влажностного состояния ограждающих конструкций является коэффициент паропроницаемости используемых материалов. Существующие инженерные методы определения влажностного состояния конструкции используют постоянное значение коэффициента паропроницаемости и не учитывают его изменение от режима эксплуатации. Однако известно, что значения коэффициента паропроницаемости материалов в значительной степени зависят от их влажности. Многочисленные исследования наружных стен указывают на широкий диапазон эксплуатационной влажности используемых материалов. Однако, эксплуатационная влажность материалов согласно СП 50.13330.2012 сведены к двум значениям А и Б. Таким образом, в настоящее время на этапе проектирования ограждений с различными конструктивными решениями отсутствуют методы оценки действительной эксплуатационной влажности используемых материалов.

Отсутствие методов и недостаточная экспериментальная база исследования характеристик паропроницаемости материалов при различных условиях эксплуатации не позволяет теоретически обосновать зависимость паропроницаемости материала от его влажности и учитывать ее на этапе проектирования ограждающих конструкций. Следовательно, существующие инженерные методы определения влажностного состояния конструкций недостаточно точно отражают закономерности массопереноса в реальных эксплуатационных условиях. В связи с этим актуальной задачей является исследование закономерностей изменения паропроницаемости материалов в эксплуатационных условиях и разработка на этой основе расчетных методов для определения влажностного состояния ограждающих конструкций.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Исследованием и разработкой методов определения влажностного состояния ограждающих конструкций занимались: В.Н. Богословский, В.Г. Гагарин, В.М. Ильинский, Н. Klopfer, К. Kießl, Н.М. Künzel, В.В. Козлов, В.А. Лыков, В.Д. Мачинский, А.Г. Перехоженцев, С.В. Федосов, К.Ф. Фокин, А.У. Франчук, А.С. Эпштейн и др. Исследования влажностных характеристик материалов проводились такими учеными как: Б.В. Дерягин, В. Вай-

цекаускас, Ц.Г. Иогансон, Э.Э. Монствилас, В. Плонский, Н.В. Чураев, Х.Г. Эденхольм, А.С. Эпштейн и др. В настоящее время степень разработанности проблемы по оценке влажностного состояния ограждающих конструкций оказалась недостаточной из-за отсутствия базы данных по испытанию паропроницаемости многослойных конструкций наружных стен при различных эксплуатационных воздействиях, большого разнообразия современных материалов и их комбинаций в ограждающих конструкциях [1].

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Влажностное состояние ограждающих конструкций определяет их теплозащитные и санитарно-гигиенические качества, имеет существенное влияние на процессы коррозии, замораживания-оттаивания и долговечность в целом. Снижение теплозащитных свойств ограждающих конструкций при их увлажнении исследовано достаточно широко и связано с повышением теплопроводности увлажненных материалов, то есть снижением сопротивления теплопередаче всей конструкции. Повышение теплопроводности материалов происходит за счет замещения воздуха в поровом пространстве водой, теплопроводность которой значительно выше теплопроводности воздуха.

Переход на повышенный уровень теплозащиты в начале 90-х годов XX века привел к внедрению малоизученных новых строительных материалов и широкому распространению неоднородных многослойных наружных стен [12]. Влияние влажности на эксплуатационные свойства таких конструкций значительно сложнее, чем в однослойных. Так, авторами было выявлено влияние влажностного режима многослойных ограждающих конструкций на снижение морозостойкости и долговечности его наружных облицовочных слоев. А. А. Ананьевым было установлено, что наличие среднего теплоизоляционного слоя в подобных конструкциях приводит к существенному снижению температуры внутренней поверхности облицовочного слоя. Понижение температуры увеличивает количество замерзающей влаги в лицевых материалах, что ускоряет процессы их разрушения в условиях эксплуатации. Ф. В. Ушков детально исследовал влияние температурно-влажностных условий на разнообразные ограждения и дал оценку теплотехническим свойствам исследованных конструкций. Им экспериментально установлено, что увеличение замерзшей влаги на границе двух материалов приводит к возникновению высокого гидростатического давления, которое приводит к расслоению двух материалов.

Данный эффект приводит к дефектам фасадов в виде растрескивания или обрушения облицовочных слоев наружных стен.

Недостаточная влагостойкость некоторых материалов как гипс и клееная фанера при их повышенной влажности приводит к потере их механической прочности, изменению объема и формы.

В контакте с увлажненным утеплителем стальные связи и металлические покрытия подвержены коррозионному износу. Согласно по натурным обследованиям гальваническое цинковое покрытие толщиной 15 мкм на гибкой связи в месте контакта с минеральной ватой прородировало до стали за два года.

При повышенной влажности материалов возникают условия для образования болезнетворных бактерий, плесени и грибов, что негативно влияет на микроклимат помещения. Так по натурным обследованиям эксплуатируемых жилых зданий подобные дефекты были выявлены в местах теплотехнических неоднородностей (углах и стыках конструкций), где происходит существенное снижение температуры поверхностей и как следствие образование конденсата. Также повышенная влажность конструкций приводит и к повышению относительной влажности воздуха в помещении, что по данным гигиенистов может являться причиной целого ряда заболеваний.

Неблагоприятные последствия влияния влажности на ограждающие конструкции указывают на необходимость установления причин их увлажнения и применения надежных методов оценки их влажностного состояния на этапе проектирования.

Методы оценки и исследование влажности наружных стен Основные причины увлажнения ограждающих конструкций

Согласно существующей классификации к основным причинам появления влаги в ограждающей конструкции относятся: строительная влага, грунтовая влага, атмосферная влага, эксплуатационная влага, гигроскопическая влага, конденсация влаги из воздуха.

Строительная влага – влага, вносимая в ограждение при возведении здания или изготовления сборных ограждающих конструкций [11.12]. Содержание влаги в этом случае зависит от типа конструкции и способа ее возведения. Так, наименее предпочтительны в этом отношении мелкие каменные изделия как кирпичная кладка по сравнению с крупными блоками. Крупные по объему изделия требуют меньшего количества раствора, вместе с которым в конструкцию вносится меньшее количество влаги. Начальная влажность материалов в реальных условиях влияет на установление равновесного влажностного режима в ограждающих конструкциях, который может достигаться в течение нескольких лет. По различным источникам в процессе эксплуатации строительная влажность конструкции изменяется. Так температурно-влажностное воздействие окружающей среды может способствовать либо ее высыханию, либо ее увеличению. Согласно исследованию В.М. Ильинского, изменение влагосодержания ограждений в общем случае соответствует кривой на **Рисунке 1**.

Грунтовая влага – влага, проникающая в конструкцию из грунта механизмом капиллярного всасывания. При использовании гигроскопичных материалов как кирпич, плотный бетон и других высота капиллярного подъема влаги может достигать нескольких метров от уровня земли. Здесь нужно отметить, что при устройстве гидроизоляционных слоев, препятствующих доступу влаги из грунта, можно исключить ее влияние на влажностный режим конструкции.



Рисунок 1 – Изменение влагосодержания ограждения, вводимого в эксплуатацию в начале холодного периода года (согласно схеме В. М. Ильинского):

τ_0 - период доп. увлажнения; τ_1 - период интенсивного высыхания; τ_2 - период медленного высыхания $\omega_{нач}$, $\omega_{кр}$, ω_0 – начальное, критическое, воздушно-сухое влажностное состояние.

Атмосферная влага – влага, проникающая в конструкцию вместе с дождем при непосредственном смачивании поверхности стены или дефектов крыши в местах карнизов и водостоков. Наиболее существенно подвержены данному увлажнению конструкции с применением засыпок, так как имеют повышенную влагоемкость. Также в значительной степени могут быть увлажнены панельные конструкции в местах их стыков и по периметру оконных блоков [3.6].

Эксплуатационная влага – влага, проникающая в конструкцию в следствие мокрых процессов в помещении, например, производственных цехах, бассейнах и других. Влага в данном случае выделяется непосредственно в виде воды, попадая на пол и нижнюю часть стен. Исключение замачивания ограждений достигается устройством водонепроницаемых полов и облицовок стен, отвода воды в канализацию и пр.

Гигроскопическая влага – влага, проникающая в конструкцию за счет ее сорбционного поглощения из воздуха гигроскопичными материалами. Большинство строительных материалов обладают гигроскопичностью, в той или иной степени. Наибольшей гигроскопичностью обладают хлористые соли (хлористый кальций, хлористый магний, поваренная соль и другие). Материалы, содержащие или накапливающие хлористые соли, в процессе эксплуатации значительно повышают свою гигроскопичность, что может являться основной причиной их увлажнения. Стоит отметить, что сорбционное увлажнение ограждения существенно связано и с условиями климата места строительства и микроклимата помещения. Г. Дапкус исследовал изменение среднегодовой влажности газобетонных стен при различных влажностных режимах помещения [10]. Результаты исследования показывают существенное увеличение влажности ограждений при повышении относительной влажности воздуха в помещении, **Рисунок 2**.

Конденсация влаги – процесс образования жидкой влаги из водяного пара на поверхности конструкции или в его толще. Процесс данного увлажнения связан с механизмом паропереноса через ограждающую конструкцию и во многом зависит от его теплотехнического режима.

Конденсация влаги согласно в большинстве случаев является основной причиной повышения влажности материалов ограждения. Однако на данный момент всеобъемлющие натурные исследования степени увлажнения различных типов ограждений конденсированной влагой отсутствуют, ввиду существенного многообразия материалов, типов конструкций и различных условий их эксплуатации. Существующие натурные исследования влагосодержания ограждений жилых зданий учитывают всю совокупность причин их увлажнения и не позволяют установить долю увлажнения только за счет механизма конденсации [13]. Вместе с тем оценка количества конденсированной влаги в ограждении численными методами показывает возможность ее многократного увеличения в ходе эксплуатации.

Видно, что причины и закономерности увлажнения ограждающих конструкций усложняются способностью влаги к перемещению в толще ограждения. Поэтому на этапе проектирования возникает необходимость учета закономерностей и механизмов влагопереноса в пористых материалах.

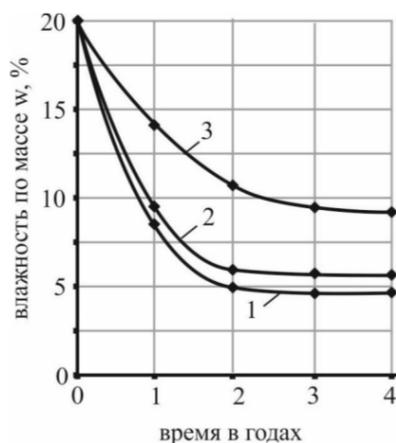


Рисунок 2 – Изменение среднегодовой влажности газобетонных стен с паропроницаемой внутренней и наружной отделкой: кривая 1, 2 и 3 – при сухом, нормальном и влажном микроклимате помещения соответственно.

Механизмы переноса влаги в материалах как теоретическая основа методов оценки влажностного состояния ограждающих конструкций

Существующие методы оценки влажностного состояния ограждающих конструкций базируются на теории влагопереноса и теории сушки в капиллярно-пористых телах. Эти теории основаны на работах П.А. Ребиндера, Б.В. Дерягина, А.В. Лыкова, В.Г. Гагарина и других.

Большинство строительных материалов ограждающих конструкций зданий можно отнести к капиллярно-пористым телам. Влияние температурно-влажностных воздействий окружающей среды на ограждение может приводить к накоплению, удерживанию и переносу влаги в ее материалах. Влагоперенос в капиллярно-пористом материале зависит от свойств воды, особенностей пористой структуры материала и вида связи влаги с телом материала. Существующая классификация формы связи влаги с материалом, предложенная П.А. Ребиндером, основана на величине энергии связи [4.6]. Согласно этой схеме, различают следующие виды связи влаги:

- химическая связь: связь, образованная химической реакцией или процессом кристаллизации;
- физико-химическая связь: связь, образованная адсорбцией;
- физико-механическая связь: связь, образованная за счет процессов капиллярной конденсации.

Конкретный вид связи влаги со скелетом тела материала определяет механизм и интенсивность влагопереноса. Химически связанная влага не способна к перемещению, а физико-химически связанная влага перемещается менее интенсивно, чем при физико-механической связи.

Исследованию механизмов влагопереноса в ограждениях посвящены работы А.В. Лыкова, Б.В. Дерягина, Н.В. Чураева, В.Г. Гагарина и других. Влага в пористых материалах способна к перемещению в виде пара и жидкости под действием градиентов различных потенциалов переноса. На данный момент известно свыше десятка различных механизмов переноса влаги.

Из данной классификации исключается движение влаги под действием сил тяжести, так как данный случай будет соответствовать недопустимому переувлажнению материалов ограждения.

Согласно исследованию А.В. Лыкова, механизмы влагопереноса могут преобладать друг относительно друга в зависимости от влажности материала. Так при низких значениях влажности материала (в сорбционной зоне увлажнения материала) преобладает механизм переноса водяного пара путем диффузии [1.2.5]. Водяной пар перемещается в порах материала из области ее высокой концентрации в область низкой концентрации. При сверхсорбционных влажностях преобладает механизм капиллярного переноса жидкости. Капиллярное движение жидкой влаги в материале обусловлено градиентом капиллярного давления, который прямо пропорционален кривизне поверхности мениска жидкости и ее поверхностному натяжению.

В неизотермических условиях, при наличии градиента температуры может наблюдаться термодиффузия водяного пара и термокапиллярный перенос жидкости. Перемещение парообразной влаги в данном случае происходит от более нагретых областей к менее нагретым, как следствие возникновения разности концентраций компонентов газовой смеси от разной температуры. Термокапиллярный перенос пленок жидкости как аналог термоосмоса вызван изменением поверхностного натяжения жидкости от температуры, который связан с перестройкой структуры переходных слоев между жидкостью и ее паром. Зависимость влагопроводности от температуры прямо пропорциональна поверхностному натяжению воды и обратно пропорциональна вязкости согласно уравнению О. Кришера. Многочисленные исследования, посвященные термоградиентному потоку, указывают на необходимость наличия существенных градиентов температуры для ее значимого влияния на массоперенос.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Таким образом исследователи сходятся во мнении, что в практических расчетах влажного состояния ограждающих конструкций термолапопроводностью можно пренебречь. Пленочное течение или перенос влаги при градиенте расклинивающего давления был открыт Б.В. Дерягиным. Расклинивающее давление определяется поверхностными силами

такими, как молекулярные, электростатические и структурные силы. Перемещение влаги возникает от составляющих поверхностных сил в зависимости от толщины пленок жидкости и выражается изотермой расклинивающего давления Π_d .

Течение незамерзающих пленок воды в капиллярной системе материала происходит по поверхности пластинок льда или между ней и телом материала. Перемещение незамерзающих пленок возникает из-за градиентов давления и температуры. В реальных эксплуатационных условиях механизмы переноса влаги редко встречаются по одному [9.11]. Теоретические и экспериментальные исследования совместного переноса влаги и жидкости выполнены Б.В. Дерягиным, Н.В. Чураевым, В.С. Вайцекаускасом, Э.Э. Монствиласом и другими. Так Н.В. Чураев указывает на возможность совместного переноса жидкости и пара в виде:

- пленочного течения и диффузии пара;
- пленочного течения при испарении в атмосферу собственного пара;
- течения пленок, пара и конденсата;
- испарение из сообщающихся капилляров.

При этом для каждого случая используется соответствующая физико-математическая модель, так как им соответствуют разные режимы течения пара и жидкости в виду изменения толщин пленок, образования конденсата и т.д. Так, например, при образовании конденсата в поре, возникают локальные градиенты парциального давления на участках свободных от конденсата, которые будут выше среднего градиента давления по длине всей поры, **Рисунок 3**.



l_v – средняя протяженность участков, свободных от конденсата
 l_c – средняя протяженность участков конденсата

Рисунок 3 – Совместный переноса пара, смачивающих пленок и конденсата в порах по схеме Н.В. Чураева.

Анализ существующих механизмов переноса влаги показывает необходимость использования соответствующей расчетной физико-математической модели влагопереноса, которая бы в полной мере учитывала основные закономерности и механизмы увлажнения ограждающих конструкций.

5 ВЫВОДЫ

Одной из основных причин увлажнения ограждающих конструкций является конденсация влаги из водяного пара, который во многом связан с его теплотехническим режимом. Переувлажнение конструкции конденсированной влагой сигнализирует о возможных ошибках, допущенных на этапе расчета и оценки ее влажностного состояния.

Согласно многочисленным исследованиям паропроницаемость материалов в наибольшей степени зависит от их влажности.

Результаты испытаний паропроницаемости при различной влажности материалов по различным источникам противоречивы, что не позволило дать теоретического обоснования данной закономерности [3.4].

Большая часть работ по исследованию паропроницаемости материалов ограничивается лишь температурными и влажностными воздействиями при изотермических условиях. Влияние градиента температур, особенностей конструктивных решений ограждения, ветровых и иных воздействий не исследованы.

Стандартные методы, а также методы и принципы определения паропроницаемости материалов из других отраслей техники не моделируют реальных эксплуатационных условий ограждающих конструкций. Следовательно, результаты, получаемые по данным методикам, могут быть недостоверны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Anderson, A.C. Verification of Calculation Methods for Moisture Transport in Porous Building Materials / A.C. Anderson. – Lund, 1985.
2. ASTM E 96–90. Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials. – Philadelphia: American Society for Testing and Materials.
3. ASTM F1249–13. Standard Test Method for Water Vapor Transmission Rate Through Plastic Film and Sheeting Using a Modulated Infrared Sensor.
4. ASTM F372–99 (2003). Standard Test Method for Water Vapor Transmission Rate of Flexible Barrier Materials Using an Infrared Detection Technique (Withdrawn 2009).
5. Bomberg, M. Moisture flow through porous building materials / M. Bomberg //Lund Institute of Technology Report No. 52. – 1974. – 188 p.
6. Chi, Feng. Influence of pre-conditioning methods on the cup test results / Chi Feng, Qinglin Meng, Ya Feng, Hans Janssen // 6th International Building Physics Conference, IBPC 2015. – 2015. P. 6.
7. DIN 4108. Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden.
8. DIN EN ISO 12572:2001-09. Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Baustoffen und Bauprodukten - Bestimmung der Wasserdampfdurchlässigkeit.
9. Eigil V. Sørensen. Water vapor permeability of hardened cement paste. Technical University Of Denmark Department Of Civil Engineering Building Materials Laboratory / Eigil V. Sørensen / Technical Report 83. – 1980. 118 p.
10. EN ISO 12572:2016. Hygrothermal performance of building materials and products - Determination of water vapour transmission properties. European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
11. Galbraith, G.H. Moisture permeability data presented as a mathematical function applicable to heat and moisture transport models / G. H. Galbraith, Mclean R. C., Guo J. S. // BS'97. – 1977. – Vol. 1.
12. Galbraith, G.H. Moisture permeability data presented as a mathematical relationship / G.H. Galbraith, Mclean R.C., Guo J. S. // Building Research & Information. – 1988. –№ 26 (3). – P. 157–168.
13. Galbraith, G.H. The effect of temperature on the moisture permeability of building materials / G.H. Galbraith, Mclean R.C., Guo J. S. // Building Research & Information. – 2000. – Vol. 28. – № 4.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПЛОТИН ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Қайролла С.С.

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. Важным аспектом разработки гидротехнических проектов является учет потенциальных рисков и негативного воздействия на окружающую среду. Специалисты в данной области должны учитывать геологические и климатические особенности региона, а также возможные изменения водных ресурсов в связи с изменением климата. Эффективное управление гидротехническими сооружениями требует постоянного мониторинга и поддержки.

Проектирование и строительство гидротехнических сооружений также предполагает соблюдение строгих технических стандартов и нормативов безопасности. Важно обеспечить надежность и долговечность сооружений, чтобы минимизировать возможные аварийные ситуации и обеспечить их бесперебойную работу. Поэтому разработка гидротехнических проектов требует комплексного подхода и учета множества факторов для обеспечения устойчивого использования водных ресурсов в будущем.

Ключевые слова: гидроэлектростанция, плотина, конструкция, сталь.

Андатпа. Гидротехникалық жобаларды дамытудың маңызды аспектісі қоршаған ортаға ықтимал қауіптер мен жағымсыз әсерлерді есепке алу болып табылады. Бұл саланың мамандары аймақтың геологиялық-климаттық ерекшеліктерін, сондай-ақ климаттың өзгеруіне байланысты су ресурстарының мүмкін болатын өзгерістерін ескеруі тиіс. Гидротехникалық құрылыстарды тиімді басқару тұрақты бақылау мен қолдауды қажет етеді.

Гидротехникалық құрылыстарды жобалау мен салу да қатаң техникалық және қауіпсіздік нормаларын сақтауды талап етеді. Мүмкін болатын төтенше жағдайларды азайту және олардың үздіксіз жұмысын қамтамасыз ету үшін құрылымдардың сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін қамтамасыз ету маңызды. Сондықтан гидротехникалық жобаларды әзірлеу болашақта су ресурстарын тұрақты пайдалануды қамтамасыз ету үшін кешенді көзқарасты және көптеген факторларды ескеруді талап етеді.

Түйін сөздер: су электр станциясы, бөгет, құрылым, болат.

Abstract. An important aspect of the development of hydraulic engineering projects is the consideration of potential risks and negative impacts on the environment. Specialists in this field must take into account the geological and climatic features of the region, as well as possible changes in water resources due to climate change. Effective management of hydraulic structures requires constant monitoring and support.

The design and construction of hydraulic structures also involves compliance with strict technical standards and safety regulations. It is important to ensure the reliability and durability of structures in order to minimize possible emergencies and ensure their uninterrupted operation. Therefore, the development of hydraulic engineering projects requires an integrated approach and consideration of many factors to ensure sustainable use of water resources in the future.

Key words: Hydroelectric power station, dam, structure, steel.

*Автор-корреспондент: Қайролла С.С.
Научный руководитель: Шайдулла М.Р.

1 ВВЕДЕНИЕ

Программа по промышленной безопасности включает в себя изучение различных аспектов безопасности при проектировании, строительстве, эксплуатации и ремонте гидротехнических сооружений, используемых в энергетической отрасли.

Материал особо акцентирует внимание на важности соблюдения безопасных рабочих условий при работе с такими гидротехническими сооружениями, как плотины, гидроэлектростанции, водохранилища и др. Специфические риски и потенциальные опасности, связанные с эксплуатацией таких объектов, рассматриваются в контексте новейших технологических инноваций и подходов.

Основной работой является показать важность и значимость гидротехнические сооружения. В связи с последними событиями в нашей стране мы можем показать, насколько важно правильно использовать сооружения. В статье показываем виды гидротехнических сооружений и как они подразделяются.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Гидротехническое сооружение — объект (сооружение) для использования водных ресурсов, а также для борьбы с вредным воздействием вод^[1].

Гидротехнические сооружения, как инженерное сооружение, предназначены для осуществления различных водохозяйственных мероприятий, к ним относятся плотины, здания гидроэлектростанций, водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, судоходные шлюзы, судоподъёмники; сооружения, предназначенные для защиты от наводнений, разрушений берегов и дна водохранилищ, рек; сооружения (дамбы), ограждающие хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных организаций; устройства от размывов на каналах, а также другие сооружения, предназначенные для использования водных ресурсов и предотвращения негативного воздействия вод и жидких отходов. В просторечии используют словосочетание «водозащитное сооружение» [1].

По функциональному назначению ГТС классифицируются следующим образом:

- водоподпорные сооружения, создающие напор или разность уровней воды перед сооружением и за ним (плотины, дамбы);
- водопроводящие сооружения (водоводы), служащие для переброски воды в заданные пункты (каналы, туннели, лотки, трубопроводы, шлюзы, акведуки);
- регулиционные (выправительные) сооружения, предназначенные для улучшения условий протекания водотоков и защиты русел и берегов рек (щиты, дамбы, полузапруды, берегоукрепительные, ледонаправляющие сооружения);
- водосбросные сооружения, служащие для пропуска излишков воды из водохранилищ, каналов, напорных бассейнов, которые позволяют частично или полностью опорожнять водоемы.

В особую группу выделяют специальные гидротехнические сооружения:

- ГТС для использования водной энергии — здания ГЭС и напорные бассейны;
- ГТС для водного транспорта — судоходные шлюзы, бревнопуски;
- мелиоративные ГТС — магистральные и распределительные каналы, шлюзы, регуляторы;
- рыбохозяйственные ГТС — рыбоходы, рыбоводные пруды;
- комплексные ГТС (гидроузлы) — ГТС, объединенные общей сетью плотины, каналы, шлюзы, энергоустановки и т. д.

В зависимости от места расположения гидротехнические сооружения могут быть морскими, речными, озёрными, прудовыми, в зависимости от характера воздействия на потоки разделяют на водоподпорные, регулиционные, водопроводящие, водопропускные и водозаборные, в зависимости от нужд могут быть общие, обеспечивающие нужды практически

всех отраслей водного хозяйства, и специальные, возводимые для какой-либо одной отрасли народного хозяйства, и к ним относятся следующие виды и типы:

- Гидроэлектростанция (ГЭС);
- Плотина;
- Шлюз;
- Судоподъёмник;
- Канал
- Пирс;
- Волнолом или больверк (брекватер^[2]);
- Колодец;
- Дренажно-штольная система;
- Гидроотвал.

Нефтяная платформа состоит из четырех основных компонентов: корпус, якорная система, палуба и буровая вышка. Корпус — это понтон с палубой. На палубе размещаются бурильные трубы, подъемные краны и вертолетная площадка. Буровая вышка опускает бур к морскому дну и поднимает его по мере необходимости.

Одна из наиболее главных классификаций нефтяных платформ — по рабочему положению. Среди таковых выделяют платформы, опирающиеся на дно (стационарные) и не опирающиеся на дно (или плавучие буровые установки, ПБУ).

- Стационарная нефтяная платформа.
- Нефтяная платформа с гибкой башней.
- Полупогружная нефтяная буровая платформа (ППБУ), разведочная или добывающая.
- Самоподъемная буровая установка (СПБУ), чаще всего разведочная.
- Плавучее нефтехранилище, которое может или просто хранить нефть, или хранить и отгружать ее на берег (плавучее нефтеналивное хранилище), или добывать, хранить и отгружать нефть (плавучая установка для добычи, хранения и отгрузки нефти, англ. FPSO — Floating Production Storage and Offloading).
- Нефтяная платформа с растянутыми опорами (плавучее основание с натяжным вертикальным якорным креплением).
- Нефтяная платформа типа Spar

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

SPAR-платформы. Платформы с подводным основанием цилиндрического типа относятся к самым крупным оффшорным установкам, а также к самым современным технологическим решениям для глубоководной добычи. Эти огромные сооружения состоят из большого цилиндра или штанги, поддерживающей типичную верхнюю надстройку буровой. Цилиндрическое основание не простирается до дна, а укреплено на плаву с помощью кабелей и тросов, выполняет задачу стабилизации платформы, учитывая ее перемещения на воде.

Способ укрепления SPAR-платформ на морском дне очень похож на систему заякорения платформ типа TLP, но без использования жестких негнущихся тросов. Первая SPAR-платформа Neptune со сплошным цилиндрическим основанием, размерами 231 метр в длину и 21 метр в диаметре, была установлена в Мексиканском заливе в сентябре 1996 года на глубине 580 метров. На сегодняшний день разработано три варианта конфигурации цилиндрического основания [2].

Передвижные оффшорные буровые установки. Вторая большая группа оффшорных буровых установок делится на постоянно перемещающиеся и те, перемещение которых связано только с необходимостью разработки очередного месторождения. В целом, эти конструкции являются сравнительно более дешевыми (**Рисунок 1**).

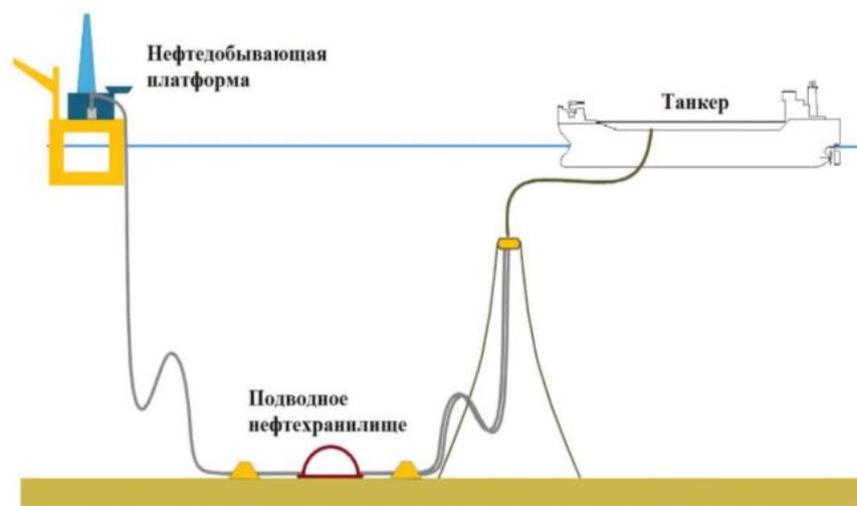


Рисунок 1 – Технологические плавающие единицы производства и хранения

Технологические плавающие единицы производства и хранения. Данные установки являются либо переделанными, либо построенными целенаправленно для выполнения своей задачи, которая состоит в разработке совсем небольших скважин и месторождений, где нерентабельно использовать большие установки с командой и системой трубопроводов. Они присоединены к морскому дну, добывают нефть и хранят ее, пока танкер не забирает добытые ресурсы.

В качестве материала оболочки хранилища может применяться сталь, железобетон или полиэфирный стеклопластик. Сталь и железобетон традиционно используются в подобных сооружениях, методы и технология их производства хорошо изучены, и они доступны на внутреннем рынке.

Глубина моря для размещения стационарных нефтехранилищ (как правило, более 60 м) должна исключать вероятность воздействия на оболочку потенциально возможных ледовых образований (айсбергов, торосов) и быть достаточной, чтобы конструкция не создавала помехи судоходству. Данное условие является очевидным преимуществом, т. к. позволяет избежать многих кратковременных и особых нагрузок, достигающих в некоторых случаях значительной величины;

Предпочтительные формы подводных резервуаров – сфера или полусфера. Хотя оболочку резервуара можно изготовить практически любой геометрической формы, однако, при воздействии на конструкцию внешнего гидростатического давления морской воды наиболее прочными и устойчивыми оказываются сферические формы (**Рисунок 2**).

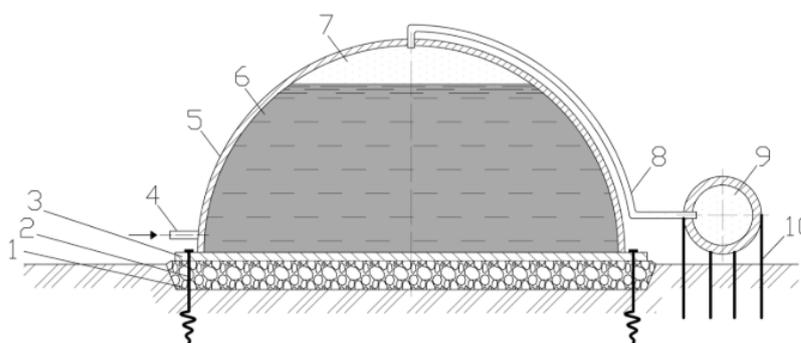


Рисунок 2 – Схема разреза подводного нефтехранилища:

1 – гравийное основание, 2 – анкерное устройство, 3 – днище, 4 – патрубок, 5 – корпус, 6 – продукт налива, 7 – газовоздушная смесь, 8 – внешний газопровод, 9 – газосборник, 10 – сваи.

Гидроэлектростанция или ГЭС – сложное устройство, представленное различными конструкциями и специальным оборудованием для получения и передачи электроэнергии. Существует несколько видов гидроэлектростанций: деривационные, приливные, плотинного типа, а также аккумулирующие и волновые [3].

Для получения электроэнергии применяют разные виды ГЭС. Самый распространенный вид – плотинный. Его основными элементами являются:

- дамба;
- задвижка и напорный трубопровод;
- водохранилище;
- турбина с линиями электропередач;
- генератор.

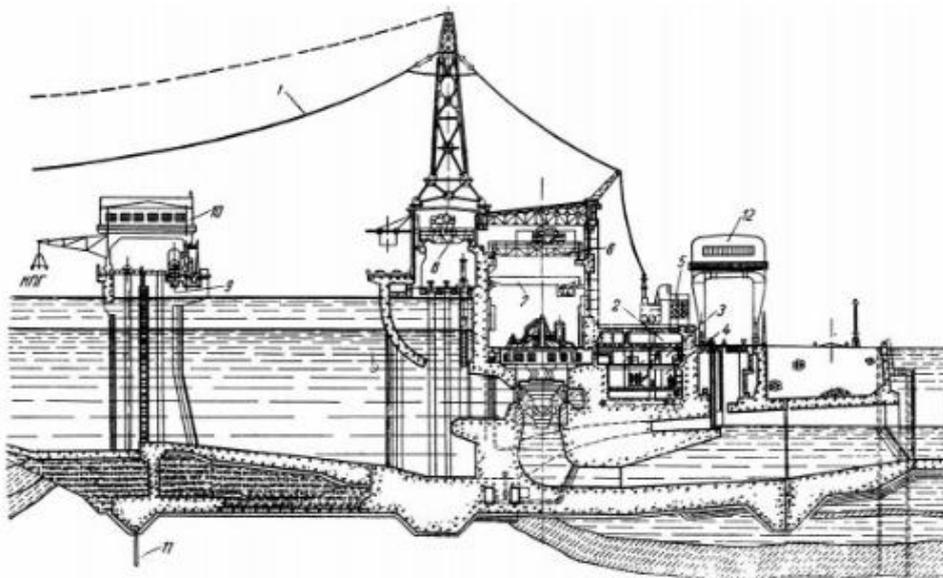


Рисунок 3 – Основные элементы гидроэлектростанции.

Принцип работы плотинной ГЭС основывается на формировании небольшого водоема, поднимающего уровень воды выше машинного зала. При открывании задвижки вода поступает к турбине, приводя ее в движение. Она связана с генератором электрического тока. Вся вырабатываемая электроэнергия передается по линиям электропередач (Рисунок 3).

Дренажно-штольневая система (ДШС) — вид гидротехнических сооружений. ДШС строятся на склонах возвышенностей или гор с целью отвода грунтовых вод и предотвращения оползней.

Представляют собой систему вертикальных колодцев и наклонных штолен, по которым отводится вода. Часто для защиты стен штолен в дне прокладывают специальные желоба. Сооружают ДШС из бетонных и железобетонных конструкций, металлических или бетонных тубингов, балок, монолитного бетона, реже из бетонных труб.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

В Республике Казахстан гидротехнические сооружения (далее – ГТС) являются наиболее распространенными типами сооружений с весьма важными функциями, оказывающими большое влияние на экономику, экологическую и социальную сферу. Вопрос безопасной и надежной эксплуатации гидротехнических сооружений приобретает особую актуальность в современных условиях.

В настоящее время в Казахстане насчитывается 653 крупных гидротехнических сооружений и свыше 200 водохранилищ, общей емкостью более 80 куб. км, из них 66 водохра-

нилищ находятся в республиканской собственности, 157 – в коммунальной, 142 водоема – в частной собственности. 77 объектов – бесхозные, не имеющие владельцев или эксплуатационную службу. Строительство и возведение многих гидротехнических сооружений пришлось на 60-80-е годы прошлого столетия. Длительный срок эксплуатации, влияние климатических, сейсмических воздействий в местах расположения постепенно приводят к моральному и физическому износу всего комплекса гидротехнических сооружений. Многие гидротехнические сооружения находятся в аварийном и предаварийном состоянии. Подавляющее их большинство эксплуатируются без реконструкции и ремонта, в значительной степени выработав свой ресурс, что придает этим объектам повышенную опасность.

Свидетельством этому являются произошедшие в последние годы в стране чрезвычайные ситуации на гидротехнических сооружениях, а именно наводнение, вызванное прорывом плотины в селе Кызылагаш, размыв плотины водохранилища Кокпекты в Бухар-Жырауском районе Карагандинской области и другие, которые послужили серьезным уроком по недопущению подобных трагедий в дальнейшем. Данные стихийные бедствия показали также, что положения существующего Водного Кодекса РК по вопросам обеспечения ГТС и другие законодательные акты, в части, касающейся вопросов безопасности плотин не обеспечивают в полной мере решение как правовых, так и организационных вопросов безопасной эксплуатации ГТС, предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций на этих объектах.

Указанные чрезвычайные ситуации вызывают необходимость проведения системного мониторинга, установления должного надзора за обеспечением безопасности ГТС, а также совершенствования нормативно-правовой базы.

Проект будет реализован на основе сотрудничества между Центром ОБСЕ в Астане, ЕЭК ООН и Исполнительной дирекцией Международного Фонда спасения Арала в Республике Казахстан (далее – ИД МФСА в РК) при поддержке Комитета по водным ресурсам (далее – КВР) Министерства сельского хозяйства (далее – МСХ) Республики Казахстан. Проведение проектных мероприятий будет осуществляться с участием международных и национальных экспертов, занимающихся вопросами обеспечения безопасности ГТС.

Задачей проекта является поддержка Казахстана в совершенствовании нормативно-правовой базы и упорядочении государственного регулирования отношений в области обеспечения безопасности ГТС.

5 ВЫВОДЫ

Гидротехнические сооружения играют важную роль в обеспечении стабильности водоснабжения, охране окружающей среды, а также в развитии промышленности и сельского хозяйства. Однако, для эффективной работы этих сооружений необходимо обеспечить их надлежащее проектирование, строительство, эксплуатацию и регулярное техническое обслуживание. Важно учитывать особенности гидротехнических сооружений в зависимости от их назначения, типа и местоположения. Например, при проектировании плотин необходимо учитывать гидрогеологические условия, климатические особенности и влияние на экосистему реки. Для гидроэлектростанций важно обеспечить безопасность и эффективность производства электроэнергии. Таким образом, гидротехнические сооружения играют неотъемлемую роль в жизни человека и общества, поэтому их создание и эксплуатация должны осуществляться с соблюдением всех необходимых технических и экологических требований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Decree of the Russian Federation of November 2, 2013 No. 986 MOSCOW “On the classification of no structures”.
2. FER-2001 Collection No. 39 “METAL STRUCTURES OF HYDRAULIC STRUCTURES” book 1.
3. GESN-2001 Collection No. 39 “METAL STRUCTURES OF HYDRAULIC STRUCTURES” book 2.

ҚАЗАҚСТАНДА ЭНЕРГОТИІМДІ ҒИМАРАТТАРДЫ САЛУ ПЕРСПЕКТИВАЛАРЫ

Е.З. Оразалиева

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Андатпа. Мақалада LEED стандартының белгісімен орта қабатты энергияны үнемдейтін тұрғын үйлердің, атап айтқанда жаңа құрылыстың қалыптасу ерекшеліктері талданады. Энергияны үнемдейтін тұрғын үйді жобалау мен салу, және оның тарихи және заманауи тәжірибесі талданады. Энергияны үнемдейтін ғимараттарды жобалаудың негізгі принциптері сипатталған. Мақалада Қазақстан Республикасы үшін энергия тиімді тұрғын үйлердің өзектілігі туралы айтылды.

Түйін сөздер: энерготіімді, экологиялық, энергия тиімді тұрғын үй, энергия тиімділігін арттыру, қолайлы құрылыс, үй, жоба.

Аннотация. В статье анализируются особенности формирования среднеэтажных энергосберегающих жилых домов, в частности новостроек, под знаком стандарта LEED. Анализируется проектирование и строительство энергоэффективного жилья, а также его исторический и современный опыт. Описаны основные принципы проектирования энергоэффективных зданий. В статье говорилось об актуальности энергоэффективного жилья для Республики Казахстан.

Ключевые слова: энергоэффективный, экологичный, удобный, строительство, дом, проект.

Abstract. The article analyzes the features of the formation of medium-rise energy-saving residential buildings, in particular new buildings, under the sign of the LEED standard. The design and construction of energy-efficient housing, as well as its historical and modern experience, are analyzed. The basic principles of designing energy-efficient buildings are described. The article talked about the relevance of energy-efficient housing for the Republic of Kazakhstan.

Key words: energy efficient, eco-friendly, convenient, construction, house, project.

***Автор-корреспондент: Е.З. Оразалиева**

Ғылыми жетекшісі: А.М. Куанышбай

1 КІРІСПЕ

Энергияны үнемдейтін ғимараттарды жобалау және салу қажеттілігі, өндірілген өнімнің миллион долларына шамамен 1200 тонна СО₂ эквивалентін шығаратын көміртекті ластау бойынша жетінші орында тұрған Қазақстан Республикасының экологиялық жағдайына байланысты, ал орташа әлемдік көрсеткіш өндірілген өнімнің миллион долларына шамамен 500 тонна СО₂ эквивалентін құрайды. Бүкіл әлемде ғимараттар энергияны тұтынудың жеткілікті жоғары деңгейіне, сондай-ақ атмосфераға парниктік газдар шығарындыларының деңгейіне ие, бұл барлық көлік құралдарының шығарындыларынан едәуір жоғары. Ғимараттардың энергия тұтынуын басқа секторларға қарағанда аз шығынмен және үлкен пайдамен төмендетудің үлкен және тартымды мүмкіндіктері бар.

Қазақстан Республикасында энергия тиімді ғимараттарды жобалау және салу қажеттілігі экологиялық жағдайына байланысты. Зерттеулерге сүйенсек көміртектің ластануы бойынша жетінші орында, шамамен 1200 тонна СО₂ эквивалентін шығарады, бұл өндірілген өнімнің миллион долларына шаққанда, орташа әлемдік көрсеткіш өндірілген өнімнің милли-

он долларына шамамен 500 тонна CO₂ баламасын құрайды. Бүкіл әлемде ғимараттар энергияны тұтынудың жеткілікті жоғары деңгейіне, сондай-ақ атмосфераға парниктік газдар шығарындыларының деңгейіне ие, бұл барлық көлік құралдарының шығарындыларынан едәуір жоғары. Ғимараттардың энергия тұтынуын басқа секторларға қарағанда аз шығынмен және үлкен пайдамен төмендетудің үлкен және тартымды мүмкіндіктері бар.

Ғимараттардың энергия тұтынуын басқа секторларға қарағанда аз шығынмен және үлкен пайдамен төмендетудің үлкен және тартымды мүмкіндіктері бар.

Бұл құлдырау халықаралық энергетикалық агенттіктің (ХЭА) мақсатына жетудің негізі болып табылады, ол климаттың өзгеруі жөніндегі үкіметаралық топ (IPCC) ұсынған тұрақтандырылған CO₂ деңгейіне қол жеткізу үшін 2050 жылға арналған болжамды деректерге қарағанда әлемдегі көміртегі шығарындыларын 77%-ға азайту болып табылады. ХЭА сарапшыларының пікірінше, бұл мәселені шешудің маңызды құрамдас бөлігі қарапайым ғимараттарды салудан энергияны үнемдейтін тұрғын үйлер мен қоғамдық ғимараттарды салуға көшу болуы керек.

Сарапшылардың назары бүкіл әлем бойынша энергияны үнемдейтін көппәтерлі ғимараттарды жобалау мен салуға аударылады. Қазақстан Халықаралық экологиялық стандарттар бойынша үйдің алғашқы құрылыстық энергия тиімді жобасын сертификаттады. Алматы қаласынан 2 км қашықтықта және 16 га таулы аймақта орналасқан Greenville қалашығындағы коттеджді клуб үйі LEED Gold сертификатын алды.

Д. И. Марковтың пікірінше: энергияны үнемдейтін үй – сыртқы байланыстарға тәуелді емес, сонымен бірге, негізінен, жалпы үйдің өзі энергия көзі бола алатын үй. Бұл үйдің өзі мен оның айналасындағы жылу мен энергия көздерін ұтымды пайдалану арқылы мүмкін болады. Энергияны үнемдейтін үйді жобалау – көп нұсқалы тәсілді ескеретін кешенді жұмыс, қоршау конструкцияларын жылудан қорғауды ұтымды таңдау, инженерлік жабдықты таңдау және жаңартылатын энергия көздерін пайдалану тиімділігі [1].

2 ӘДІСТЕР МЕН ЗЕРТТЕУЛЕР

Жобаны іске асыру аясында әрқайсысы 160-тан 300 шаршы метрге дейінгі 50 мың шаршы метрге дейін коттедждер мен таунхаустар салу жоспарланған. Ресейде алғашқы сертификатталған жобалар коммерциялық ғимараттар болды, Қазақстанға аз қабатты құрылыстан басталды. LEED бойынша сертификаттау үшін тағы екі жоба жаңа құрылыс нысандары ретінде тіркелді: Алматыдағы Қазақстан-Британ техникалық университетінің жаңа оқу корпусы және Астанадағы кеңсе ғимараты.

Greenville коттедждік жобасының тұрақтылығы мен энергия тиімділігі 4 бағыт бойынша жобаланған:

1. *Аумақты кешенді дамыту.* Құрылыс нысандарының, жолдардың, инфрақұрылым нысандарының орналасуы құрылыс тығыздығы, жайлылық және экологиялық таза тұрғысынан оңтайлы. Аумақты көгалдандыру, оған өсімдіктердің сирек түрлерін сақтауға баса назар аудара отырып, саябақ және рекреациялық аймақтарды орналастыру. Қауіпсіз және жайлы балалар және спорт алаңдары кешенін салу

2. *Энергия тиімділігі.* Жылыту (салқындату) жүйесінен жарықтандыру жүйелеріне дейінгі барлық бағыттарда энергия үнемдейтін жабдықтар мен тиісті технологияларды кешенді пайдалану. Күн сәулесін пайдалануды барынша арттыру үшін панорамалық терезелерді қолдану. Тиімді және инновациялық материалдарды пайдалану арқылы ғимараттардың жылу оқшаулауының жоғарылауы. Пайдалануда күтілетін үнемдеу – 40%-дан астам.

3. *Суды пайдаланудың энерготиімділігі.* Суды пайдаланудың ең үнемді және тиімді құралдарын қолдану. Суды қайта пайдалануды және жанбыр суын пайдалануды ынталандыру. Аумақты суару. Пайдаланудағы суды үнемдеу – 30%-ға дейін.

4. *Қолайлы өмір сүру.* Әрлеуде тек табиғи және экологиялық таза материалдарды пайдалану. Таза ауаны қамтамасыз ететін кондиционерлеу жабдығын пайдалану. Үй-жайларда CO₂ датчиктерін орнату. Жобаны әзірлеушінің экологиялық сипаттамаларды іске асыруға

жұмсаған қосымша шығындары бір шаршы метрге шамамен 50 долларды құрайды. Бұл сату бағасына 10%-ға дейін сыйлықақы әкеледі және бір коттедж үшін ай сайын коммуналдық төлемдерден орташа есеппен 30 мың теңге үнемдейді деп күтілуде [2].

Тағы екі жоба тіркелген – Астанадағы Кеңсе орталығы және Алматыдағы университет кампусы. LEED стандартының белгісімен жаңа құрылыспен EXPO-2017 өткізуге дайындық жүріп жатыр. Ресейден айырмашылығы, энергияны үнемдейтін құрылысты тек жеке компаниялар ғана емес, сонымен қатар мемлекеттік органдар да алға тартады.

Орташа алғанда, 2000-2007 жылдар аралығында жаңа тұрғын үй қорының өсімі жылына 15-20 пайызға өсті.

Құрылыстың жылдам қарқынына қарамастан, тұрғын үйге сұраныс халықтың өсуіне, кірістердің ұлғаюына және Қазақстан астанасы Астана қаласының қарқынды дамуына байланысты ұсыныстан едәуір асып түсті. Әлемдік экономикалық дағдарысқа қарамастан, құрылыс көлемі жалпы 19%-ға өсті. 2009 жылдың деректері бойынша Қазақстанның тұрғын үй қоры шамамен 160 млн шаршы метрді құрайды. Қордың көп бөлігі Кеңес Одағы кезінде салынған энергияны үнемдейтін ескі ғимараттарға тиесілі. Орташа алғанда, Қазақстандағы ғимараттар Батыс Еуропаның солтүстік елдеріндегі ғимараттарға қарағанда бір шаршы метрге 2-3 есе көп энергия жұмсайды. Тұрғын үй қорының көп бөлігі орталықтандырылған жылу және энергиямен қамтамасыз етілген көп пәтерлі ғимараттардан тұрады. Қазақстандағы ЖЭО-ның 80 пайыздан астамы көмірді пайдаланады. Газ (13%) елдің орталық және оңтүстік аймақтарында бастапқы отын ретінде пайдаланылады. Қазақстандағы тұрғын үй қорының жылу және электрмен жабдықтау секторындағы парниктік газдар шығарындыларының жартысынан астамы үй-жайларды жылытуға тиесілі. Ескі тұрғын үйді жаңғырту үшін ғимараттарға энергия аудитін жүргізу қажет.

Аудит жүргізудің мақсаты:

- қолайлы жағдайларды қамтамасыз ету мақсатында жобалар мен суық едендерді жою;
- жылыту және салқындату жүйелерінің тиімді жұмысына қол жеткізу;
- газ жабдығын пайдалану қауіпсіздігін тексеру және оны пайдалану тиімділігін арттыру;
- үй-жайларда жоғары ылғалдылық пен көгерудің пайда болу себептерін болдырмау;
- пайдалану тиімділігін тексеру және желдету жүйелерін сынау;
- ғимараттың қоршау конструкцияларын герметизациялау және оқшаулау жөніндегі іс-шараларды әзірлеу.

Үй иесінің қалауы бойынша аудиторлық компаниялар энергияны пайдалану тиімділігін арттыру бойынша барлық жұмыстарды орындай алады:

- ғимарат құрылымдарын тығыздау;
- қоршау құрылыс конструкцияларын жылу оқшаулау;
- құрылыс конструкцияларын гидрооқшаулау және бу тосқауылы;
- желдету және ауаны баптау жүйелерінің ауа өткізгіштерін герметизациялау;
- жылыту-желдету жүйелерін баптау;
- басқа құрылыс жұмыстары.

«Верный Капитал» компаниясы Talan Towers ғимаратын салуға арналған жобаны таныстырды, ол осы жобаны екі жыл ішінде іске асыратын болады. Жаңа Talan Towers бизнес орталығы «А» санатына жататын нысан ретінде жоспарлануда.

Бұл құрылысқа «Верный Капитал» компаниясы \$300 млн астам инвестиция салуды жоспарлап отыр. Talan Towers LEED жасыл құрылыс стандарттарына сәйкес келетін Қазақстандағы алғашқы ғимарат болады. Talan Towers жобасының жалпы мақсатты рейтингі-55 балл, бұл LEED күміс сертификатын алуға құқылы. Talan Towers құрылыстың нөлдік кезеңінде жоба 16 ұпай жинады. Жасыл технологиялар өзінің жаңашылдығы мен қымбаттығына қарамастан, Talan Towers сияқты жобаны 1%-ға қымбат етеді. Бұл ретте сөзсіз инвесторлар екі нәтижеге жетеді: инвестициялар рентабельділігінің және объекті құнының артуы.

3 ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Бұл жобаны әзірлеуші SOM компания болды, ол бүгінде қала құрылысы, сәулет, инженерлік техника және интерьер дизайны саласындағы жетекші компаниялардың бірі болып саналады. Talan Towers Бизнес-орталығы Астананың Сол жағалауының орталық бөлігінде орналасып, Бәйтерек көрінісіне баса назар аударады. Talan Towers кешені екі мұнарадан тұрады, олардың бірінде тікелей бизнес-орталықтың өзі, ал екіншісінде The Ritz Carlton Astana «5 жұлдыз» санатындағы қонақ үй орналасады. Сонымен қатар, бұл қонақ үй 2016 жылы бизнес-орталықтан кейін пайдалануға беріледі. Бизнес-орталықтың жалпы ауданы шамамен 35 мың шаршы метрді құрайды. Оның 30 қабатты мұнарасының биіктігі 145 метрге жетеді. Кешен жанынан 800 орындық автотұрақ ұйымдастырылады. Алдын ала жоспарларға сәйкес, жаңа бизнес орталығы келесі жылдың соңына дейін пайдалануға беріледі.

2007 жылдан бастап әлемдік қаржы дағдарысының басталуымен Қазақстанда тұрғын үй құрылысының қарқыны баяулай бастады. 2008 жылы тұрғын үй құрылысына инвестициялар 2007 жылғы деңгейден 9%-ға қысқарды. 2008 жылы жаңа тұрғын үй қорының құрылысы 6,8 млн шаршы метрге тоқтады, бұл 15 пайызға аз болып саналады.

Ыстық су мен электр энергиясын тұтыну тұрғын үй секторындағы жалпы шығарындылардың бестен бірінің көзі болып табылады. Елдің энергетикалық секторы барлық шығарындылардың 80% көзі болып табылады, оның 90% жылу және электр энергиясын өндіру секторынан келеді. Ғимараттар, ең алдымен тұрғын үй секторы, электр энергиясының 13,5% және жылу энергиясының 24% тұтынады; тұрғын үй секторы энергетика және өндіріс секторынан кейінгі елдегі жылу мен электр энергиясының үшінші ірі тұтынушысы болып табылады [3, б.65].

Қалған үлес тамақ дайындауға және жылу мен электр энергиясын пайдаланудың басқа түрлеріне тиесілі. Көмір елдегі электр энергиясының 85 пайызын өндіру үшін пайдаланылады. Соңғы онжылдықтың басым бөлігінде экономиканың қарқынды дамуы және тұрғын үй құрылысы саласындағы мемлекеттік саясаттың белсенді дамуы Қазақстанда тұрғын үй құрылысы қарқынының күрт өсуіне әкелді.

4 ҚОРЫТЫНДЫ

Қазақстанның құрылыс секторының энергия тиімділігін арттыру үшін ең алдымен энергия үнемдеу саласындағы ағымдағы заңнамаға қатысты мәселені шешу, тиімді Нормативтік-құқықтық негіз қалау қажет. Алайда, қазір демонстрациялық жобаларды жүзеге асыру және ең жақсы тәжірибені тарату арқылы жағдайды өзгертуге кірісуге болады.

Энергияны үнемдейтін жобаларды іске асырудың әлемдік тәжірибесі барлық мүдделі тараптардың күш-жігерін біріктіру арқылы ғана табысқа жетуге болатындығын көрсетеді. Құрылыс секторында энергияны үнемдейтін жобаларды жаппай жүзеге асыруға қажетті жағдай жасау үшін жағдайды өзгертуге саяси ерік, іскер топтардың осы процеске қатысуға деген ұмтылысы және ресурстарды тұтынушылардың белсенді ұстанымы қажет болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Markov D.I. (2022). Features of the formation of energy-efficient residential buildings of medium height, [Osobennosti formirovaniya energo effektivnyh zhilyh zdaniy]
2. Mizamov N.R., Almagambetova A.H., (2021), prospects for the construction of energy-efficient buildings in russia Kazakhstan <https://idpluton.ru/wp-content/uploads/tv105.pdf>
3. Shulenbayeva A.R.1, Dobrovolskaya V.V.2, Tazhbenova Zh.O.3, (2021), Prospects for construction of energy efficient buildings in Kazakhstan. <https://clck.ru/3AnQJr>

СЕЙСМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ**Пердебай А.С.**

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Алматы

Аннотация. В данной статье рассматривается сейсмическое проектирование зданий и сооружений.

Сейсмическое проектирование зданий и сооружений является ключевой областью инженерии, направленной на разработку конструкций, способных выдерживать землетрясения. Эта дисциплина охватывает анализ сейсмической активности региона, выбор подходящих строительных материалов, разработку архитектурных и конструктивных решений, которые могут минимизировать потенциальные повреждения и обеспечить безопасность людей. В аннотации рассматриваются современные подходы и технологии в сейсмическом проектировании, включая использование сейсмических изоляторов, гибких соединений и новейших материалов, таких как самовосстанавливающийся бетон. Также освещаются вопросы нормативного регулирования и стандартов, которые обеспечивают соблюдение требуемых мер безопасности на всех этапах проектирования и строительства. Приводятся примеры из мировой практики, иллюстрирующие эффективность применения современных сейсмических технологий в архитектуре.

Ключевые слова: сейсмическое проектирование, устойчивость зданий, сейсмические изоляторы, гибкие соединения, сейсмическая безопасность, строительные материалы, архитектурные решения, землетрясения, нормативные стандарты, самовосстанавливающийся бетон.

Аңдатпа. Ғимараттар мен құрылыстарды сейсмикалық жобалау – жер сілкінісіне төтеп беретін құрылыстарды жобалауға бағытталған инженерияның негізгі саласы. Бұл пән аймақтың сейсмикалық белсенділігін талдауды, қолайлы құрылыс материалдарын таңдауды, мүмкін зиянды азайтуға және адамдардың қауіпсіздігін қамтамасыз етуге арналған сәулеттік және құрылымдық шешімдерді әзірлеуді қамтиды. Аңдатпада сейсмикалық жобалаудағы заманауи тәсілдер мен технологиялар қарастырылады, оларға сейсмикалық изоляторларды, икемді қосылыстарды және жаңа материалдарды, мысалы, өздігінен қалпына келетін бетонды қолдану кіреді. Сонымен қатар, жобалау мен құрылыстың барлық кезеңдерінде талап етілетін қауіпсіздік шараларын сақтауды қамтамасыз ететін реттеу мәселелері мен стандарттары да қарастырылады. Әлемдік тәжірибеден алынған мысалдар көрсетілген, олар архитектурада заманауи сейсмикалық технологияларды қолданудың тиімділігін көрсетеді.

Түйін сөздер: сейсмикалық жобалау, ғимараттардың тұрақтылығы, сейсмикалық изоляторлар, икемді қосылыстар, сейсмикалық қауіпсіздік, құрылыс материалдары, сәулеттік шешімдер, жер сілкінісі, реттеу стандарттары, өздігінен қалпына келетін бетон.

Abstract. Seismic design of buildings and structures is a key area of engineering focused on developing constructions capable of withstanding earthquakes. This discipline encompasses the analysis of seismic activity in the region, the selection of suitable building materials, and the development of architectural and structural solutions that can minimize potential damage and ensure the safety of people. The annotation discusses modern approaches and technologies in seismic design, including the use of seismic isolators, flexible connections, and innovative materials such as self-healing concrete. Issues of regulatory compliance and standards that ensure the observance of required safety measures at all stages of design and construction are also addressed. Examples from global practice are provided, illustrating the effectiveness of modern seismic technologies in architecture.

Key words: seismic design, building stability, seismic isolators, flexible connections, seismic safety, building materials, architectural solutions, earthquakes, regulatory standards, self-healing concrete.

1 ВВЕДЕНИЕ

Сейсмическое проектирование зданий и сооружений — это критически важный аспект архитектуры и строительства, особенно в регионах с высокой сейсмической активностью. Этот процесс включает в себя разработку зданий таким образом, чтобы они могли выдерживать воздействия землетрясений и минимизировать риск разрушений и потерь жизней.

Основные принципы сейсмического проектирования:

1. Выбор материалов: использование гибких и прочных материалов, которые могут поглощать и рассеивать сейсмическую энергию, таких как сталь и специализированные бетоны.

2. Дизайн и конструкция: проектирование зданий с учетом гибкости и избыточности, что обеспечивает способность конструкций перераспределять нагрузки в случае, если часть конструкции повреждена или разрушена.

3. Изоляция основания: применение систем изоляции и демпфирования, которые позволяют зданию или сооружению двигаться независимо от движений земли, тем самым снижая передачу сейсмической силы к структуре.

4. Регулярная проверка и обслуживание: обеспечение того, чтобы здания регулярно проверялись и поддерживались в хорошем состоянии, что важно для поддержания их сейсмической устойчивости [1].

Примеры и технологии:

- Сейсмические изоляторы: устройства, устанавливаемые между основанием здания и его фундаментом, позволяющие зданию колебаться и снижать динамическое воздействие землетрясений.

- Демпферы: эти устройства поглощают и рассеивают сейсмическую энергию, аналогично амортизаторам в автомобиле, что снижает колебания здания.

- Гибкие соединения: элементы конструкции, которые обеспечивают дополнительные точки гибкости в структуре, позволяя различным частям здания двигаться независимо друг от друга [2].

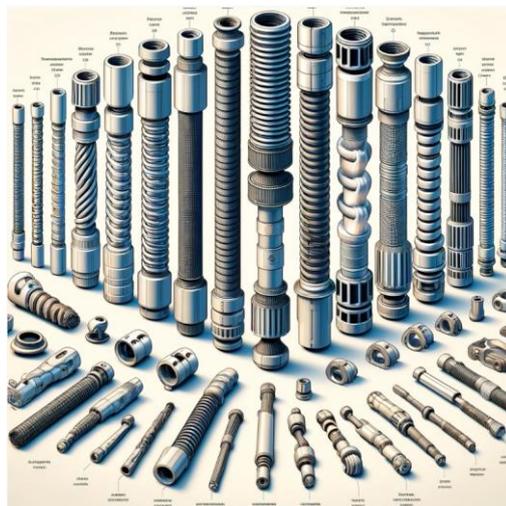


Рисунок 1 – Гибкие соединения.

На изображении показаны разнообразные гибкие соединения, используемые в архитектуре. Они включают такие типы, как скользящие соединения, резиновые изоляционные соединения и гофрированные соединения, которые обычно используются в современных зданиях для защиты от землетрясений и обеспечения структурной гибкости.

4. **Обслуживание и долговечность:** использование гибких соединений упрощает обслуживание и замену отдельных сегментов здания, а также помогает поддерживать его структурную целостность на протяжении более длительного времени.

Да, гибкие соединения широко используются в современном строительстве по всему миру, особенно в сейсмически активных регионах и в зданиях, где требуется повышенная эластичность конструкций. Примерами могут служить:

1. **Токийский небоскрёб Тораномон Хиллз:** в этом здании используются сейсмические изоляторы, чтобы минимизировать воздействие землетрясений.

2. **Мост Золотые Ворота в Сан-Франциско, США:** применяются специальные расширительные швы, которые позволяют мосту адаптироваться к изменениям температуры и сейсмической активности.

3. **Международный аэропорт Сан-Франциско, терминал 2:** используются различные типы гибких соединений для обеспечения безопасности и устойчивости здания.

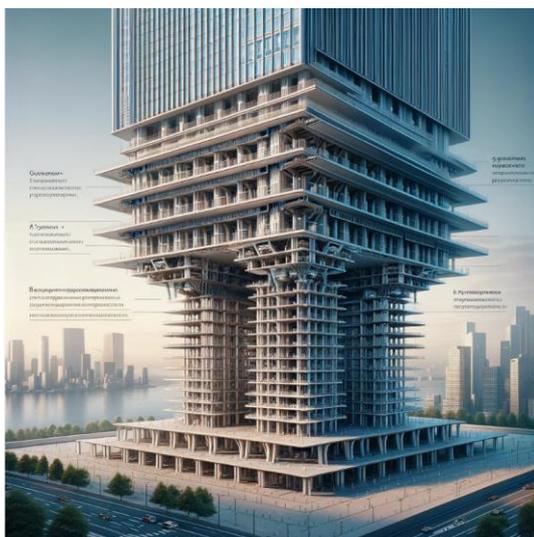


Рисунок 4 – Небоскрёб Тораномон Хиллз в Токио.

Вот изображение небоскрёба Тораномон Хиллз в Токио, демонстрирующее использование сейсмических изоляторов, интегрированных в его конструкцию. На картине показан разрез или подробный вид основания здания, где видно, как сейсмические изоляторы функционируют для защиты здания во время землетрясений.

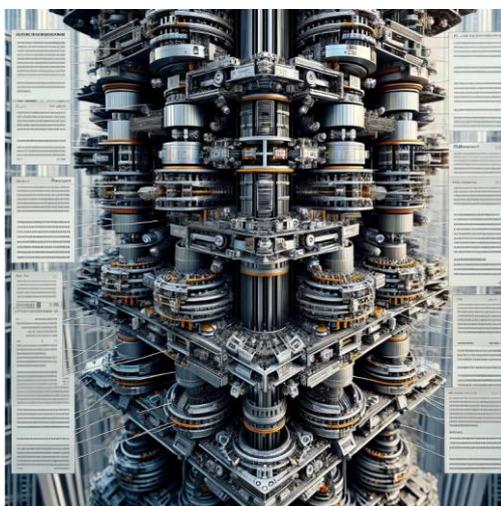


Рисунок 5 – Сейсмические изоляторы, используемых в небоскрёбе Тораномон Хиллз.

ВЫВОД

Сейсмическое проектирование требует глубоких знаний в области геологии, материаловедения и инженерии. При правильном применении этих принципов возможно значительно уменьшить риски, связанные с землетрясениями. Профессионалы в этой области должны постоянно обновлять свои знания и следить за новыми исследованиями и технологиями, чтобы обеспечить максимальную защиту жизни и имущества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dowrick, David J. "Earthquake Resistant Design and Risk Reduction." Wiley. Книга посвящена методам проектирования зданий, устойчивых к землетрясениям, и методам снижения рисков.
2. International Journal of Earthquake and Impact Engineering. Журнал, публикующий исследования в области инженерных мероприятий по уменьшению последствий землетрясений.

УДК 627:004.01

БЕТОНЫ ПОВЫШЕННОЙ ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТИ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ГИДРОСООРУЖЕНИЙ, НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ

Сагтаров Э.А.¹, Турсунбеков Б.К.²
Молдамуратов Ж.Н.³, Алтаева З.Н.⁴, Естемесова А.С.⁵

^{1,2,3,4,5} Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В этой статье описаны достижения в области исследования и создания гидрофобных бетонов на основе металлургических отходов ферросплавного производства для гидротехнических сооружений. На сегодня проблемы безопасности объектов водного хозяйства, в особенности плотин, дамб и других гидротехнических сооружений, остро стоят в обществе. Это связано, в первую очередь, с большими экономическими, экологическими и социальными потерями, к которым приводят разрушения подобных объектов. В этой связи остро назрел вопрос необходимости максимального снижения вероятности таких событий. Этот вывод в полной мере относится и к гидротехническим сооружениям в Республике Казахстан, большинство которых были построены в 60–80 гг. прошлого столетия и были случаи возникновения аварийных ситуаций. Для решения актуального вопроса в укреплении плотин, дамб может внести свой определенный вклад современный высокопрочный бетон, который будет полностью соответствовать всем нормативным требованиям, предъявляемым для таких сооружений. В данной статье приведены результаты исследований гидрофобного бетона, который получен на основе металлургического отхода – ферросплавного производства с содержанием комплексной химической добавки, направленной для повышения водонепроницаемости, что является основным показателем для таких бетонов. В составе комплексной добавки входят: Пенетрон-Адмикс, Flowcast и MasterLife WP 1200. На основе перечисленных добавок были получены гидробетонные бетоны классов прочности от В22,5 до В40 с марками по водонепроницаемости от W8 до W20.

Ключевые слова: гидротехническое сооружение (ГТС), гидрофобный бетон, класс бетона, комплексная добавка, плотность.

Андатпа. Бұл мақала гидротехникалық құрылыстар үшін ферроқорытпа өндірісінің металлургиялық қалдықтары негізінде гидрофобты бетонды зерттеу және жасау саласындағы жетістіктерді сипаттайды. Бүгінгі таңда қоғамда су шаруашылығы құрылыстарының, әсіресе бөгеттердің, бөгеттер мен басқа да гидротехникалық құрылыстардың қауіпсіздігі мәселелері өткір тұр. Бұл, ең алдымен, осындай объектілердің

бұзылуынан болатын үлкен экономикалық, экологиялық және әлеуметтік шығындарға байланысты. Осыған байланысты мұндай оқиғалардың ықтималдығын барынша азайту қажеттілігі мәселесі өзекті болды. Бұл тұжырым Қазақстан Республикасындағы гидротехникалық құрылыстарға толығымен қатысты, олардың көпшілігі 60–80 жылдары салынған. өткен ғасырда төтенше жағдайлар орын алды. Бөгеттерді нығайтудағы өзекті мәселені шешу үшін бөгеттер қазіргі заманғы жоғары берік бетонға белгілі бір үлес қоса алады, бұл мұндай құрылымдарға қойылатын барлық нормативтік талаптарға толығымен сәйкес келеді. Бұл мақалада мұндай бетон үшін негізгі көрсеткіш болып табылатын суға төзімділікті арттыруға бағытталған күрделі химиялық қоспасы бар ферроқорытпа өндірісінің металлургиялық қалдықтары негізінде алынатын гидрофобты бетонды зерттеу нәтижелері берілген. Кеменді қоспаға 6 кіреді: Penetron-Admix, Flowcast және MasterLife WP 1200. Көрсетілген қоспалар негізінде суға төзімділік дәрежесі W8-ден W20-ға дейінгі B22,5-тен B40-қа дейінгі беріктік кластарының гидравликалық бетондары алынды.

Түйін сөздер: гидротехникалық құрылым (ГТК), гидрофобты бетон, бетон класы, күрделі қоспа, тығыздық.

Abstract. This article describes the achievements in the field of research and creation of hydrophobic concretes based on metallurgical waste of ferroalloy production for hydraulic structures. Today, the problems of safety of water management facilities, especially dams, embankments and other hydraulic structures, are acute in society. This is due, first of all, to the large economic, environmental and social losses that result from the destruction of such objects. In this regard, the issue of the need to minimize the likelihood of such events has become urgent. This conclusion fully applies to hydraulic structures in the Republic of Kazakhstan, most of which were built in the 60-80s of the last century and there were cases of emergency situations. To solve the urgent issue of strengthening dams, embankments, modern high-strength concrete can make its own contribution, which will fully comply with all regulatory requirements for such structures. This article presents the results of studies of hydrophobic concrete, which is obtained on the basis of metallurgical waste - ferroalloy production with the content of a complex chemical additive aimed at increasing water resistance, which is the main indicator for such concrete. The composition of the complex additive includes 6: Penetron-Admix, Flowcast and MasterLife WP 1200. Based on the listed additives, hydrophobic concretes of strength classes from B22.5 to B40 with water resistance grades from W8 to W20 were obtained.

Key words: hydraulic structure (HS), hydrophobic concrete, concrete class, complex additive, density.

***Автор-корреспондент: Турсунбеков Б.К.**

Научные руководители: Молдамуратов Ж.Н., Алтаева З.Н., Естемесова А.С.

1 ВВЕДЕНИЕ

По данным Казахского научно-исследовательского института водного хозяйства число напорных гидротехнических сооружений, которые эксплуатируются в Казахстане для сбора и аккумуляции больших запасов водной энергии и требующих капитального ремонта составляет выше 60% [1]. Основным строительным материалом, который используется в гражданском, дорожном, промышленном, гидротехническом, а также других видах строительства, является бетон. Бетонные гидротехнические сооружения подвергаются постоянному воздействию агрессивных вод, перепаду климатических температур, множественным циклам замораживания и оттаивания, которые в процессе многолетних эксплуатаций их способствуют снижению качества, разрушая структуру бетона за счет протекания различных процессов.

Так, исследование состояния гидротехнических сооружений из железобетонных конструкций имеет важное значение и приобретает определенную актуальность в процессе проектирования эксплуатации сооружений, основания которых находятся под постоянным давлением воды и грунтовых вод, бетонный материал помимо повышенной прочности должен обладать также высокой водонепроницаемостью, что является основным показателем [2].

Надо отметить, что даже незначительные внутренние напряжения, которые возникают при эксплуатации сооружений, могут привести к разрушительным повреждениям.

В связи с актуальностью долгосрочности эксплуатации гидротехнических сооружений, разработка рецептуры получения гидрофобного бетона высокой марочности по классу прочности и водонепроницаемостью на основе комплексной гидрофобизирующей добавкой является приоритетным направлением.

Целью исследовательской работы является получение эффективных составов с содержанием отходов ферросплавного производства на основе комплексной химической добавки.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В Казахстане гидротехнические сооружения различаются большим разнообразием по типам сооружений. В ряде случаев они объединяются, образуя водохозяйственные комплексы, и используются для различных хозяйственных целей: водоснабжение, ирригация, гидроэнергетика, водный транспорт, рыбное хозяйство, рекреация и др. Все крупные ГЭС имеют водохранилища многолетнего и сезонного регулирования стока рек, выполняющие роль регулятора энергосистемы, обеспечивающие пиковой нагрузкой крупные промышленные центры и города страны. Ведется интенсивное строительство и новых объектов гидроэнергетики, главным образом, малых ГЭС. Наиболее крупный из них, введенный в эксплуатацию в 2012 году, – Мойнакская ГЭС на реке Чарын. Правительством принята Программа в 2023–2030 годах возведение новых водохранилищ ирригационного назначения, а также гидротехнических сооружений для регулирования паводков. Значительная часть водохранилищ рассчитана на сезонное и внутрисезонное регулирование стока. Большинство их (свыше 90% от общего числа), представлены сооружениями IV класса капитальности, построенными, в основном, хозяйственным способом. Они предназначены преимущественно для нужд сельского хозяйства, и многие из них эксплуатируются без ремонта и реконструкции 40 и более лет, часть же малых ГЭС не имеет владельцев или эксплуатационную службу. Техническое состояние таких ГЭС, как правило, неудовлетворительное, в связи с этим такие объекты могут быть отнесены к объектам повышенной аварийной опасности.

Состояние водохозяйственной инфраструктуры в отраслях экономики Казахстана достигло критических показателей – по сроку службы и физическому износу. Старение ГЭС, без проведения восстановительных мероприятий, ведет к значительному снижению уровня их надежности и высокой аварийности. В перечне аварий, произошедших за последние десятилетия – это наводнение вызванное прорывом плотины в селе Кызылагаш (11-12 марта 2010 года), размыв плотины водохранилища Кокпекты в Карагандинской области (30 марта 2014 года), сель на реке Каргалинка в Алматы (23 июля 2015 года) и наводнения в западных, северной и восточной регионах в связи с весенними паводками текущего года. В числе причин этих и других ЧС – как правило, ненадлежащий производственный контроль за безопасностью объектов, отсутствие контрольно-измерительной аппаратуры на них, недостаточная пропускная способность водосбросных сооружений. Прорывы дамб и плотин, которые наблюдались, являются причиной усталости многолетних десятилетий эксплуатации железобетонных конструкций, которые были подвержены определенным воздействиям.



Рисунок 1 – Кызылординский гидроузел на реке Сырдарья.

Таблица 1 – Наводнения с размывом плотин и защитных дам за последние десятилетия

Даты	Регионы	Ущерб
19 мая 2009 г.	Шардаринский район подъем воды в реке Сырдарья, разрушение защитных дамб	Подтоплено более тысячи домов
март-июнь 2010г.	Село Кызылагаш Алматинской области, прорыв плотины водохранилища	Ущерб оценивается в 53,1млн долл. США
	Село Еркино Алматинская область, река Каратал	Подтопление десятков домов
	Село Лесновка Алма-Атинская область, прорыв дамбы на реке Усек	Эвакуировано 2 187 человек
10 мая 2013 г	Поселок Койбас Карагандинская область	Подтопление десятков домов
март-июль 2014г.	Поселок Бирлик Кызылординской области	Подтопление домов
	Поселок Кокпекты Карагандинской области, прорыв плотины водохранилища	Ущерб оценивается в 7,8 млн долл. США
	Село Жумабек Карагандинской области, размыв плотины	Подтопление домов
	Талгарский район Алматинской области, прорыв плотины	Подтопление домов
28 апреля 2015 г.	Село Оразак Акмолинской области, прорыв дамбы на р. Нура	эвакуация населения
4 апреля 2016г	пос. Нижний Нарбак Карагандинской области, прорыв плотины	Подтопление домов
16 апреля 2017г	г. Атбасар Акмолинской области, размыв защитной земляной береговой дамбы	эвакуация жителей 200 домов
27 декабря 2018г.	Казалинский район Кызылординской области, размыв береговой защитной дамбы	Подтопление домов
31 марта 2019 г.	Бурабайский район Акмолинской области, размыв плотины Кенесаринская, река Кылшакты	Подтопление домов
март-май 2024г.	Мангистауская, Атырауская, Западно-Казахстанская, Актюбинская, Восточно-Казахстанская и Костанайская, Карагандинская, Акмолинская области	Эвакуация более 120 000 жителей

Анализ произошедших за последнее время аварий на плотинах – подпорных гидротехнических сооружениях показал, что основными их причинами являются неудовлетворительное техническое состояние объектов и недостаточная пропускная способность водосбросных сооружений, а также то, что их проектирование осуществлялось без расчетов на пропуск катастрофического паводка. Ухудшение технического состояния водохозяйственной инфраструктуры и, в первую очередь, водоподпорных гидротехнических сооружений происходит в результате снижения инвестиционной активности и недостаточного финансирования ремонтно-эксплуатационных работ, что неразрывно связано с эксплуатационной безопасностью ГТС.

В связи со сложившейся неблагоприятной обстановкой из-за долгосрочной эксплуатации гидротехнических сооружений назрел вопрос разработки наиболее эффективных высокомарочных и водонепроницаемых бетонов, позволяющих увеличить срок службы таких объектов.

Объекты металлургических предприятий по производству черных металлов, включающие ферросплавное, огнеупорное и литейное производства, вызывают определенный интерес для получения строительных материалов различных назначений. Все они являются источниками загрязнения атмосферы и водоемов, занимают большие производственные площади и отвалы, что предполагает отчуждение земель. Концентрация вредных веществ в атмосфере и водной среде крупных металлургических центров значительно превышает нормы.

Шлаки являются эффективным заменителем природных каменных материалов, используемых для строительства и ремонта автомобильных дорог. Шлаковый щебень по своим свойствам не уступает щебню из твердых пород, а иногда и превосходит его. Щебень, песок

и их смеси в зависимости от физико-механических свойств применяются для устройства всех видов конструктивных слоев дороги (покрытий, оснований, дополнительных слоев оснований и т. д.).

Максимальная прочность конструктивных шлаковых бетонов с различными видами оптимизированного мелкого заполнителя достигается при содержании в нем обогащающей добавки от 40 до 60%. В зоне оптимума зерновой состав смеси мелкого заполнителя характеризуется содержанием в нем фракций менее 0,14 мм – 6-9%; 0,14-0,63 мм – 30-35%; 0,63-5 мм – 56-64% [3,4].

Шлаковый бетон оптимальных составов на заполнителях из доменных и топливных шлаков при расходе цемента от 180 до 440 кг/м имеет среднюю плотность 2300-2500 кг/м², прочность на сжатие от 15 до 55 МПа, что подтверждает высокое качество его структуры. Водонепроницаемость шлаковых бетонов классов В15-В35 на заполнителях из смеси доменных и топливных шлаков колеблется от W6 до W10, что позволяет использовать их в конструкциях, подверженных действию напорных вод.

Определенный интерес представляют отходы ферросплавного производства для получения высокопрочного бетона с повышенной водонепроницаемостью. Проведены исследования по получению бетона на основе ферросплавных шлаков и определения оптимального эффективного гидрофобного модификатора. Отходы ферросплавные использовали в качестве крупного и мелкого заполнителей.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Характеристики сырьевых материалов. Вид и качество используемых материалов значительным образом влияют на физико-механические и эксплуатационные свойства гидрофобного бетона.

Экспериментальные исследования необходимые для производства гидрофобного бетона проводились в лабораторных условиях.

Материалы: в качестве исходных сырьевых материалов для изготовления гидрофобного бетона были использованы природный песок Николаевского месторождения (Алматинская область), в качестве крупного заполнителя (щебня) – шлаки ферросплавного производства, вяжущее – портландцемент.

Мелкий заполнитель:

Результаты физико-механических испытаний образцов пробы отхода ферросплавного шлака в качестве мелкого заполнителя на соответствие требованиям ГОСТ 8267-93, приведены в табл. 2.

Таблица 2 – Результаты физико-механических испытаний образцов пробы ферросплавного отхода фракции 0-5 мм

Наименование показателей	НД на методы испытаний	Норма по НД	Фактические результаты
Зерновой состав Содержание зерен крупностью, % свыше 10 мм свыше 5 мм менее 0,16 мм Полный остаток на сите сеткой №063, %	ГОСТ 8735-88	Не более 5 Не более 20 Не более 10 Св. 65 до 75	1,7 31 9,2 80,8
Модуль крупности	ГОСТ 8735-88	3,0 – 3,5 Группа песка - повышенной крупности	3,77 Группа песка – повышенной крупности
Содержание пылевидных и глинистых частиц, %	ГОСТ 8735-88	Не более 3	0,9
Насыпная плотность, кг/м ³	ГОСТ 8735-88	-	1650

Результаты физико-механических испытаний образцов пробы отхода ферросплавного шлака в качестве *крупного заполнителя* на соответствие требованиям ГОСТ 8269.0-97 приведены в табл. 3.

Таблица 3 – Результаты физико-механических испытаний образцов пробы ферросплавного отхода фракции 10-20 мм

Наименование показателя	НД на методы испытаний	Норма по НД	Фактические результаты
Зерновой состав d 0.5 + (d +D) D 1.25xD	ГОСТ 8269.0-97	от 90 до 100 от 30 до 60 до 10 до 0,5	90,01 49,65 10,07 0,30
Насыпная плотность, кг/м ³	ГОСТ 8269.0-97	-	1492,5
Прочность щебня, % - потеря массы щебня, в сухом состоянии - марка по дробимости	ГОСТ 8269.0-97	Св.13 до 15 800	13,01 800
Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы, % по массе Группа щебня	ГОСТ 8269.0-97	Св. 15 до 25 включ 3	19,3 3
Содержание пылевидных и глинистых частиц, % по массе	ГОСТ 8269.0-97	Не более 1	1,0

Методы испытаний. Водонепроницаемость бетона определяли согласно ГОСТ 12730.5-2018 «Бетоны. Методы определения водонепроницаемости» экспресс-методом определения водонепроницаемости бетона по его воздухопроницаемости. Воздухопроницаемость бетона определяли по результатам испытаний серии из шести образцов-кубов с размером ребра 150 мм.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Для получения дополнительных специальных свойств бетона, которые позволяют сделать этот основной строительный материал более эффективным, а как следствие, ускорить темпы ведения строительства, а также значительно его удешевить, широко применяются различные добавки.

Нами были исследованы физико-механические свойства вышеприведенных составов на основе различных добавок.

В таблицах 4-6 приводятся результаты испытаний составов на ферросплавном отходе с содержанием различных гидрофобизирующих добавок.

Данные испытаний по составам на ферросплавном отходе и добавок Flowcast + Пенетрон-Адмикс, приведены в табл. 4.

Таблица 4 – Результаты физико-механических свойств составов на ферросплавном отходе с добавками Flowcast + Пенетрон-Адмикс

Составы	Норма по НД, МПа	Средняя прочность, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	(+) прирост, (-) понижение, %
№1 – М100 (В7,5)	9,8	11,50	2400	+17,35
№2 – М 200 (В15)	19,6	21,69	2430	+10,66
№3 – М300 (В22,5)	26,2	30,23	2445	+15,38
№4 – М350 (В25)	32,7	36,95	2440	+13,0
№5 – М400 (В30)	39,3	44,85	2460	+14,12
№6 – М450 (В35)	45,8	51,15	2480	+11,68
№7 – М550 (В40)	52,4	56,44	2656	+7,7

Полученные результаты испытаний составов на основе ферросплавного отхода и добавках Flowcast + Пенетрон-Адмикс + MasterLife WP 1200, представлены в табл. 5.

Таблица 5 – Физико-механические свойства составов на ферросплавном щебне на добавках Flowcast + Пенетрон-Адмикс + MasterLife WP 1200

Составы	Норма по НД, МПа	Средняя прочность, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	(+) прирост, (-) понижение, %
№1 – М300 (В22,5)	26,2	43,88	2380	+67,48
№2 – М350 (В25)	32,7	46,63	2384	+42,59
№3 – М400 (В30)	39,3	47,61	23,86	+21,14
№4 – М450 (В35)	45,8	56,38	2488	+23,1
№5 – М550 (В40)	52,4	52,69	2546	+0,55

Примечание: выделяется много пены, сильное водоотделение, необходимо уменьшить количество добавки.

Данные испытаний составов на основе ферросплавного отхода и химических добавках Flowcast + MasterLife WP 1200, приводятся в табл. 6.

Таблица 6 – Физико-механические свойства составов на ферросплавном отходе с химическими добавками Flowcast + MasterLife WP 1200

Составы	Норма по НД, МПа	Средняя прочность, МПа	Средняя плотность, кг/м ³	(+) прирост, (-) понижение, %
№1 – М300 (В22,5)	26,2	36,2	2358	+38,16
№2 – М350 (В25)	32,7	43,28	2390	+32,35
№3 – М400 (В30)	39,3	53,28	2418	+35,57
№4 – М450 (В35)	45,8	53,89	2460	+17,66
№5 – М550 (В40)	52,4	55,53	2508	+5,97

Примечание: выделяется много пены, сильное водоотделение, необходимо уменьшить количество добавки.

Результаты, полученные при испытании на водонепроницаемость образцов-кубов с содержанием различных добавок, приведены в табл. 7.

Таблица 7 – Результаты испытаний на водонепроницаемость бетонов на основе ферросплавного отхода с содержанием различных гидрофобных добавок

№	Составы бетонов на белитовом продукте	Класс (марка) бетона				
		В 40	В 35	В 30	В 25	В 22,5
		<i>Марка по водонепроницаемости, W</i>				
<i>с содержанием добавок: Flowcast+Пенетрон-Адмикс</i>						
1	Бетон на основе ферросплавного шлака в качестве крупного заполнителя	18-20	18-20	16-18	16-18	10-12
2	Бетон на основе ферросплавного шлака в сочетании крупного и мелкого заполнителей	16	16	14	14	8
<i>с содержанием добавок: Flowcast+Пенетрон-Адмикс + MasterLife WP 1200</i>						
3	Бетон на основе ферросплавного шлака в качестве крупного заполнителя	16	16	14	10	8

Механизм действия добавок-пластификаторов для получения гидрофобного бетона на основе отходов ферросплавного производства объясняется следующим:

1) наблюдается процесс протекания хемосорбции, при которой молекулы добавок выталкивают часть воды из адсорбционного слоя на зернах цемента в диффузный слой, что повышает подвижность системы;

2) часть активных групп и отдельные сегменты добавки ориентированы в диффузный слой и способствуют формированию его пространственной структуры;

3) в улучшении адгезии цементного камня с заполнителем, повышении долговечности, водонепроницаемости камня и бетона (за счет снижения В/Ц или воздухововлечения), увеличении связности смесей и т. д.

5 ВЫВОДЫ

При выполнении исследований по получению гидрофобного бетона на основе ферросплавного шлака получены следующие результаты, которые позволяют констатировать, что получены:

1) гидрофобные бетоны на ферросплавном отходе с использованием комплекса добавок: *Flowcast+Пенетрон-Адмикс* классов бетонов: В40, В35, В30, В25, В22,5, соответствующих по маркам водонепроницаемости от W18-20 до W10-12;

2) гидрофобный бетон на ферросплавных шлаках в качестве мелкого и крупного заполнителя (щебня) (Щ=70:30) с использованием комплекса добавок: *Flowcast+Пенетрон-Адмикс* классов бетонов: В40, В35, В30, В25, соответствующих по маркам водонепроницаемости W14-16;

3) гидрофобный бетон на ферросплавном шлаке с использованием комплекса добавок: *Flowcast+Пенетрон-Адмикс+ MasterLife WP 1200* классов бетонов: В40, В35, В30, В25, В22,5, соответствующих по маркам водонепроницаемости от W14-16 до W8-10.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ибраев Т., Ли М. Безопасность гидротехнических сооружений Казахстана // Мелиорация и водное хозяйство: проблемы и пути решения: матер. междунар. конф. – М.: Изд. ВНИИА, 2016. (In Russ.).
2. Azarsa P., Gupta R. / Electrical resistivity of concrete for durability evaluation: a review // *Advances in Materials Science and Engineering*. – 2017. (In Engl.).
3. Арынгазин К.Ш., Станевич В.Т., Тлеулесов А.К., Куандыков А.Б., Шапихова Н. Е. Исследование процессов производства бетонных изделий на основе сталеплавильных шлаков // *Наука и техника Казахстана*. – 2018. (In Kaz).
4. Касенов А.Ж., Тлеулесов А.К., Ахметбек А.Н. Производство бетона из отходов АО «Алюминий Казахстана» // *Наука и техника Казахстана*. – 2018. (In Kaz).

ӘОЖ 624.01/04

ЭНЕРГИЯНЫ ҮНЕМДЕЙТІН ҚҰРЫЛЫС КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

А.Н. Серікбаев¹, А.М. Қуанышбай²

^{1,2} Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада энергияны үнемдейтін құрылымдарға қысқаша шолу және ғимараттардың саңырау және мөлдір бөліктерінің технологиялары жазылған. Сыртқы қабырғаларды оқшаулаудың Заманауи құрылыс жүйелері, материалдары мен технологиялары қарастырылған. Қабырғаның мөлдір және соқыр бөлігінің жылу қорғанысын арттыру үшін материалдардың сипаттамалары анықталды.

Түйін сөздер: энергия тиімділігі, қасбет жүйесі, құрылыс құрылымдары, энергия тиімді технологиялар мен материалдар.

Аннотация. В статье представлен краткий обзор энергоэффективных конструкций и технологий глухих и прозрачных частей зданий. Рассмотрены современные строительные системы, материалы и технологии утепления наружных стен. Определены характеристики материалов для повышения теплозащиты прозрачной и глухой части стены.

Ключевые слова: энергоэффективность, фасадная система, строительные конструкции, энергоэффективные технологии и материалы.

Abstract. The article contains a brief overview of energy-saving structures and technologies for deaf and transparent parts of buildings. Modern construction systems, materials and technologies for the insulation of external walls are considered. To increase the thermal protection of the transparent and blind part of the wall, the characteristics of the materials were determined.

Key words: energy efficiency, facade system, building structures, energy efficient technologies and materials.

***Автор-корреспондент: А.Н. Серікбаев**
Ғылыми жетекшісі: А.М. Қуанышбай

1 КІРІСПЕ

Құрылыстағы энергияны үнемдеудің алғышарттары

Ғимараттар мен құрылыстарды қайта құру және салу кезінде энергияны тиімді қолданудың технологиялық кешенді тәсілі 80-ші жылдары дами бастады. Жалпы, Еуропа елдерінде және Солтүстік Америка мен Канада аймақтарында бұл процесс ғылыми зерттеулермен, тәжірибешілерді дайындаумен және сынақтан өткізумен қатар тиімді объектілер мен үлгілерін және энергияны үнемдеу құрылыс саласында сәулет өнеріне енгізілген.

2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Энергияны үнемдейтін құрылыс материалдары

Ғимараттарды қоршау құрылымдарын оқшаулаудың әртүрлі нұсқалары бар, олар климаттық жағдайларға және құрылыс жобалау кезеңінде қабылданған құрылымдық шешімге байланысты. Екі негізгі:

1) қашан көп қабатты қабырғаларда құрылымдық қабат және оқшаулау қабаты бар – бұл жылу – гетерогенді қоршау құрылымы деп аталады;

2) оқшаулау қабаты мен құрылымдық қабат сәйкес келген кезде – бұл жылу-біртекті қоршау құрылымы. Априори құрылыстағы ең тиімді жылу оқшаулағышы ол – ауа.

Сондықтан құрылыс материалдарының жылуды үнемдейтін қасиеттерінің негізгі айырмашылығы ауа кеуектерінің көлемінің осы кеуектерді құрайтын қаңқасының көлеміне пайыздық қатынасы болып табылады. Бұл жағдайда материалдың жылу өткізгіштігі, меншікті салмағы мен оның беріктік сипаттамалары арасындағы тән тәуелділік байқалады. Сонымен қатар, ауа көп қабатты қабырғаларда оқшаулаудың тәуелсіз қабаты бола алады. Құрылыс нормаларын қатандату және көп қабатты қоршауларды енгізу құрылыс материалдары нарығының кеңеюіне ықпал етеді, әсіресе айтарлықтай жылу қорғау қасиеттері бар. Мысалы, жылу тиімді құрылыс блогы туралы кремнегранит. Ол жоғары энергияны үнемдейтін қасиеттері мен беріктігі бар құрылыс материалынан жасалған. Кремнегранит блоктарынан салынған ғимараттар қосымша сыртқы декоративті әрлеуді және қосымша оқшаулауды қажет етпейді. Блоктар жылуды үнемдейтін жүйе болып табылады. Қоршау құрылымдарына арналған тағы бір энергияны үнемдейтін материал әр түрлі қуыстылықпен жасалған құм-цемент қабырға блоктары және әр түрлі беріктік көрсеткіштері бар материалдар.

Блоктың негізгі көлемінің 50%-ға дейін жеңіл толтырғыштар құрайды. Бұл ең көп таралған жылу энергиясын үнемдеу құрылыс кезінде құрылыс жұмыстарының барлық тізімін орындауға мүмкіндік беретін материал. Оны ұялы бетонмен және саз кірпішпен бірге қолда-

нуда айтарлықтай тәжірибе жинақталды. Құм цемент блоктарының оң жақтары, беткі қабаты ұсақталған тас түріндегі қабырға блоктары олардың көлемді дірілді басу арқылы қалыптау мүмкіндігі болып табылады, бұл өндіріс процесін едәуір жеделдетеді және сонымен қатар, құм цемент блогы, тіпті 75 пайыздық болса да, жүк көтергішпен қабырғаларды тұрғызу үшін энергияны үнемдейтін материалдар болып қала береді.

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

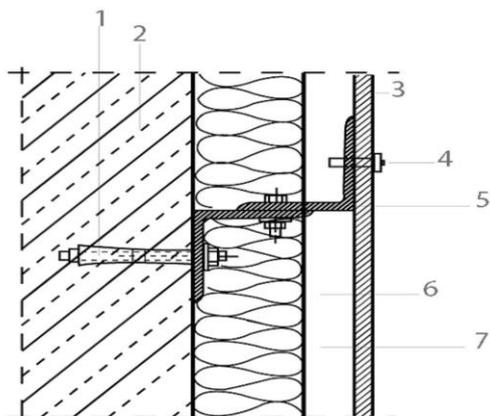
Энергияны үнемдейтін құрылыс технологиялары

Жаңа ғимараттарды жобалау және қолданыстағы ғимараттарды қайта құру кезінде сыртқы қабырғаларды оқшаулаудың үш тәсілінің бірі-сыртқы және ішкі жағынан және оның ішінде болады. Оқшаулау әдісі құрылымдардың материалына, қасбеттің пайда болуына байланысты болып келеді.

Тапсырыс берушінің талаптары. Монолитті үйлердің құрылысында полистиролдан алынбайтын қалыптарды қолдану технологиялары кеңінен қолданылады. Бұл материал мыналардан тұрады: бастапқы полимерполистирол, бір рет қолданылатын ыдыстарды және т.б. орау үшін қолданылады. Пенопласт радиоактивті емес, химиялық бейтарап, ылғалға төзімді, ыдырамайды және жер асты суларын ластамайды, жәндіктер мен кеміргіштерді тартпайды. Ол экологиялық таза және сертификатталған экологиялық таза болып есептеледі. Сыртқы жағынан, полистирол көбікке ұқсас болып келеді. Алайда, ол көбіктен физикалық және механикалық жағынан түбегейлі ерекшеленеді, оның екі негізгі функцияны орындайтын қасиеттері бар.

Энергияны үнемдейтін құрылыс жүйелері

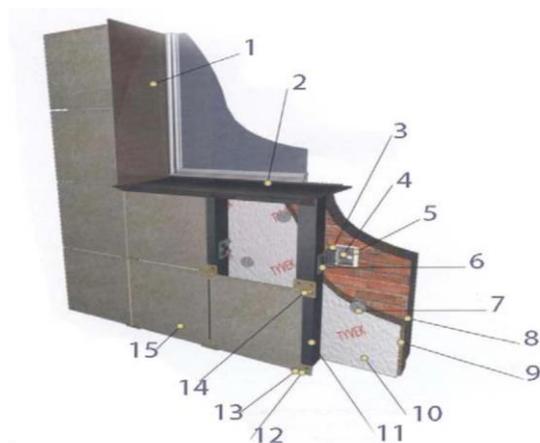
Ғимараттардың сыртқы қоршауы конструкцияларының энергияны үнемдейтін тиімді жақтары көптеп кездеседі сонымен қатар жылу оқшаулағыш материалдар минералды жүйелерді қамтитын қасбетті пайдалану арқылы қамтамасыз етіледі. Ең танымал және кең таралған құрылыс қабырға жүйелеріне мыналарды жатқызу керек: сыртқы қабырғаларды оқшаулаудың желдетілетін құрылымдары немесе оларды қалай атауға болады, желдетілетін қасбеттер (**1-сурет**); жүнді минералды және полистиролды пайдалана отырып, сыртқы қабырғаларды оқшаулаудың желдетілмейтін конструкциялары плиталар оларды тікелей қабырғаға немесе жақтауға бекітеді; әртүрлі комбинациялар жергілікті оқшаулауды қолданатын жүйелердің осы екі нұсқасы.



1-сурет – Желдетілетін қасбеттің дизайны [2]:

- 1 – анкерлік бекіту; 2 – анкерлік бекітуге арналған негіз; 3 – сыртқы қабырға қаптамасы; 4 – бекіту материалы; 5 – ішкі құрылым; 6 – желдеткіш қоршау; 7 – жылу оқшаулау.

Краспан типті желдетілетін қасбеттер ең танымал болды, олар физика-құрылыс параметрлері бойынша көп қабатты тиімді жүйелер болып табылады. Бұл жүйенің сындарлы шешімі **2-суретте** көрсетілген.



2-сурет – Краспан типті желдетілетін қасбеті [3]:

- 1 – пішінді элементтері; 2 – өздігінен бұрап тұратын бұранда; 3 – бекіту кронштейні;
- 4 – кронштейнді бекітуге арналған зәкір; 5 – паронит төсемі; 6 – өздігінен бұрап тұратын бұранда;
- 7 – оқшаулауды нығайтуға арналған дюбель; 8 – қабырға; 9 – оқшаулау;
- 10 – су өткізбейтін мембрана; 11 – тік бекіту профилі; 12 – болат тойтарма;
- 13 – бекіткіш кламмер аяқтау; 14 – қатардағы бекіткіш кляммер; 15 – фарфор плиткасы.

Краспан сияқты қасбеттік жүйелердің басты артықшылықтары:

- аспалы желдетілетін қасбеттер өндірісінде байланыстырғыштар қолданылады оларды ең тиімді, бояуға төзімді ететін компоненттер және олар жоғары сапалы орнатумен сипатталады;

- аспалы қасбеттер табиғи граниттен жасалған қасбеттік панельдердің арқасында жауын-шашын мен желден қорғай алады;

- егер қасбеттердің бетіне қандай да бір әсер болса, онда зақым қасбеттік кассеталарды ауыстырумен жойылады;

- қасбеттік жүйелерді өндіруде жоғары технологиялық материалдар пайдаланылады.

Қасбеттік құрылымдық шешімдерде жылу оқшаулағыш материал ретінде ең көп қолданылатын материал болып мыналар табылды:

- минералды жүннен жасалған жылу оқшаулағыш плиталар;

- экструдталған полиэтилен көбігі;

- базальт жыныстарынан жасалған жылу оқшаулағыш плиталар;

- көбік шыныдан жасалған плиталар (блоктар) және т. б. Жоғарыда қарастырылған оқшаулау әдістері қабырғаның бос бөлігіне жатады. Алайда энергия тиімділігі тұрғысынан ғимараттағы ең әлсіз буын-терезелер.

Энергияны үнемдейтін терезелер. Терезелер арқылы жылу шығыны ғимараттардың қоршау құрылымдары жалпы жылу шығынының 50%-ға дейін жетеді. Сондықтан ғимараттардағы энергияны үнемдеудің ең маңызды міндеті – мөлдір қоршау конструкцияларының, ең алдымен терезелердің жылу қорғау қасиеттерін арттыру. Қазіргі заманғы құрылыс материалдары өнеркәсібі энергияны үнемдейтін әйнектің әртүрлі түрлерін шығарады: I - шыны, K - шыны, энергияны үнемдейтін, жылуды үнемдейтін, жылуды шағылыстыратын, жылуды сіңіретін және т. б. Ең перспективалы – I-шыны. Бұл вакуумда плазмалық бүрку арқылы қолданылатын көп қабатты күміс жабыны бар төмен эмиссиялық шыны. Екі қабатты терезеде мұндай бүріккіш әйнек тек ішкі жағына қарауы керек. I-шыны жылу қорғаудың жақсартылған көрсеткіштеріне ие. Мұны осы мысалдан түсінуге болады. Сонымен, сыртқы ауа температурасы -26 градус және бөлмедегі ішкі температура + 20 бөлме ішіндегі терезенің бетіндегі температура кәдімгі әйнектері бар екі қабатты терезеде екі қабатты терезенің бетіндегі температура қарапайым әйнектің бетіне қарағанда жоғары; бөлменің қаптамасы мен интерьер заттарының күйіп кетуіне жол бермейді.

4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Осылайша, ғимараттардың пайдалану энергия тиімділігі қалыптасады, ең алдымен, оның жылу-энергия тиімділігі, бұл өз кезегінде ғимараттың сыртқы қабығының саңырау және мөлдір бөліктерінің жылу қорғау қасиеттеріне байланысты. Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, ғимараттардың энергетикалық тиімділігін арттыруға болады тек кешенді сәулет-құрылыс шешімдерін қолдану нәтижесінде.

5 ҚОРЫТЫНДЫЛАР

Бүгінгі таңда ғимараттар мен құрылыстардағы энергияны үнемдеудің жобалық әлеуеті жоба авторларының тәжірибесі мен біліктілігіне, нақты әлеуеті – құрылыс жұмыстарының сапасына және жобалық шешімдердің дәлдігіне байланысты. Сонымен бірге энергияны үнемдеу шараларын таңдау керек негізінен, құрылыстың энергия үнемдеу технологияларын және құрылыс материалдары мен конструкцияларының сипаттамаларын – жылу, құрылымдық, құндылықты жобалаушылардың біліміне негізделген.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Голованова Л.А. Сбережение энергии в зданиях посредством гелиоустановок.
2. Голованова Л.А. Энергосбережение в жилищном строительстве.
3. Блоки gns (несъемная опалубка) URL: <http://www.tstn.ru>
4. Вентилируемые фасады краспан URL: <http://mastersbuilder.ru>
5. Полистиролбетон – качественно новый строительный материал URL: <http://elport.ru>
6. Штукатурка из вермикулита URL: <http://vermiculite.pro/shtukaturka-iz-vermikulita>
7. Энергосберегающие окна с i-стеклом URL: <http://www.okna.ru>
8. Энергосберегающие окна. URL: <http://www.okna-okt.ru>

ӘОЖ 624.021

ҚҰРЫЛЫС КОНСТРУКЦИЯЛАРЫН КОРРОЗИЯҒА ҚАРСЫ ҚОРҒАУ ӘДІСТЕРІНЕ ШОЛУ

Ш.О. Таскулов

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Аңдатпа. Мақала әртүрлі құрылыс элементтерін коррозиядан қорғаудың тиімді әдістері мен технологияларына шолу болып табылады. Коррозия – бұл құрылымдардың айтарлықтай зақымдалуына және бұзылуына әкелуі мүмкін күрделі мәселе, бұл өз кезегінде жобаның қауіпсіздігі мен экономикалық тиімділігіне теріс әсер етеді. Мақалада коррозиядан қорғаудың әртүрлі әдістері, соның ішінде арнайы жабындарды, анодты қорғауды, катодты қорғауды және электролизді қолдану қарастырылады.

Мақаланың мақсаты – оқырмандарды коррозияға қарсы қорғаудың маңыздылығы мен қажеттілігімен таныстыру, сонымен қатар жобаның нақты шарттары мен талаптарына байланысты қорғаудың оңтайлы әдісін таңдау бойынша ұсыныстар беру. Бұл материал инженерлер, құрылысшылар және құрылыс және жөндеу саласында жұмыс істейтін барлық мүдделі тұлғалар үшін пайдалы болады.

Түйін сөздер: құрылыс конструкциялары, коррозия, коррозияға қарсы қорғаныс.

Аннотация. Статья представляет собой обзор эффективных методов и технологий защиты различных строительных элементов от коррозии. Коррозия-серьезная проблема, которая может привести к значительному повреждению и разрушению конструкций, что, в свою очередь, отрицательно скажется на безопасности и экономической эффективности проекта. В статье рассматриваются различные методы защиты

от коррозии, включая использование специальных покрытий, анодной защиты, катодной защиты и электролиза.

Цель статьи – познакомить читателей с важностью и необходимостью антикоррозийной защиты, а также дать рекомендации по выбору оптимального способа защиты в зависимости от конкретных условий и требований проекта. Этот материал будет полезен инженерам, строителям и всем заинтересованным лицам, работающим в сфере строительства и ремонта.

Ключевые слова: строительные конструкции, коррозия, антикоррозионная защита.

Abstract. The article provides an overview of effective methods and technologies for protecting various building elements from corrosion. Corrosion is a serious problem that can lead to significant damage and destruction of structures, which, in turn, will negatively affect the safety and economic efficiency of the project. The article discusses various methods of corrosion protection, including the use of special coatings, anodic protection, cathode protection and electrolysis.

The purpose of the article is to acquaint readers with the importance and necessity of anti-corrosion protection, as well as to give recommendations on choosing the optimal method of protection depending on the specific conditions and requirements of the project. This material will be useful for engineers, builders and all interested persons working in the field of construction and repair.

Key words: building structures, corrosion, anti-corrosion protection.

***Автор-корреспондент: Ш.О. Таскулов**
Ғылыми жетекшісі: А.М. Қуанышбай

1 КІРІСПЕ

Коррозия ғимараттар, көпірлер немесе өнеркәсіптік құрылыстар болсын, құрылыс құрылымдарының алдында тұрған негізгі мәселелердің бірі болып табылады. Бұл процесс инфрақұрылым нысандарының тұрақтылығы мен беріктігіне теріс әсер етеді, сонымен қатар айтарлықтай экономикалық шығындарға әкеледі. Коррозиямен күресу үшін болат және бетон конструкцияларын қосымша қорғауды қамтамасыз ететін коррозияға қарсы әдістер мен технологиялар кеңінен қолданылады [1].

2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Коррозияға қарсы қорғаныстың негізгі әдістерінің бірі – құрылымдардың бетіне қорғаныс қабатын жағу. Бұл процесс металдың қоршаған ортамен байланысын болдырмайды және осылайша коррозияны баяулатады немесе толығымен тоқтатады. Бояулар, эмальдар, ұнтақ жабындары және полимер негізіндегі жабындарды қоса алғанда, коррозияға қарсы жабындардың кең таңдауы бар. Бұл заттар материалдың бетінде тотығу мен коррозияға жол бермейтін қорғаныс қабатын жасайды. Олардың әрқайсысының өзіндік ерекшеліктері бар және нақты талаптар мен пайдалану шарттарына байланысты таңдалуы мүмкін [2].

Қорғаныс қабатын қолданудан басқа, коррозияға қарсы қорғаудың басқа әдістері бар. Құрылымдарды жүйелі түрде тексеру және техникалық қызмет көрсету коррозияны ерте анықтауға және оның алдын алу шараларын қабылдауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, спекатодты қорғаудың белсенді жүйелері, олар белсенді түрде бақылайды және электрохимиялық процестер жұмыс істейді.

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Бұл жабындар ауа-райынан қорғауды қамтамасыз етеді және коррозияны болдырмайды. Ылғал мен басқа да агрессивті заттардың құрылыс материалдарының бетіне енуіне жол бермеу үшін резеңке немесе пластикалық пленкалар сияқты оқшаулағыш материалдар кеңінен қолданылады.

Айта кету керек, коррозияға қарсы қорғаныс құрылымдардың зақымдануын болдырмайды, сонымен қатар айтарлықтай экологиялық артықшылықтарға ие. Коррозиядан қорғалған құрылыс элементтері аз жөндеуді және ауыстыруды қажет етеді, бұл жаңа материалдар мен ресурстарға деген қажеттілікті азайтады. Бұл өз кезегінде қоршаған ортаға пайда әкелу арқылы қалдықтарды азайтуға және энергияны үнемдеуге ықпал етеді [3].

4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Құрылыс конструкцияларын коррозияға қарсы қорғау инфрақұрылымның қауіпсіздігі мен беріктігін қамтамасыз ету үшін өте маңызды. Ол объектілердің құнын сақтауға ықпал етеді және авариялық жағдайлардың туындау тәуекелдерін азайтады. Коррозияға қарсы әдістер мен материалдарды дұрыс қолдану қорғаудың максималды тиімділігі мен сенімділігін қамтамасыз ету үшін мамандардың сараптамасы мен тәжірибесін қажет етеді [4].

Құрылыс конструкциялары үшін қолайлы коррозияға қарсы қорғанысты таңдау және пайдалану олардың беріктігі мен қауіпсіздігін сақтаудың маңызды қадамы болып табылады. Мұнда дәлелденген және сенімді ақпарат көздеріне, сондай-ақ сапа мен қорғаудың тиісті деңгейін қамтамасыз ететін жұмыс нормалары мен ұсыныстарына сүйену өте маңызды.

5 ҚОРЫТЫНДЫЛАР

Осылайша, коррозияға қарсы қорғаныс құрылымдардың беріктігі мен қауіпсіздігін қамтамасыз етіп қана қоймайды, сонымен қатар құндылықтарды сақтау мен экономикалық дамуда шешуші рөл атқарады. Коррозиядан қорғаудың оңтайлы әдісі құрылыс материалының түріне және жұмыс жағдайына байланысты. Мұқият талдау жасау және белгілі бір жағдай үшін ең тиімді әдісті таңдау маңызды [5].

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Beleckij B.F., (2017), [Stroitel'nye mashiny i oborudovanie]
2. Averkova O.A., I.N. Logachev, K.I. Logachev, O.N. Zaytsev, (2018) Cross-flow of air through sealed elevator enclosures. International Conference on Particle-Based Methods - Fundamentals and Applications.
3. Zaytsev O.N., (2017), Increasing the efficiency of the condensing boiler / O.N. Zaytsev, E.A. Lapina // Journal of Physics: Conference Series.
4. Zaytsev, O.N., (2018), Experimental speed study of twirled gas pipe with precessing vortex nuclei.
5. Averkova O.A., Zajcev O.N., Kryukov I.V., (2020) Sposoby i sredstva lokalizacii pylevydelenij v kosmetologicheskikh kabinetah.

ӘОЖ 620.92

ҒИМАРАТТАРДЫҢ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТЕТІН ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУШІ ҚҰРЫЛЫС ҚҰРЫЛЫМДАРЫ

Б.Қ. Торгаев¹

А.М. Қуанышбай²

^{1,2} Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Аңдатпа. Мақала энергияны үнемдейтін құрылыс құрылымдарының бір түрі – желдетілетін қасбетке арналған. Қабырғалар мен қасбеттерді оқшаулауды қамтамасыз ететін қасбеттік жабын ретінде сыртқы әсерлерге төзімді заманауи құрылыс материалдары қолданылады.

Түйін сөздер: желдетілетін қасбет, ғимараттардың энергия тиімділігі, сенімді қорғаныс, сыртқы әсерлер.

Аннотация. Статья посвящена одному из видов энергоэффективных строительных конструкций – вентилируемому фасаду. В качестве фасадного покрытия, обеспечивающего утепление стен и фасадов, используются современные строительные материалы, устойчивые к внешним воздействиям.

Ключевые слова: вентилируемый фасад, энергоэффективность зданий, надежная защита, внешние эффекты.

Abstract: the article is devoted to one of the types of energy - saving building structures-a ventilated facade. As a facade coating, which provides insulation of walls and facades, modern building materials are used that are resistant to external influences.

Key words: ventilated facade, energy efficiency of buildings, reliable protection, external influences.

***Автор-корреспондент: Б.Қ. Тортаев
Ғылыми жетекшісі: А.М. Қуанышбай**

1 КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта ғимараттарды салу немесе реконструкциялау кезінде ғимараттардың энергия тиімділігін қамтамасыз ететін заманауи құрылыс материалдары мен конструкцияларын пайдалана отырып, қасбеттерді әрлеуді таңдау мәселесі туындайды. Қазіргі уақытта кеңінен қолданылатын энергия үнемдейтін құрылыс конструкцияларының бір түрі – желдетілетін қасбеттер.

Маңыздысы қабырғасының басты артықшылығы – қабырғаларды жауын-шашыннан сенімді қорғау. Қосымша артықшылығы – қаптау ретінде қолданылатын материалдар сыртқы әсерлерге төзімді ғана емес, сонымен қатар сыртқы безендіру функциясын орындайтын әдемі: фарфордан жасалған тастан жасалған бұйымдар, табиғи тас, алюминийден немесе пластиктен жасалған композиттік панельдер, цемент-талшықты тақталар, тоналды шыны [1].

2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Қорғаныс және сәндік функциядан басқа, желдетілетін қасбет заманауи құрылыс стандарттарына сәйкес қабырғаларды оқшаулауды орындайды және қамтамасыз етеді. Қаптама-ның астына салынған оқшаулаудың арқасында қабырға арқылы жылу шығыны 2-3 есе азаяды, бұл ғимаратты жылытуға кететін шығынды айтарлықтай төмендетеді. Сонымен қатар, жылу оқшауланған қабырғалар бөлмеде адамдар үшін қолайлы микроклиматты жасайды. Желдетілген қасбет сыртқы оқшаулау жүйесі екенін ескеру маңызды, ол ішкі оқшаулау жүйесінен жақсырақ.



1-сурет – Топсалы желдетілетін қасбет.

Топсалы желдетілетін қасбет – бұл жылу оқшаулағышынан, қаптаманы бекітуге арналған бағыттаушылардан және қаптаманың өзінен тұратын қоршау қабырғасына бекітілген құрылым. Жылу оқшаулағыш пен қаптаманың арасында ауа саңылауы бар (**1-сурет**).

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Сыртта орналастырылған жылу оқшаулағышы жүк көтергіш қабырғаның мұздату-еріту циклдарының санын азайтуға, соңғысының қызмет ету мерзімін арттыруға мүмкіндік береді. Сонымен қатар, бұл жағдайда ғимараттың пайдалы ауданы азаймайды. Өуе қасбетін орнатқан кезде будың тосқауылы қажет емес – ол ішкі оқшаулау жүйелерінің міндетті атрибуты. Желдетілген қасбеттің дизайны бөлменің ішінде болатын және жылу аймағынан суық аймаққа – көшеге қарай ұмтылатын қабырғадан су буын кетіруді жеңілдетеді. Қабырға ылғалданбағандықтан, оның термиялық кедергісі төмендемейді және зең мен саңырау-құлақтардың пайда болуы болмайды, бұл ақыр соңында оның бұзылуына әкелуі мүмкін [2].

Желдетілген қасбеттің жүк көтергіш негізі қабырғаға қаптау материалын бекітетін элементтер болып табылады. Ішкі құрылымға кронштейндерге орнатылатын тік немесе көлденең бағыттағыштар, сондай-ақ қаптау материалы бекітілген компоненттер кіреді. Кронштейндер оқшаулау арқылы өтеді, олардың ұзындығына байланысты ауа саңылауының мөлшері; Кронштейндер реттелмейтін немесе реттелетін болуы мүмкін. Бірінші жағдайда, бұл бекітілген өлшемдегі өнімдер, екіншісінде, олар кронштейннің ұзындығын реттеуге мүмкіндік беретін ойық қосылым арқылы бекітілген екі бөліктен тұрады.

Желдетілген қасбет жылуды үнемдеуге арналған болғандықтан, ол арқылы жылуды жоғалтуды азайту мәселесі басты мәселелердің бірі болып табылады. Дизайндағы жалғыз суық көпір – бұл кронштейн, бұл әрқашан металл, ал металл жоғары жылу өткізгіштікке ие. Белгілі бір дәрежеде кронштейннің қатып қалуы оқшаулаудың «қою» арқасында жойылады. Сонымен қатар, қабырға мен кронштейн арасында аязға төзімді тығыздағыш болуы керек - суыққа қарсы тосқауыл. Сондай-ақ, жылу өткізгіштігін азайту үшін кронштейннің беріктігі сақталған кезде перфорацияланған құрылым болуы мүмкін [3].

4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Қабырға мен қаптау материалы арасында жылу оқшаулағыш қабаты бар, оның қалыңдығы белгілі бір ғимарат үшін жылу инженерлік есептеулермен анықталады. Әдетте, желдетілетін қасбет бір қабатта оқшауланады – қажетті қалыңдықтағы плита. Бір қабатты оқшаулау орнату кезінде уақыт пен еңбекті үнемдейді.

Жылу оқшаулағышына қойылатын талаптарға жоғары бу өткізгіштігі мен судың төмен сіңірілуі жатады. Талшықты құрылымы бар оқшаулау жағдайында желдету саңылауында айналатын ауа ағыны плитадан талшықтарды жыртып тастауы мүмкін. Бұған жол бермеу үшін плита қабаттарды жырту үшін жеткілікті күшті болуы керек. Әйтпесе, плиталар қабырғаға оқшаулаумен бірдей бекіткіштермен бекітілген жоғары бу өткізгіштігі бар желге төзімді мембраналармен жабылуы керек [4].

5 ҚОРЫТЫНДЫЛАР

Жылу өткізгіштікке төзімділікке қатысты қабырғаларға қойылатын заманауи талаптарды жылу оқшаулағыш материалдарды қолданбай орындау мүмкін емес. Бұл тұрғыда желдетілетін қасбет мәселені шешудің перспективалы шешімі болып табылады, өйткені бұл ғимаратты тиімді материалдармен оқшаулауға және сонымен бірге қабырғаларды жауын-шашыннан сенімді қорғауға, сондай-ақ оларға ерекше көрініс беруге мүмкіндік береді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бутовский И.Н. Ғимараттардың сыртқы қабырғаларын термиялық қорғауға арналған конструктивті шешімдерді жетілдіру. – 2019.
2. Ковтун И.Ю., Мальцева А.З. Басқаралатын параметрлер және параметрлік әдісімен өлшеу құралдарығимараттар мен құрылымдарды геотехникалық мониторинг. – 2021.

3. Ковтун И.Ю., Мальцева А.З. Ғылыми білім матрицасы // Құрылтайшылары: «Омега Сайс» жауапкершілігі шектеулі серіктестігі. – 2021.
4. Ковтун И.Ю. Есепті ашудың тұжырымдамалық алғы шарттары кәсіпорынның меншікті капиталы туралы мәліметтер. – 2021.
5. Ковтун И.Ю. Темірбетонды қалыпсыз қалыптау әдістері Өнімдер // Eurasian Journal of Engineering and Technology. – 2022.

УДК 69.059.2

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ РАЗРУШЕНИЯ ЗДАНИЯ В ГОРОДЕ АЛМАТЫ ОТ СИЛЬНЕЙШИХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Тугулбай А.Н.¹, Айсудинов Ә.Ә.²

^{1,2}Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. *Казахстан находится сейсмоопасное местоположение в Евразийском сейсмоопасном поясе. Большинство территорий Казахстана склонны к воздействию сейсмических воздействий различных сил, длительности и вида. Площадь самой сейсмоопасной зоны Казахстана – 450 тыс. км. В нем накоплено много основных источников рынка, 35% из которых находятся в жилом фонде, в этих регионах проживают около 40% населения. Это Южная и Юго-Восточная часть Республики, в которой, вероятнее всего, произойдут разрушительные землетрясения – выше 8 баллов.*

В современных конструктивных решениях нельзя повысить сейсмостойкость, только повысив величины сечений, прочность, вес. Конструкция может быть более прочной, но не обязательно экономически эффективной, потому что и вес, и инерционная сейсмическая нагрузка могут увеличиться еще больше. Требуются новые эффективные методы сейсмозащиты. Эти методы предусматривают изменение массы или жесткости, или демпфирования системы в зависимости от ее перемещений и скоростей. В настоящее время известно более 100 запатентованных конструкций сейсмозащиты.

Ключевые слова: *землетрясения, конструкция, здание, сейсмоизоляция.*

Андатпа. *Қазақстан Еуразиялық сейсмикалық белдеудегі жер сілкінісі қауіпті жерде орналасқан. Қазақстанның көптеген аумақтары әртүрлі күштіліктегі, ұзақтықтағы және түрдегі сейсмикалық әсерлерге бейім. Қазақстандағы ең сейсмикалық аймақтың ауданы 450 мың км. Ол көптеген негізгі нарық көздерін жинақтады, оның 35%-ы тұрғын үй қорында. 40%-ға жуығы осы өңірлерде тұрады; Бұл республиканың оңтүстік және оңтүстік-шығыс бөлігі, онда жойқын жер сілкіністерінің болуы ықтимал – 8 баллдан жоғары.*

Қазіргі заманғы конструкторлық шешімдерде тек көлденең қиманың өлшемдерін, беріктігін және салмағын арттыру арқылы сейсмикалық төзімділікті арттыру мүмкін емес. Дизайн күштірек болуы мүмкін, бірақ міндетті түрде үнемді емес, өйткені салмақ пен инерциялық сейсмикалық жүктеме одан әрі артуы мүмкін. Сейсмикалық қорғаудың жаңа тиімді әдістері қажет. Бұл әдістер оның қозғалысы мен жылдамдығына байланысты жүйенің массасын немесе қаттылығын немесе демпфингін өзгертуді қамтиды. Қазіргі уақытта сейсмикалық қорғаудың 100-ден астам патенттелген жобалары белгілі.

Түйін сөздер: *жер сілкінісі, құрылым, ғимарат, сейсмикалық оқшаулау.*

Abstract. *Kazakhstan is located in a seismically dangerous location in the Eurasian seismic belt. Most of the territories of Kazakhstan are prone to the impact of seismic effects of various forces, duration and type. The area of the most seismically dangerous zone of Kazakhstan is 450 thousand km. It has accumulated many main sources of the market, 35% of which are in the housing stock, about 40% of the population lives in these regions. This is the southern*

and south-eastern part of the Republic, where destructive earthquakes are most likely to occur - above 8 points. In modern design solutions, it is impossible to increase seismic resistance by only increasing the cross-sectional sizes, strength, weight. The structure can be more durable, but not necessarily cost-effective, because both the weight and the inertial seismic load can increase even more. New effective methods of seismic protection are required. These methods provide for a change in mass or rigidity, or damping of the system depending on its movements and speeds. Currently, there are more than 100 patented seismic protection designs.

Key words: earthquakes, design, building, seismic isolation.

***Автор-корреспондент: Тугулбай А.Н.
Научный руководитель: Шайдулла М.Р.**

1 ВВЕДЕНИЕ

Город Алматы, расположенный в сейсмически активной зоне, подвержен угрозе разрушения зданий при сильных землетрясениях. Наша презентация посвящена изучению современных методов и технологий, направленных на предотвращение разрушения зданий в этом регионе и обеспечение безопасности его жителей.

Для снижения сейсмического риска и опасных социально-экономических последствий разрушительных землетрясений необходимо осуществление комплекса защитных мероприятий, мобилизация для этих целей научного и производственного потенциала.

В настоящее время особо актуальной проблемой обеспечения безопасности населения и сохранности материальных ценностей является повышение уровня сейсмобезопасности и надежности зданий и сооружений существующей застройки.

В сейсмических районах Республики Казахстан наибольшую опасность представляют несейсмостойкие здания и сооружения существующей застройки городов и населенных пунктов. Поэтому, несмотря на кризисное состояние экономики, актуальное значение приобретает последовательное проведение работ по восстановлению и усилению несейсмостойких объектов, в первую очередь зданий школ, детских учреждений и объектов здравоохранения, а также объектов, разрушение которых может привести к серьезным техногенным катастрофам.

В большинстве случаев разрушения существующих зданий, сооружений под воздействием сейсмических толчков зависят от состояния их конструкций. Инженерная защита от землетрясений предусматривает осуществление строительных работ, направленных на возведение сейсмостойких зданий и сооружений, усиление несущей способности их конструкций, замену не сейсмостойких элементов, применение дополнительных конструктивных решений, обеспечивающих повышение прочности сооружений. Как показывает практика, эти меры не только снижают материальный ущерб, но также позволяют существенно сократить количество безвозвратных потерь.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Алматы расположен в одном из самых сейсмически активных регионов Казахстана. В связи с этим, важность применения современных методов и технологий для предотвращения разрушений зданий при землетрясениях трудно переоценить. Рассмотрим ключевые литературные источники, освещающие передовые подходы в области сейсмостойкого строительства.

Сейсмоизоляция является одним из наиболее изученных методов защиты зданий от землетрясений. В работе Naeim и Kelly (1999) подробно описаны принципы сейсмоизоляции, а также различные типы сейсмоизоляционных устройств и их эффективность. Авторы подчеркивают, что применение сейсмоизоляционных подшипников может значительно снизить воздействие сейсмических волн на здание, что подтверждается множеством практических примеров [1].

В исследовании Constantinou et al. (1993) рассматриваются различные типы демпфирующих устройств, таких как масляные и металлические демпферы [2]. Авторы приводят

данные о их эффективности в реальных условиях и делают вывод о значительном снижении разрушительных воздействий землетрясений на здания при использовании таких устройств.

Методы усиления существующих конструкций описаны в работе Fardis (2009) [3]. В книге рассматриваются различные подходы к укреплению несущих элементов зданий, включая использование новых материалов и технологий. Примеры практических решений показывают, что усиление конструкций может значительно повысить их сейсмостойкость.

Работы Kramer (1996) [4] и Gazetas (1991) [5] детально освещают методы улучшения грунтов основания для повышения устойчивости зданий. Исследования показывают, что инъекционные технологии и грунтоцементация являются эффективными мерами для стабилизации грунтов и снижения риска разрушений при землетрясениях.

Использование высокопрочных материалов в строительстве рассматривается в исследовании Mehta и Monteiro (2014) [6]. Авторы подчеркивают важность применения современных материалов, таких как высокопрочные бетоны и композитные материалы, для повышения устойчивости зданий к сейсмическим воздействиям.

Работа Chopra (2012) [7] посвящена методам компьютерного моделирования и анализа поведения зданий при землетрясениях. Автор показывает, что использование современных программных продуктов позволяет прогнозировать реакции зданий на сейсмические нагрузки и оптимизировать их конструкцию для повышения устойчивости.

В статье Housner et al. (1997) [8] рассматривается важность внедрения систем мониторинга состояния зданий с использованием современных технологий, таких как датчики и IoT. Авторы приводят примеры успешного применения таких систем для своевременного выявления проблем и проведения профилактических работ.

Важность соблюдения строительных норм и стандартов подчеркивается в работе FEMA (2006) [9]. Авторы анализируют влияние современных нормативов на устойчивость зданий и приводят примеры успешного применения стандартов в регионах с высокой сейсмической активностью.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для предотвращения разрушения зданий в городе Алматы при сильных землетрясениях используются разнообразные материалы и методы, направленные на повышение их сейсмостойкости. В этом разделе рассмотрим основные материалы и методы, применяемые для защиты зданий.

Высокопрочные бетоны. Использование бетонов с высокой прочностью на сжатие позволяет создавать более устойчивые конструкции, которые способны выдерживать значительные сейсмические нагрузки. Эти бетоны также обладают лучшей трещиностойкостью.

Композитные материалы. Армирование конструкций композитными материалами, такими как углепластиковые волокна, увеличивает их прочность и гибкость. Это позволяет конструкциям лучше противостоять деформациям, вызванным землетрясениями.

Сталь высокой прочности. Использование высокопрочной стали в несущих элементах конструкций обеспечивает дополнительную защиту за счет высокой прочности и пластичности материала, что помогает ему поглощать и распределять энергию сейсмических волн.

Сейсмоизоляционные подшипники. Изготовленные из высокопрочных и эластичных материалов, такие как резина, полиуретан и свинец, эти подшипники размещаются между фундаментом и надземной частью здания для уменьшения передачи сейсмических сил.

Сейсмоизоляция. Принцип действия: установка сейсмоизоляционных подшипников между фундаментом и надземной частью здания позволяет уменьшить передачу сейсмических волн и снизить воздействие на конструкцию.

Применение: данный метод широко используется в новом строительстве, а также может быть применен к существующим зданиям путем их модернизации.

Демпфирующие устройства. Типы демпферов.

Масляные демпферы: поглощают сейсмическую энергию за счет вязкости масла.

Металлические демпферы: работают путем пластической деформации металла.

Маятниковые системы. Используют специальные маятники для поглощения и рассеивания сейсмической энергии.

Применение: устанавливаются в критических точках зданий, таких как стыки колонн и балок, для снижения амплитуды колебаний.

Усиление конструкций. Методы усиления.

Дополнительные связи: установка стальных или композитных связей для повышения жесткости и прочности конструкций.

Усиление стен и перекрытий: использование новых материалов и технологий для повышения прочности несущих элементов.

Применение: применяется как к новым, так и к существующим зданиям для повышения их сейсмостойкости.

Геотехнические меры.

Инъекционные технологии: введение в грунт специальных растворов для повышения его прочности и стабильности.

Грунтоцементация. Создание устойчивого грунтового основания путем введения цементных компонентов.

Применение: используется для улучшения характеристик грунтов основания и снижения риска разрушения зданий.

Использование высококачественных материалов

Высокопрочные бетоны и стали: применение этих материалов в несущих конструкциях зданий обеспечивает их устойчивость к сейсмическим воздействиям.

Композитные материалы. Армирование конструкций композитами увеличивает их прочность и гибкость.

Продвинутый дизайн и моделирование

Методы моделирования: использование компьютерного моделирования для анализа поведения зданий при землетрясениях.

Применение: позволяет оптимизировать конструкции для повышения их устойчивости и эффективности в условиях сейсмической активности.

Регулярные инспекции и мониторинг

Системы мониторинга: использование датчиков и технологий Интернета вещей (IoT) для постоянного отслеживания состояния зданий.

Применение: внедрение таких систем позволяет своевременно выявлять потенциальные проблемы и проводить профилактические работы.

Нормативы и стандарты строительства

Соблюдение стандартов: строгое следование современным строительным нормам и стандартам, таким как СНиП, разработанным с учетом сейсмической активности региона.

Применение: обеспечивает высокую степень безопасности зданий в сейсмически активных регионах.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Внедрение современных методов и материалов для предотвращения разрушения зданий в Алматы при сильнейших землетрясениях демонстрирует значительные успехи. В данном разделе рассмотрим результаты применения этих технологий и обсудим их эффективность на примере нескольких проектов и исследований.

1. Сейсмоизоляция

Результаты: в Алматы внедрены сейсмоизоляционные технологии в нескольких новых строительных проектах. Примером может служить недавно построенный медицинский центр, который оснащен сейсмоизоляционными подшипниками. Испытания показали, что здание может выдерживать землетрясения магнитудой до 8 баллов без существенных повреждений.

Сейсмоизоляция значительно уменьшает передачу сейсмических волн на здание, что было подтверждено как в лабораторных условиях, так и на практике.

Однако, стоимость установки таких систем остается высокой, что ограничивает их применение только на стратегически важных объектах.

2. Демпфирующие устройства

Результаты: в существующих зданиях, таких как административные и жилые здания, установлены масляные и металлические демпферы. Мониторинг показывает снижение амплитуды колебаний на 50-70% при землетрясениях средней интенсивности.

Демпфирующие устройства оказались эффективными для смягчения сейсмических воздействий и защиты конструкций. Необходимость регулярного технического обслуживания и проверки этих систем является важным фактором, который следует учитывать.

3. Усиление конструкций

Результаты: несколько старых зданий были модернизированы с использованием дополнительных стальных связей и углепластиковых армирующих материалов. Испытания и реальные землетрясения показали повышение устойчивости этих зданий на 30-40%.

Усиление конструкций позволяет значительно повысить их сейсмостойкость без необходимости полного сноса и реконструкции.

Этот метод является экономически эффективным решением для улучшения безопасности существующих построек.

4. Геотехнические меры

Результаты: применение инъекционных технологий и грунтоцементации в районах с нестабильными грунтами позволило улучшить их характеристики и снизить риск разрушений. В проектах по стабилизации грунтов в нескольких жилых комплексах наблюдалось уменьшение подвижек грунта до 60%.

Геотехнические меры эффективны для повышения устойчивости зданий, особенно в районах с неблагоприятными грунтовыми условиями. Однако, проведение таких работ требует значительных временных и финансовых затрат.

5. Использование высококачественных материалов

Результаты: применение высокопрочных бетонов и стали в строительстве новых объектов в Алматы привело к созданию более устойчивых к сейсмическим нагрузкам конструкций. Здания, построенные с использованием таких материалов, показали высокую устойчивость в ходе сейсмических испытаний.

Высококачественные материалы повышают общую надежность и долговечность зданий, что подтверждается испытаниями и эксплуатацией. Недостатком является более высокая стоимость этих материалов по сравнению с традиционными.

6. Продвинутой дизайн и моделирование

Результаты: применение компьютерного моделирования для проектирования новых зданий в Алматы позволило оптимизировать их конструкции под сейсмические нагрузки. Смоделированные конструкции продемонстрировали улучшенные показатели устойчивости и безопасности.

Компьютерное моделирование позволяет точно прогнозировать поведение зданий при землетрясениях и разрабатывать оптимальные решения.

Однако, успешное применение таких технологий требует высококвалифицированных специалистов и современных программных средств.

7. Регулярные инспекции и мониторинг

Результаты: внедрение систем мониторинга в нескольких высотных зданиях в Алматы позволило своевременно выявлять и устранять потенциальные проблемы. Данные мониторинга показали стабильность конструкций и отсутствие критических деформаций при небольших землетрясениях.

Регулярный мониторинг состояния зданий является важным инструментом для поддержания их безопасности и предотвращения разрушений. Внедрение таких систем требует первоначальных инвестиций, но они оправдывают себя за счет повышения уровня безопасности.

8. Нормативы и стандарты строительства

Результаты: применение современных строительных норм и стандартов, таких как СНиП, при проектировании и строительстве новых зданий в Алматы обеспечивает их высокую сейсмостойкость. Проверки и аудит строительных проектов показали соответствие большинства новых зданий требованиям стандартов.

Строгое соблюдение строительных норм и стандартов является основой для создания безопасных и устойчивых к землетрясениям зданий. Однако, необходим постоянный пересмотр и обновление нормативов с учетом новых данных и технологий.

5 ВЫВОДЫ

Исследование современных методов предотвращения разрушения зданий в городе Алматы при сильнейших землетрясениях показало, что применение передовых технологий и материалов значительно повышает устойчивость строений и снижает риск их разрушения. Ниже приведены основные выводы, сделанные на основе проведенного анализа.

1. Эффективность сейсмоизоляции

Сейсмоизоляция является одним из наиболее эффективных методов защиты зданий от землетрясений. Установка сейсмоизоляционных подшипников значительно уменьшает передачу сейсмических волн на здание, что было подтверждено в практике и испытаниях. Однако высокая стоимость таких систем ограничивает их применение, делая их доступными в основном для стратегически важных объектов.

2. Применение демпфирующих устройств

Демпфирующие устройства, такие как масляные и металлические демпферы, показали высокую эффективность в снижении амплитуды колебаний при землетрясениях. Эти устройства могут быть успешно использованы в существующих зданиях для улучшения их сейсмостойкости. Важно учитывать необходимость регулярного технического обслуживания этих систем для обеспечения их долговременной работы.

3. Усиление существующих конструкций

Методы усиления существующих зданий, включая установку дополнительных стальных связей и армирование композитными материалами, доказали свою эффективность в повышении сейсмостойкости конструкций. Этот подход является экономически выгодным решением, позволяющим значительно улучшить безопасность без полного сноса и реконструкции зданий.

4. Геотехнические меры для стабилизации грунтов

Применение инъекционных технологий и грунтоцементации для улучшения характеристик грунтов основания показало положительные результаты. Эти меры позволяют значительно снизить риск разрушений зданий за счет повышения устойчивости грунтов в сейсмически активных зонах. Однако такие меры требуют значительных временных и финансовых затрат.

5. Использование высококачественных материалов

Высокопрочные бетоны и стали, а также композитные материалы существенно повышают прочность и устойчивость зданий к сейсмическим воздействиям. Применение этих материалов в строительстве новых объектов в Алматы продемонстрировало высокую эффективность, несмотря на их более высокую стоимость по сравнению с традиционными материалами.

6. Преимущества продвинутого дизайна и моделирования

Использование компьютерного моделирования и анализа при проектировании зданий позволяет точно прогнозировать их поведение при землетрясениях и разрабатывать оптимальные конструкции. Этот подход способствует созданию более безопасных и устойчивых зданий, что подтверждается практическими примерами и испытаниями.

7. Важность регулярных инспекций и мониторинга

Внедрение систем мониторинга состояния зданий с использованием датчиков и технологий Интернета вещей (IoT) позволяет своевременно выявлять и устранять потенциальные проблемы. Регулярные инспекции и мониторинг играют ключевую роль в поддержании безопасности и устойчивости зданий в долгосрочной перспективе.

8. Соблюдение строительных норм и стандартов

Строгое соблюдение современных строительных норм и стандартов, таких как СНиП, обеспечивает высокую степень безопасности зданий. Регулярный пересмотр и обновление нормативов с учетом новых данных и технологий способствуют повышению устойчивости зданий к сейсмическим воздействиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Naeim, F., & Kelly, J.M. (1999). Design of Seismic Isolated Structures: From Theory to Practice. John Wiley & Sons.
2. Constantinou, M.C., Soong, T.T., & Dargush, G. F. (1993). Passive Energy Dissipation Systems for Structural Design and Retrofit. MNO-8.
3. Fardis, M.N. (2009). Seismic Design, Assessment and Retrofitting of Concrete Buildings: Based on EN-Eurocode 8. Springer Science & Business Media.
4. Kramer, S.L. (1996). Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice Hall.
5. Gazetas, G. (1991). "Formulas and Charts for Impedances of Surface and Embedded Foundations." Journal of Geotechnical Engineering, 117(9), 1363-1381.
6. Mehta, P.K., & Monteiro, P.J. M. (2014). Concrete: Microstructure, Properties, and Materials. McGraw-Hill Education.
7. Chopra, A.K. (2012). Dynamics of Structures: Theory and Applications to Earthquake Engineering. Prentice Hall.
8. Housner, G.W., Bergman, L.A., Caughey, T.K., Chassiakos, A.G., Claus, R.O., Masri, S.F., ... & Trussell, H. J. (1997). "Structural Control: Past, Present, and Future." Journal of Engineering Mechanics, 123(9), 897-971.
9. Federal Emergency Management Agency (FEMA). (2006). NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings and Other Structures. FEMA.

ӘОЖ 624.07

ТЕМІРБЕТОН ИІЛЕТІН ЭЛЕМЕНТТЕРДІ АҚШ НОРМАСЫ БОЙЫНША ЕСЕПТЕУ

Шайділда Ұ.Т.

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Андатпа. Бұл мақалада темірбетон конструкцияның иілетін элементтерін америкалық норма бойынша есептеу ерекшеліктері сөз етіледі. Мысал үшін қарапайым арқалықтың тік қимасы бойынша беріктік шартын қамтамасыз ету қарастырылған.

Түйін сөздер: темірбетон конструкция, арқалық, есептеу тәсілдері, беріктік шарты, бетон, арматура, есептік кедергі, жүктеме.

Аннотация. В данной статье описаны особенности расчета изгибаемых элементов железобетонной конструкции по американскому стандарту. На примере рассмотрены обеспечение несущей способности обыкновенной балки по нормальному сечению.

Ключевые слова: железобетонная конструкция, балка, методы расчета, условия прочности, бетон, арматура, расчетные сопротивление, нагрузка.

Abstract. This article describes the features of calculating bending elements of reinforced concrete structures according to the American standard. Using an example, we consider ensuring the load-bearing capacity of an ordinary beam along a normal section.

Key words: reinforced concrete structure, beam, calculation methods, strength conditions, concrete, reinforcement, design resistance, load.

1 КІРІСПЕ

Темірбетон конструкциялардың басқа конструкциялармен салыстыра қарағанда едәуір кеш дамығаны белгілі. Оларды есептеу тәсілі де инженерлерге үйреншікті материалдар кедергісі заңдылықтарына бағына қоймайтыны да тәжірибе жүзінде дәлелдене бастады [1,2,3].

Отандық және шетелдік ғалымдардың еңбектеріне сүйене отырып есептеу тәсілінің даму тарихын қарастыратын болсақ, әр елде әртүрлі бағытта дамығаны және оның ұзақ уақытқа созылғаны белгілі. Соның ішінде Америка Құрама Штаттарында осы уақытқа дейін есептеудің үш әдісі қолданылды [3].

1-ші әдіс – рұқсат етілген кернеу бойынша есептеу өткен ғасырдың 1956 жылына дейін қолданылды.

1956 жылдан бастап қиратушы күштеу бойынша екінші әдісті 1-ші әдіспен қатар қолдану жүргізілді және бұл кездегі есептеу нормасы Американың бетон зерттеу институтымен (American Concrete Institute) бекітіліп, АСІ 318-56 деп аталды. 1963 жылы қиратушы күштеу бойынша әдіс жетілдірілді және АСІ 318-63 деп белгіленді.

1971, 1977 және 1983 жылдары қабылданған есептеу нормалары, сәйкесті АСІ 318-71, АСІ 318-77, АСІ 318-83 деп белгіленді [3].

Бұл нормалардағы келтірілген есептеу әдістері шектік жағдай тәсілінің әдістемесіне негізделген, яғни 3-ші әдіс түрі болып табылады. Атап өтетін ерекше жағдай – бұл нормалар Америкада әлі күнге дейін күшін жоймаған 1-ші әдіс – рұқсат етілген кернеу бойынша есептеу әдісімен қатар қолданылады.

2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Жоғарыда аталып өткен АСІ 318-63 нормасы бойынша конструкцияны пайдаланудың қауіпсіз шарты мынадай түрде жазылған болатын:

$$F(1,3DL + 1,5LL) \leq R(0,67f'_c; 0,8f_y), \quad (1)$$

бұл жерде F – сыртқы әсерлер; DL – тұрақты жүктемелер; LL – өзгермелі уақытша жүктемелер; R – элемент қимасының кедергісі; f'_c – бетонның сығылуға кедергісі; f_y – арматураның серпімділік шегі.

Бетон мен арматураның есептік кедергілері материал бойынша сенімділік коэффициенттерін қолдану арқылы анықталады:

$$\gamma_c = \frac{1}{0,67} = 1,5; \quad \gamma_s = \frac{1}{0,8} = 1,25.$$

Сенімділік коэффициенттерінің мәндерін жеңілдету және шамалап алу жолымен шартталған шынайылықтың, қима кедергісімен R салыстыра алғанда, сыртқы әсерлер F үшін жеткіліксіздігі, жүктеме мәндерін арттыру арқылы АСІ 319-77 нормасында былайша ескерілген: тұрақты жүктемелер үшін 1,3-тен 1,4-ке, ал уақытша жүктемелер үшін 1,5-тен 1,7-ге көтерілген және бір мезгілде материалдар кедергісіне қолданылатын коэффициенттер мәні төмендетілген. Сол себепті АСІ 318-77 және АСІ 318-83 нормаларында сенімділік шартының жазылуы басқаша түрде болады:

$$F(1,4DL + 1,7LL) \leq \gamma_i [R(f'_c; f_y)], \quad (2)$$

мұндағы γ_i – материалдар бойынша жалпы сенімділік коэффициенті, конструкцияның кернеулік жағдайына байланысты $0,7 \leq \gamma_i < 0,9$ аралығында қабылданады.

ACI 318-83 нормасында «қажетті кедергі» және «есептік кедергі» деген түсініктер енгізілген. Қажетті кедергі U деп белгіленеді және ол (2) өрнектің сол жағы болып табылады. Қажетті кедергі мәні нормативтік жүктемелерді сенімділік коэффициенттеріне көбейту арқылы анықталады. (2) өрнектің оң жағы – есептік кедергі R , бұның мәні жоғарыда көрсетілген γ_i коэффициентіне көбейту арқылы табылады.

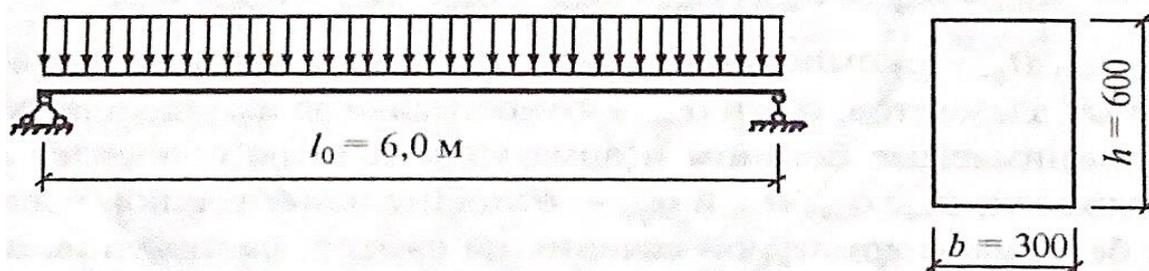
Қорыта айтқанда, есептік кедергі R - қиманың физикалық зақымдаушы кедергісі мен γ_i коэффициентінің көбейтіндісі болып шығады [3].

Аталып өткен америкалық нормаларды ауыр және жеңіл бетоннан жасалған, кернелген және кернелмеген арматуралармен күшейтілген темірбетон конструкциялардың беріктігін анықтау үшін қолданады.

Ол үшін иілуге жұмыс жасайтын темірбетон элементтердің мысалын қарастырамыз.

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Екі топсалы тірекке сүйенген қарапайым арқалықтың беріктігін есептеп шығарамыз. Арқалық біркелкі бөлініп таралған тұрақты және уақытша жүктемемен жүктелген (**1-сурет**).



1-сурет – Темірбетон арқалықтың есептік схемасы және көлденең қимасы.

Арқалықтың көлденең қимасы тікбұрышты, өлшемдері $b \times h = 300 \times 600 \text{ мм}$, есептік аралығы $l_0 = 6 \text{ м}$.

Тұрақты жүктеменің мөлшерлік мәні $g_n = 26,6 \text{ кН/м}$, уақытша жүктеменің мөлшерлік мәні $v_n = 24,0 \text{ кН/м}$.

Бетон класы В20, нормативтік кедергісі $R_{bn} = 15 \text{ МПа}$; арматура класы А400, созылу кезіндегі нормативтік кедергісі $R_{sn} = 400 \text{ МПа}$ [4].

Арқалықтың тік қимасы бойынша беріктік есебін АСІ 318-83 нормасында қабылданған ережеге сай жүргіземіз [3, 5].

Арқалыққа түсетін есептік жүктемені (2) өрнектің сол жағы бойынша анықтаймыз

$$1,4g_n + 1,7v_n = 1,4 \cdot 26,6 + 1,7 \cdot 24,0 = 78,04 \text{ кН/м.}$$

Осы есептік жүктемеден арқалықтың қимасында иілу моменті туындайды

$$M = M_u = \frac{ql_0^2}{8} = \frac{78,04 \cdot 6^2}{8} = 351,18 \text{ кНм.}$$

Қиманың көтеру қабілетін анықтау есебінде бетон мен арматураның нормативтік кедергілері қолданылады: $f_c' = 15 \text{ МПа}$; $f_y = 400 \text{ МПа}$.

Арматураны арқалық қимасының тек созылған аумағына ғана орнатамыз деп пайымдасақ, кесте бойынша анықталатын k_u коэффициентін $M_u \leq k_u b d^2$ теңдеуінен есептеп шығарамыз

$$k_u = \frac{M_u}{b d^2} = \frac{351,18 \cdot 10^6}{300 \cdot 550^2} = 3,84,$$

бұл жерде d – қиманың жұмысшы биіктігі, $d = h - a = 600 - 50 = 550 \text{ мм}$.

Арматуралау коэффициентін ρ төменде келтірілген формула бойынша анықтайды

$$k_u = \gamma_i \rho f_y \left[1 - \frac{\rho f_y}{1,7 f_c'} \right]$$

Сандық мәндерін орнына қою арқылы ρ табамыз

$$3,84 = 0,9 \cdot \rho \cdot 400 \left[1 - \frac{400 \cdot \rho}{1,7 \cdot 15} \right]$$

Бұдан шығатын қорытынды, $\rho = 0,0135$.

АСІ 318-83 нормасының талаптары бойынша, есепке енгізілетін арматуралау коэффициентінің мәні $0,75 \bar{\rho}_b$ аспау керек, мұндағы

$$\bar{\rho}_b = 0,85 \beta_1 \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \frac{f_c'}{f_y} = 0,85 \cdot 0,85 \cdot \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \cdot \frac{15}{400} = 0,016.$$

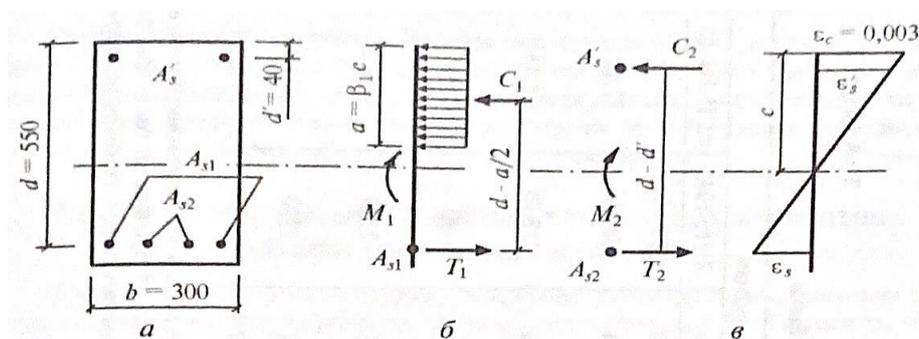
Біздің жағдайымызда $\rho = 0,0135 > 0,75 \bar{\rho}_b = 0,012$ болғандықтан, есепке алынатын коэффициент мәні $\rho = 0,012$ деп қабылданады, яғни, арқалық қимасы қос арматурамен күшейтілуге тиісті.

Арматураның қажетті санын анықтаймыз (**2,6 суретте** көрсетілген есептік қима)

$$A_{s1} = \rho b d = 0,012 \cdot 300 \cdot 550 = 1980 \text{ мм}^2.$$

Осы қимамен қабылданатын иілу моментін анықтау үшін, **2,6 суретте** көрсетілген ойша алынған қиманың a биіктігін табуымыз керек:

$$a = \frac{f_y A_{s1}}{0,85 f_c' b} = \frac{400 \cdot 1980}{0,85 \cdot 15 \cdot 300} = 207 \text{ мм}.$$



2-сурет – Арқалықтың тік қимасы бойынша беріктікке қажетті есептік параметрлер (АСІ 318-83 нормасына сәйкес).

Иілу моментінің нормативтік мәні

$$M_n = A_{s1} f_y \left(d - \frac{a}{2} \right) = 1980 \cdot 400 \cdot \left(550 - \frac{207}{2} \right) = 353,63 \cdot 10^6 \text{ Нмм}.$$

Осы моменттің есептік мәні

$$M_{u1} = \gamma_i M_n = 0,9 \cdot 353,63 = 318,27 \cdot 10^6 \text{ Нмм}.$$

Енді, сығылған A'_s және созылған A_{s2} арматуралардан тұратын (2,в сурет), ойша алынған қимамен қабылданатын иілу моментін анықтаймыз

$$M_{u2} = M_u - M_{u1} = 351,18 - 318,27 = 32,91 \text{кНм.}$$

Бойлық арматуралар саны төмендегі формуламен анықталады

$$A'_s = A_{s2} = \frac{M_{u2}}{\gamma_i f_y (d - d')} = \frac{32,91 \cdot 10^6}{0,9 \cdot 400 \cdot (550 - 40)} = 179,2 \text{мм}^2.$$

Сонымен, қорыта келгенде қиманы толық арматуралау үшін қажетті бойлық арматура ауданы:

- сығылған аумақта $A'_s = 179,2 \text{мм}^2$,
- созылған аумақта $A_s = A_{s1} + A_{s2} = 1980 + 179,2 = 2159,2 \text{мм}^2$ құрайды.

4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Иілетін элементтердің тік қимасы бойынша беріктік есебін өзіміздің елдің нормалары бойынша шығарған кезде, элемент қимасы жеке арматураланған жағдайда болды, яғни бетонның сығылған аумағына бойлық орналасқан жұмыстық арматураның қажеті болмады [6].

Осы мақалада қарастырылған Америка бетон зерттеу институтының бекіткен ережелері бойынша шығарылған есептен көріп отырғанымыздай, арқалық қимасы қос арматуралауды, яғни созылған аумағымен қатар сығылған аумағына да арматураны есеппен қоюды қажет етті. Бұл жағдай, өз кезегінде, арматура шығынының ұлғаятынын көрсетті [3, 5].

5 ҚОРЫТЫНДЫ

Осы мақала барысында қарастырылған бір ғана есептің қысқаша қорытындысында мынадай мәселеге назар аударған дұрыс деп ойлаймын. Ғимараттың құрылыс конструкцияларын беріктікке есептегенде тек материал шығынын үнемдеу ғана басты мақсат болып қалмай, қауіпсіздік пен сенімділік шаралары ережеге сай қатаң сақталуға тиісті.

Мысалы, отандық норма бойынша жобалау және есептеу конструкция құнының экономикалық жағынан тиімділігін көздейді, және қауіпсіздік коэффициенттерінің АҚШ нормаларымен салыстыра қарағандағы аз мәні, құрылыста қолданылатын материалдар сапасы мен құрылыс жұмыстарының орындалу сапасына жоғары талап қою арқылы теңестіріледі [7].

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кодекс-образец ЕКБ/ФИП для норм по железобетонным конструкциям. Том II. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1984.
2. Федоров В.С., Швидко Я.И., Левитский В.Е. Строительные конструкции: учебник. – М.: Издательство КНОРУС, 2020. – 396 с.
3. Perchat J. Reglements etrangers de beton arme. Etude comparative des Codes CEB – BSI – DIN – FCI. Paris, Evrolles, 1982.
4. Евстифеев В.Г. Железобетонные и каменные конструкции. В 2-х ч. Ч.1. Железобетонные конструкции: учебник для студентов. – М.: Издательский центр «Академия», 2011. – 432с.
5. Колмогоров, А.Г., Плевков В.С. Расчет железобетонных конструкций по российским и зарубежным нормам: Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2014. – 512 с.
6. Базаров Р.Б., Ажғалиева Б.А. Құрылыс конструкцияларын (ТБК және МК) жобалау және есептеу: Оқулық. – Алматы: ҚазБСҚА, 2016. – 125 б.
7. ҚР НТҚ 02-01-1. 1-2011 (ҚР ҚН EN 1992-1-1:2004/2011). Арматураны алдын-ала кернемей, ауыр бетоннан жасалған бетон және темірбетон конструкцияларды жобалау. – Астана, 2015. – 228 б.

3.2 СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА И ГЕОТЕХНИКА

ӘОЖ 539.3

ШЕКТІ ЭЛЕМЕНТТЕР ӘДІСІН МЕХАНИКАЛЫҚ КОНСТРУКЦИЯЛАРДЫ АНАЛИЗДЕУДЕ ҚОЛДАНУ

Абдола А.А.

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Аңдатпа. Шекті элементтер әдісі инженерлік механикада кеңінен қолданылатын құралдардың бірі болып табылады. Ол әртүрлі жүктемелер кезінде механикалық құрылымдардың әрекетін модельдеуге және талдауға мүмкіндік береді. Бұл мақалада біз шекті элементтер әдісінің негізгі принциптерін және оны механикалық жүйелерді талдауда қолдануды қарастырамыз. Мақаланың ең басты мақсаты шекті элементтер әдісін қолдануда ең оңтайлы әдісті зерттеу болып табылады. Шекті элементтер әдісін механикалық конструкцияларды анализдеудегі тиімді жақтарын қарастыратын боламыз.

Шекті элементтер әдісі (ШЭӘ) инженерлік және ғылыми зерттеулерде кеңінен қолданылатын қуатты сандық әдіс болып табылады. Бұл зерттеудің мақсаты – ШЭӘ негізгі принциптерін, оның модельдеу процесін, шекаралық шарттарды әзірлеуді, теңдеулерді шешуді және нәтижелерді интерпретациялауды түсіндіру. Сонымен қатар, ШЭӘ-нің әртүрлі салаларда, мысалы, құрылыс, авиация және автомобиль өнеркәсібінде қолданылуының практикалық мысалдарын көрсету.

Түйін сөздер: шекті элементтер әдісі, инженерлік механика, механикалық конструкциялар, анализдеу, талдау, жүктемелер әсері.

Аннотация. Метод конечных элементов является одним из широко применяемых инструментов в инженерной механике. Он позволяет моделировать и анализировать поведение механических конструкций при различных нагрузках. В этой статье мы рассмотрим основные принципы метода конечных элементов и его применение в анализе механических систем. Основной целью статьи является исследование наиболее оптимального подхода к применению метода конечных элементов. Мы рассмотрим преимущества метода конечных элементов в анализе механических конструкций.

Метод конечных элементов (МКЭ) — мощный численный метод, широко используемый в инженерных и научных исследованиях. Целью данного исследования является объяснение основных принципов СОЭ, процесса его моделирования, разработки граничных условий, решения уравнений и интерпретации результатов. Кроме того, показать практические примеры применения МКЭ в различных сферах, например, в строительстве, авиационной и автомобильной промышленности.

Ключевые слова: метод конечных элементов, инженерная механика, механические конструкции, анализ, обсуждение, влияние нагрузок.

Abstract. The finite element method is one of the widely used tools in engineering mechanics. It allows for the modeling and analysis of the behavior of mechanical structures under various loads. In this article, we will examine the basic principles of the finite element method and its application in the analysis of mechanical systems. The main goal of the article is to investigate the most optimal method for applying the finite element method. We will consider the advantages of using the finite element method in analyzing mechanical structures.

The finite element method (FEM) is a powerful numerical method widely used in engineering and scientific research. The purpose of this study is to explain the basic principles of FEM, its modeling process, development of boundary conditions, solution of equations and interpretation of results. In addition, show practical examples of the application of FEM in various fields, for example, in the construction, aviation and automotive industries.

Key words: finite element method, engineering mechanics, mechanical structures, analysis, discussion, influence of loads.

1 КІРІСПЕ

Шекті элементтер әдісі математикалық модельдеуде пайда болатын дифференциалдық және интегралдық теңдеулерді шешудің жалпы сандық әдісі болып табылады. Ең жиі шешілетін мәселелер қатты механика, жылу алмасу, гидродинамика және электродинамика салаларында.

Шекті элементтердің жіктелуін осы элементтердің көпмүшелік функцияларының ретіне сәйкес жүргізуге болады. Бұл жағдайда элементтердің келесі үш тобы қарастырылады:

- симплекс элементтері,
- күрделі элементтер,
- мультиплекс элементтері.

2 МАҚСАТЫ

Шекті элементтер әдісі (ШЭӘ) инженерлік және ғылыми зерттеулерде кеңінен қолданылатын қуатты сандық әдіс болып табылады. Бұл зерттеудің мақсаты – ШЭӘ негізгі принциптерін, оның модельдеу процесін, шекаралық шарттарды әзірлеуді, теңдеулерді шешуді және нәтижелерді интерпретациялауды түсіндіру. Сонымен қатар, ШЭӘ-нің әртүрлі салаларда, мысалы, құрылыс, авиация және автомобиль өнеркәсібінде қолданылуының практикалық мысалдарын көрсету.

3 ЗЕРТТЕУ СҰРАҚТАРЫ МЕН ГИПОТЕЗАЛАР

Шекті элементтер әдісінің қандай негізгі принциптері бар және олар инженерлік құрылымдардың талдауында қалай қолданылады?

Шекті элементтер әдісін қолданудағы негізгі қадамдар қандай және олар қалай орындалады?

Шекті элементтер әдісінің теңдеулерін шешу үшін қандай сандық әдістер қолданылады және олардың тиімділігі қандай?

Шекті элементтер әдісі арқылы алынған нәтижелерді қалай дұрыс интерпретациялауға болады?

Шекті элементтер әдісі әртүрлі салаларда қалай қолданылады және оның практикалық артықшылықтары қандай?

4 ӨЗЕКТІЛІГІН НЕГІЗДЕУ

Шекті элементтер әдісі қазіргі заманғы инженерлік талдауда және жобалауда маңызды рөл атқарады. Оның көмегімен күрделі құрылымдарды нақты және тиімді модельдеуге, талдауға және оңтайландыруға болады. Құрылыс, авиация және автомобиль өнеркәсібі сияқты салаларда ШЭӘ қолдану қауіпсіздік, сенімділік және шығындарды азайтуға көмектеседі. Сонымен қатар, есептеуіш техникасының дамуы және ШЭӘ бағдарламалық қамтамасыздандыруының жетілдірілуі бұл әдістің қолдану аясын кеңейтіп, оның маңыздығын арттырады.

5 ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ

Шекті элементтер әдісінің негіздері мен оның қолданылуы бойынша көптеген зерттеулер мен әдебиеттер бар. Мысалы, Bathe (2006) өзінің Finite Element Procedures кітабында ШЭӘ-нің негізгі принциптерін және олардың инженерлік қосымшаларын жан-жақты талқылайды. Zienkiewicz, Taylor, & Zhu (2005) еңбегінде ШЭӘ негіздері мен әдістері терең талданған, бұл зерттеушілерге және инженерлерге құнды ақпарат береді. Cook et al. (2002) және Reddy (2019) еңбектері ШЭӘ әдіснамаларын және олардың әртүрлі инженерлік мәселелерді шешудегі қолданылуын қарастырады.

ШЭӘ қолдану бойынша практикалық нұсқаулықтар мен мысалдар Logan (2016) және Hutton (2004) кітаптарында ұсынылған. Бұл еңбектерде ШЭӘ-нің әртүрлі инженерлік жүйелерге қалай қолданылатыны көрсетілген. Fish & Belytschko (2007) еңбегінде ШЭӘ әдістерінің алғашқы курсы беріліп, студенттер мен жаңа бастаған инженерлер үшін маңызды ақпарат ұсынылған.

6 ӘДІСТЕРІ

1. Шекті элементтер әдісінің негізгі принциптері:

- құрылымды шекті элементтерге бөлу түсінігін түсіндіру;
- теңдеулерді шешудің жуықтау және сандық интегралдау әдісін сипаттау;
- сызықтық және сызықтық емес теңдеулер жүйесін шешу әдістерін қарастыру.

2. Модельдеу процесі:

- механикалық құрылымның шекті элементтер моделін құру қадамдары;
- әртүрлі компоненттерді модельдеу үшін элементтердің түрлері мен материалдарын таңдау;
- құрылымның геометриясы негізінде шекті элементтер торын генерациялау процесін түсіндіру.

3. Шекаралық шарттарды әзірлеу:

- талдау үшін шектік шарттар мен жүктемелерді анықтау;
- шектеулер, күштер мен моменттерді қолдану сияқты шекаралық жағдайлардың әртүрлі түрлерін қарастыру;
- әртүрлі құрамдас бөліктер арасындағы байланыс жағдайларын анықтау процесін түсіндіру.

4. Теңдеулерді шешу:

- тікелей және итеративті шешу әдістерін қоса алғанда, шекті элементтер әдісінің теңдеулерін шешудің сандық әдістерін сипаттау;
- материалдардың сызықты еместігін және құрылымдық геометрияны есепке алу әдістерін қарастыру.

5. Нәтижелерді интерпретациялау:

- кернеулер, деформациялар және орын ауыстырулар сияқты алынған нәтижелерді қалай түсіндіруге болады;
- геометрияның немесе материалдың өзгеруі сияқты құрылымның мінез-құлқына әртүрлі факторлардың әсерін талдау.

6. Қолдану мысалдары:

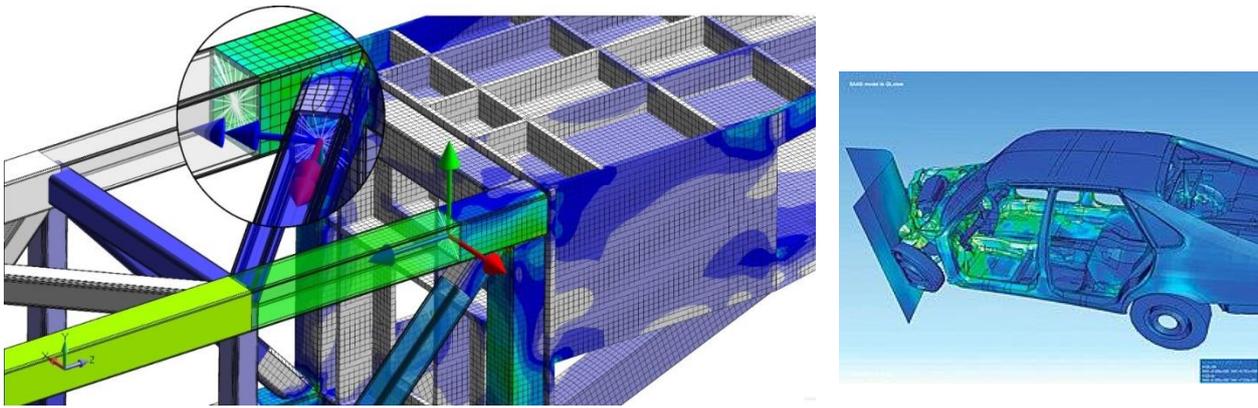
- арқалықтар, жақтаулар және қабықтар сияқты әртүрлі механикалық жүйелерді талдау үшін шекті элементтер әдісін пайдаланудың практикалық мысалдары;
- құрылыс, авиация және автомобиль өнеркәсібін қоса алғанда, әртүрлі салаларда шекті элементтер әдісін қолдану туралы айту.

Шекті элементтерді есептеу үшін қолданылатын программалар:

- Abaqus;
- Ansys;
- Nastran;
- Siemens NX;
- SolidWorks Simulation;
- LS Dyna.

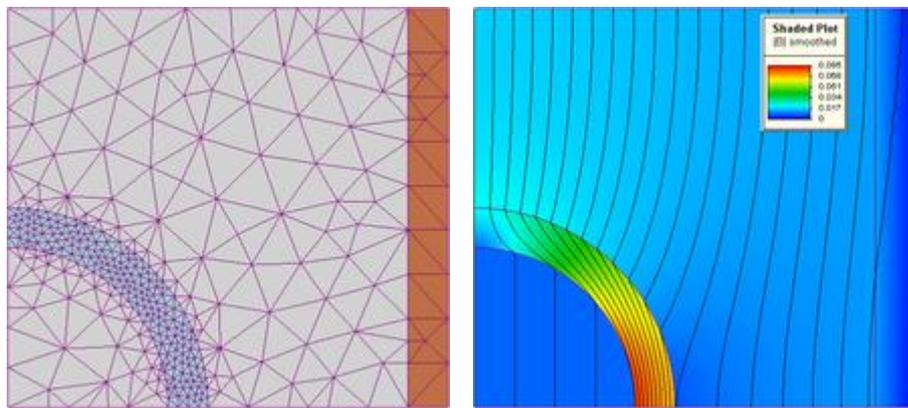
7 НӘТИЖЕЛЕРІ

Әртүрлі соққы кезінде машинаның деформациясының визуализациясы, шекті элементтер әдісімен есептеу нәтижелері бойынша орындалған (**1-сурет**).



1-сурет – Машина деформациясының визуализациясы.

Құрылымды шекті элементтерге бөлу. Элементтердің өлшемдерін: қызығушылық аймағына жақын жерде кішірейтіп, процессор уақытының шығындарын азайту үшін алыс жерлерде үлкейту арқылы өзгертуге болады.



2-сурет – Құрылымды шекті элементтерге бөлу.

Шекті элементтер әдісі механикалық құрылымдарды талдаудың қуатты құралы болып табылады. Ол инженерлерге егжей-тегжейлі модельдеу жүргізуге және әртүрлі жүктеме жағдайларында жүйенің әрекетін болжауға мүмкіндік береді. Шекті элементтер әдісінің негізгі принциптерін түсіну және оны тәжірибеде қолдану дәлірек инженерлік шешімдер қабылдауға және құрылымдардың қауіпсіздігі мен тиімділігін арттыруға көмектеседі.

8 ТАЛҚЫЛАУ

Нәтижелерді интерпретациялау және олардың маңыздылығы

Шекті элементтер әдісінің негізгі принциптері

Құрылымды шекті элементтерге бөлу: құрылымды кішігірім, шекті элементтерге бөлу арқылы күрделі жүйелерді жақсы түсініп, талдауға болады. Бұл әдіс әр элементтің ішіндегі кернеулерді, деформацияларды және орын ауыстыруларды егжей-тегжейлі талдауға мүмкіндік береді, жалпы құрылымның мінез-құлқын дәлірек болжауға әкеледі.

Тендеулерді шешудің жуықтау және сандық интегралдау әдістері: Галеркин әдісі сияқты жуықтау әдістері және Гаусс квадратурасы сияқты сандық интегралдау әдістері шекті элементтер әдісінің тендеулерін шешуде маңызды рөл атқарады. Бұл әдістер шешімдердің дәлдігі мен есептеу тиімділігін қамтамасыз етеді, бұл практикалық инженерлік қосымшалар үшін өте маңызды.

Сызықтық және сызықтық емес тендеулерді шешу әдістері: сызықтық жүйелерді шешу әдістері, мысалы, тікелей әдіс (Гаусс жоюы) және итеративті әдістер (конъюгат градиент

әдісі) қарапайым мәселелер үшін сенімді шешімдер ұсынады. Күрделірек, сызықтық емес жүйелер үшін Ньютон-Рафсон итерациясы сияқты әдістер қажет. Бұл әдістерді түсіну инженерлерге әртүрлі құрылымдық мәселелерді шешуге мүмкіндік береді.

Модельдеу процесі

Механикалық құрылымның шекті элементтер моделін құру қадамдары: процесс геометрияны анықтаудан, материалдарды таңдаудан, торды генерациялаудан, шекаралық шарттарды қолданудан және теңдеулер жүйесін шешуден тұрады. Әр қадам модельдің физикалық құрылымды дәл көрсетуін қамтамасыз ету үшін маңызды.

Элементтердің түрлері мен материалдарын таңдау: әртүрлі компоненттерді модельдеу үшін дұрыс элемент түрін (мысалы, арқалық, қабық, қатты) және материал қасиеттерін (мысалы, серпімділік, пластикалық) таңдау модельдің дәлдігі үшін өте маңызды. Дұрыс емес таңдау талдауда елеулі қателерге әкелуі мүмкін.

Шекті элементтер торын генерациялау процесі: тордың сапасы мен тығыздығы нәтижелердің дәлдігіне айтарлықтай әсер етеді. Неғұрлым ұсақ тор көбірек мәліметтерді түсіре алады, бірақ есептеу ресурстарын көп талап етеді. Дәлдік пен есептеу құнының арасындағы теңгерімді табу шекті элементтер әдісінде маңызды.

Шекаралық шарттарды әзірлеу

Шектік шарттар мен жүктемелерді анықтау: талдау үшін шектік шарттар мен жүктемелерді (бекітілген, домалау немесе бос) дұрыс анықтау маңызды. Дұрыс емес шектік шарттар шындыққа жанаспайтын нәтижелерге әкелуі мүмкін.

Шекаралық жағдайлардың әртүрлі түрлері: әртүрлі шектеулердің түрлерін түсіну, мысалы, бекітілген тіректер, топсалар және жылжымалар, әртүрлі жүктемелер жағдайында құрылымның физикалық мінез-құлқын дәл моделдеуге көмектеседі.

Құрамдас бөліктер арасындағы байланыс жағдайларын анықтау: компоненттер арасындағы өзара әрекеттесу жағдайларын дұрыс анықтау (мысалы, байланыс, дәнекерленген косылыстар) модельдің физикалық құрылымды дәл көрсетуін қамтамасыз етеді.

Теңдеулерді шешу

Сандық әдістерді сипаттау: Гаусс жоюы сияқты тікелей әдістер үлкен жүйелер үшін есептеу тұрғысынан қымбат. Конъюгат градиент сияқты итеративті әдістер үлкен, сирек жүйелер үшін тиімдірек. Дұрыс әдісті таңдау тиімді мәселе шешу үшін маңызды.

Материалдың сызықты еместігі және құрылымдық геометрия: материалдың сызықты еместігі (мысалы, пластикалық деформация) және күрделі геометриялар (мысалы, үлкен деформациялар) әдістерін есепке алу нақты құрылымдардың симуляциясы үшін маңызды.

Нәтижелерді интерпретациялау

Кернеулерді, деформацияларды және орын ауыстыруларды интерпретациялау: шығыс деректерін (мысалы, кернеулердің таралуы, орын ауыстыру өрістері) қалай оқу және интерпретациялау керектігін түсіну құрылымның өнімділігі мен қауіпсіздігін бағалау үшін маңызды.

Геометрия немесе материалдың өзгеруі сияқты факторлардың әсерін талдау: геометрия немесе материал қасиеттеріндегі өзгерістердің құрылымның мінез-құлқына қалай әсер ететінін талдау конструкцияны оңтайландыруға және өнімділікті жақсартуға көмектеседі.

Қолдану мысалдары

Практикалық мысалдар: шекті элементтер әдісін арқалықтар, жақтаулар және қабықтар сияқты әртүрлі механикалық жүйелерді талдау үшін қолдану нақты мәселелерді шешудегі шекті элементтер әдісінің әмбебаптығы мен тиімділігін көрсетеді.

Әртүрлі салаларда қолдану: шекті элементтер әдісі құрылыс (мысалы, ғимарат жобалауы), авиация (мысалы, ұшақ құрылымдары) және автомобиль (мысалы, апат талдауы) салаларында кеңінен қолданылады. Әрбір сала шекті элементтер әдісімен берілетін егжей-тегжейлі талдаудан пайда көреді, бұл қауіпсіз және тиімді конструкцияларға әкеледі.

Шекті элементтерді есептеу үшін қолданылатын программалар

Программалық құралдар: Abaqus, Ansys, Nastran, Siemens NX, SolidWorks Simulation және LS Dyna шекті элементтер әдісінің танымал программалық құралдары болып табылады. Әрбіреуі өз күшті жақтары мен қолдану салаларына ие, бұл инженерлерге өз қажеттіліктеріне ең жақсы құралды таңдауға мүмкіндік береді.

Алдыңғы зерттеулермен салыстыру

Қазіргі түсінік пен шекті элементтер әдісін қолдану ондаған жылдар бойғы зерттеулер мен дамуға негізделген. Ертеректегі зерттеулер бүгінгі күні қолданылатын әдістер мен техникаға негіз қалады, дәлдікті, тиімділікті және қолданылу мүмкіндігін жақсартуға бағытталған. Қазіргі нәтижелерді алдыңғы зерттеулермен салыстыру есептеу қуатында, алгоритмдердің тиімділігінде және материалдарды модельдеуде жетістіктерді көрсетеді.

Зерттеудің шектеулері

Өзінің күшті жақтарына қарамастан, шекті элементтер әдісінің шектеулері бар, мысалы, тор сапасына және материал модельдерінің дәлдігіне тәуелділік. Өте үлкен немесе егжей-тегжейлі модельдер үшін есептеу құны да шектеу болуы мүмкін.

Болашақ зерттеулерге бағыттар

Болашақ зерттеулер тиімдірек алгоритмдерді әзірлеуге, материал модельдерін жақсартуға (әсіресе күрделі, сызықтық емес материалдар үшін) және шекті элементтер әдісін басқа есептеу әдістерімен (мысалы, болжау модельдері үшін машиналық оқыту) интеграциялауды жетілдіруге бағытталуы мүмкін. Сонымен қатар, аппараттық мүмкіндіктерді жақсарту күрделірек және үлкен ауқымды симуляцияларға мүмкіндік береді.

9 ҚОРЫТЫНДЫ

Қорытындылай келе, шекті элементтер әдісі құрылымдық талдау үшін қуатты құрал болып табылады және әртүрлі салаларда кеңінен қолданылады. Үздіксіз жетілдірулер мен зерттеулер оның мүмкіндіктерін арттырып, күрделі инженерлік мәселелерді шешуде оның пайдалы болуын кеңейтеді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Bathe, K.J. (2006). *Finite Element Procedures*. Prentice Hall.
2. Zienkiewicz, O.C., Taylor, R.L., & Zhu, J.Z. (2005). *The Finite Element Method: Its Basis and Fundamentals* (6th ed.). Butterworth-Heinemann.
3. Cook, R.D., Malkus, D.S., Plesha, M. E., & Witt, R. J. (2002). *Concepts and Applications of Finite Element Analysis* (4th ed.). John Wiley & Sons.
4. Reddy, J.N. (2019). *An Introduction to the Finite Element Method* (4th ed.). McGraw-Hill Education.
5. Hughes, T.J.R. (2000). *The Finite Element Method: Linear Static and Dynamic Finite Element Analysis*. Dover Publications.
6. Logan, D.L. (2016). *A First Course in the Finite Element Method* (6th ed.). Cengage Learning.
7. Kwon, Y.W., & Bang, H. (2018). *The Finite Element Method Using MATLAB* (3rd ed.). CRC Press.
8. Chandrupatla, T.R., & Belegundu, A.D. (2011). *Introduction to Finite Elements in Engineering* (4th ed.). Prentice Hall.
9. Smith, I.M., & Griffiths, D.V. (2004). *Programming the Finite Element Method* (4th ed.). John Wiley & Sons.
10. Hutton, D.V. (2004). *Fundamentals of Finite Element Analysis*. McGraw-Hill.
11. Fish, J., & Belytschko, T. (2007). *A First Course in Finite Elements*. John Wiley & Sons.
12. Abaqus Documentation. (2021). Dassault Systèmes. Retrieved from <https://www.3ds.com/products-services/simulia/products/abaqus/>
13. ANSYS Documentation. (2021). ANSYS, Inc. Retrieved from <https://www.ansys.com/products/structures/ansys-mechanical>

14. NASTRAN Documentation. (2021). Siemens Digital Industries Software. Retrieved from <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/simcenter/>
15. SolidWorks Simulation Documentation. (2021). Dassault Systèmes. Retrieved from <https://www.solidworks.com/product/solidworks-simulation>
16. LS-DYNA Documentation. (2021). LSTC. Retrieved from <https://www.lstc.com/products/ls-dyna>
17. NX Nastran Documentation. (2021). Siemens Digital Industries Software. Retrieved from <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/products/simcenter/>

УДК 691(075.8)

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Абдурашитов М.М.¹, Тебердиев Р.А.²

^{1,2} АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Казахстан

Аннотация. Производство строительных материалов, изделий и конструкций является одной из важнейших отраслей промышленности. Оно играет ключевую роль в развитии экономики и улучшении качества жизни населения. В данной статье рассматриваются основные виды строительных материалов, их производственные технологии, а также инновации и современные тенденции в этой области. Исследованы такие материалы, как бетон, железобетонные конструкции, керамический и силикатный кирпич, древесина, металл и стекло. Описаны производственные процессы каждого материала, их основные этапы и необходимые технологии. Кроме того, обсуждаются инновационные решения, направленные на повышение качества, прочности и экологической устойчивости строительных материалов. Рассматриваются наноматериалы, добавки для бетона, новые методы обработки древесины и инновационные сплавы металлов. Изменения и внедрение новых технологий в этой отрасли позволяют создавать более качественные и долговечные строительные материалы, что способствует улучшению условий жизни и развитию экономики.

Ключевые слова: материал, изделия, инновации, конструкция.

Андатпа. Құрылыс материалдарын, бұйымдары мен конструкцияларын өндіру өнеркәсіптің маңызды салаларының бірі болып табылады. Бұл сала экономиканың дамуына және халықтың өмір сүру сапасын жақсартуға маңызды үлес қосады. Мақалада құрылыс материалдарының негізгі түрлері, олардың өндіріс технологиялары, сондай-ақ осы саладағы инновациялар мен заманауи үрдістер қарастырылады. Бетон, темірбетонды конструкциялар, керамикалық және силикаттық кірпіштер, ағаш, металл және шыны сияқты материалдар зерттелген. Әр материалдың өндіріс процесі, оның негізгі қадамдары және қажетті технологиялар сипатталған. Сонымен қатар, мақалада құрылыс материалдарының сапасын, беріктігін және экологиялық тұрақтылығын арттыруға бағытталған инновациялық шешімдер де талқыланады. Наноматериалдар, бетонға арналған қоспалар, ағашты өңдеудің жаңа әдістері және металдардың инновациялық қорытпалары туралы мәліметтер берілген. Бұл салада болып жатқан өзгерістер мен жаңа технологиялардың енгізілуі жоғары сапалы және ұзақ мерзімді құрылыс материалдарын жасауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде өмір сүру жағдайларын жақсартуға және экономиканы дамытуға ықпал етеді.

Түйін сөздер: материал, бұйымдар, инновациялар, құрылыс.

Abstract. The production of building materials, products, and structures is one of the most important sectors of industry. It plays a key role in the development of the economy and

the improvement of the quality of life of the population. This article discusses the main types of building materials, their production technologies, as well as innovations and modern trends in this field. Materials such as concrete, reinforced concrete structures, ceramic and silicate bricks, wood, metal, and glass are examined. The production processes of each material, their main stages, and the necessary technologies are described. Additionally, the article discusses innovative solutions aimed at improving the quality, strength, and environmental sustainability of building materials. Information on nanomaterials, concrete additives, new methods of wood processing, and innovative metal alloys is provided. The changes and implementation of new technologies in this industry allow for the creation of higher quality and more durable building materials, which, in turn, contributes to improving living conditions and economic development.

Key words: material, products, innovation, design.

***Автор-корреспондент: Абдурашитов М.М., Тебердиев Р.А.
Научный руководитель: Ахметова П.Т.**

1 ВВЕДЕНИЕ

Производство строительных материалов, изделий и конструкций является одним из важнейших секторов промышленности. Оно играет ключевую роль в развитии экономики и улучшении качества жизни населения. В этом докладе будут рассмотрены основные виды строительных материалов, технологии их производства, а также инновации и современные тенденции в этой области [1].

2 МЕТОДЫ

Производство строительных материалов требует применения разнообразных методов и технологий, каждая из которых имеет свои особенности в зависимости от типа материала [2].

1. Производство бетона:

- подготовка сырьевых материалов: цемент, песок, щебень, вода;
- смешивание компонентов в определенных пропорциях;
- транспортировка бетонной смеси к месту укладки;
- укладка бетонной смеси в формы или на строительную площадку;
- уплотнение бетона вибрацией для удаления воздушных пузырей;
- отверждение бетона, которое может длиться от нескольких дней до нескольких недель

в зависимости от условий.



Рисунок 1 – Промышленность строительных материалов

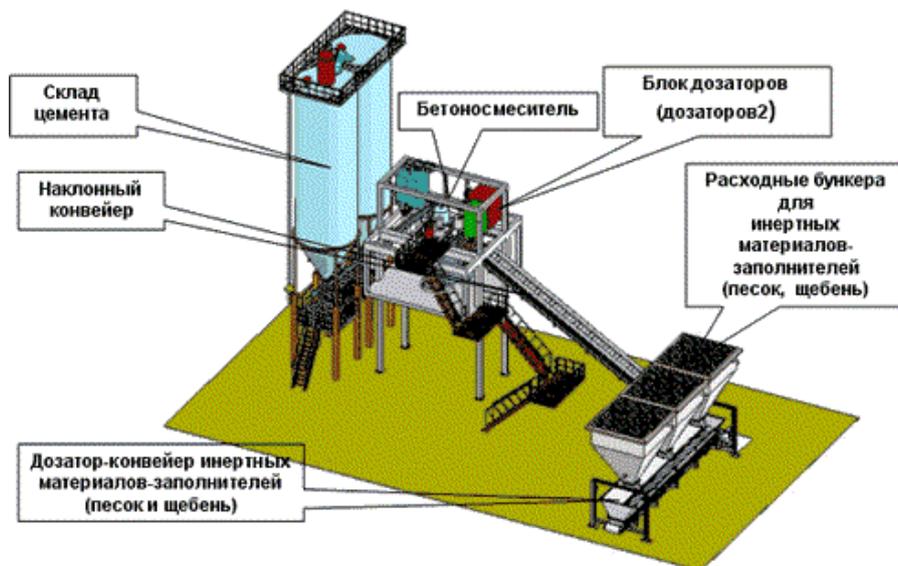


Рисунок 2 – Станок для производства бетона

2. Производство кирпича:

- керамический кирпич: добыча и подготовка глины, формовка кирпичей, сушка и обжиг в печах при высокой температуре;
- силикатный кирпич: смешивание песка и извести, формовка кирпичей, автоклавная обработка под высоким давлением и температурой.

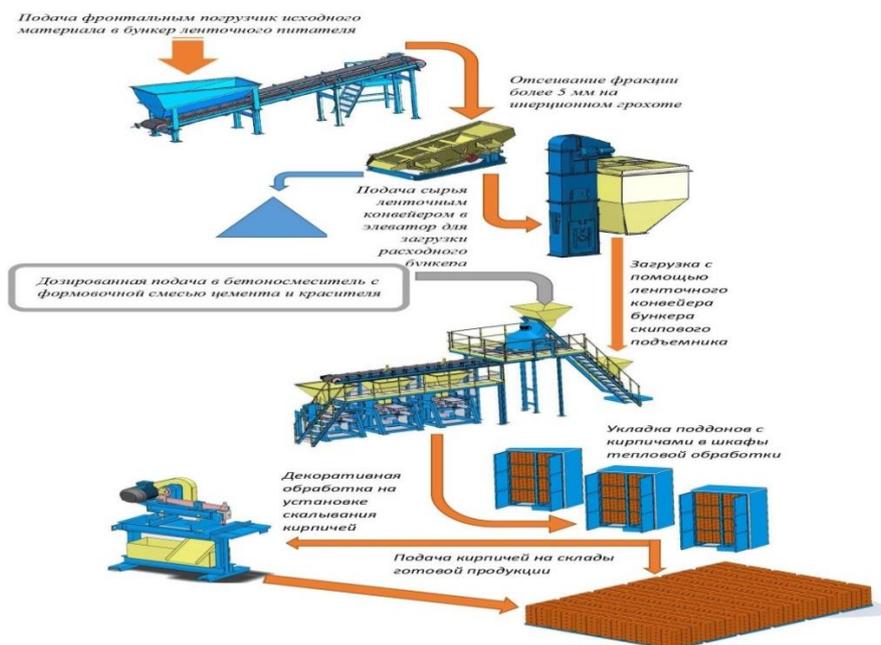


Рисунок 3 – Производство кирпича

3. Производство железобетонных изделий:

- подготовка и установка арматуры в форму;
- заливка бетонной смеси в форму;
- уплотнение бетонной смеси;
- отверждение бетона в форме до достижения необходимой прочности;
- извлечение готового изделия из формы.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ

Производство строительных материалов позволяет получать качественные и долговечные материалы, необходимые для строительства [3-5].

1. Бетон и железобетонные изделия:

- бетон – основной материал для возведения зданий и сооружений, представляющий собой смесь цемента, песка, щебня и воды;

- железобетонные конструкции – бетон, усиленный стальной арматурой, что значительно повышает его прочность на растяжение.

2. Кирпич:

- керамический кирпич изготавливается из глины путем обжига;

- силикатный кирпич производится из смеси песка и извести.

3. Дерево:

- используется в строительстве как конструкционный и отделочный материал благодаря своей прочности, легкости в обработке и экологичности.

4. Металлы:

- сталь и алюминий применяются в строительстве благодаря своей прочности и долговечности.

5. Стекло:

- используется для создания оконных и фасадных конструкций благодаря высокой степени прозрачности и эстетической привлекательности.

4 ОБСУЖДЕНИЕ

Современные технологии позволяют значительно улучшить свойства строительных материалов, повысить их прочность, долговечность и экологичность. Некоторые из инновационных решений включают:

1. Наноматериалы: добавление наночастиц в строительные материалы для улучшения их свойств.

2. Добавки для бетона: использование химических добавок для ускорения отверждения, повышения прочности и долговечности бетона.

3. Новые методы обработки древесины: термообработка, пропитка антисептиками и другими химическими составами для увеличения долговечности древесины.

4. Инновационные сплавы металлов: разработка новых сплавов с улучшенными характеристиками прочности и устойчивости к коррозии.

5 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Производство строительных материалов, изделий и конструкций является динамично развивающейся отраслью, в которой постоянно происходят изменения и внедряются новые технологии. Понимание процессов производства и инноваций в этой сфере позволяет создавать более качественные и долговечные строительные материалы, что в свою очередь способствует улучшению строительства транспортных сооружений и их дальнейшей безопасной эксплуатации [6-8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малышев В.П. Технологии производства строительных материалов. – М.: Стройиздат, 2018.
2. Иванов А.Н., Петров И.С. Инновации в строительных технологиях // Журнал строительных наук. – 2020. – №45(2). – С. 123-134.
3. Смирнов Ю.К. Современные материалы и технологии в строительстве. – СПб.: Издательство Политехнического университета, 2017.
4. Белов М.А. Нанотехнологии в строительстве // Материалы строительной науки. – 2019. – №34(3). – С. 87-99.

5. Петрова Л.В. Экологически чистые строительные материалы // Экологический вестник. – 2016. – №22(1). – С. 45-58.
6. Бондарь И.С., Салман Д.С. Аль-Дулайми, Мәлік А.А., Алдекеева Д.Т., Кыстаубаев С.К. Определение параметров трещиностойкости бетонов при статическом нагружении // Вестник КазАТК. – 2024. – №3. – С. 45-52.
7. Бондарь И.С., Квашнин М.Я., Шекейбаева М. М. Армирование бетонных конструкций неметаллической арматурой // Вестник КазНИТУ. – 2020. – №2(138). – С. 201-206.
8. Бондарь И.С., Салман Д.С. Аль-Дулайми, Куатбаева Т.К., Алдекеева Д.Т. Reinforcement of reinforced concrete structures with composite materials / Вестник КазАТК. – Алматы, 2021. – №1 (116). – С. 17-24. <https://doi.org/10.52167/1609-1817-2020-116-1-17-24>.

УДК 69.69.07

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОГО ОТКЛИКА ЭКСЦЕНТРИЧНО ЗАКРЕПЛЕННЫХ РАМ С ВЕРТИКАЛЬНЫМИ ПОПЕРЕЧНЫМИ СВЯЗЯМИ

Абильхан А.А.

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В данной работе осуществляется анализ сейсмического отклика эксцентрично закрепленной рамы с применением передовых расчетных программ. В процессе работы проводится расчет сил, возникающих в элементах конструкции при действии сейсмических сил. Это позволяет оценить интенсивность нагрузок и их распределение в структуре.

Конструктивные системы, такие как эксцентрично закрепленные рамы (EBF) с вертикальными поперечными связями, являются важными компонентами в этой работе. Эти системы предназначены для поглощения и рассеивания сейсмической энергии, что снижает воздействие землетрясений на здания и сооружения. Улучшая наше понимание того, как эти системы ведут себя в условиях сейсмической нагрузки, и совершенствуя их проектирование и конструкцию, мы можем значительно снизить ущерб, причиняемый землетрясениями, спасая жизни и сводя к минимуму материальные потери.

Исследования в этой области не только помогают в достижении непосредственной цели защиты населения от разрушительных последствий землетрясений, но и способствуют более широким усилиям по повышению глобальной устойчивости к сейсмическим опасностям. Распространяя знания, внедряя передовой опыт и разрабатывая инновационные технологии и методы строительства, мы можем создать более безопасные условия для людей, живущих в сейсмоопасных районах по всему миру.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что параметры, эксцентрично закрепленные рамы (EBF) с вертикальными поперечными связями существенно влияют на поведение каркасов в условиях сейсмических нагрузок.

Полученные результаты являются анализ сейсмической чувствительности рам с эксцентричным креплением с использованием передовых вычислительных методов. Она включает в себя обзор существующих методов оценки надежности, изучение поведения вертикальных связей внутри рам и определение вероятностных характеристик расчетных моделей для обеспечения требуемого уровня безопасности. Используя передовые расчетные программы, мы стремимся понять динамическое поведение этих каркасов в условиях сейсмических нагрузок и оценить устойчивость их конструкции. В конечном счете цель исследования – внести вклад в разработку надежных рекомендаций по проектированию и оценке сейсмостойких конструкций.

Ключевые слова: эксцентрично закрепленные рамы (EBF), вертикальные поперечные связи, рассеивания сейсмической энергии, сейсмические нагрузки, устойчивость конструкции.

Андатпа. Бұл жұмыста алдыңғы қатарлы есептеу бағдарламаларын талданады қолдана отырып, эксцентрлік бекітілген жақтаудың сейсмикалық реакциясы. Жұмыс барысында сейсмикалық күштердің әсерінен құрылымдық элементтерде пайда болатын күштерді есептеу жүргізіледі. Бұл жүктемелердің қарқындылығын және олардың құрылымдағы таралуын бағалауға мүмкіндік береді.

Тік көлденең байланыстары бар эксцентрлік бекітілген жақтаулар (EBF) сияқты құрылымдық жүйелер бұл жұмыста маңызды компоненттер болып табылады. Бұл жүйелер сейсмикалық энергияны сіңіруге және таратуға арналған, бұл жер сілкінісінің ғимараттар мен құрылыстарға әсерін азайтады. Бұл жүйелердің сейсмикалық жүктеме жағдайында өзін қалай ұстайтыны туралы түсінігімізді жақсарту және олардың дизайны мен дизайнын жақсарту арқылы біз жер сілкінісінен болатын зиянды айтарлықтай азайтып, өмірді сақтап, материалдық шығындарды азайта аламыз.

Бұл саладағы зерттеулер халықты жер сілкінісінің жойқын әсерінен қорғаудың тікелей мақсатына жетуге көмектесіп қана қоймайды, сонымен қатар сейсмикалық қауіптерге жаһандық төзімділікті арттыру бойынша кеңірек күш-жігерге ықпал етеді. Білімді тарату, озық тәжірибені енгізу және инновациялық технологиялар мен құрылыс әдістерін әзірлеу арқылы біз бүкіл әлем бойынша сейсмикалық қауіпті аймақтарда тұратын адамдар үшін қауіпсіз жағдай жасай аламыз.

Жүргізілген эксперименттер нәтижесінде тік көлденең байланыстары бар эксцентрлік бекітілген жақтаулар (EBF) параметрлері сейсмикалық жүктеме жағдайында жақтаулардың әрекетіне айтарлықтай әсер ететіні анықталды.

Алынған нәтижелер болып табылады сейсмикалық сезімталдықты талдау алдыңғы қатарлы есептеу әдістерін қолдана отырып, эксцентрикалық бекітілген рамалар. Ол сенімділікті бағалаудың қолданыстағы әдістеріне шолу жасауды, рамалардағы тік байланыстардың әрекетін зерттеуді және қажетті қауіпсіздік деңгейін қамтамасыз ету үшін есептеу модельдерінің ықтималдық сипаттамаларын анықтауды қамтиды. Жетілдірілген есептеу бағдарламаларын қолдана отырып, біз сейсмикалық жүктемелер жағдайында осы жақтаулардың динамикалық мінез-құлқын түсінуге және олардың құрылымының тұрақтылығын бағалауға тырысамыз. Сайып келгенде, Зерттеудің мақсаты – жер сілкінісіне төзімді құрылымдарды жобалау және бағалау бойынша сенімді ұсыныстарды әзірлеуге үлес қосу.

Түйін сөздер: эксцентрлік бекітілген рамалар (ЭҚБ), тік көлденең тірек, сейсмикалық энергияның шығыны, сейсмикалық жүктемелер, құрылымдық тұрақтылық.

Abstract. In this work, the seismic response of an eccentrically fixed frame is analyzed using advanced calculation programs. In the process of work, the forces arising in the structural elements under the action of seismic forces are calculated. This allows us to assess the intensity of loads and their distribution in the structure.

Structural systems such as eccentrically fixed frames (EBF) with vertical cross-links are important components in this work. These systems are designed to absorb and dissipate seismic energy, which reduces the impact of earthquakes on buildings and structures. By improving our understanding of how these systems behave under seismic stress and improving their design and construction, we can significantly reduce the damage caused by earthquakes, saving lives and minimizing material losses.

Research in this area not only helps to achieve the immediate goal of protecting the population from the devastating effects of earthquakes, but also contributes to broader efforts to increase global resilience to seismic hazards. By spreading knowledge, implementing best practices and developing innovative technologies and construction methods, we can create safer conditions for people living in earthquake-prone areas around the world.

As a result of the experiments, it was found that the parameters of eccentrically fixed frames (EBF) with vertical cross-links significantly affect the behavior of frames under seismic loads.

The results obtained are an analysis of the seismic sensitivity of frames with eccentric mounting using advanced computational methods. It includes a review of existing reliability assessment methods, a study of the behavior of vertical connections within frames, and the determination of probabilistic characteristics of computational models to ensure the required level of

safety. Using advanced calculation programs, we strive to understand the dynamic behavior of these frameworks under seismic loads and assess the stability of their design. Ultimately, the purpose of the study is to contribute to the development of reliable recommendations for the design and evaluation of earthquake-resistant structures.

Key words: *eccentrically braced frames (EBF), vertical cross bracing, seismic energy dissipation, seismic loads, structural stability.*

***Автор-корреспондент: Абилян А.А.
Научный руководитель: Полякова И.М.**

1 ВВЕДЕНИЕ

Для обеспечения сейсмостойкости зданий и сооружений, особенно в регионах, подверженных землетрясениям, важно учитывать возможность возникновения сейсмических событий. С увеличением частоты землетрясений необходимость в понимании и улучшении сейсмических характеристик зданий становится всё более актуальной.

Структурные системы, такие как эксцентрично связанные рамы (EBFs) с вертикальными сдвиговыми связями, являются ключевыми компонентами в этом процессе. Эти системы разработаны для поглощения и рассеивания сейсмической энергии, тем самым уменьшая воздействие землетрясений на здания и сооружения. Улучшая наше понимание поведения этих систем при сейсмических нагрузках и совершенствуя их проектирование и строительство, мы можем значительно уменьшить ущерб от землетрясений, спасая жизни и минимизируя материальные потери.

Исследования в этой области не только помогают в достижении немедленной цели защиты сообществ от разрушительных последствий землетрясений, но и способствуют более широким усилиям по повышению глобальной устойчивости к сейсмическим угрозам. Распространяя знания, внедряя лучшие практики и разрабатывая инновационные технологии и методы строительства, мы можем создать более безопасные условия для людей, живущих в сейсмоопасных районах по всему миру.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

На основании проведенного обзора литературы можно сделать следующие выводы:

- Различные подходы к изучению сейсмостойкости и поведения эксцентрично-диагональных рам с вертикальными соединениями позволяют нам получить полное представление об их работе при сейсмических нагрузках.
- Экспериментальные исследования предоставляют ценные данные о фактическом поведении сооружений в условиях землетрясения, позволяя вам проверять теоретические модели и разрабатывать более эффективные строительные решения.
- Численное моделирование позволяет проводить более детальный анализ различных параметров и условий, помогая определить оптимальные конструктивные решения для повышения сейсмостойкости эксцентрично-диагональных каркасов.
- Анализ реальных случаев позволяет оценить фактические результаты использования конструкций в различных условиях, а также сравнить их с результатами теоретических и экспериментальных исследований.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для сравнения рам будут испытаны в разных сейсмических баллах — 9, 8, 7.

Основные показатели здания:

1. Указанная сейсмичность строительной площадки составляет 9 баллов без усложняющих факторов.
 - Тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам — II (второй).
 - Значение расчетного горизонтального ускорения сейсмических волн a_g для грунтов типа II составляет 0,535g.

2. Указанная сейсмичность строительной площадки составляет 8 баллов без усложняющих факторов.

- Тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам — II (второй).

- Значение расчетного горизонтального ускорения сейсмических волн a_g для грунтов типа II составляет 0,239g.

3. Указанная сейсмичность строительной площадки составляет 7 баллов без усложняющих факторов.

- Тип грунтовых условий по сейсмическим свойствам — II (второй).

- Значение расчетного горизонтального ускорения сейсмических волн a_g для грунтов типа II составляет 0,117g.

Проанализировали эксцентрично связную раму с вертикальной сдвиговой связью высотой 3 м и длиной 6, 9 и 12 м, а также следующую версию с высотой 6 м и длиной 6, 9 и 12 м. Допустимые сечения можно увидеть в табл. 3.1. Все несущие металлические элементы рамы выполнены из стали класса С245 с начальным модулем упругости $E = 210$ ГПа.

Для дальнейшего сравнения, результатов диаграмм и для полного обзора конструкции, заполнена таблица. Мы также видим в анализе, что сечение, которое взято для первоначального расчета, не проходит по первому предельному состоянию, а именно, в общей устойчивости и прогибе, и контуры длиной 12 м не проходят по первому и второму предельным состояниям.

Таблица 3.1 – Результаты работ в сейсмоопасном районе в 9 баллов

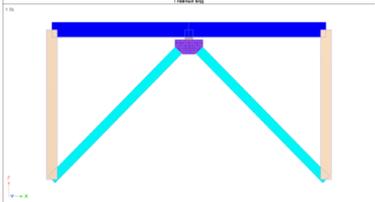
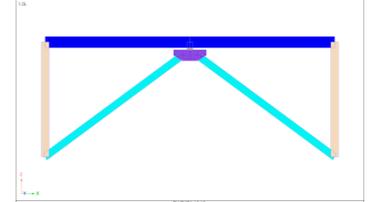
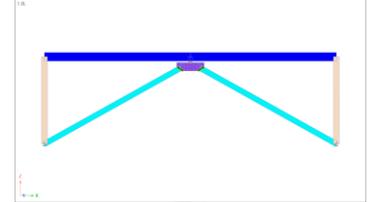
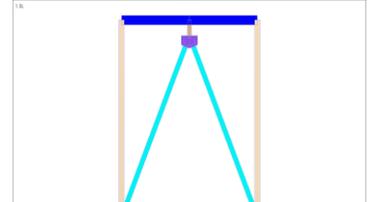
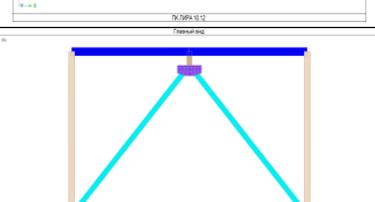
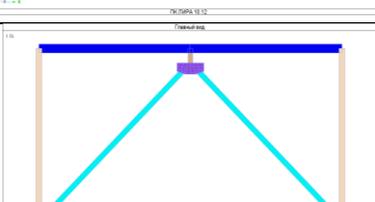
Номер	Схема	Нагрузки	Размер (L*H)	N	Qz	My
1		DL	6x3	0,195	0,059	0,027
		x		0,28	0,4068	0,09
		z		0,67	0,03	0,073
2		DL	9x3	0,33	0,088	0,064
		x		0,44	0,737	0,14
		z		0,99	0,078	0,157
3		DL	12x3	0,516	0,114	0,117
		x		0,584	1,04	0,208
		z		1,59	0,156	0,117
4		DL	6x6	0,23	0,062	0,031
		x		0,57	0,52	0,25
		z		0,67	0,055	0,125

5		DL	9x6	0,307	0,095	0,075
		x		0,501	0,63	0,311
		z		0,933	0,08	0,25
6		DL	12x6	0,409	0,125	0,136
		x		0,305	0,433	0,434
		z		1,15	0,09	0,407

Таблица 3.2 – Результаты работ в сеймоопасном районе в 8 баллов

Но-мер	Схема	Нагрузки	Размер (L*H)	N	Qz	My
1		DL	6x3	0,194	0,06	0,027
		x		0,127	0,183	0,04
		z		0,267	0,011	0,029
2		DL	9x3	0,335	0,088	0,065
		x		0,194	0,32	0,065
		z		0,39	0,031	0,062
3		DL	12x3	0,516	0,117	0,119
		x		0,257	0,46	0,091
		z		0,6314	0,062	0,12
4		DL	6x6	0,23	0,0627	0,0317
		x		0,257	0,23	0,115
		z		0,26	0,021	0,049
5		DL	9x6	0,307	0,0945	0,075
		x		0,225	0,283	0,14
		z		0,375	0,031	0,042
6		DL	12x6	0,409	0,125	0,1361
		x		0,135	0,198	0,179
		z		0,458	0,039	0,166

Таблица 3.3 – Результаты работ в сейсмоопасном районе в 7 баллов

Номер	Схема	Нагрузки	Размер (L*H)	N	Qz	My
1		DL	6x3	0,194	0,059	0,027
		x		0,063	0,0906	0,0187
		z		0,1145	0,005	0,012
2		DL	9x3	0,335	0,088	0,064
		x		0,093	0,1565	0,031
		z		0,168	0,1336	0,026
3		DL	12x3	0,516	0,117	0,114
		x		0,124	0,221	0,044
		z		0,2704	0,026	0,053
4		DL	6x6	0,229	0,062	0,031
		x		0,126	0,114	0,056
		z		0,113	0,0093	0,021
5		DL	9x6	0,307	0,0945	0,074
		x		0,113	0,14	0,07
		z		0,1587	0,013	0,042
6		DL	12x6	0,409	0,125	0,136
		x		0,068	0,099	0,0803
		z		0,196	0,0167	0,07

Был выполнен подбор сечений и сравнение оптимальных размеров для вертикальных связей. В ходе исследования были тщательно проанализированы различные варианты сечений с целью улучшения сейсмостойкости конструкции. Оказалось, что правильный выбор сечений и их размеров играет ключевую роль в повышении эффективности и устойчивости здания при сейсмических нагрузках.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

N axial force DL

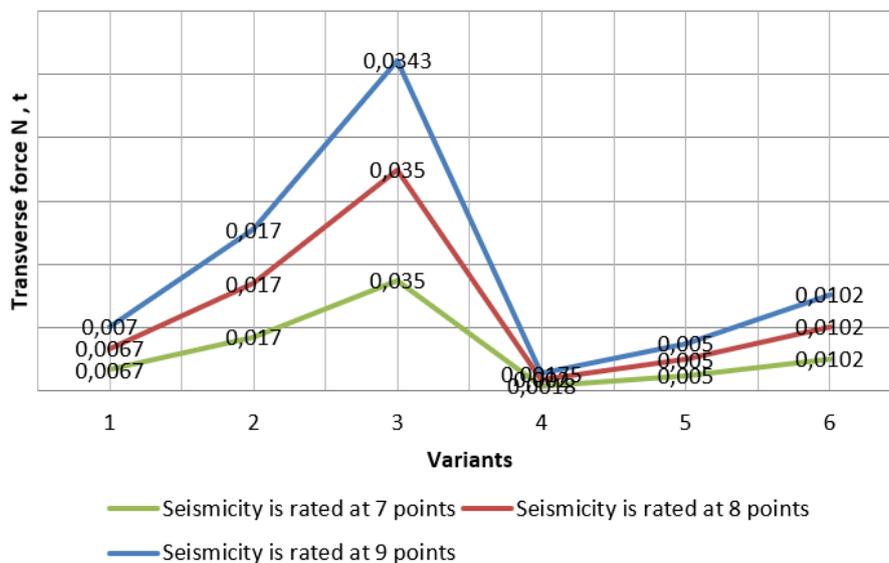


Рисунок 4.1 – Comparative graph of transverse force N from force DL

N axial force seismic x

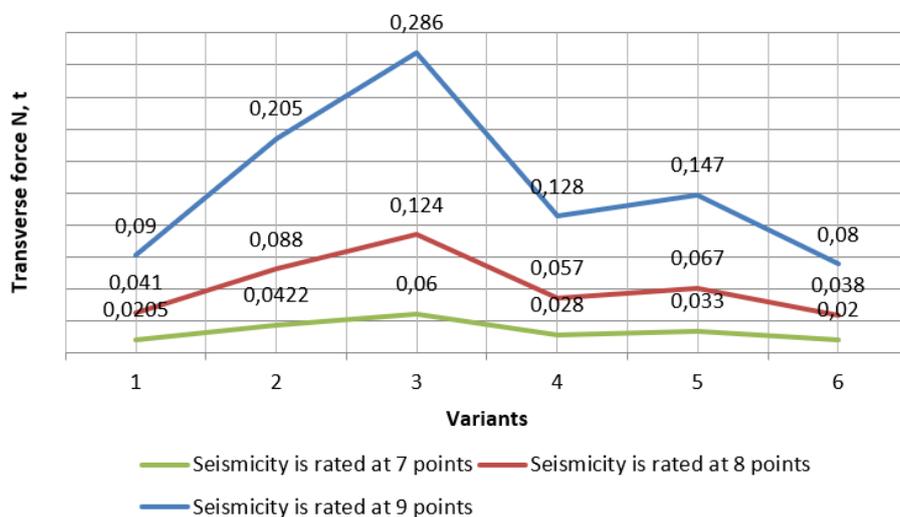


Рисунок 4.2 – Сравнительный график зависимости поперечной силы N от сейсмической силы X

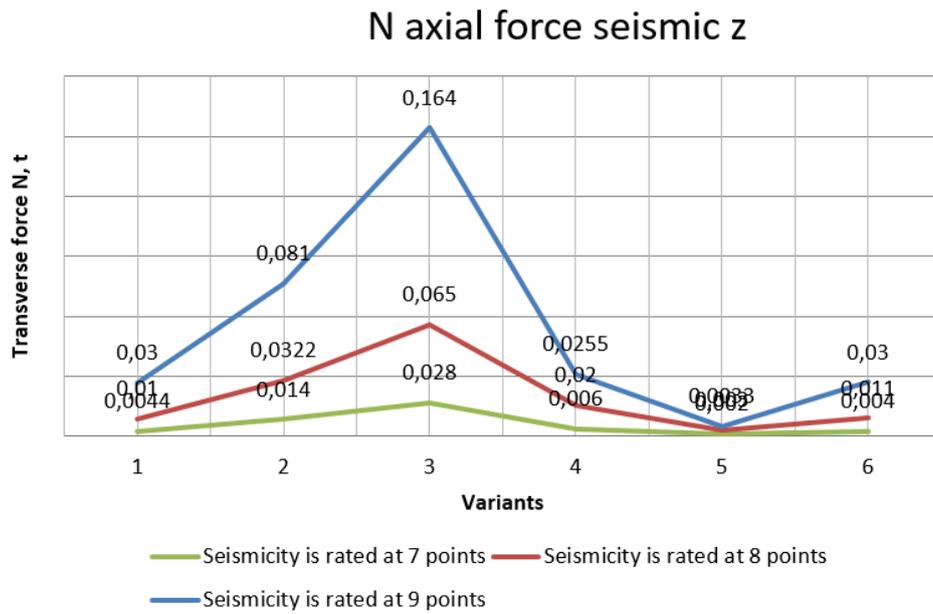


Рисунок 4.3 – Сравнительный график поперечной силы N от силовой сейсмической зоны

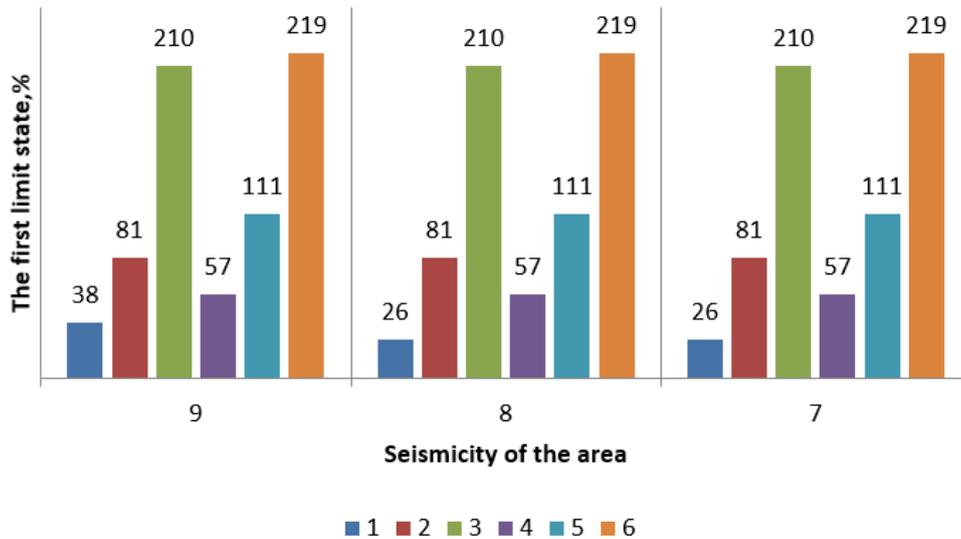


Рисунок 4.4 – Сравнительный график первого предельного состояния

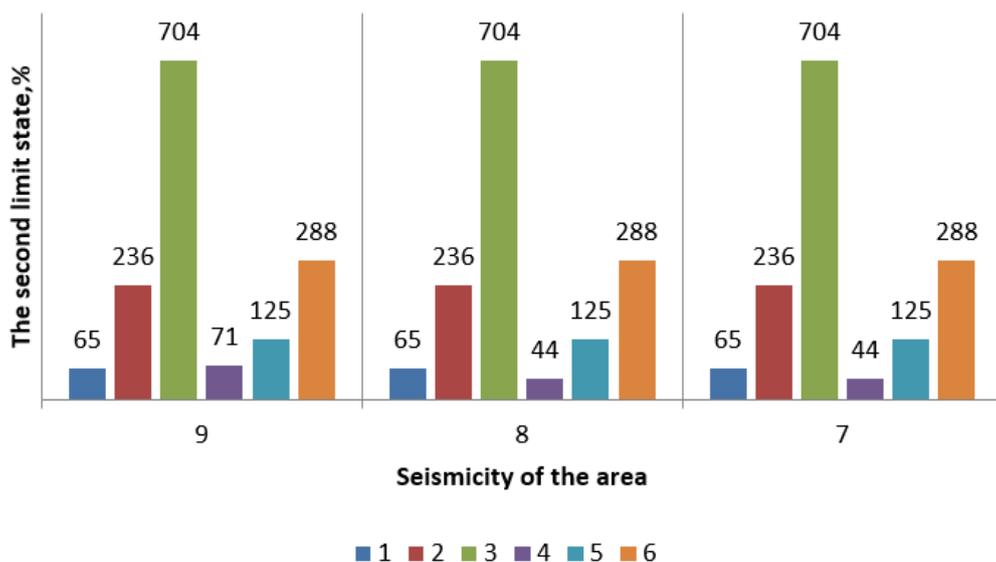


Рисунок 4.5 – Сравнительный график второго предельного состояния

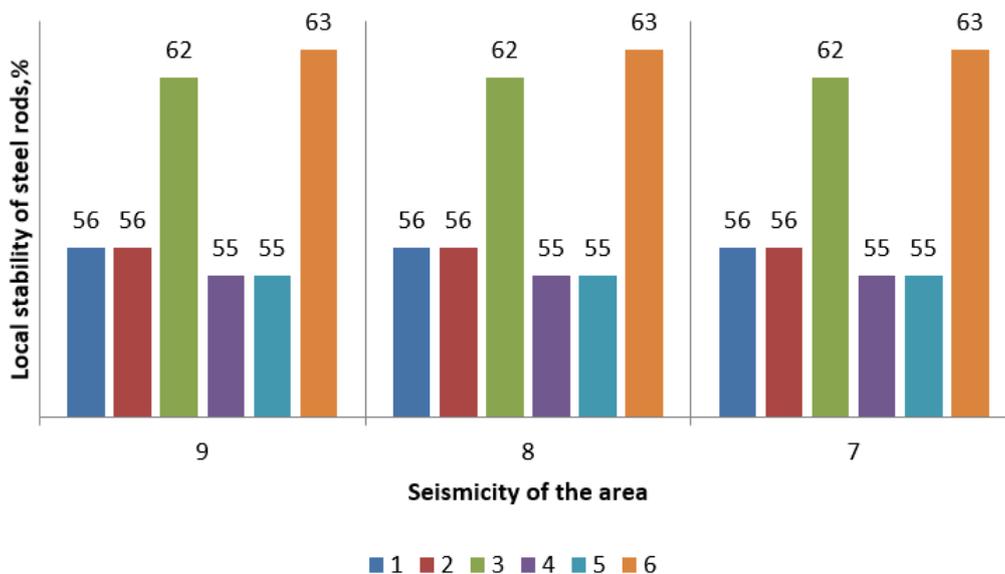


Рисунок 4.6 – Сравнительный график локальной стабильности государства

Анализируя эти результаты, можно сделать следующие выводы:

- Вариант 3 показывает наихудшие результаты как по отношению к собственному весу, так и по отношению к нагрузкам X и Z во всех трех сейсмических зонах, что свидетельствует о его неспособности выдерживать различные виды нагрузок.
- Другие варианты также демонстрируют некоторую прочность, но их значения прочности могут быть ниже по сравнению с вариантом 3.
- Варианты 6 и 4, как правило, имеют более низкие значения прочности как из-за их собственного веса, так и из-за сейсмической нагрузки по осям X и Z во всех сейсмических зонах.
- Для всех сейсмических зон и направлений нагрузки выделяются определенные варианты с самыми высокими значениями силы. Варианты 1 и 4 чаще всего являются одними из самых сильных, в то время как варианты 3 и 6 обычно имеют более низкие значения прочности.

На основе анализа результатов определения изгибающего момента для трех различных сейсмических зон (9, 8 и 7 баллов) от различных типов нагрузок (собственный вес, сейсмическая нагрузка в координатах X и Z) можно сделать следующие выводы:

Влияние сейсмических зон:

- В сейсмических зонах с более высокими баллами (9 и 8) наблюдается большее влияние изгибающего момента, что подразумевает более интенсивные нагрузки на конструкцию.
- По сравнению с зоной 7, зоны 9 и 8 имеют более значительные значения изгибающего момента для всех типов нагрузок.

Влияние направления нагрузки:

- Изгибающий момент от сейсмической нагрузки в Z обычно превышает значения изгибающего момента от нагрузки в X или от собственного веса во всех сейсмических зонах.
- Варианты с более высокими значениями изгибающего момента обычно связаны с сейсмической нагрузкой в Z.

Перемещение по оси X: сейсмическая зона 9: здесь видно, что значения смещения значительно выше по сравнению с другими зонами. Это может указывать на более сильное воздействие сейсмических сил в этом районе. Также стоит отметить, что вариант 6 имеет наибольшее значение смещения.

Сейсмическая зона 8: подвижки в этой зоне ниже, чем в зоне 9, но они все равно заметны. Вариант 6 снова является наиболее важным.

Сейсмическая зона 7: здесь значения смещения по оси X являются наименьшими среди всех зон. Однако они все равно заметны. Опять же, вариант 6 отличается наибольшим значением.

Перемещение по оси Y: сейсмическая зона 9: Значения смещения по оси Y в этой зоне намного выше, чем в других зонах, особенно в последних версиях. Это может указывать на сильное вертикальное воздействие сейсмических сил.

Сейсмическая зона 8: смещения по оси Y в зоне 8 также значительны, но не так велики, как в зоне 9. И снова, вариант 6 отличается наибольшим значением смещения.

Сейсмическая зона 7: значения смещения в этой зоне являются самыми низкими среди всех трех зон, но они все еще значительны. Вариант 6 также имеет наибольшее значение.

Перемещение по оси Z: сейсмическая зона 9: Перемещения по оси Z в зоне 9 являются самыми значительными, особенно в последних версиях. Это может указывать на сильное вертикальное воздействие сейсмических сил.

Сейсмическая зона 8: значения смещения по оси Z в этой зоне меньше, чем в зоне 9, но они все еще заметны. Опять же, вариант 6 имеет наибольшее значение.

Сейсмическая зона 7: смещения по оси Z в этой зоне наименьшие, но они все еще значительны. Опять же, вариант 6 отличается самой высокой стоимостью. В целом, можно сказать, что с увеличением номера варианта значения смещения увеличиваются, что может свидетельствовать о более сильном воздействии сейсмических сил. Можно также отметить, что значения смещения в зоне 9 выше, чем в зонах 8 и 7, что может указывать на более высокую степень опасности в этой зоне.

5 ВЫВОДЫ

Анализ результатов исследований сейсмостойкости конструкций. Опция 3 продемонстрировала лучшие характеристики по всем оценкам, проявив превосходные прочностные свойства при различных нагрузках, включая собственный вес и сейсмические силы в направлениях X и Z во всех сейсмических зонах. Это подчеркивает ее прочность и устойчивость к различным нагрузкам в разных условиях.

Дислокации и влияние сейсмических зон. Анализ смещений по осям X и Z в сейсмической зоне 9 показал значительно более высокие значения по сравнению с другими зонами, что свидетельствует о выраженном воздействии сейсмических сил в данном регионе. Примечательно, что опция 6 продемонстрировала наибольшие значения смещений: 0,446 мм по оси X, 242,36 мм по оси Y и 0,035 мм по оси Z. Более того, опция 6 показала плохие результаты

не только в сейсмической зоне 9, но и в зонах 8 и 7. Данные свидетельствуют о том, что по мере увеличения размеров конструкции, особенно по длине и высоте, происходит соответствующее увеличение сейсмически-индуцированных смещений.

Сравнение вариантов. Хотя опции 2 и 3 показали относительно низкие значения смещений, они не соответствовали критериям первого и второго предельных состояний. В частности, в сейсмической зоне 9, опция 2 достигла 81 процента первого предельного состояния, в то время как опция 3 достигла 210 процентов, что указывает на структурную недостаточность. Однако все варианты соответствовали требованиям по местной устойчивости.

Оптимизация сечений. После тщательного выбора сечений можно увидеть, что, несмотря на отсутствие значительных изменений в усилиях, все варианты успешно прошли через предельные состояния. Например, наиболее критичная шестая опция при первом предельном состоянии имела нагрузку в 219 процентов, которая после выбора сечения снизилась до 91 процента. Это демонстрирует, что с правильным выбором сечений и размеров для сейсмически активных районов конструкция может демонстрировать высокую эффективность.

Влияние размеров вертикальных связей. Анализ показал, что размер вертикальных связей не оказывает значительного влияния на способность конструкции противостоять сейсмическим нагрузкам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bruneau, M., Chang, S.E., and Eguchi, R.T. et al.(2003). “A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities” Earthquake Spectra, 19(4), 733-752
2. Black, C., Makris, N. and Aiken, I. (2002), Component Testing, Stability Analysis and Characterization of Buckling Restrained Unbonded Braces, Report No. PEER-2002/08, PEERC, University of California at Berkeley.
3. Choi, H. and Kim, J. (2009), “Evaluation of seismic energy demand and its application on design of buckling- restrained braced frames”, Struct. Eng. Mech., 31(1), 93-112.
4. Carden, L.P., Itani, A.M. and Buckle, I.G. (2006), “Seismic performance of steel girder bridges with ductile cross frames using buckling-restrained braces”, J. Struct. Eng., 132(3), 338-345.
5. Usami, T., Lu, Z. and Ge, H. (2005), “A seismic upgrading method for steel arch bridges using buckling- restrained braces”, Earthq. Eng. Struct. Dyn., 34, 471-496.
6. SP RK 2.04-01-2017, Construction Climatology (Republic of Kazakhstan).
7. NTP RK 01-01-3.1 (4.1)-2017, Normative and technical document from the Republic of Kazakhstan. Actions on Structures.

ӘОЖ 624.131:004.94

ГЕОТЕХНИКА САЛАСЫНДАҒЫ АҚПАРАТТЫҚ МОДЕЛЬДЕУГЕ АРНАЛҒАН ҮЗДІК БАҒДАРЛАМАЛАР

Аккереева А.Е.

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Андатпа. Мақалада геотехника саласындағы құрылысты ақпараттық модельдеуде қолданыста жүрген үздік Midas GTS NX және PLAXIS бағдарламалары және олардың келешектері жайында айтылады.

Қазіргі заманда жаңа аумақтарда күрделі, соның ішінде биік және аса қауіпті құрылыстар салу жоспарлануда. Жобалаушылардың алдында тұрған күрделі мәселерді шешуде PLAXIS және MIDAS GTS NX сияқты бағдарламалық кешендердің көмектері зор.

Түйін сөздер: *PLAXIS және MIDAS GTS NX сияқты бағдарламалық кешендер, құрылыс конструкциялары, сызықтық және сызықты емес статикалық есептеулер, сазды топырақтардың шоғырлануы, топырақтағы кернеулерді анықтау, орын ауыстыруларды табу.*

Аннотация. *В статье рассказывается о лучших программах Midas GTS NX и PLAXIS, используемых при информационном моделировании строительства в области геотехники и их перспективах.*

Сегодня на новых территориях планируется возведение сложных, в том числе высоких и чрезвычайно опасных сооружений. Программные комплексы, такие как PLAXIS и MIDAS GTS NX, оказывают большую помощь в решении сложных задач, стоящих перед проектировщиками.

Ключевые слова: *программные комплексы типа PLAXIS и MIDAS GTS NX, строительные проекты, линейные и нелинейные статические расчеты, уплотнение глинистых грунтов, определение напряжений в грунте, смещений.*

Abstract. *The article describes the best programs Midas GTS NX and PLAXIS used in information modeling of construction in the field of geotechnics and their prospects.*

Today, in new territories, it is planned to build complex, including high and extremely dangerous structures. Software packages such as PLAXIS and MIDAS GTS NX provide great assistance in solving complex problems facing designers.

Key words: *Software packages such as PLAXIS and MIDAS GTS NX, construction projects, linear and nonlinear static calculations, compaction of clay soils, determination of stresses in the soil, displacements.*

***Автор-корреспондент: Аккереева А.Е.**

Ғылыми жетекшісі: Ельжанов Е.А.

1 КІРІСПЕ

Құрылыстағы ақпараттық модельдеу процессінің қажеттілік маңызы жайында бүгінгі күнге дейін жан жақты қарастырып үлгердік. Қажеттілігіне көз жеткелі сол процессті жүзеге асыруға жәрдемдесетін сан түрлі бағдарламалық кешендер іске қосылып, құрылысқа қатысты инженерлік есептеулерді дәл, әрі жылдам жүргізу мақсатында мүмкіншіліктерін күн артқан сайын мамандар жетілдіре түсу үстінде екені белгілі. Ендеше осы мақалада, геотехника саласында қолданыста жүрген үздік бағдарламалар жайында әңгіме қозғалатын болады, ал дәлірек келгенде Midas GTS NX [1] пен PLAXIS [2] жайында және не себепті бұл екі бағдарламалық жабдық болашақта адамзаттың жаңа сатыда өмір сүруіне жол ашатынына ой жүгіртетін боламыз.

Жобалаушылардың алдында тұрған міндеттер жылдан жылға күрделене түсуде. Көбінесе күрделі инженерлік-геологиялық жағдайдағы жаңа аумақтар игеруге ұшырауда. Ол аумақтарда күрделі, соның ішінде биік және аса қауіпті құрылыстар салу жоспарлануда. Ал бұл жағдайда есепті «қағаз бетінде» жүргізу мүмкін емес. Дәл осы жерде PLAXIS және MIDAS GTS NX сияқты бағдарламалық кешендер жобалаушыларға көмекке келеді.

Егер сіз осындай есептеулерді жүзеге асыруға мүмкіндік беретін кез-келген бағдарламалық кешенмен жұмысты кезеңдерге бөлсеңіз, үш негізгі кезеңді бөліп көрсете аламыз: (1) модельдеу, (2) есептеу және (3) нәтижелерді өңдеу. Соның ішінде, ең үлкен еңбек шығындары модельдеуге кетеді, оған бастапқы деректерді дайындау, оларды тексеру, топырақтың, құрылыс материалдарының ерекшеліктерін ескере отырып, есептеу моделін құру және т. б. кіреді. Толыққанды модель құру үшін қажет барлық осы тапсырмаларды орындағаннан кейін ғана есептеулер мен нәтижелерді талдауға кірісуге болады. Бұл дегеніміз модельдеу барысында атқарылатын жұмыс санын қысқартатын әр бағдарламаның мүмкіндігі жобалаушылар үшін өте маңызды. Демек, бағдарламалық кешендерді салыстырғаннан көрі, модельдеу про-

цессінің тиімділігін арттыра алуудан ұтатын боламыз. Ал бұл процессті арттыратын бірден-бір құрал-сайман – үздік бағдарламалық жабдықтар және оларды пайдалана алу қабілеті.

Midas GTS NX бағдарламалық кешенінен бастап жеке танысып, мүмкіндіктеріне сипаттама беріп шығайық. Бұл бағдарламалық жасақтама іргетастар мен оның негіздерін; туннель жүйелерін; бөліп, тіреп және көтеріп тұратын құрылыс конструкцияларын; ғимараттар мен имараттардың жалпы негіздерін құрылыс алаңымен байланыстыра отырып егжей-тегжейлі есептеу үшін әзірленген қуатты өнім (**1-сурет**).

Бағдарламалық кешенде әртүрлі есептеу әдістері жүзеге асырылады, мысалы:

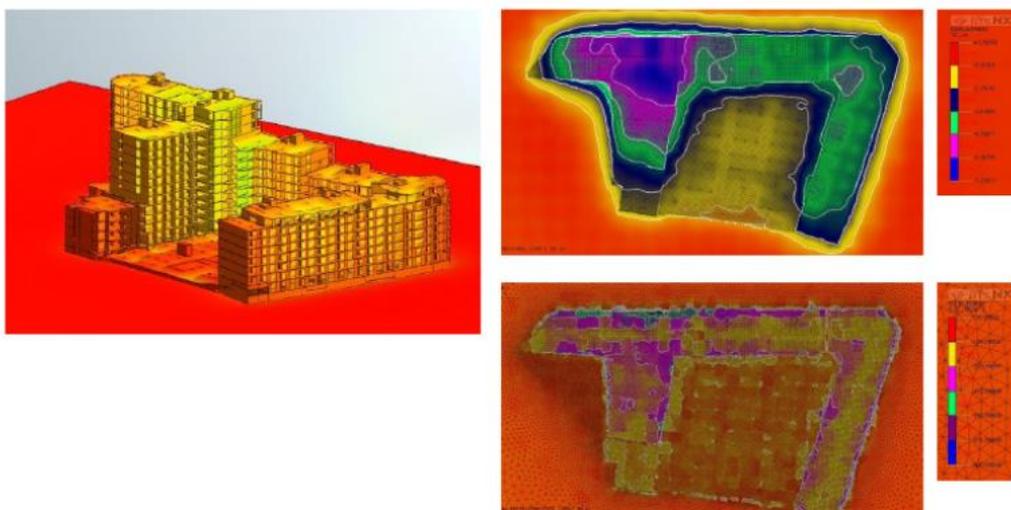
1. Ғимараттар, құрылыстар негізінің серпімділік, иілгіштік теориялары бойынша сызықтық және сызықты емес статикалық есептеулер;

2. Құрылыс конструкцияларын, ғимараттар мен құрылыстарды салу кезеңділігін есептеу;

3. Сазды топырақтардың шоғырлануын есептеу;

4. Топырақтағы кернеулерді, орын ауыстыруларды сүзгілеу коэффициентін ескере отырып есептеу;

5. Сызықтық деформацияланатын және сызықты емес деформацияланатын орта теориясының тәуелділіктерін қолдана отырып, негіздер мен іргетастардың, құрылымдардың динамикалық есептері және тағыда басқа есептеулер [3].

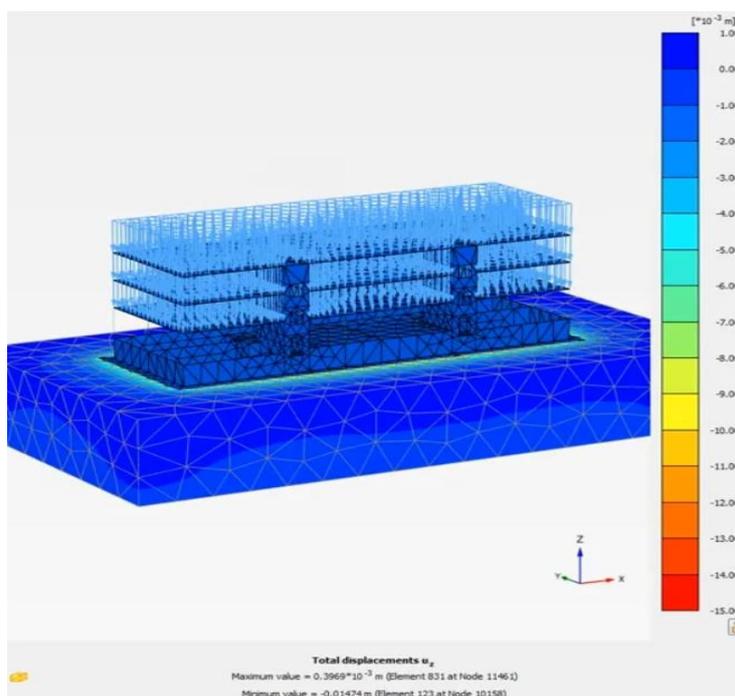


1-сурет – Midas GTS NX бағдарламалық кешеніндегі модельдің іргетас плитасының астындағы қозғалыстары мен тік кернеулері

Қазіргі уақытта қарастырылып отырған бағдарламалық кешен үнемі жетілдірілуде. Midas GTS NX ДК-де жер үсті және жер асты құрылыс конструкциялары жұмысының әртүрлі ерекшеліктері, оларды салу процестері мен кезеңдері ескеріледі. Бұл негіздердің, құрылыс конструкцияларының және ғимарат бөліктерінің нақты жұмыс жағдайларына сәйкес келетін жұмысын модельдеуге мүмкіндік береді.

PLAXIS – бұл инженерлік геотехника, жобалау және инженерлік геология мәселелерін шешу үшін қолданылатын ақырғы элемент әдісіне негізделген бағдарламалық жүйе. Бұл құрылымдардың, іргетастар мен негіздердің кернеулі-деформацияланған күйін есептеу үшін арналған бағдарламаларының жиынтығы болып саналады. Негіздер мен іргетастарды есептеуге арналған Еуропа мен Ресейдегі ең танымал бағдарламалық жасақтама кешенінің бірі. Негізінен жобалау ұйымдары мен жоғары оқу орындарына арналған. Бұл өнеркәсіптік және азаматтық құрылыс саласында зерттеу және практикалық қолдану үшін қуатты, ыңғайлы құрал. PLAXIS бағдарламалық кешенінде топырақ кеуекті суда (гидростатикалық және артық) қысым пайда болуы мүмкін көп компонентті материал ретінде модельденеді [4].

PLAXIS бағдарламалық кешені құрылыстың кезең-кезеңмен салынуын, экскавация мен топырақтың төгілуін және көлемі мен бағыттары бойынша әртүрлі жүктемелерді модельдеуге мүмкіндік береді (**2-сурет**). Бағдарламаны қолдана отырып, топырақты сүзу және шоғырландыру есептеулерін, ықтимал жойылу беттерін және қол жеткізілген кернеу деңгейіне сәйкес келетін қор коэффициентінің мәндерін анықтай отырып, тұрақтылық есептеулерін жүргізуге болады. Дәстүрлі топырақ механикасы саласындағы көптеген мәселелерді шешу үшін қолданылуы мүмкін. Ол іргетастарды қалау және тұрғызу, Жер жұмыстары (шұңқырларды, траншеяларды және т.б. салу), тіреу қабырғаларын салу, беткейлердің тұрақтылығын есептеу, жол жағалауын есептеу (соның ішінде динамикалық әсер ету), инфильтрация, туннельдер төсеу мәселелерін қамтиды. Бағдарлама жеке элементтерді есептеу үшін де, күрделі есептеулер үшін де қолданылады. Әр жоба үшін есептеу фазаларын есептеулерді орындамас бұрын бірден анықтауға болады.



2-сурет – PLAXIS-те тік қозғалыстармен ғимарат плитасының іргетасының жалпы көрінісі.

Жыл сайын құрылыстағы процестердің көбі цифрлық ортаға ауыстырылуда. Ғимаратты (имаратты) және топырақ негізін кешенді модельдеу үшін бағдарламалық құралдар әзірленіп, тиімді қолданылуда. BIM-технологиялары мемлекеттік деңгейде енгізілуде. Инженер-геологтар енді құрылыс учаскесінің геологиясы туралы деректерді алып қана қоймай, CAD ортасымен жұмыс істейді, яғни сандық модельдеуге бейімделген кіріс параметрлері бар геологиялық ақырлы элементтерді дайындаумен айналысады. Қазіргі уақытта инженерлердің жұмысын жеңілдету және геологтар мен жобалаушылардың тиімді өзара әрекеттесуін қамтамасыз ету мақсатында барлық құралдарды ортақ бір платформаға біріктіруге келе жатыр. Мұның салдары жобадағы кез-келген өзгерістерге жедел және қосымша елеулі шығындарсыз жауап беруге мүмкіндік беретін дәлірек модельдер мен тиімді жобаларға қол жеткізуге септігін тигізеді. Ал уақыт өте ғимараттарды ақпараттық модельдеудегі барлық ұйымдар бір шешімге келіп, құрылыстың тиімді, әрі қауіпсіз жүргізілуі үшін жаһандық бағдарламалық кешендерге қол жеткізіліп, қабылданатын шешімдер нақтылана түсетініне бүгінгі шындығымызға қарап болжап, болашақта бағындыратын асулардың аз еместігіне көіміз жетіп отыр. Ол үшін озық технологияларды игеріп, олардың кемшіліктерін таба отырып, жетілдіре білудегі заман талабы өзімдей жастарға түсіп отырғаны белгілі болып тұр.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бағдарламалық кешен MIDAS – MIDAS IT: расчетные комплексы midas Civil и midas GTS NX – 10.03.2022.
2. Бағдарламалық кешен PLAXIS – Геотехнические расчеты – 10.03.2022.
3. Расчет осадок ленточного фундамента гражданского многоэтажного здания в программном комплексе MIDAS GTS NX: метод. рекомендации / сост. А. И. Полищук, А. С. Межаков, И. В. Болгов. – Краснодар: КубГАУ, 2019. – 50 с.
4. Методика выполнения геотехнических расчетов методом конечных элементов на программном комплексе Plaxis 2D, сост.: З.Г. Тер-Мартirosян, А.З. Тер-Мартirosян, В.В. Сидоров. – М.: НИУ МГСУ, 2015. — Учебное сетевое электронное издание.

UDC 69.003.13

KEY PRINCIPLES OF ASPHALT CONCRETE COMPOSITION DEVELOPMENT

Aitenov M.M.

ALT Mukhamedzhan Tynyshpayev University, Almaty, Kazakhstan

Abstract. *Asphalt concrete is one of the most common materials used in road construction. Its quality and durability depend directly on the proper selection of the mix. This report discusses the key principles that must be considered when developing asphalt concrete mixes. The first key principle is to ensure an optimum ratio between mineral aggregate and binder. Too high a binder content can lead to increased plasticity and deformability of the mix, while a lack of binder reduces strength properties. It is important to select a ratio that will provide the required strength and resistance to deformation. The second principle is the correct choice of fractional composition of mineral filler. The grain composition should provide dense packing of particles, which increases the stability and bearing capacity of asphalt concrete. Optimal fractional distribution also affects properties such as water and frost resistance. A third principle is equally important: consideration of climatic conditions. Asphalt concrete composition should take into account the temperature regime, traffic intensity, precipitation and other factors in a particular region. Only an integrated approach to the development of the composition will ensure high performance characteristics of the road surface.*

Key words: *Asphalt concrete, bitumen, mix, grade, crushed stone*

Андатпа. *Асфальтбетон – жол құрылысында қолданылатын ең көп таралған материалдардың бірі. Оның сапасы мен беріктігі қоспаны дұрыс таңдауға тікелей байланысты. Бұл есепте асфальтбетон қоспаларын жасау кезінде ескеру қажет негізгі принциптер қарастырылады. Бірінші негізгі қағида минералды агрегат пен тұтқыр заттың оңтайлы қатынасын қамтамасыз ету болып табылады. Тұтқыр заттың тым көп болуы қоспаның икемділігі мен деформациясының жоғарылауына әкелуі мүмкін, ал тұтқыр заттың жетіспеушілігі беріктік қасиеттерін төмендетеді. Қажетті беріктік пен деформацияға төзімділікті қамтамасыз ететін қатынасты таңдау маңызды. Екінші қағида – минералды толтырғыштың фракциялық құрамын дұрыс таңдау. Гранулометриялық композиция бөлшектердің тығыз қаптамасын қамтамасыз етуі керек, бұл асфальтбетонның тұрақтылығы мен көтергіштігін арттырады. Оңтайлы фракциялық үлестіру су мен аязға төзімділік сияқты қасиеттерге де әсер етеді. Үшінші қағида да маңызды: климаттық жағдайларды ескеру. Асфальтбетонның құрамы температуралық режимді, көлік қозғалысының қарқындылығын, жауын-шашын мөлшерін және белгілі бір аймақтағы басқа факторларды ескеруі керек. Композицияны әзірлеудің кешенді тәсілі ғана жол жабынының жоғары пайдалану сипаттамаларын қамтамасыз етеді.*

Түйін сөздер: *асфальтбетон, битум, қоспа, сорт, қиыршық тас.*

Аннотация. Асфальтобетон является одним из наиболее распространенных материалов, используемых в дорожном строительстве. Его качество и долговечность напрямую зависят от правильного подбора состава. В данном докладе рассматриваются ключевые принципы, которые необходимо учитывать при разработке состава асфальтобетонной смеси. Первый ключевой принцип – это обеспечение оптимального соотношения между минеральным наполнителем и вяжущим веществом. Слишком высокое содержание вяжущего может привести к повышенной пластичности и деформируемости смеси, в то время как его недостаток снижает прочностные характеристики. Важно подобрать такое соотношение, которое обеспечит требуемую прочность и устойчивость к деформациям. Вторым принципом – правильный выбор фракционного состава минерального наполнителя. Зерновой состав должен обеспечивать плотную упаковку частиц, что повышает стабильность и несущую способность асфальтобетона. Оптимальное распределение по фракциям также влияет на такие свойства, как водо- и морозостойкость. Не менее важен и третий принцип – учет климатических условий эксплуатации. Состав асфальтобетона должен учитывать температурный режим, интенсивность движения, воздействие осадков и других факторов в конкретном регионе. Только комплексный подход к разработке состава позволит обеспечить высокие эксплуатационные характеристики дорожного покрытия.

Ключевые слова: асфальтобетон, битум, смесь, марка, щебень.

*** Corresponding author Aitenov M.M.
Supervisor Cooper I.S.**

1 INTRODUCTION

The purpose of writing this article is to familiarize readers with the complete technological process of selecting an asphalt-concrete mix for use in various road-climatic zones of our country [1, 2].

It is necessary to sharpen your attention with the classification of asphalt concretes. Asphalt concretes are divided according to:

- types of mineral components: crushed stone, gravel, and sand.
- depending on the viscosity of the bitumen used and the installation temperature: hot - prepared using viscous and liquid bitumen (installation temperature not less than 120 °C); cold - prepared using liquid bitumen (installation temperature not less than 5 °C);
- from the largest size of mineral grains to coarse-grained with a grain size of up to 40 mm; medium-grained up to 20 mm; sandy up to 5 mm;
- from the value of the residual porosity to high-density with a residual porosity of 1.0 to 2.5 %; dense sv. 2.5 to 5.0 %; porous sv. 5.0 to 10.0 %; highly porous sv. 10.0 to 18.0 %. Further, depending on the content of crushed stone (gravel) in them, they are divided into types, from the indicators of physical and mechanical properties and the materials used, they are divided into brands. However, regardless of what method asphalt concrete samples are tested in the laboratory, the test results should predict the performance of the coating with a sufficient degree of reliability [3].

2 METHODS

Prior to the selection of the mixture, the components of asphalt concrete are tested for basic physical and mechanical properties for suitability.

Crushed stone according to ST RK 1213 on grain composition, content of crushed grains in crushed stone from gravel, powdery and clay particles, clay in lumps, grains of lamellar (lens-shaped) and needle-shaped forms, grains of weak rocks in crushed stone (gravel) and weak differences in rock, as well as on crushing, abrasion, resistance to impact on Copra PM, frost resistance, etc. Ensuring an optimal ratio between the mineral filler and the binder is one of the key principles in the development of asphalt concrete composition [7].

Mineral powder according to ST RK 1276 for grain composition, true density, average density, porosity, swelling, water resistance, bitumen capacity indicators, hydrophobicity, etc. The correct choice of the fractional composition of the mineral filler plays an important role in ensuring dense packing of particles and, as a result, increasing the stability and bearing capacity of asphalt concrete [8]. Bitumen according to ST RK 1288 for needle penetration depth, softening temperature along the ring and ball, extensibility, dynamic viscosity, kinematic viscosity, flash point, brittleness temperature, index penetrations, solubility, paraffin content and similar indicators after aging after heating at a temperature of 163°C. Taking into account the climatic conditions of operation is a critically important principle in the development of asphalt concrete composition, since it allows for high performance characteristics of the road surface [9]. This standard applies to asphalt mixtures and asphalt concrete used for the construction of coatings and foundations of highways, airfields, city streets and squares, roads of industrial enterprises in accordance with current building regulations [4].

3 RESULTS

After determining the compliance of the main components of asphalt concrete with the regulatory and technical documentation, based on the grain composition (Table 1 – mixtures for the upper coating layer for example), using different proportions of bitumen (Table 2), several mixtures are prepared for a certain mixture.

Table 1 – Grain compositions of the mineral part of mixtures and asphalt concretes for the top layer of the coating according to round sieves

Type and type of mixes and asphalt	concretes Size of sieve holes, mm									
	20	15	10	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,16	0,071
Hot spots: high-density	90-100	70-90	56-85	30-50	24-50	18-50	13-50	12-50	11-28	10-16
Dense types:	Continuous grain formulations									
A	90-100	70-90	62-85	40-50	28-38	20-28	14-20	10-16	6-12	4-10
B	90-100	75-90 (75-100)	70-85	50-60	38-48	28-37	20-28	14-22	10-16	6-12
In	100	85-100	75-90 (75-100)	60-70	48-60	37-50	28-40	20-30	13-20	8-14
G	100	100	100	80-100	65-82	45-65	30-50	20-36	15-25	8-16
D	100	100	100	80-100	60-93	45-85	30-75	20-55	15-33	10-16
Intermittent grain formulations										
A	90-100	75-90	62-85	40-50	28-50	20-50	20-50	10-28	6-16	4-10
B	90-100	80-90	70-85	50-60	38-60	28-60	28-60	14-34	10-20	6-12
Cold										
Bh types	90-100	85-100	70-100	50-60	33-46	21-38	15-30	10-22	9-16	8-12
Vx	90-100	85-100	75-100	60-70	48-60	38-50	30-40	23-32	17-24	12-17
Gc and Dx				80-100	62-82	40-68	25-55	18-43	14-30	12-20

Table 2 – Bitumen content in mixtures

Type of mixtures	Bitumen content, % by weight
1 Kg:	
high-density	4.0-6.0
dense types:	
A	4.5-6.0
B	5.0-6.5
In	C 5.0-7.0
D and D	6.0-9.0
Porous	3.5-5.5
highly porous crushed	stone 2.5-4.0
highly porous sandy	4.0-6.0
2 Cold types:	
Bx	3.5-5.5
Vx	Vx 4.0-6.0
Gx and Dx	4.5-6.5

Prepared mixtures are tested according to ST RK 1218 for compliance with ST RK 1225.

Main types of testing:

- determination of the average density;
- determination of the true density;
- determination of residual porosity;
- determination of water saturation and swelling;
- determination of the compressive strength;
- determination of the tensile strength during splitting;
- determination of shear stability characteristics;
- determination of stability, fluidity and the coefficient of conditional stiffness according to Marshall;

Marshall;

- determination of water resistance;
- determination of frost resistance.

When the optimal asphalt mix is obtained, the composition selection (mix design) is sent to the asphalt concrete plant. With each replacement of the supplier (quarry, manufacturer) of the main components of the mixture, the composition is selected again. The development of asphalt concrete composition is one of the key aspects in the design and construction of highways. The durability and performance characteristics of the road surface depend on the correct selection of components and their ratio. The key principles in the development of the composition of asphalt concrete are to ensure an optimal ratio between the mineral filler and the binder, the correct choice of the fractional composition of the mineral filler, as well as taking into account the climatic conditions of operation.

Ensuring an optimal ratio between the mineral filler and the binder is one of the key principles in the development of asphalt concrete composition. The strength, water resistance and other important characteristics of the road surface depend on this ratio. Too high a binder content can lead to the formation of ruts, and too low can lead to rapid destruction of the coating. Therefore, when developing the composition of asphalt concrete, it is necessary to carefully select the optimal bitumen content, taking into account the properties of the materials used and the climatic conditions of operation 1, pp. 45-48.

4 DISCUSSION

The correct choice of the fractional composition of the mineral filler also plays an important role in ensuring high performance of asphalt concrete. The optimal distribution of particles of various fractions allows for dense packaging, which in turn increases the stability and load-bearing capacity of the pavement. In this case, it is necessary to take into account not only the granulometric composition, but also the shape, texture and surface roughness of the mineral filler particles, since these factors also affect the properties of asphalt concrete 2, pp. 78-83. Consideration of climatic operating conditions is another critically important principle in the development of asphalt concrete composition. Temperature conditions, precipitation, solar activity and other climatic factors have a significant impact on the behavior of the pavement during its operation. So, in hot climates, it is necessary to use modified bitumen binders that have increased heat resistance and shear resistance, and in cold climates – more viscous bitumen grades that are resistant to low temperatures and cracking. Proper consideration of climatic conditions makes it possible to ensure high performance characteristics of the road surface throughout its entire service life 3, pp. 156-159. Thus, the development of asphalt concrete composition is a complex task that requires taking into account many factors. The key principles in this case are to ensure the optimal ratio between the mineral filler and the binder, the correct choice of the fractional composition of the mineral filler, as well as taking into account the climatic conditions of operation. Compliance with these principles makes it possible to create high-quality road surfaces with high strength, durability and performance characteristics.[9].

Ensuring optimal density and connectivity of mineral components is one of the fundamental principles in the development of asphalt concrete composition. To do this, it is necessary to carefully select the granulometric composition of the mineral filler, including crushed stone, sand and mineral powder. The optimal combination of fractions makes it possible to obtain a dense packing of particles with a minimum number of voids, which increases the strength and shear stability of the pavement 4, pp. 87-91. It is important to take into account the shape, roughness and texture of the particle surface, since these characteristics also affect the properties of asphalt concrete 5, pp. 123-127.

The right choice of binder is a key factor determining the durability and reliability of asphalt concrete pavement. Bitumen is usually used as a binder, but its brand, content and modification depend on the operating conditions. So, in hot climates, modified bitumen with increased heat resistance is used, and in cold climates, more viscous grades are used, resistant to low temperatures and cracking 6, pp. 67-72. The correct choice and optimization of the binder content allows you to ensure the necessary strength, water resistance and adhesion of asphalt concrete.

Consideration of climatic and operational factors is an integral part of the development of asphalt concrete composition. Temperature conditions, precipitation, traffic intensity and other parameters have a significant impact on the behavior of the road surface during operation 7, pp. 156-160. So, in hot climates, it is necessary to use compositions that are more resistant to rutting, and in cold climates, those that are less prone to cracking. In addition, it is necessary to take into account traffic intensity, car loads and other performance characteristics, which allows you to optimize the composition of asphalt concrete for specific conditions.

Thus, the key principles for the development of asphalt concrete composition are: ensuring optimal density and connectivity of mineral components, the right choice of binder, as well as taking into account climatic and operational factors. Compliance with these principles makes it possible to create high-quality road surfaces with high strength, durability and performance characteristics.

5 CONCLUSION

The development of asphalt concrete composition is a complex task that requires taking into account many factors to ensure the durability and reliability of road surfaces. The key principles in the development of asphalt concrete composition are:

1. Ensuring optimal density and connectivity of mineral components. The correct selection of the granulometric composition of the mineral filler (crushed stone, sand, mineral powder) allows you to obtain a dense packing of particles with a minimum number of voids, which increases the strength and shear stability of the road surface.

2. The right choice of binder. Bitumen used as a binder must comply with climatic conditions and operating loads. The use of modified bitumen with the necessary properties ensures the required strength, water resistance and adhesion of asphalt concrete.

3. Consideration of climatic and operational factors. Temperature conditions, precipitation, traffic intensity and other parameters have a significant impact on the behavior of the road surface. Optimization of the asphalt concrete composition, taking into account these factors, makes it possible to increase the durability and reliability of road structures.

Compliance with these principles in the development of asphalt concrete composition is the key to creating high-quality road surfaces that can function effectively in various operating conditions.

When reading this article, the reader gets acquainted with the complete technological process of selecting an asphalt-concrete mixture for use in various road-climatic zones of our country. The question of the influence of the structure and properties of such materials on the durability of asphalt concrete coatings has not been sufficiently studied, so further research is required [5, 6, 11, 12].

LITERATURE

1. Kiryukhin G.N. Smirnov E.A. Proektirovanie sostavov asfaltobetona [Design of asphalt concrete structures], 2023. – 204 p.
2. Kiryukhin G.N. Asphalt concrete for road and airfield coatings. – 2023. – 183 p.
3. Polyakova S.V., Rubinskaya N.N., Sandomirskaya O.D., Taktarova Yu. V. Evaluation of operational characteristics of asphaltconcrete. – 2019. – 154 p.
4. SP RK 3.03-101-2013 "Highways".
5. Bondar I.S., Alpyspaeva Zh. A., P.T., Kystaubaev S., Hardikov P.G. Quality control of compaction of asphalt concrete layers of road clothing / Vestnik KazATK, No.3 3-2024, pp. 32-39.
6. Bondar I.S., Akhmetova P.T., Hardikov P.G., Kystaubaev S. Research of road surface structures under static impact / Vestnik KazATK, No. 4-2024, pp. 48-54.
7. Vasiliev A. P. The operation of highways and the organization of traffic. – M.: Academy, 2010. – 320 p.
8. Rudensky A.V. Fundamentals of highway design. – M.: Transport, 1994. – 352 p.
9. Kochetkov A.V., Kalashnikov V.I. Technology and organization of highway construction. – Penza: PGUAS, 2013. – 232 p.
10. Smirnov A.V., Bogomolov A.I. Technology and organization of highway construction. – M.: Academy, 2013. – 288 p.
11. Bondar I.S., Alpispavaeva J.A., Akhmetova P.T., Hardikov P.G., Kystaubaev S.K. (2024). Quality control of compaction of asphalt concrete layers of pavement / Bulletin of KazATK No. 4, pp. 65-72.
12. Bondar I.S., Akhmetova P.T., Hardikov P.G., Kystaubaev S.K. (2024). Investigation of pavement structures under static influence / Bulletin of KazATK No. 4, pp. 33-41.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ГЕОТЕХНИКАЛЫҚ НОРМАТИВТІК БАЗАСЫ: ЖАҒДАЙЫ ЖӘНЕ ДАМУ БОЛАШАҒЫ

Д. Даулетбайұлы

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада Қазақстан Республикасындағы қолданыстағы геотехникалық нормативтік базаның талдауы ұсынылған. ҚР СН 5.01-12-2003 және ҚР РДС 5.01-19-2005 негізін құрайтын ақаусыз, қауіпсіз және өнімді қадаларды қазу принциптері, критерийлері және шарттары сипатталған. Ғимараттар мен құрылыстардың іргетасы бойындағы шұңқырларды ақаусыз, қауіпсіз және өнімді соғу принциптері, критерийлері, режимдері мен шарттары көрсетілген, олар ҚР ҚН 5.01-06-2002, ҚР ҚН 5.01-07-2002, ҚР НДС 5.01-09-2003 және РДС 5.01-17-2004. Қолданыстағы нормативтік құжаттарды еуронормалармен және еурокодтармен үйлестірудің өзектілігі, сондай-ақ бірқатар жаңа геотехникалық нормалар мен ережелерді әзірлеу қажеттілігі негізделген.

Түйін сөздер: нормалар, ережелер, қада, айдау, балға, ақаулар, қазу, соғу, іргетас, топырақ, тығыздық, ылғалдылық, бақылау, тығыздау.

Аннотация. Представлен анализ существующей геотехнической нормативной базы в Республике Казахстан. Описаны принципы, критерии и условия бездефектной, безопасной и производительной забивки свай, положенные в основу СН РК 5.01-12-2003 и РДС РК 5.01-19-2005. Изложены принципы, критерии, режимы и условия бездефектного, безопасного и производительного вытрамбовывания котлованов по фундаменты зданий и сооружений, слагающие основу СН РК 5.01-06-2002, СН РК 5.01-07-2002, РДС РК 5.01-09-2003 и РДС 5.01-17-2004. Обоснована актуальность гармонизации действующих нормативных документов с Еuronormами и Еврокодами, а также необходимость разработки ряда новых геотехнических норм и правил.

Ключевые слова: нормы, правила, свая, забивка, молот, дефекты, котлован, вытрамбовывание, фундамент, грунт, плотность, влажность, контроль, уплотнение.

Abstract. An analysis of the main provisions of the existing geotechnical regulatory framework in the Republic of Kazakhstan is presented. The principles, criteria and conditions for defect-free, safe and productive piling underlying the CN RK 5.01-12-2003 and GDC RK 5.01-19-2005 are described. The principles, criteria and conditions for defect-free, safe and productive ram pits for foundations of buildings and structures forming the basis for CN RK 5.01-06-2002, CN RK 5.01-07-2002, GDC RK 5.01-09-2003 and GDC RK 5.01-17-2004 are set out. The urgency of the harmonization of the active regulations with Euro class and Euro codes, as well as the need to develop a number of new geotechnical codes is substantiated.

Key words: norms, regulations, pile, ramming, hammer, defects, foundation pit, rammer, foundation, soil, density, moisture control, seal.

*Автор-корреспондент: Даулетбайұлы Д.
Ғылыми жетекшісі: Ельжанов Е.А.

1 КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта ескі немесе жаңа қалалардың тұрақты дамуы және экологиялық таза материалдар мен технологияларды пайдалану мәселесі топырақтардағы ғимараттар мен құрылыстарды жобалау мен салу немесе қайта жаңартудың негізгі тақырыбы болып табылады. Жер асты топырағының нашар жағдайынан туындауы мүмкін геотехникалық мәселелер, жақын маңдағы құрылыстар, су деңгейінің биіктігін және жерасты құрылысының орынсыз әдістері негізгі мәселелер болып табылады.

2 ТЕОРИЯЛЫҚ БАЗАСЫ

Қазіргі уақытта Қазақстанда қолданыстағы геотехникалық нормативтік-техникалық құжаттарды шартты түрде келесі үш топқа бөлуге болады:

1. Бірінші топқа өкілеттіктері Қазақстан Республикасының аумағында кеңейтілген кеңестік кезеңдегі нормативтік-техникалық құжаттар (оның ішінде бұрынғы КСРО-ның ішкі нормативтік құқықтық базаға Қазақстан Республикасы Үкіметінің қаулысымен енгізілген нормативтік құжаттарды қоса алғанда) жатады. «Қақпақты өзгерту» әдісі).

2. Екінші топ – халықаралық нормативтік-техникалық құжаттар.

3. Үшінші топ – отандық мамандар әзірлеген нормативтік-техникалық құжаттар.

Шетелдік сарапшылардың ерекше қызығушылығын тудырған үшінші топқа кіретін мемлекеттік нормативтік актілер болса керек. Оларға келесі құжаттар кіреді:

1) ҚР СН 5.01-06–2002. Шұңқырлардағы іргетастар. Есептеу және жобалау;

2) ҚР ҚН 5.01-07–2002. Шұңқырлардағы іргетастар. Жұмысты өндіру және қабылдау ережелері;

3) ҚР НДС 5.01-09–2003. Құрылыс алаңы жағдайында топырақтың тығыздығын оларды нығыздау кезінде оперативті бақылау;

4) ҚР НДС 5.01-10–2003. Жетекші блоктардан іргетастарды жобалаудың есептеу әдістері мен ережелері;

5) ҚН РК5.01-12–2003. Темірбетонды қадаларды топыраққа ақаусыз қағу технологиясы бойынша нұсқаулық;

6) ҚР НДС 5.01-17–2004. Іргетастардың көтергіштік қабілетін (ФЦК) олардың іргетас шұңқырларын соғу нәтижелері бойынша бақылау;

7) ҚР НДС 5.01-19–2005. Темірбетонды қадаларды қағуды жобалау және өндіру бойынша нұсқаулық.

Тақырыптық мазмұны бойынша жоғарыда аталған отандық геотехникалық нормативтік құжаттар екі пакеттен тұрады. Бірінші пакетте 1, 2, 3 және 6-позицияларда келтірілген құрылыс нормалары мен іргетастар үшін нұсқаулар бар. Екінші пакет, тиісінше, 4, 5 және 7-позицияларда көрсетілген құрылыс нормалары мен нұсқауларын қамтиды және басқарылатын құрылымдарға қатысты (қозғалатын қадалар мен іргетастардың іргетастары).

Мемлекеттік нормативтік актілердің бірінші пакетінің негізін құрайтын ҚР СН 5.01-06–2002 және ҚР ҚН 5.01-07–2002 қаңқалы шұңқырларда іргетастарды жобалау және орнату жөніндегі нұсқаулықтың ережелерін ескере отырып әзірленген (Мәскеу, 1981) және бірқатар келесі салалық және ведомстволық нормативтік құжаттар:

ВСН 67-257–87. Қондырмаларды пайдалана отырып, шұңқырлардағы іргетастарды орнату бойынша нұсқаулық УВ-1, УВК-40А, ОВК-100 (Уфа, 1987);

ВСН 48–88. Бекітілген шұңқырларда іргетас салудың міндетті технологиялары (Алма-Ата, 1988);

РСН КазССР 57–90. Жер сілкінісіне төзімді ғимараттарға арналған шұңқырлардағы іргетастарды жобалау және орнату (Алма-Ата, 1990);

РСН 40–85. Шұңқырлардағы және тесілген ұңғылардағы іргетастар (Кишинев, 1985).

Қарастырылып отырған нормативтік-техникалық құжаттарға отандық зерттеулердің нәтижелері негізінде әзірленген, кейіннен жұмыста қорытындыланған талаптар да енгізілген. Сонымен, ҚР ҚН 5.01-06–2002 құрылымында «Тампталған шұңқырлардағы іргетас. Есептеу және жобалау» мақсатына қойылатын талаптарды қамтиды:

– жоспардағы шаршы тәріздес іргетастардың табанының оңтайлы өлшемдері, олардың жоғары көтергіштік қабілетін, шұңқырлы шұңқырлардың энергияны аз тұтынуын, сондай-ақ шұңқырлардың қабырғалары мен түбінің бұрмалану кезінде бұзылудан сақталуын қамтама-сыз етеді;

– шұңқырлардың бүйір беттерінің еңістігінің шөгетін топырақтардағы вертикальға дейін олардың тығыздығы мен ылғалдылық күйін ескере отырып, оңтайлы мәндері;

– шұңқырлардың төменгі бөлігінің оңтайлы конустық бұрыштары, бұл кезде оларды қысу процесінің төмен энергетикалық қарқындылығы қамтамасыз етіледі және раммердің жұмысынан қолданыстағы объектілерге топырақ дірілінің әсерінің төмен әсері болады;

– шұңқырлар айналасындағы нығыздалған топырақ аймағының өлшемдері, олардың төменгі бөлігінде кеңейтулер жасамай орналастырылған.

ҚР ҚН 5.01-07-2002 «Шұңқырлы шұңқырлардағы негіздер. Жұмыстарды өндіру және қабылдау ережелері» келесі отандық әзірлемелерді қамтиды:

– жеке іргетас үшін іргетас шұңқырын соғу кезінде топырақты қайта ылғалдандыруға қажетті су көлемін анықтау формуласы;

– ФВК құрылысында тәжірибелік жұмыстарды жүргізу тәртібі мен құрамын жетілдіру;

– шұңқыр түбінің топырағының тығыздығын (төменгі бөлігінде кеңейтпей тайыз іргетас салу кезінде) топырақтың есептік кедергісі, оған микропенетрометрдің ұшының енуі бойынша бақылау шарты;

– шұңқырды дайындау кезінде шұңқырдың биіктігін арттырудың көп сатылы арттыру режимі және оның оңтайлы параметрлерін орнату бойынша ұсыныстар;

– шұңқырларды дайындауға арналған балғаның өнімділігін бағалау формуласы;

– шұңқырларды қоршау орнынан адамдардың тұратын жеріне дейінгі шу деңгейі бойынша рұқсат етілген ең аз қашықтықты анықтау формуласы.

3 НӘТИЖЕЛЕР МЕН ТАЛҚЫЛАУЛАР

ҚР ҚН 5.01-07-2002 енгізілген маңызды әзірлемелердің бірі жеке іргетас үшін шұңқырды соғу кезінде топырақты қайта ылғалдандыру үшін қажетті су көлемін анықтау формуласы болып табылады. Мұнда ол өзгертілген түрде ұсынылған және көлемі шұңқырдың айналасында пайда болатын тығыздалған аймақтың көлемінен кем болмауы керек топырақта толыққанды ылғалдану аймағының қалыптасуын ескере отырып есептеулерді жүргізуге мүмкіндік береді (**1-сурет**). Бұл нормативтік құжатта іргелі жаңалық жобалық және құрылыс тәжірибесіне соққы жүктемесін қолданудың дәстүрлі түрде қолданылатын тұрақты режимінің орнына шұңқырдың түсу биіктігін (шұңқырды соғу процесінде) ұлғайтудың кезек-кезеңімен арттыру режимін енгізу болып табылады. Бұрғылаудың осы режимінде құлау биіктігінің қадамын және соғу қадамын оңтайлы тандау қазба топырағының қажетті нығыздалуын, оның бұзылудан сақталуын қамтамасыз етеді, сондай-ақ тіреуіштің кептелуін және соруын болдырмайды. Құрылыс нормаларында да көрініс тапқан тағы бір ерекше даму – шұңқырлар соғылған жерден адамдар тұратын жерге дейін шу деңгейі бойынша минималды рұқсат етілген қашықтықты анықтау формуласы. Бұл формула жұмыс істеп тұрған соқпақтардың жанында тұрған адамдардың экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Шұңқырлардағы іргетастар бойынша Қазақстан Республикасының отандық мемлекеттік стандарттарының пакеті логикалық тұрғыдан ҚР РҚБ 5.01-09-2003 «Құрылыс алаңы жағдайындағы топырақтың тығыздығын оларды нығыздау кезіндегі операциялық бақылау» және ҚР РҚБ 5.01-17-2004 ж. «Олардың шұңқырларын соғу нәтижелері бойынша іргетастардың көтергіштігін бақылау қамтиды (ФВК).

ҚР РҚС 5.01-09-2003 «Құрылыс алаңы жағдайында топырақтың тығыздығын оларды тығыздау кезіндегі операциялық бақылау» мыналарды қамтиды:

- топырақтың тығыздығын оның есептік кедергісі, микропенетрометр ұшының енуі арқылы бақылау шарты;

- құрғақ күйдегі тығыздығының мәні бойынша топырақтың тығыздығын бақылау шарты;

- ену сынақтарының нәтижелері бойынша құрғақ күйдегі топырақтың тығыздығын анықтау формуласы;

- топырақтың есептік кедергісін, микропенетрометрдің ұшының енуін анықтауға қойылатын талаптар.



1-сурет – Шұңқырлардағы іргетастар.

Жалпы, жоғарыда келтірілген қысқаша талдаудан көрініп тұрғандай, Қазақстан Республикасының өзіндік әзірлемелері болып табылатын геотехникалық стандарттар қазіргі уақытта аз. Бірақ соған қарамастан, олардың барлығы негізінен отандық мамандардың зерттеулерінің нәтижелері мен тәжірибесіне негізделгенімен ерекшеленеді. Нормативтік құжаттарға енгізілген бірқатар әзірлемелер, жоғарыда көрсетілгендей, басым жаңашылдығымен ерекшеленеді және шетелдік аналогтары жоқ.

Осы мақалада ұсынылған және талқыланатын құрылыс нормалары мен нұсқаулары Қазақстандық геотехниктердің бірінші ереже жасау тәжірибесін жүзеге асыратын бірінші буынның отандық геотехникалық құжаттары болып табылады (**2-сурет**), олар ерекшеліксіз көрнекті кеңестік және ресейлік ғалым Адольф Александрович Бартоломей және Пермь геотехника мектебінің түлектері.



2-сурет – Нормативтік құжаттар

Жоғарыда аталған жағдайларды ескере отырып, Қазақстан Республикасында құрылыстың нормативтік-құқықтық базасын жаңартуға, толықтыруға және кеңейтуге үлкен және байыпты көңіл бөлінуде. Осылайша, Қазақстан Республикасы Өңірлік даму министрлігі Құрылыс және тұрғын үй-коммуналдық шаруашылық істері комитетінің қамқорлығымен 2012 жылдан бастап «Сәулет, қала құрылысы және құрылыс қызметі саласындағы нормативтік-техникалық құжаттарды жетілдіру» бюджеттік бағдарламасы іске асырылды. Осы бағдарламаны іске асыру шеңберінде еуронормалармен және еурокодтармен үйлестірілген қолданыстағы мемлекеттік нормативтік құжаттарды жетілдіру және жаңа әзірлеу бойынша

жоспарлы жұмыстар жүргізілуде. 2012-2013 жж. Тараз инженер-геотехникалық мектебінің мамандары ҚР ТРМ ТКШ және ТКШ-на Қазақстан Республикасының келесі нормативтік құжаттарын жаңартып, тапсырды:

- 1) «Өзен гидротехникалық құрылыстары» СН (2012);
- 2) «Өзен гидротехникалық құрылымдары» БК (2012);
- 3) «Тампталған шұңқырлардағы іргетас» БК (2013).

Құрылыстың қарқыны және құрылыс индустриясының табысты дамуы құрылыс жобалары бойынша дамыған аумақтармен үйлескенде, еліміздің геотехникалық нормативтік базасын кеңейту және ең алдымен құрылыс нормаларын қамтитын бірқатар жаңа нормативтік құжаттарды құру қажеттілігін көрсетеді, және келесі салалардағы ережелер:

- сортаң топырақтардағы негіздер мен іргетастарды жобалау және салу бойынша;
- бұзылған аумақтардағы негіздер мен іргетастарды жобалау және орнату;
- тақта-қадалы іргетастарды жобалау және орнату;
- жасанды іргетастарды жобалау және орнату;
- іргетастарды нығайту және қайта құру.

4 ҚОРЫТЫНДЫ

Қазақстан Республикасындағы мемлекеттік стандарттарды дамыту перспективалары туралы айта отырып, қазіргі уақытта еліміздің құрылыс индустриясында жетекші елдердің озық тәжірибесін қамтитын жоғары сапалы және заманауи мемлекеттік стандарттардың өткір тапшылығы байқалып отырғанын ерекше атап өту керек, мазмұны жағынан да, құрылымы мен логикасы бойынша да. Негізінен бұрынғы КСРО-дан мұра ретінде алынған отандық нормативтік құжаттар базасы соңғы жылдары айтарлықтай ескірген және қазіргі және болашақ талаптарға толық жауап бермейді. Қазіргі кезеңде жетекші елдер мойындаған нормалардың прогрессивті және тиімді әдістерінің бірі, белгілі болғандай, параметрлік әдіс.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Хомяков В.А., Гуменюк В.В. Проектирование оснований и фундаментов по Еврокоду 7. – Алматы, 2020. – 156 с.
2. Еврокод 8: Общие нормы проектирования сейсмостойких конструкций, сейсмические воздействия, правила проектирования зданий и подпорных сооружений: / М. Фардис [и др.]; пер. с англ. – М.: ФГБОУ ВПО «МГСУ», 2013. – 484 с. - (Серия «Издано в МГСУ: Еврокоды»).
3. Бартоломей А.А., Бекбасаров И.И. Методика контроля несущей способности фундаментов по результатам вытрамбовывания их котлованов // Тр. науч.-практ. конф. по проблемам механики грунтов, фундаментостроению и транспортному строительству. – Пермь, 2004. – Т. 1. – С. 18-22.
4. Бекбасаров И.И. Основы рациональной забивки железобетонных свай в грунты: монография. – Тараз: Изд-во «Тараз университеті», 2011. – 155 с.
5. Бартоломей А.А., Бекбасаров И.И. Основы прогнозирования эффективной забивки железобетонных свай в различные грунтовые напластования // Фундаментостроение в сложных инженерно-геологических условиях: тр. междунар. геотехн. симп., посвященного году Казахстана в России и 300-летию Санкт-Петербурга. – СПб., 2003. – С. 90–92.
6. Бекбасаров И.И. Методы определения напряжений в сваях при забивке // Збірник наукових праць. Серія: Галузеве машинобудування, будівництво. – 2009. – Вип. 2 (24). – С. 147–154.
7. Бекбасаров И.И. Метод оценки производительности подготовки котлованов // Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций. – Алматы: КазНИИССА, 2007. – Вып. 22(32). – С. 194–197.
8. Бекбасаров И.И. Пробная забивка железобетонных свай: задачи, состав, объем и порядок проведения // Вестник НИА РК. – Алматы: НИА, 2004. – № 3 (13). – С. 135–137.

ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Ержакуп Б.К., Каденгалиев А.Д.

АЛТ Университет им. Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Казахстан

Аннотация. *Геодезия и картография в строительстве – это области знаний, тесно связанные с изучением и описанием земной поверхности, ее форм и характеристик широко применяемые в транспортном строительстве. Геодезия занимается измерениями и определением географических координат точек на Земле, создавая основу для картографии и планирования землепользования. Картография отображает эти данные на картах, атласах и географических информационных системах, обеспечивая удобный доступ к пространственной информации.*

Написанная работа является материалом обучения студентов на геодезической практике, где их учат анализировать геодезическую роль при строительстве участка трассы автомобильной дороги. По ходу работы будут отражены основные геодезические понятия при изысканиях и геодезическом контроле при строительстве либо реконструкции автомобильной дороги. Для проведения исследования и анализа проведенной работы использовались нивелиры и теодолиты, а также тахеометр с мобильным лазерным сканером и (НЛС) на примере возведения участка автомобильной дороги.

Ключевые слова: *геодезия, картография, строительство, автомобильная дорога.*

Андатпа. *Құрылыстағы геодезия және картография – бұл жер бетін, оның формалары мен сипаттамаларын зерттеумен және сипаттаумен тығыз байланысты, Көлік құрылысында кеңінен қолданылатын білім салалары. Геодезия жердегі нүктелердің географиялық координаттарын өлшеуге және анықтауға, жерді пайдалану картографиясы мен жоспарлауына негіз жасауға бағытталған. Картография бұл деректерді карталарда, атластарда және географиялық ақпараттық жүйелерде көрсетеді, бұл Кеңістіктік ақпаратқа ыңғайлы қол жеткізуге мүмкіндік береді.*

Жазылған жұмыс студенттерді геодезиялық практикада оқытудың материалы болып табылады, онда оларға автомобиль жолы трассасының учаскесін салудағы геодезиялық рөлді талдауға үйретіледі. Жұмыс барысында автомобиль жолын салу немесе реконструкциялау кезінде іздестіру және геодезиялық бақылау кезінде негізгі геодезиялық ұғымдар көрсетіледі. Жүргізілген жұмысты зерттеу және талдау үшін нивелирлер мен теодолиттер, сондай-ақ автомобиль жолының учаскесін салу мысалында мобильді лазерлік сканері және (НЛС) бар тахеометр пайдаланылды.

Түйін сөздер: *геодезия, картаға түсіру, құрылыс, автомобиль жолдары.*

Abstract. *Geodesy and cartography in construction are fields of knowledge closely related to the study and description of the Earth's surface, its forms and characteristics widely used in transportation construction. Geodesy is concerned with measuring and determining the geographic coordinates of points on the Earth, providing the basis for cartography and land use planning. Cartography displays this data on maps, atlases, and geographic information systems, providing convenient access to spatial information.*

The written work is the material of teaching students in the geodetic practice, where they are taught to analyze the geodetic role in the construction of a section of highway route. In the course of the work will be reflected the basic geodetic concepts in surveying and geodetic control in the construction or reconstruction of the highway. To carry out the study and analyze the work carried out used levels and theodolites, as well as a total station with a mobile laser scanner and (NLS) on the example of the construction of a section of highway.

Key words: *Geodesy, mapping, construction, highway.*

*Автор-корреспондент: Ержакуп Б.К.
Научный руководитель: Оспанова З.К.

1 ВВЕДЕНИЕ

Современное мироздание требует комплексного подхода к управлению территориями и ресурсами. В этом контексте геодезия, картография, землеустройство и кадастр становятся незаменимыми инструментами [1-3], обеспечивающими основу для устойчивого развития общества. Эти области знаний тесно взаимосвязаны, их взаимодействие не только облегчает понимание и описывание земной поверхности, но и создает основу для эффективного использования земельных ресурсов, планирования территориального размещения объектов транспортной инфраструктуры, а также защиты окружающей среды.

В нашей статье мы рассмотрим роль и значение каждой из этих дисциплин в контексте современных вызовов, стоящих перед обществом. Мы углубимся в их взаимосвязь и влияние на процессы управления территориями, рассмотрим современные тенденции и инновации, способствующие улучшению практики в этих областях [4-5]. Наша цель – проанализировать ключевые аспекты соприкосновения геодезии, картографии, землеустройства и кадастра, выявить их вклад в обеспечение устойчивого развития, а также предложить перспективные направления для дальнейших исследований и развития.

2 МЕТОДЫ

В нашем исследовании мы сосредоточимся на комплексном взаимодействии геодезии и картографии при строительстве автомобильных дорог как ключевых дисциплин, определяющих устойчивое развитие территорий. Мы рассмотрим их влияние на процессы управления земельными ресурсами, планирования территориального размещения объектов транспортной инфраструктуры, а также их роль в поддержании экологической устойчивости и обеспечении правовой прозрачности в сфере земельных отношений. Наше исследование будет охватывать как теоретические аспекты взаимодействия этих дисциплин, так и практические примеры их применения в различных регионах мира. Наша цель – выявить основные факторы, определяющие успешное соприкосновение геодезии и картографии, предложить практические рекомендации для оптимизации проведения строительных работ на плодородной земле сельскохозяйственного назначения, выделяемой под застройку или строительство транспортной инфраструктуры [6].

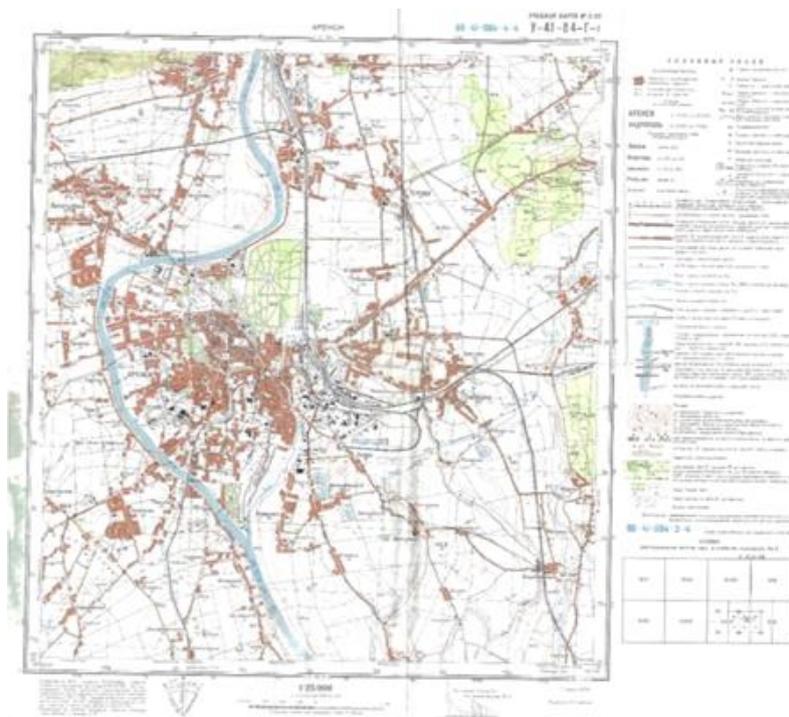


Рисунок 1 – Топографическая карта (общий вид)

В нашем исследовании также мы привлечем внимание к историческому контексту развития этих дисциплин и их эволюции в современном мире. Мы рассмотрим их влияние на формирование современной геоинформационной системы и их роль в цифровизации процессов управления территориями. Кроме того, мы проанализируем проблемы, с которыми сталкиваются специалисты в каждой из этих областей, и предложим стратегии и методы их решения. Наша цель – не только выявить ключевые факторы успешного соприкосновения геодезии, картографии, землеустройства и кадастра, но и разработать практические рекомендации для их интеграции и совершенствования в современной практике управления территориями республиканского значения.

Постановка эксперимента

Изображение рельефа на планах и картах. За пример изображения рельефа на планах и картах можно рассмотреть учебную карту, которую выдал руководитель геодезической практики.

Определение азимутов, дирекционных углов, румбов на карте. Азимут – это горизонтальный угол между направлением на точку и северным направлением. Обычно он измеряется в градусах, отсчитываемых от северного направления в положительном направлении по часовой стрелке до цели. Азимут может быть выражен как азимут истинный (истинное северное направление), а также магнитный (с учетом магнитного склонения), и географический (относительно географического севера). Используются для определения направлений и положения объектов на земной поверхности, а также для построения карт и других геодезических работ.

Дирекционные углы – это углы между прямыми линиями, заданными направлением двух точек на земной поверхности. Они измеряются в вертикальной плоскости и обычно отсчитываются от северного направления или от осевой линии некоторого объекта. Дирекционные углы используются для описания направления линий, например, для определения курса путей сообщения, расположения границ земельных участков и т. д.

Румб – между линией, заданной направлением двух точек на земной поверхности, и северным направлением. Румбовые углы могут измеряться в градусах, минутах или градусах и минутах, и они обычно отсчитываются в направлении севера по часовой стрелке. Например, если вы измеряете, угол между северным направлением и направлением на точку, которая расположена к северо-востоку от вас, то румбовый угол будет равен 45 градусам. Румбовые углы широко используются в навигации, картографии и других областях геодезии для описания направлений и положения объектов на земной поверхности.

В группе был произведен расчет по карте. Сначала мы произвольно выбрали 3 точки и указали их на карте. Далее мы их соединили и с помощью транспортира начали определять градусы, которые в дальнейшем использовали для расчета азимута, румбов, дирекционных углов, а также широты и долготы.

Земля – важнейшая часть окружающей природной среды, характеризующаяся пространством, рельефом, климатом, почвами, растительностью, недрами, водами, являющаяся местом расселения, главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве, а также пространственным базисом для размещения объектов материальной культуры, включая предприятия и организации всех отраслей народного хозяйства. Земля как объект общественных отношений имеет принципиальные отличия от иных имущественных объектов, обладая уникальными свойствами нерукотворности и неуничтожимости в пространстве и времени. В рамках любой конкретной формы землепользования земля как природный объект в любом случае остается принадлежностью государства, делегирующего отдельным юридическим и физическим лицам лишь права на землю, включая право собственности. Поэтому трактование земли как природного объекта и ресурса является первичным, приоритетным, а как недвижимого имущества – вторичным, вытекающим из конкретных условий общественного развития в текущий временной период [7].

Начиная с рубежа прошлого века, обнаружилась негативная тенденция снижения роли землеустройства в реализации современной земельной политики. Начало этому процессу

было положено выпуском ряда нормативных актов в конце 1990-х годов, а наиболее четко тенденция обозначилась в 2001 г., когда был утвержден федеральный закон «О землеустройстве», и после внесения в него ряда поправок. Содержание данного закона существенно ограничивало круг вопросов, относящихся непосредственно к землеустройству.

Со второй половины 2000-х годов в выступлениях и текстах некоторых представителей государственных органов сферы управления земельными ресурсами и регулирования земельных отношений неоднократно высказывались предложения о ликвидации землеустройства или его включении в систему кадастра недвижимости. Обоснованием таких адаптивных (от лат. *adaptio* – приспосаблию) – приспособительных, приспособляющихся предложений были мнения, что землеустройство – пережиток социализма с его плановой организацией земельных отношений и использования земель, якобы отсутствующий в развитых капиталистических странах. Профессионалами же как отечественными, так и зарубежными, оценивается, как неспособность понять сущность процессов организации цивилизованного, эффективного и устойчивого землевладения и землепользования [8].

3 РЕЗУЛЬТАТЫ

Определение на карте азимуты, дирекционные углы и румбы.

Мои 3 точки: А, Б, В, находятся по диагонали рядом друг с другом.

Мой азимут равен: от А до Б=130, от Б до В= 125

Мои дирекционные углы: АБ=120, БВ=120

Мой румб: АБ=130-Юго-Восток, БВ= 125-Юго-Восток

Карта

Широта и долгота 1 точки А:

Широта – 3 мин.33 сек Долгота – 54 мин. 1 сек.

Широта и долгота 2 точки Б:

Широта – 2 мин.30 сек Долгота – 55 мин. 15 сек.

Широта и долгота 3 точки В:

Широта – 3 мин.20 сек Долгота – 55 мин.

Определение единиц мер, применяемые геодезии.

$9443:3600=2651''$

$651:60=10'85''$

$210'85''$

$a=15.6$

$n=0, n=0,8 = 28'$

Ответ: 1728'

4 ОБСУЖДЕНИЕ

Геодезия и картография – одна из древнейших наук, возникших из практической потребности человеческой цивилизации решать задачи земле разделения, установления границ земельных участков, определения их площадей, составления топографических планов и карт. Велика роль геодезии при решении навигационных задач, установлении единых систем координат, проектировании и строительстве инженерных сооружений. Геодезия является одной из базовых дисциплин на первом курсе, цель которой заключается в получении студентами основ знаний и умений, общих сведений об основных понятиях и определениях, необходимых в их дальнейшем учебном процессе для лучшего понимания других предметов, например проектирования и строительства автомобильных дорог, построения геодезического профиля транспортной инфраструктуры. На этой основе дается порядок вычисления прямоугольных координат вершин замкнутого теодолитного хода.

Геодезические измерения производятся различными специальными инструментами и приборами на поверхности Земли, в ее недрах, в приземном слое атмосферы, на море и в космосе. Поэтому в курсе геодезии уделяется большое внимание изучению теории, устройству и исследованию геодезических инструментов и приборов, изучению методов и техники

производства измерений на земной поверхности. Такие измерения необходимы для изучения формы и размеров Земли и для составления планов и карт, представляющих собой условные изображения на бумаге, на экране компьютера как отдельных участков, так и всей планеты в целом [6].

Под землеустройством в широком смысле слова подразумевается совокупность социально-экономических процессов, обеспечивающих целенаправленную организацию территории и связанных с землей средств производства. Содержание землеустройства зависит от степени развития производительных сил и производственных отношений общества и в оптимальном варианте должно основываться на следующих основных принципах:

- приоритет природоохранных задач для минимизации конфликта между быстрым развитием производительных сил и жесткой ограниченностью природных ресурсов;
- максимальный учет природно-ландшафтных, экологохозяйственных и агроэкологических свойств территории при организации в ее пределах землевладения и землепользования, носящих адаптивный характер;
- приоритет природоохранного и сельскохозяйственного землевладения и землепользования при перераспределении земель;
- строгое соблюдение норм законодательства различных отраслей в области правового регулирования землевладения и землепользования;
- комплексный характер организации территории и производства;
- экологическая, экономическая и социальная эффективность организации территории;
- обеспечение стабильности землевладения и землепользования;
- максимальное сочетание интересов общества в целом, отдельных отраслей, землевладельцев и землепользователей [9].

5 ВЫВОДЫ

Важно отметить, что участие в геодезической практике позволило нам не только применить полученные теоретические знания на практике, но и развить навыки командной работы, аналитического мышления и решения проблем в реальном времени. Мы столкнулись с разнообразными ситуациями, требующими креативного подхода к решению задач, что значительно расширило наш профессиональный арсенал.

Практика также позволила нам оценить важность коллективной работы и эффективного взаимодействия с коллегами и наставниками. Мы убедились в том, что успешное выполнение геодезических работ зависит не только от технических навыков, но и от умения работать в команде и поддерживать взаимодействие между участниками проекта.

В целом, учебная геодезическая практика оказалась не только важным этапом нашего обучения, но и ценным опытом для нашего будущего профессионального развития в области геодезии и картографии. Мы благодарны нашим наставникам за ценные знания и опыт, полученные в ходе практики, и уверены, что этот опыт будет полезен нам в дальнейшей карьере.

С уверенностью можем заключить, что учебная геодезическая практика стала важным шагом на пути к нашему профессиональному успеху, и мы готовы применить полученные знания и навыки в своей будущей деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП РК 1.03-26-2004. Геодезические работы в строительстве.
2. Бондарь И.С., Алпыспаева Ж.А., Оспанова З.К., Хардииков П.Г. Геодезическое обеспечение при реконструкции автомобильных дорог / Вестник КазАТК №3. – Алматы, 2024. – С. 124-129.
3. Бондарь И.С., Мамедова Ж.Э. Геодезические средства измерений и BIM-технологии при проектировании дорог / Труды XXII Междунар. научн.-практ. конф. «GLOBAL SCIENCE AND INNOVATIONS 2024: CENTRAL ASIA». – Астана, 2024. – С. 12-19.
4. Иванов А.Н., Петров И.С. Инновации в строительных технологиях // Журнал строительных наук. – 2020. – 45(2). – С. 123-134.

5. Константинов М.И. Основы геодезии: учебн.-метод. пособие. – Красноярск: СФУ, 2023. – 40 с.
6. Основы геодезии: учеб. пособие / Т.И. Левитская; М-во образования и науки Рос. Федерации, Урал. Федер. Ун-т. – 2-е изд., перераб. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Ун-та, 2017. – 88 с.
7. Современные проблемы землеустройства и кадастров. Ч. 1 Землеустройство: учебное пособие для студентов магистратуры. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2012. – 69 с.; ил.
8. Хлыстун В.Н. Земельная политика государства и роль землеустройства в ее реализации // В кн.: Правовое регулирование проведения землеустройства: Материалы междунар. научн.-практ. конф., посв. 100-летию закона «О землеустройстве» (ГУЗ, 25 октября 2011 г.). – М.: ГУЗ, 2011. – С. 249-258.
9. Волков С.Н., Варламов А.А., Купчиненко А.В. и др. Землеустройство и кадастр недвижимости: учебное пособие. – М., 2010. – 336 с.

UDC 699.841

EVALUATION OF SEISMIC RESPONSE OF CHEVRON BUCKLING RESTRAINED BRACED FRAMES

Nurgul Kambar¹, Irina Polyakova²

¹Kazakh Leading Academy of Architecture and Civil Engineering, Kazakhstan, Almaty
²candidate of technical sciences, associate Professor of KazLAACE, Kazakhstan, Almaty

Abstract. *Buckling Restrained Braces (BRBs) are widely recognized for their effectiveness in seismic design. This literature review examines studies on the seismic response of Buckling Restrained Braced Frames (BRBFs), focusing on chevron configurations. BRBFs utilize steel braces encased in concrete-filled tubes to resist lateral loads. Research highlights their excellent ductility and energy dissipation capacity under cyclic loading. A comparison between conventional and BRBF connection schemes reveals that BRBFs significantly reduce displacements and enhance seismic stability, demonstrating their effectiveness in increasing structural strength reserves.*

Key words: *buckling-restrained brace, design scheme, steel, seismic, periods of fluctuations.*

Андатпа. *Жұмыста зерттелетін тақырыптың өзектілігін негіздеу үшін сейсмикалық белсенділік туралы деректер келтірілген. Жер сілкіністері кезінде гистерезис тегжейтін элементтер ретінде пайдаланылатын иілуге төзімді арматуралар (BRBF) туралы мәліметтерді қамтитын негізгі басылымдар талданған. Негізгі зерттеу бөлімінде кәдімгі арматураланған рамаларды (КБФ) күшейтілген рамалармен (BRBF) салыстыру егжей-тегжейлі қарастырылады, екінші нұсқаның ең жоғары тиімділігінің дәлелі.*

Түйін сөздер: *арматуралық шыбықтар (BRBF), конструкторлық схема, болат, сейсмикалық, тербеліс кезеңдері.*

Аннотация. *В работе приводятся данные о сейсмической активности с целью обоснования актуальности исследуемой темы. Анализируются основные публикации, в которых имеются данные о устойчивых к продольному изгибу усиливающих стержнях (BRBF), применяемых как элементы гистерезисного демпфирования при землетрясении. В основной исследовательской части подробно рассмотрено сравнение обычных укрепленных каркасов (CBF) с каркасами укрепленными стержнями (BRBF), с доказательством наибольшей эффективности второго варианта.*

Ключевые слова: *усиливающие стержни (BRBF), расчетная схема, сталь, сейсмичность, периоды колебаний.*

1 INTRODUCTION

Buckling Restrained Braces (BRBs), recognized for their ability to perform under both tensile and compressive forces, have seen widespread adoption globally.

Buckling restrained braced frames (BRBFs) have been widely used as an efficient and cost-effective solution for seismic design. However, little research has been conducted on the seismic response of chevron BRBFs. This literature review aims to explore the existing studies on the evaluation of the seismic response of chevron BRBFs.

Overview of Buckling Restrained Braced Frames Buckling restrained braced frames (BRBFs) are a type of seismic lateral load resisting system that utilize steel braces, which are designed to buckle in a controlled manner under lateral loads. These braces are encased in a steel tube filled with a core of concrete or other material to prevent buckling.

Seismic Response of Buckling Restrained Braced Frames Several studies have been conducted to evaluate the seismic response of BRBFs. A study by Bruneau [1] investigated the performance of BRBFs under cyclic loading. The results showed that BRBFs had excellent ductility and energy dissipation capacity, making them an effective seismic design solution.

Research by Clark and colleagues in 1999 revealed that, under identical load conditions, frames equipped with these braces could be constructed using half the steel required for special moment resisting frames. Subsequent studies have confirmed the BRB's robust performance under cyclic loading, highlighting its capacity for dissipating significant amounts of hysteretic energy, as documented by Black [2] and Merrit [3]. Innovations in BRB design have also emerged, such as the approach by Iwata [4] and Murai, which involves welding a core plate encased in unbonded material to mortar-filled channel steels.

Further advancements were observed in the work of Tremblay [5], who conducted seismic tests on both conventional concrete-filled and novel steel core-restrained BRBs, demonstrating their effective behavior under various loading scenarios. The development of an energy-based seismic design methodology for these braces by Kim [6], [7] and Choi and Kim (2009) marked another significant milestone. The positive outcomes from diverse experimental setups have led to the active integration of BRBs in seismic design and the retrofitting of buildings and bridges in areas prone to earthquakes, including Taiwan, Japan, and the United States. Notably, BRBs have been utilized in nearly 60% of high-rise steel constructions in Japan recently, as reported by Xie[8], and have also been applied in the seismic upgrading of steel bridges, as noted by Carden [9] and Usami [10].

2 METHODS

The task of comparing two calculation schemes for the perception of seismic effects is considered. The 1st design scheme has connections in the form of a classical solution made of a conventional steel rod of box section- in Fig.1. The 2nd calculation scheme has absolute rigidity connections of the BRBF type-in Fig.2.

For this comparison, it is enough to consider the problem in the form of a flat scheme. The Scad Office 21.1.9.1 software package was used for this task.

Table 1 – Conditions of the construction site

The construction area	Almaty
Climatic region	III, subdistrict III [11]
The standard value of wind pressure	38kgs/m ² [12]
The calculated value of the weight of the snow cover	120kgs/m ² [12]
The estimated winter temperature	20.1° [11]
Seismic zone	9 points [11]
Category of soils by seismic properties	II (second)
The value of the calculated horizontal acceleration a_g	$g=0.525$

The main indicators for the building. A 5-storey flat frame is considered, the pitch of the columns in the transverse direction is 6.0 m. the height of the floors is 3.3 m. To determine the loads on the floor beams, a step of the transverse frames in the longitudinal direction of 6.0 m is assumed. Rigid linking is accepted at the foundation level. For the sections used for calculation, see the pictures of stiffness.

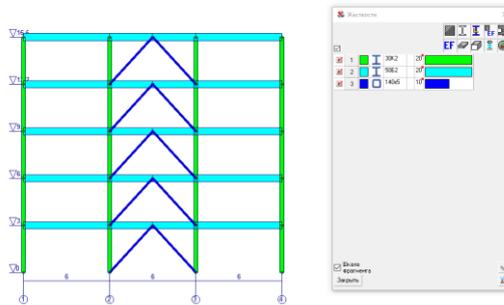


Figure 1 – General view of the calculation scheme with a classical connection

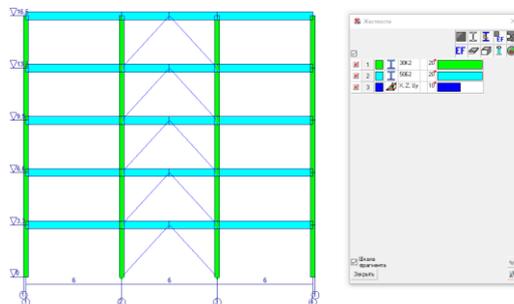


Figure 2 – General view of the calculation scheme with BRBF connection

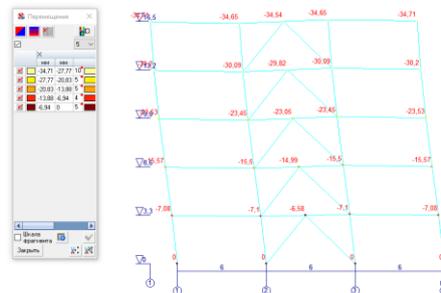


Figure 3 – Seismic displacement in a model with conventional connection

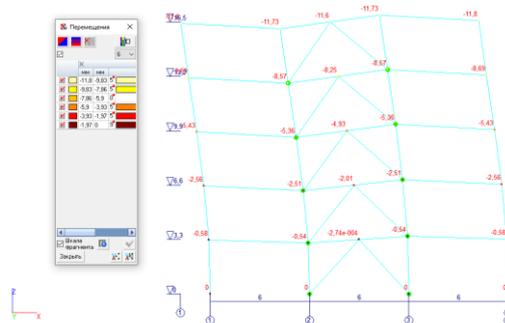


Figure 4 – Seismic displacement in a model with BRBF connection

Загружение		Номер формы	Собственное значение	Частота		Период	Модальные массы (%)			График
				рад/сек	Гц		X	Y	Z	
6	Сейсмическое воздействие	1	0,11	8,89	1,42	0,71	84,08	0	0,01	График
		2	0,04	26,81	4,27	0,23	11,09	0	0,01	
		3	0,02	45,79	7,29	0,14	3,19	0	0	
Сумма модальных масс							98,35	100	0,02	График

Figure 5 – Periods of fluctuations in a model with a conventional connection

Загружение		Номер формы	Собственное значение	Частота		Период	Модальные массы (%)			График
				рад/сек	Гц		X	Y	Z	
6	Сейсмическое воздействие	1	0,06	15,92	2,53	0,39	68,9	0	0,03	График
		2	0,02	48,85	7,78	0,13	15,43	0	6,33	
		3	0,02	55,76	8,87	0,11	1,62	0	52,41	
Сумма модальных масс							85,95	100	58,76	График

Figure 6 – Periods of fluctuations in a model with BRBF connection

4 CONCLUSION

As can be seen from preliminary calculations, under equal conditions, the displacements in the calculation scheme with BRF connection are 11.80 mm- in Fig.3, in the calculation scheme with conventional connection 34.71 mm – in Fig.4, which is significantly more. The fluctuation periods also differ significantly – in Fig.5, Fig.6. It is worth noting that the shape of the oscillation is also different. In the calculation model with a conventional connection, the shape of the oscillation is more flexible. In the BRBF-connection model, the oscillation shape is translational. As a result, it should be concluded that the use of BRBF bonds significantly increases the seismic stability of the building as a whole and has a beneficial effect on increasing the strength reserves of the structure.

REFERENCES

1. Bruneau, M., Chang, S.E., and Eguchi, R.T. et al. (2003). “A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities” *Earthquake Spectra*, 19(4), 733-752
2. Black, C., Makris, N. and Aiken, I. (2002), *Component Testing, Stability Analysis and Characterization of Buckling Restrained Unbonded Braces*, Report No. PEER-2002/08, PEERC, University of California at Berkeley.
3. Merritt, S., Uang, C.M. and Benzoni, G. (2003), *Subassemblage Testing of Corebrace Buckling-restrained Braces*, Report No. TR-2003/01, U.C. San Diego.
4. Tremblay, R., Bolduc, P., Neville, R. and DeVall, R. (2006), “Seismic testing and performance of bucklingrestrained bracing systems”, *Can. J. Civil Eng.*, 33, 183-198.
5. Iwata, M. and Murai, M. (2006), “Buckling-restrained brace using steel mortar planks; performance evaluation as a hysteretic damper”, *Earthq. Eng. Struct. Dyn.*, 35, 1807-1826.
6. Choi, H. and Kim, J. (2009), “Evaluation of seismic energy demand and its application on design of buckling- restrained braced frames”, *Struct. Eng. Mech.*, 31(1), 93-112.
7. Kim, J., Choi, H. and Chung, L. (2004), “Energy-based seismic design of structures with buckling-restrained braces”, *Steel Compos. Struct.*, 4(6), 437-452.
8. Xie, Q. (2005), “State of the art of buckling-restrained braces in Asia”, *J. Constr. Steel Res.*, 61, 727-748.
9. Carden, L.P., Itani, A.M. and Buckle, I.G. (2006), “Seismic performance of steel girder bridges with ductile cross frames using buckling-restrained braces”, *J. Struct. Eng.*, 132(3), 338-345.

10. Usami, T., Lu, Z. and Ge, H. (2005), "A seismic upgrading method for steel arch bridges using buckling- restrained braces", Earthq. Eng. Struct. Dyn., 34, 471-496.
11. SP RK 2.04-01-2017, Construction Climatology (Republic of Kazakhstan).
12. NTP RK 01-01-3.1 (4.1)-2017, Normative and technical document from the Republic of Kazakhstan. Actions on Structures.

УДК 699.841

ТЕХНОЛОГИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ БАРЬЕРОВ ДЛЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПАМЯТНИКОВ

С.Е. Ниетбай , Е.Т. Бесимбаев , Т. Аввад 

КазНИТУ, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. Статья посвящена технологии устройства вертикальных барьеров для защиты архитектурных памятников от различных внешних воздействий, таких как вода, грунтовые движения и сейсмические волны. Рассматриваются теоретические основы применения вертикальных барьеров, их материалы и методы установки. Приводятся результаты экспериментальных исследований, подтверждающих эффективность данной технологии в снижении риска повреждений и разрушений исторических зданий. Описаны примеры успешного применения вертикальных барьеров в Венеции и Сан-Франциско, демонстрирующие их надежность и долговечность. В статье также предложены рекомендации по внедрению технологии, включая учет местных геологических условий и использование современных материалов. Заключение подчеркивает важность комплексного подхода к защите культурного наследия с помощью вертикальных барьеров.

Ключевые слова: сейсмозащита памятников архитектуры, вертикальный барьер, технология устройства, экспериментальные исследования, экран-барьер.

Андатпа. Мақала сәулет ескерткіштерін су, жер қозғалысы және сейсмикалық толқындар сияқты әртүрлі сыртқы әсерлерден қорғау үшін тік бөгеттерді салу технологиясына арналған. Тік бөгеттерді қолданудың теориялық негіздері, олардың материалдары мен орнату әдістері қарастырылады. Бұл технологияның тарихи ғимараттардың зақымдану және қирау қаупін азайтудағы тиімділігін растайтын эксперименталды зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Венеция мен Сан-Францискода тік кедергілерді сәтті пайдалану мысалдары сипатталған, олардың сенімділігі мен ұзақ мерзімділігін көрсетеді. Мақалада, сонымен қатар, жергілікті геологиялық жағдайларды және заманауи материалдарды пайдалануды ескере отырып, технологияны енгізу бойынша ұсыныстар берілген. Қорытындыда тік кедергілер арқылы мәдени мұраны қорғауға кешенді көзқарастың маңыздылығы көрсетілген.

Түйін сөздер: сәулет ескерткіштерін сейсмикалық қорғау, тік кедергі, құрылғы технологиясы, тәжірибелік зерттеу, тосқауыл экраны.

Abstract. The article is devoted to the technology of constructing vertical barriers to protect architectural monuments from various external influences, such as water, ground movements and seismic waves. The theoretical basis for the use of vertical barriers, their materials and installation methods are considered. The results of experimental studies confirming the effectiveness of this technology in reducing the risk of damage and destruction of historical buildings are presented. Examples of the successful use of vertical barriers in Venice and San Francisco are described, demonstrating their reliability and durability. The article

also offers recommendations for the implementation of technology, including taking into account local geological conditions and the use of modern materials. The conclusion highlights the importance of an integrated approach to the protection of cultural heritage through vertical barriers.

Key words: *seismic protection of architectural monuments, vertical barrier, device technology, experimental research, barrier screen.*

***Автор-корреспондент: Ниятбай Саят,**
e-mail: sayat_90@inbox.ru

1 ВВЕДЕНИЕ

Архитектурные памятники, являющиеся важной частью культурного наследия, часто подвержены различным внешним воздействиям, таким как вода, грунтовые движения и особенно сейсмические волны (Kilic, 2023). Землетрясения представляют серьезную угрозу для старинных зданий, которые не были спроектированы с учетом современных требований сейсмостойкости. Разрушение или повреждение таких объектов может привести к утрате не только исторической, но и культурной ценности (Degli Abbatì et al., 2024). Поэтому разработка и внедрение эффективных методов сейсмозащиты являются актуальной задачей в области охраны культурного наследия (Requena-Garcia-Cruz et al., 2023).

Одним из перспективных методов защиты архитектурных памятников от сейсмических воздействий является устройство вертикальных барьеров (Michette et al., 2023). Эти барьеры представляют собой конструкции, устанавливаемые вдоль периметра фундамента здания или вокруг него, с целью предотвращения проникновения сейсмических волн и стабилизации грунта (Michette et al., 2017). Вертикальные барьеры позволяют значительно уменьшить амплитуду колебаний, передаваемых на здание, что снижает риск его повреждений.

Одним из эффективных методов геотехнической сейсмоизоляции, основанного на инъекции полиуретана в грунт, уже хорошо зарекомендовавшей себя технике для улучшения грунта. Для сейсмических целей это решение базируется на снижении риска за счет уменьшения поверхностных ускорений; оно является альтернативой структурным вмешательствам и особенно выгодно для существующих зданий с точки зрения сохранения их внешнего вида (Gatto & Montrasio, 2022).

Другим эффективным методом является сейсмический барьера в грунте, защищающий территорию от сейсмических волн типа Рэлея. Основная идея этого типа защиты заключается в предотвращении передачи сейсмических волн в защищаемую зону, снижении амплитуд смещений, скоростей и ускорений в точках за барьером. Представлены и обсуждаются численные симуляции на плоских и пространственных моделях для случаев горизонтальных и вертикальных барьеров с использованием различных механических и геометрических параметров барьеров. Кроме того, представлен и адаптирован для специфических грунтовых условий алгоритм многопараметрической оптимизации геометрии и материалов барьера (Dudchenko et al., 2021).

Другие исследования оценивали эффективность свайных барьеров для защиты от сейсмических волн, а также в предоставлении рекомендаций по оптимизации их геометрии и материалов (Dudchenko et al., 2022).

Настоящая статья посвящена технологии устройства вертикальных барьеров из различных геоматериалов в виде резиногрунта (Forcellini et al., 2024) и битумгрунта (Kuvat & Sadoglu, 2020) для сейсмозащиты архитектурных памятников. В ней рассматриваются теоретические основы применения вертикальных барьеров, описываются материалы и методы их установки, а также приводятся результаты экспериментальных исследований, подтверждающих эффективность данного метода. Примеры успешного применения вертикальных барьеров в различных странах мира демонстрируют их надежность и долговечность.

Цель статьи – продемонстрировать значимость и эффективность технологии устройства вертикальных барьеров для сейсмозащиты архитектурных памятников, а также предоставить рекомендации по их внедрению в практику реставрации и сохранения культурного наследия.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УСТРОЙСТВА ВЕРТИКАЛЬНЫХ БАРЬЕРОВ

Вертикальные барьеры представляют собой конструкции, которые устанавливаются вдоль периметра фундамента здания или вокруг него. Основная функция этих барьеров – предотвращение проникновения воды, стабилизация грунта и уменьшение воздействия сейсмических волн. Применение вертикальных барьеров в защите архитектурных памятников обусловлено их высокой эффективностью и долговечностью.

Методы

Для устройства вертикальных барьеров используются различные материалы, такие как резиногрунт и битумгрунт. Выбор материала зависит от специфики объекта и характера внешних угроз. Основные методы установки вертикальных барьеров включают буронабивные сваи, стенки в грунте и мембранные барьеры на **Рисунке 1**.

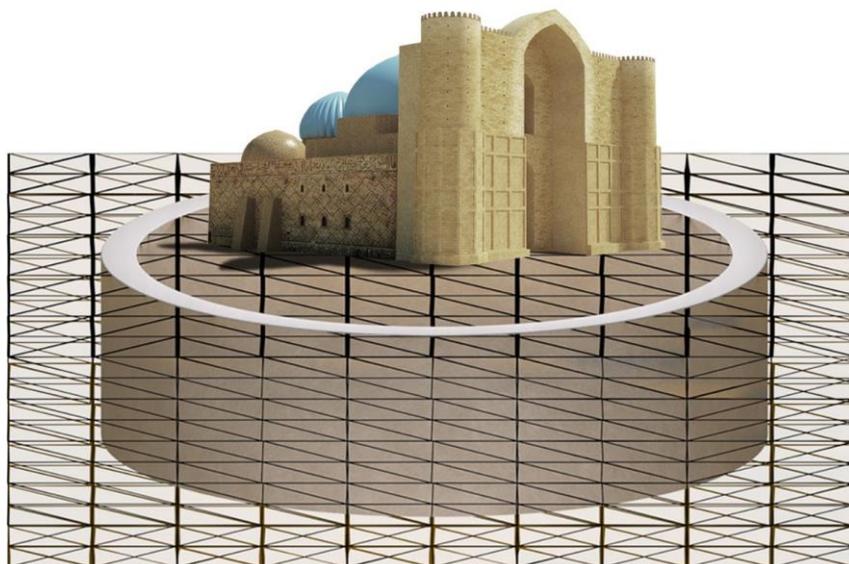


Рисунок 1 – Вертикальный экран-барьер вокруг Мавзолея Ходжи Ахмеда Ясави

Исследование эффективности вертикальных барьеров

Экспериментальные исследования показывают, что вертикальные барьеры значительно снижают воздействие внешних факторов на архитектурные памятники. В частности, снижение проникновения воды и стабилизация грунта позволяют предотвратить подвижки и деформации фундамента, что особенно важно для старинных зданий. Результаты испытаний подтверждают, что использование вертикальных барьеров значительно увеличивает долговечность и стабильность конструкций.

Примеры успешного применения вертикальных барьеров

Примеры успешного применения вертикальных барьеров включают проекты по защите исторических зданий в Венеции, где барьеры предотвращают подъем грунтовых вод, и в Сан-Франциско, где барьеры защищают от сейсмических волн. Эти проекты демонстрируют высокую эффективность и надежность данной технологии.

На сегодняшний день разработано множество систем сейсмоизоляции памятников архитектуры, и предложены различные подходы к их проектированию и устройству. В предлагаемом методе используется технология устройства геотехнической сейсмоизоляции в виде вертикальных экран-барьеров из геоматериалов, аналогичных устройству буронабивных грунтовых свай.

Процесс устройства вертикальных экран-барьеров включает следующие этапы:

1. Бурение скважины на Рисунке 2: скважина пробуривается раскатчиком-устройством, который уплотняет грунт стенок скважины при бурении.

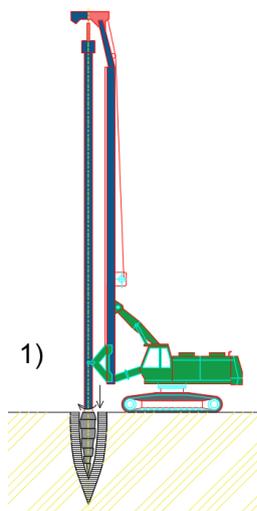


Рисунок 2 – Бурение скважины для вертикальный экран-барьера

2. Заполнение скважины на Рисунке 3:

- Заполнение скважины смесью из геоматериала первого слоя.
- Заполнение скважины смесью из геоматериала второго слоя.

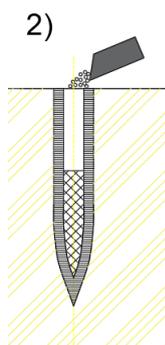


Рисунок 3 – Заполнение скважины геоматериалом

3. Уплотнение на Рисунке 4:

- Уплотнение уложенного геоматериала первого слоя.
- Уплотнение уложенного геоматериала второго слоя.

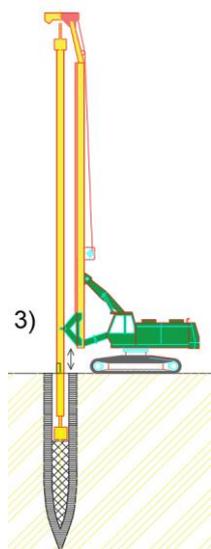


Рисунок 4 – Уплотнение скважины для вертикального экран-барьера

Параметры вертикальных барьеров (тип геоматериала, толщина экрана в 2-3 ряда, расположение от здания и его глубина) зависят от инженерно-геологических условий площадки, на которой расположен памятник архитектуры.

Исследуемые геоматериалы включают:

- грунтобитум;
- грунторезину.

Технология набивки скважины экран-барьера проводится поэтапно, до достижения оптимальной плотности геоматериала, аналогично технологии устройства буронабивных грунтовых свай. В процессе устройства обеспечивается организационно-технологическая надежность и сохранность памятников архитектуры.

Результаты

Результаты исследований и примеры практического применения показывают, что вертикальные барьеры являются одним из наиболее эффективных методов защиты архитектурных памятников. Сравнение с традиционными методами защиты подтверждает преимущество вертикальных барьеров в снижении риска повреждений и увеличении долговечности зданий.

Результаты

Результаты экспериментальных исследований параметрических характеристик материалов, используемых в качестве наполнителя экран-барьера, показали отличные демпфирующие качества этих геоматериалов. Все виды моделей геоматериалов системы геотехнической сейсмоизоляции демонстрируют снижение амплитуд сейсмических волн по сравнению с грунтом без включений.

Основные результаты включают:

- **Грунтобитум:** снижение амплитуды волны на 50%.
- **Грунторезина:** снижение амплитуды волны на 40%.

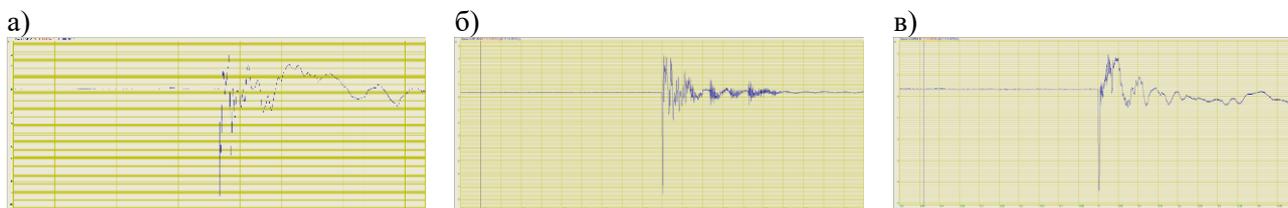


Рисунок 5 – Результаты экспериментальных исследований. Амплитуды вибраций.
а) естественный грунт, б) грунторезина, в) грунтобитум

Результаты показывают (**Рисунок 5**), что вибрация наиболее быстро затухает при применении предложенных геоматериалов, в то время как грунт без примесей показывает меньшие значения демпфирования.

3 ОБСУЖДЕНИЕ

Для успешного внедрения технологии вертикальных барьеров рекомендуется проводить детальные обследования зданий и окружающей среды, учитывать местные геологические условия и использовать современные материалы и методы установки. Важно также проводить регулярный мониторинг состояния барьеров для своевременного выявления и устранения возможных проблем.

Уменьшение амплитуды сейсмических колебаний и обеспечение более высокого коэффициента демпфирования геотехнической сейсмоизоляции приводят к повышению безопасности, долговечности и сохранению жизней. Это делает данную технологию важной и полезной для защиты зданий и инфраструктуры от сейсмических угроз, особенно для защиты архитектурных памятников.

Технология создания сейсмоизоляции из вертикальных буронабивных барьеров обеспечивает организационно-техническую надежность устройства систем геотехнической сейсмоизоляции, способствуя целостности и сохранности архитектурных памятников на всех этапах строительства и эксплуатации.

Геотехническая сейсмоизоляция представляет собой перспективное направление в сейсмостойком строительстве, но ее внедрение требует комплексного подхода, учитывающего технические и экономические аспекты, а также специфику применения в различных геологических условиях. Эффективное использование этой технологии возможно при тщательном планировании и учете всех факторов, влияющих на функциональность и долговечность системы.

4 ВЫВОДЫ

Вертикальные барьеры являются перспективным и эффективным методом защиты архитектурных памятников от различных внешних воздействий. Использование этой технологии позволяет значительно уменьшить риск повреждений и разрушений, обеспечивая сохранение культурного наследия для будущих поколений. Комплексный подход к проектированию и установке барьеров, а также регулярный мониторинг их состояния, являются ключевыми факторами успешного применения данной технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Degli Abbatì, S., Sivori, D., Cattari, S., & Lagomarsino, S. (2024). Ambient vibrations-supported seismic assessment of the Saint Lawrence Cathedral's bell tower in Genoa, Italy. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 14(1). <https://doi.org/10.1007/s13349-023-00709-1>
2. Dudchenko, A., Dias, D., & Kuznetsov, S. (2022). Pile Rows for Protection from Surface Waves. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 170. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79983-0_40
3. Dudchenko, A. V., Dias, D., & Kuznetsov, S. V. (2021). Vertical wave barriers for vibration reduction. *Archive of Applied Mechanics*, 91(1). <https://doi.org/10.1007/s00419-020-01768-2>
4. Forcellini, D., Chiaro, G., Palermo, A., Banasiak, L., & Tsang, H. H. (2024). Energy Dissipation Efficiency of Geotechnical Seismic Isolation with Gravel-Rubber Mixtures: Insights from FE Non-Linear Numerical Analysis. *Journal of Earthquake Engineering*. <https://doi.org/10.1080/13632469.2024.2312915>
5. Gatto, M. P. A., & Montrasio, L. (2022). The geotechnical seismic isolation of historical buildings through polyurethane injections: A numerical study. *Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites III - Proceedings of the 3rd International Issmge TC301 Symposium, 2022*. <https://doi.org/10.1201/9781003308867-71>
6. Kilic, G. (2023). Assessment of historic buildings after an earthquake using various advanced techniques. *Structures*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.02.033>
7. Kuvat, A., & Sadoglu, E. (2020). Dynamic properties of sand-bitumen mixtures as a geotechnical seismic isolation material. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106043>
8. Michette, M., Breuninger, T., Kilian, R., Nickmann, M., Thuro, K., & Ziegert, C. (2023). Assessing the suitability of local earth resources for use in clay barriers to protect historic masonry in Pompeii. *Environmental Earth Sciences*, 82(7). <https://doi.org/10.1007/s12665-023-10842-1>
9. Michette, M., Lorenz, R., & Ziegert, C. (2017). Clay barriers for protecting historic buildings from ground moisture intrusion. *Heritage Science*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40494-017-0144-3>
10. Requena-Garcia-Cruz, M. V., Romero-Sánchez, E., López-Piña, M. P., & Morales-Esteban, A. (2023). Preliminary structural and seismic performance assessment of the Mosque-Cathedral of Cordoba: The Abd al-Rahman I sector. *Engineering Structures*, 291. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116465>
11. Degli Abbatì, S., Sivori, D., Cattari, S., & Lagomarsino, S. (2024). Ambient vibrations-supported seismic assessment of the Saint Lawrence Cathedral's bell tower in Genoa, Italy. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, 14(1). <https://doi.org/10.1007/s13349-023-00709-1>
12. Dudchenko, A., Dias, D., & Kuznetsov, S. (2022). Pile Rows for Protection from Surface Waves. *Lecture Notes in Civil Engineering*, 170. https://doi.org/10.1007/978-3-030-79983-0_40
13. Dudchenko, A. V., Dias, D., & Kuznetsov, S. V. (2021). Vertical wave barriers for vibration reduction. *Archive of Applied Mechanics*, 91(1). <https://doi.org/10.1007/s00419-020-01768-2>

14. Forcellini, D., Chiaro, G., Palermo, A., Banasiak, L., & Tsang, H. H. (2024). Energy Dissipation Efficiency of Geotechnical Seismic Isolation with Gravel-Rubber Mixtures: Insights from FE Non-Linear Numerical Analysis. *Journal of Earthquake Engineering*. <https://doi.org/10.1080/13632469.2024.2312915>
15. Gatto, M. P. A., & Montrasio, L. (2022). The geotechnical seismic isolation of historical buildings through polyurethane injections: A numerical study. *Geotechnical Engineering for the Preservation of Monuments and Historic Sites III - Proceedings of the 3rd International Issmge TC301 Symposium, 2022*. <https://doi.org/10.1201/9781003308867-71>
16. Kilic, G. (2023). Assessment of historic buildings after an earthquake using various advanced techniques. *Structures*, 50. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2023.02.033>
17. Kuvat, A., & Sadoglu, E. (2020). Dynamic properties of sand-bitumen mixtures as a geotechnical seismic isolation material. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 132. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106043>
18. Michette, M., Breuninger, T., Kilian, R., Nickmann, M., Thuro, K., & Ziegert, C. (2023). Assessing the suitability of local earth resources for use in clay barriers to protect historic masonry in Pompeii. *Environmental Earth Sciences*, 82(7). <https://doi.org/10.1007/s12665-023-10842-1>
19. Michette, M., Lorenz, R., & Ziegert, C. (2017). Clay barriers for protecting historic buildings from ground moisture intrusion. *Heritage Science*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40494-017-0144-3>
20. Requena-Garcia-Cruz, M. V., Romero-Sánchez, E., López-Piña, M. P., & Morales-Esteban, A. (2023). Preliminary structural and seismic performance assessment of the Mosque-Cathedral of Cordoba: The Abd al-Rahman I sector. *Engineering Structures*, 291. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2023.116465>

УДК 624.04

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВИБРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК И ИХ ВЛИЯНИЕ

Сарина М.Н.¹, Султанова Ж.У.²

^{1,2}Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В данной исследовательской работе рассматриваются технологические процессы вибрационных установок и их влияние на производственные процессы и качество продукции.

В исследовании использовались экспериментальные и теоретические методы. Экспериментальная часть включала в проведение опытов на установке на предприятии ТОО «ИссыкТеплосервис». Измерялись такие параметры, как амплитуда и частота колебаний. Для теоретического анализа использовались методы математического моделирования и численного анализа, что позволило разработать модели, описывающие динамическое поведение вибрационных установок. Были проведены вычислительные эксперименты с использованием программного обеспечения для моделирования механических систем.

Ключевые слова: вибрационные установки, амплитуда и частота колебаний, математического моделирования, численный анализ, расчетные программы.

Андатпа. Бұл зерттеу жұмысында діріл қондырғыларының технологиялық процестері және олардың өндіріс процестері мен өнім сапасына әсері қарастырылады.

Зерттеу эксперименттік және теориялық әдістерді қолданды. Эксперименттік бөлім «ИссыкТеплосервис» ЖШС кәсіпорнында орнату тәжірибелерін жүргізуге енгізілді. Амплитудасы мен тербеліс жиілігі сияқты параметрлер өлшенді. Теориялық талдау үшін математикалық модельдеу және сандық талдау әдістері қолданылды, бұл діріл қондырғыларының динамикалық әрекетін сипаттайтын модельдер жасауға мүмкіндік берді. Механикалық жүйелерді модельдеу бағдарламалық жасақтамасын қолдана отырып есептеу эксперименттері жүргізілді.

Түйін сөздер: *діріл қондырғылары, тербелістердің амплитудасы мен жиілігі, математикалық модельдеу, сандық талдау, есептеу бағдарламалары.*

Abstract. *This research paper examines the technological processes of vibration installations and their impact on production processes and product quality.*

The study used experimental and theoretical methods. The experimental part included conducting experiments on the installation at the "ИссыкТеплосервис" LLP enterprise. Parameters such as the amplitude and frequency of vibrations were measured. Methods of mathematical modeling and numerical analysis were used for theoretical analysis, which made it possible to develop models describing the dynamic behavior of vibration installations. Computational experiments were carried out using software for modeling mechanical systems.

Key words: *vibration installations, amplitude and frequency of oscillations, mathematical modeling, numerical analysis, calculation programs.*

***Автор-корреспондент: Сарина М.Н.
Научный руководитель: Касымова Г.Т.**

1 ВВЕДЕНИЕ

Вибрационные установки являются неотъемлемой частью множества промышленных процессов, включая транспортировку, сортировку, очистку и обработку материалов. Высокая эффективность и универсальность вибрационных установок обусловлены их способностью обеспечивать равномерное распределение и движение материалов. Тем не менее, несмотря на очевидные преимущества, вибрационные установки требуют тщательной настройки и оптимизации параметров работы для достижения максимальной эффективности.

Основной целью нашего исследования является определение уровня колебаний и оценка уровня их воздействий на человека, детальное изучение технологических процессов, протекающих в вибрационных установках.

Мы стремимся определить оптимальные параметры работы вибрационных установок, такие как амплитуда и частота колебаний, а также влияние установок на окружающую среду. Для достижения данной цели необходимо провести как экспериментальные, так и теоретические исследования, которые позволят разработать математические модели, описывающие динамическое поведение вибрационных систем.

Вибрационные установки представляют собой сложные динамические системы, работа которых зависит от множества факторов, включая конструкцию установки, свойства обрабатываемых материалов и режимы работы. Например, изменение амплитуды и частоты колебаний может существенно влиять на скорость транспортировки материалов и качество их обработки. Таким образом, важно найти баланс между производительностью и долговечностью оборудования, что требует глубокого понимания физических процессов, происходящих в вибрационных установках.

Одним из ключевых аспектов нашего исследования является проведение экспериментальных измерений на производственном предприятии вибрационной установки М-936L. Эти эксперименты позволят нам собрать данные о влиянии различных параметров колебаний на производительность, качество обработки материалов и влияние на окружающую среду. Мы планируем использовать эти данные для верификации разработанных теоретических моделей, что обеспечит их адекватность и точность. Кроме того, эксперименты помогут выявить возможные ограничения и проблемы, возникающие при эксплуатации вибрационных установок, что позволит предложить пути их решения.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Исследования в области вибрационных установок начались с изучения простых механических систем, используемых для различных промышленных процессов. Основными концепциями, лежащими в основе вибрационных процессов, являются механические колебания

и резонансные явления. Закон Гука и уравнение движения гармонического осциллятора служат теоретическими основами для понимания поведения вибрационных систем. Эти теории позволили исследователям предсказать и контролировать колебательные процессы в различных механизмах.

Существующая литература недостаточно освещает влияние длительного использования вибрационных установок на их износ и эффективность. Многие исследования сосредоточены на краткосрочных эффектах и оптимизации процессов, в то время как долгосрочные последствия остаются менее изученными. Также мало внимания уделяется комплексному воздействию вибраций на окружающую среду и здоровье работников. Наше исследование стремится восполнить эти пробелы и предоставить комплексное понимание технологических процессов вибрационных установок и их влияния.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения исследований нам были выбраны методы экспериментальный и аналитический методы. Для экспериментального метода мы отправились на предприятие ТОО «ИссыкТеплосервис», чтобы изучить вибрационный станок для сварки М-936L. Исходные данные вибрационной установки, указанные производителем, имеют технические характеристики: номинальная мощность привода головки – 37 кВт; максимальная скорость подъемного стола – 250 мм/сек; привод – гидравлический; амплитуда – 200 дБ; частота колебания – 240 Гц. С помощью прибора определили фактическую амплитуду равной 245 дБ и частоту колебания Гц. Также провели оценку качества обработки материалов. Для оценки качества обработки материалов на вибрационной установке производились испытания и анализ образцов материалов до и после обработки.

Аналитический расчет производится по методу сил, так как конструктивная схема рамы статически неопределима. При помощи аналитического метода по расчетной схеме мы определили единичные и грузовую эпюры, а также частоты свободного и вынужденного колебаний (**Рисунок 1**).

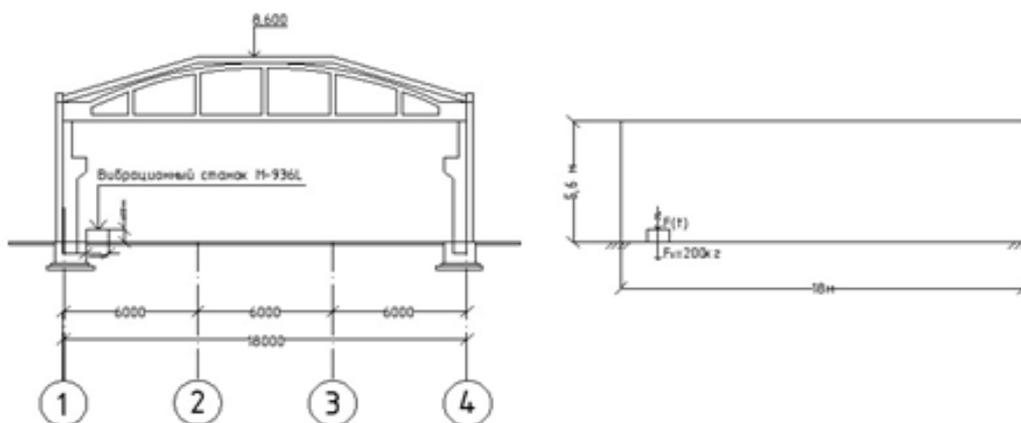


Рисунок 1 – Конструктивная и расчетная схемы объекта.

Для определения частоты собственных колебаний и периода колебаний нами была использована формула:

$$w = \sqrt{\frac{1}{m\delta_{11}}} = \sqrt{\frac{g}{y_{ct}}}; \quad T = \frac{2\pi}{w}$$

Экспериментальный метод был рассчитан в программе Лира-САПР. Программа Лира-САПР позволила нам проводить расчеты динамических нагрузок и колебаний в различных конструкциях и системах. Для оценки уровня колебаний и их воздействия на человека мы

учли параметры как амплитуда, частота, длительность и спектр колебаний. Нами было проведено два расчета в данной программе для точности результата, первый расчет не учитывает ферму (**Рисунок 2**), а второй расчет был проделан с учетом фермы (**Рисунок 3**).

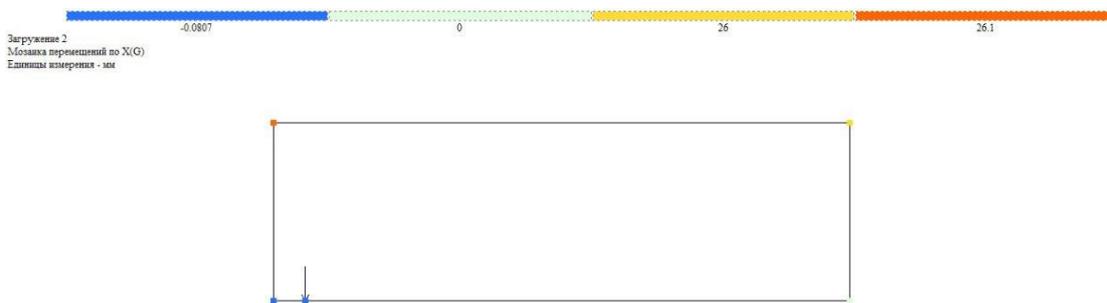


Рисунок 2 – Расчет в программе Лира-САПР без учета фермы.

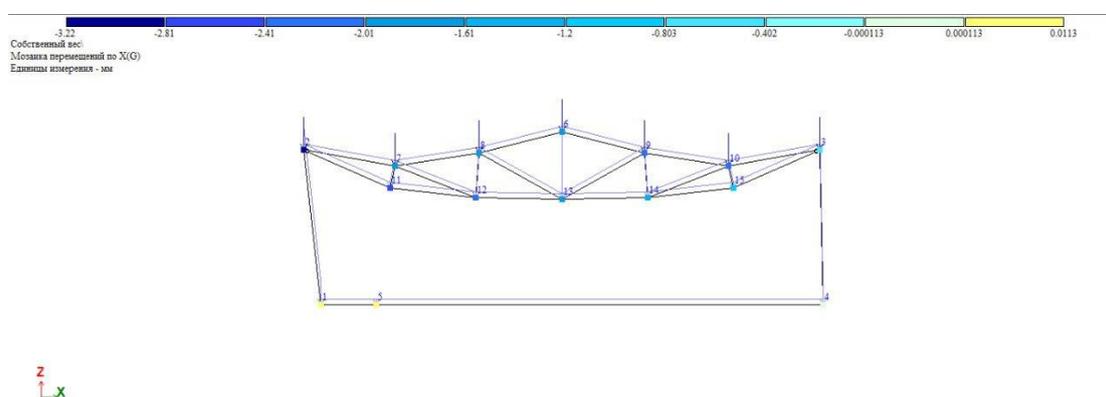


Рисунок 3 – Расчет в программе Лира-САПР с учетом фермы.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Исходя из проделанной работы, можно перейти к результатам исследований:

Нами было выявлено, что вибрационная установка М-936L, установленная 4 года назад, теряет свои свойства и изнашивается с течением времени, так как срок службы составляет 5-7 лет.

Колебания могут воздействовать на человека как физически (при колебании всего тела или отдельных его частей), так и психологически (при колебаниях окружающих предметов). Нашей задачей является определение уровня колебаний и оценка уровня их воздействий на человека. Человек способен ощущать самые малые колебания с амплитудой от 0,001 до 0,0001 мм, что показывает чрезвычайную чувствительность человека к колебаниям (**Рисунок 4**).

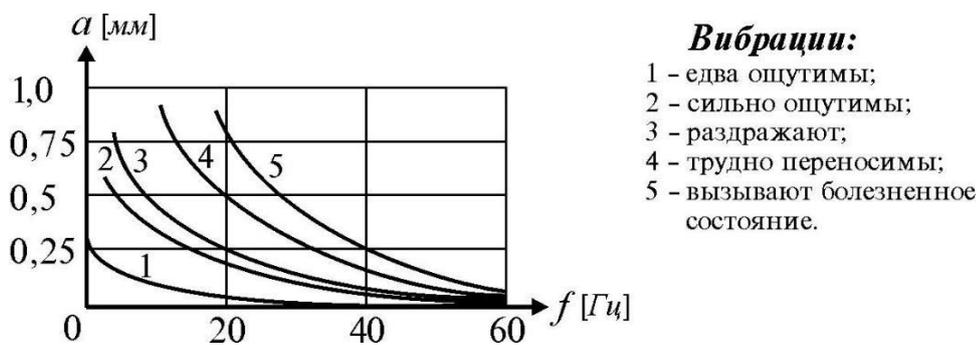


Рисунок 4 – Восприимчивость человека к вибрациям.

По формулам, приведенные в методе, мы сравнили отклонение фактического значения установки от изначальных характеристик. Амплитуда отклонилась от нормы на 45 дБ. Увеличение амплитуды колебания вибрационной установки с 200 дБ до 245 дБ имеет серьезные последствия для аппарата. Чтобы понять это, необходимо учесть несколько ключевых моментов:

- существенное увеличение амплитуды вибраций означает значительно возросшую механическую нагрузку на все компоненты аппарата. Это может привести к ускоренному износу, появлению трещин, деформации и даже разрушению некоторых частей установки;
- повышенные вибрации могут представлять опасность для персонала и окружающей среды. Это может привести к повреждению креплений, соединений и других критически важных компонентов.

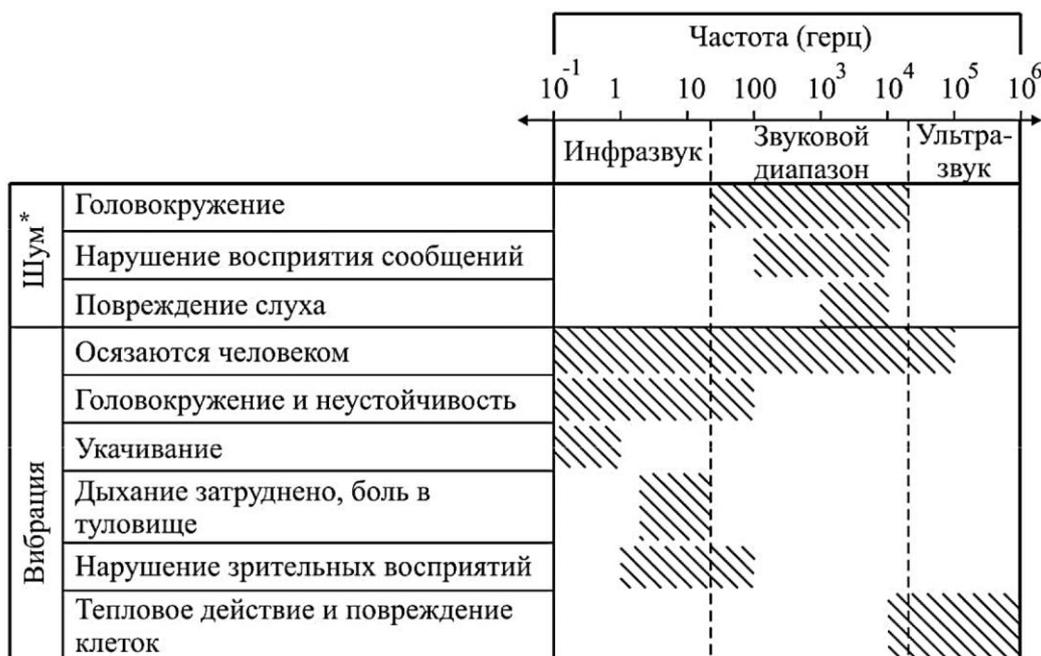
Превышение показанных норм в таблице может привести к вибрационной болезни человека. Так же наиболее важной характеристикой при оценке биологического действия колебаний на человека является – частота (**Рисунки 5, 6**).

f , Гц	2	5	10	20	40	80
a , мм	1,28	0,16	0,045	0,0225	0,0113	0,0056

Рисунок 5 – Допустимые вибраций, действующие на человека в течение 8-часовой рабочей смены в производственных условиях.

Частота колебания отклонилась от нормы на 60 Гц, это может иметь несколько значительных последствий для аппарата и его работы:

- частота колебаний влияет на качество и характеристики сварного шва. Увеличение частоты может привести к более равномерному и точному сварному шву, но также может потребовать корректировки параметров сварочного процесса, таких как давление и амплитуда;
- увеличение частоты колебаний может повысить нагрузку на механические и электрические компоненты установки. Это может привести к ускоренному износу подшипников, двигателей и других подвижных частей аппарата.



* Шум означает вибрацию воздушного происхождения

Рисунок 6 – Эффекты воздействия колебаний на человека.

Для выявления частоты колебания от вибрационной установки проводились аналитические расчеты по методу сил (**Рисунки 7-9**). Исходя из аналитического метода, мы можем наблюдать за сопротивлением рамы при воздействии нагрузки от вибрационного станка.

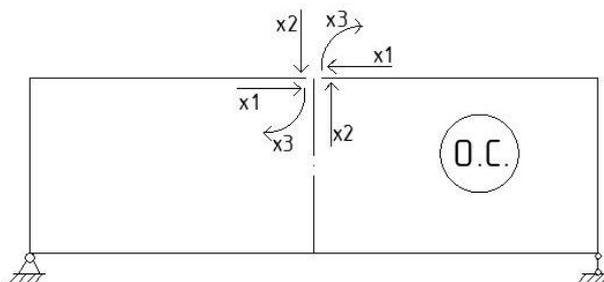


Рисунок 7 – Основная система метода сил.

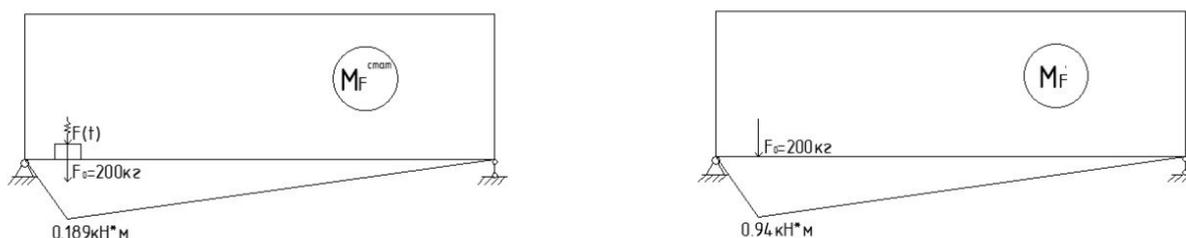


Рисунок 8 – Грузовая эпюра и грузовая нагрузка от собственного веса вибрационного станка.

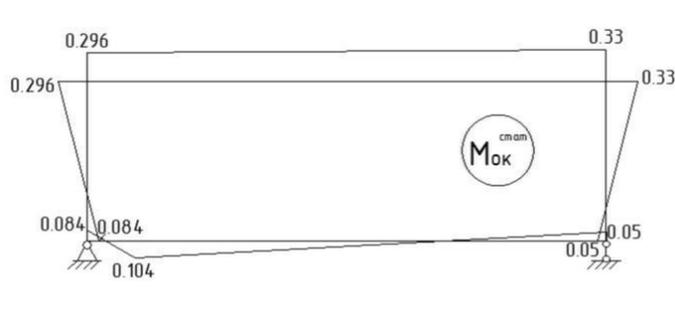


Рисунок 9 – Окончательная эпюра изгибаемых моментов.

Для правильного составления расчетной схемы нами были выявлены главные этапы работы, как определение целей работы вибрационной установки; определение главных параметров работы, таких как амплитуда вибрации, частота, угол наклона, продолжительность цикла и другие в зависимости от поставленных задач; создание математической модели, описывающей поведение установки в соответствии с выбранными параметрами; применение методов численного моделирования для анализа математической модели и оценки поведения установки в различных условиях; в случае необходимости корректировка параметров модели на основе результатов валидации и анализа расхождений между моделью и реальным процессом. Результаты аналитического расчета позволяют определить основные частоты колебаний системы, которые могут иметь влияние на окружающую среду и работников. По результатам аналитического расчета была выявлена частота колебаний равная $4,807 \text{ Гц}$.

Также мы подметили, что вибрационная установка М-936L жестко заделана с фундаментом промышленного цеха. При включении установки М-936L вибрационные волны оказывали влияние на окружающую среду, создавая небольшую вибрацию.

Для точной оценки расчета уровня колебаний мы так же учитывали результаты экспериментального метода в программе Лира-САПР. Программа Лира-САПР позволила нам про-

водить расчеты динамических нагрузок и колебаний в различных конструкциях и системах. Так же нами было учтено два состояния: при наличии фермы и при ее отсутствии. Для оценки уровня колебаний и их воздействия на человека, необходимо учитывать такие параметры, как амплитуда, частота, длительность и спектр колебаний (**Рисунки 10-12**).

#	№	Имя загрузки...	Тип	Параметры...	Параметры динамического возд
1	1		ГАРМ	24 1 0 0 0	0.1 1507.000 0
2					

Рисунок 10 – Сводная таблица для расчета на динамические воздействия.

ЗАГР	N п/п	Собств...	Рад/с.	Гц.	Периоды	Козф. ...	Мас
1 - (мод. 24)							
1	1	0.031057	32.198726	5.127186	0.195039		

Рисунок 11 – результаты загрузки рамы без учета фермы.

ЗАГР	N п/п	Собств...	Рад/с.	Гц.	Периоды
3 - (мод. 24)					
3	1	0.108552	9.212140	1.466901	0.681709
3	2	0.029669	33.704703	5.366991	0.186324
3	3	0.012221	81.825952	13.029610	0.076748

Рисунок 12 – Результаты загрузки рамы с учетом фермы.

Информация, полученная в результате расчетов в программе Лира-САПР, позволяет разрабатывать меры по снижению уровня колебаний, обеспечивающие комфортные условия для людей, работающих или проживающих вблизи источников колебаний. Расчет уровня колебаний в программе Лира-САПР выполнен с использованием методов анализа динамических нагрузок и колебаний. Для этого в программе были заданы параметры конструкции, подвергаемой колебаниям, такие как геометрические размеры, материалы, условия нагружения и другие характеристики. Результаты расчетов включают в себя данные о частотах колебаний, амплитудах, ускорениях, перемещениях и других параметрах, необходимых для оценки воздействия колебаний на людей. По результатам экспериментального расчета с учетом фермы мы выявили максимальное значение частоты равную 13,03 Гц.

Сравнение результатов расчета по аналитическому и экспериментальному методам показал незначительную погрешность.

5 ВЫВОДЫ

Исследования показали, что вибрационная установка М-936L демонстрирует признаки износа и потери своих первоначальных характеристик. Срок службы таких установок составляет 5-7 лет, что объясняет выявленные изменения:

- зафиксированное отклонение амплитуды на 45 дБ (с 200 дБ до 245 дБ) приводит к значительному увеличению механической нагрузки на компоненты установки;
- повышенные вибрации приводит к осязаемости вибраций человеком;
- увеличение потока вибрации приводит к головокружению и неустойчивости, к затрудненному дыханию, боли в туловище и к нарушению зрительных восприятий персонала;
- установка М-936L жестко закреплена с фундаментом промышленного цеха. При работе она создает вибрационные волны, влияющая на персонал и создавая небольшую вибрацию в цеху;
- это может негативно сказаться на здоровье рабочих, подвергая их постоянному воздействию вибраций. Так же превышение показанных норм в табл. 2.2 может привести к вибрационной болезни человека.

Исследование показало, что с течением времени вибрационные установки, такие как М-936L, требуют регулярного мониторинга и обслуживания для предотвращения износа и обеспечения безопасности работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уайт Д. Влияние высокочастотной вибрации на усталость металла // Журнал инженерных материалов. – 2000. – 27 (2). – С. 201-210.
2. Кумар С., Патель Р. Анализ низкочастотных вибраций для обеспечения долговременной долговечности оборудования // «Механические системы». – 2005. – 34 (3). – С. 301-315.
3. Томпсон Э. Гигиена труда и воздействие вибрации // «Обзор промышленной безопасности». – 2010. – 45 (1). – С. 50-60.
4. Чжан Ю. Численные методы в анализе вибрации. – Нью-Йорк: CRC Press, 2015.
5. Харрис П. Долгосрочное воздействие вибрации на промышленное оборудование // Инженерный обзор. – 2018. – 56 (5). – С. 500-512.
6. Нгуен Т., Робертс М. Воздействие вибрационных излучений на окружающую среду // Журнал инженерной экологии. – 2020. – 64 (2). – С. 150-165.
7. Рябухин А. К. Динамика и устойчивость сооружений. – Краснодар: Куб ГАУ, 2020.

УДК 624.15-19.001.24:006.354

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ НАДЕЖНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Сон С.

Сатпаев Университет, Алматы, Казахстан

Аннотация. Надежность конструкции должна быть определена с помощью вероятностных методов строительной механики с привлечением методов теории вероятностей. При исследовании надежности строительных конструкций полувероятностный подход основывается на частных коэффициенты надежности. Данный подход является базовым методом нормирования и применяется при проектировании большинства объектов строительства.

Ключевые слова: теории надежности, полувероятностный подход, частные коэффициенты надежности, вероятность безотказной работы, предельные состояния.

Аңдатпа. Құрылымның сенімділігі ықтималдық теориясының әдістерін қамтитын құрылымдық механиканың ықтималдық әдістерін қолдану арқылы анықталуы керек. Құрылыс конструкцияларының сенімділігін зерттеу кезінде жартылай ықтималдық әдіс жартылай сенімділік коэффициенттеріне негізделген. Бұл тәсіл стандарттаудың негізгі әдісі болып табылады және құрылыс жобаларының көпшілігін жобалауда қолданылады.

Түйін сөздер: сенімділік теориялары, жартылай ықтималдық тәсіл, ішінара сенімділік коэффициенттері, ақаусыз жұмыс ықтималдығы, шекті күйлер.

Abstract. The reliability of a structure should be determined using probabilistic methods of structural mechanics with the involvement of probability theory methods. In the study of the reliability of building structures, the semi-probabilistic approach is based on partial reliability factors. This approach is the basic method of standardization and is used in the design of most construction projects.

Key words: reliability theories, semi-probabilistic approach, partial reliability factors, probability of failure-free operation, limit states.

*Автор-корреспондент: Сон С.

Научный руководитель: Достанова С.Х.

1 ВВЕДЕНИЕ

Современный уровень научно-технического прогресса позволяет создавать сооружения, обладающие высокой экономичностью и надежностью. Для достижения этой цели служат методы теории надежности. Процесс создания и эксплуатации сооружения включает в себя большое число разнообразных операций, из которых в дальнейшем рассматриваются только те, которые обеспечивают необходимый уровень надежности.

С учетом современных требований безопасности конструкция должна удовлетворять набору неравенств, используя определенные расчетные значения основных переменных и частные коэффициенты надежности. При исследовании надежности строительных конструкций используется полувероятностный подход. Он основан на частных коэффициентах надежности при определении расчетных значений нагрузок, воздействий и сопротивлений материалов, является базовым методом нормирования и применяется при проектировании большинства объектов строительства как в нашей стране, так и за рубежом [1-4].

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве примера рассматривается расчет рамы на надежность [3-5]. Задана рама (Рисунок 1), находящаяся под действием постоянной нагрузки F . Сечение рамы прямоугольное.

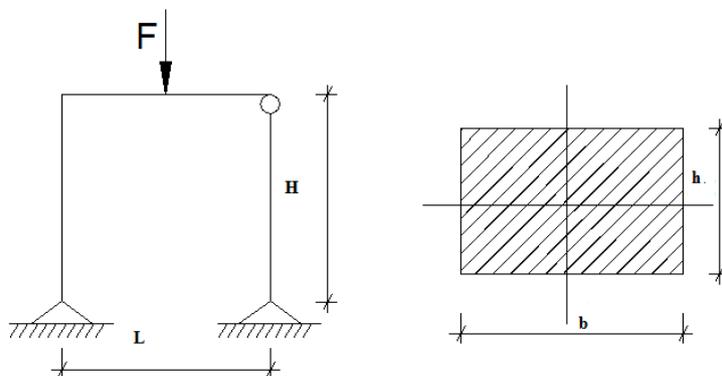


Рисунок 1 – Расчетная схема рамы.

Введены следующие обозначения:

$\gamma_p = \beta \gamma_c$ – математическое ожидание случайных величин m_x ;

$h = \alpha L$ – высота стойки;

σ_T – предел текучести;

$[f] = \frac{L}{200}$ – допускаемое значение прогиба,

стандарт случайных величин S_x ;

В таблице 1 заданы математические ожидания, стандарты случайных величин, дисперсии. В качестве случайных величин можно рассматривать F , h , b , σ_T .

Все случайные величины изменяют по нормальному закону:

Интеграл вероятности Гаусса:

$$\Phi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^x \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx$$

Таблица 1

1 вариант			2 вариант		
Случайные величины	Математическое ожидание	Стандарт (сред.кв.др. откл.)	Случайные величины	Математическое ожидание	Стандарт (сред.кв.др. откл.)
σ_T [кН/м ²]	$2,2 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^4$	σ_T [кН/м ²]	$2,1 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^4$
b [м]	0,05	0,0005	b [м]	0,048	0,00048
h [м]	0,1	0,001	h [м]	0,09	0,0009
F [кН]	20,5	2,1	F [кН]	20,4	2,09

Используя вероятные методы, определить степень надежности конструкции. Для этого необходимо выполнить следующее:

1) Определить вероятность безотказной работы по 1 и 2 предельному состоянию, когда внешняя нагрузка F и предел текучести σ_T являются случайными величинами;

2) Определить вероятность безопасной работы по 1 и 2 предельному состоянию, когда случайными величинами являются внешняя нагрузка F , предел текучести σ_T и ширина b (\tilde{F} , $\tilde{\sigma}_T$, \tilde{b});

3) Определить вероятность безотказной работы 1 и 2 предельному состоянию, случайными величинами являются внешняя нагрузка F , предел текучести σ_T и ширина b и высота сечения h (\tilde{F} , $\tilde{\sigma}_T$, \tilde{b} , \tilde{h});

4) Определить вероятность безотказной работы в случае появления текучести в крайних волокнах. Случайными величинами являются внешняя нагрузка F , предел текучести σ_T и ширина сечения b (\tilde{F} , $\tilde{\sigma}_T$, \tilde{b});

5) Определить вероятность безотказной работы в случае появления текучести в крайних волокнах. Случайными величинами являются внешняя нагрузка F , предел текучести σ_T и ширина сечения b и высота сечения h (\tilde{F} , $\tilde{\sigma}_T$, \tilde{b} , \tilde{h});

Рассматриваются 2 расчетные схемы рамной конструкции (**Рисунок 2**).

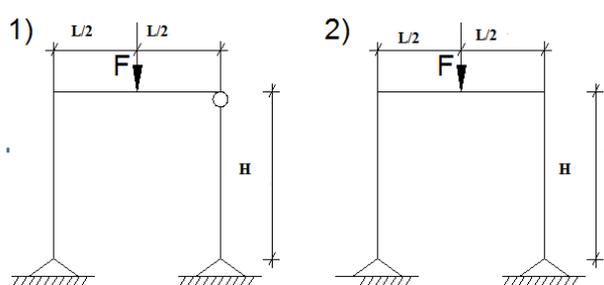


Рисунок 2 – Расчетные схемы:

1 – статически определимая рама; 2 – статически неопределимая рама

Заданы следующие параметры:

$$L=H=3\text{м}$$

$$\gamma_p=2\gamma_c$$

$$[f]=\frac{l}{200}=\frac{3}{200}=0,0150\text{м (допускаемый прогиб)}$$

Сечение рамы- прямоугольное со следующими размерами: $b = 0,05\text{м}$;

$$h = 0,1\text{[м]}$$

F, h, b, σ_T – распределены по нормальному закону.

Требуется определить:

1) Вероятность безотказной работы по 1 предельному состоянию, вероятность отказа.

За отказ в работе примем:

а) появление пластического шарнира;

б) появление трещин в крайних волокнах;

2) Вероятность безотказной работы по 2 предельному состоянию.

В таблице 2 представлены случайные величины, математические ожидания.

Таблица 2

Случайные величины	Математическое ожидание	Стандарт (сред.кв.откл.)	Дисперсия
σ_T [кН/м ²]	$2,2 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^4$	$2,2^2 \cdot 10^8$
F [кН]	20,5	2,1	4
b [м]	0,05	0,0005	$25 \cdot 10^{-8}$
h [м]	0,1	0,001	$1 \cdot 10^{-6}$

3 РЕЗУЛЬТАТЫ

Решение 1 задачи. На Рисунке 3 представлена эпюра изгибающих моментов.

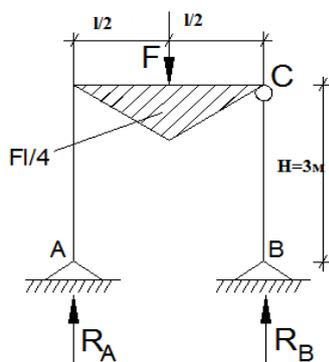


Рисунок 3 – Эпюра изгибающих моментов.

Так как рама статически определимая, то реакции определяются из уравнений равновесия:

$$(\sum M_C)^l = 0 \quad H_B=0; \quad H_A=0,$$

$$(\sum M_C)^{np} = 0 \quad R_A=R_B = \frac{F}{2}.$$

Рассмотрим случай, когда внешняя нагрузка и предел текучести обладает наибольшей изменчивостью, поэтому примем их случайными величинами:

$g(\sigma, F) = \sigma_T - \frac{M}{W} > 0$ – условие неперевышения границы области допустимых состояний конструкции.

В приложении к задачам расчета по первой группе предельных состояний:

$$\tilde{g} = \tilde{R} - \tilde{F} > 0 \quad (1).$$

где \tilde{g} – функция работоспособности (резерв несущей способности); \tilde{F} – наибольшее значение нагружаемого эффекта (N_i, σ_i, M_i); \tilde{R} – сопротивление (σ_b, σ_t, M_t).

Используя вероятные методы, можно (1) переписать: $\bar{g} = \bar{R} - \bar{F}$; $S_g = \sqrt{S_R^2} - \sqrt{S_F^2}$.

Здесь \bar{g} – математическое ожидание от функции работоспособности; \bar{R}, \bar{F} – математическое ожидание; S_g – стандарт или стандартное отклонение ($S_g = \sqrt{D}$; D – дисперсия).

В приложении к задачам по второй группе предельных состояния условие не превышения границы области допустимых перемещений: $\tilde{g} = \tilde{R} - \tilde{F} > 0$. (1)

Где \tilde{g} – функция работоспособности (резерв деформативной способности); \tilde{F} – наибольшее значение нагружаемого эффекта (ω, O_x, O_y); \tilde{R} – сопротивление ($\omega_{\text{доп}}, U_{\text{доп}}, V_{\text{доп}}$).

$$\bar{g} = \bar{R} - \bar{F};$$

Вероятность безотказной работы:

$$P_s = 1 - \Phi(\beta).$$

$$\Phi(\beta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_0^\beta \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) dx - \text{интеграл вероятности Гаусса.}$$

$$P_s = 1 - P_f.$$

Рассмотрены следующие 3 случая безотказной работы по 1 и 2 предельному состоянию:

Случай 1. Определить «Вероятность безотказной работы по 1 предельному состоянию»

а) Появление пластического шарнира.

Случайные переменные величины: σ, F

Случай 2. Определить «Вероятность безотказной работы по 1 предельному состоянию»

Случайные переменные величины: внешняя нагрузка F , предел текучести σ_t и ширина сечения b .

Случай 3. «Вероятность безотказной работы по 1 предельному состоянию»

а) появление пластического шарнира.

Случайные переменные величины: σ_t и высота сечения h .

Рассмотрим Случай 1 - «Вероятность безотказной работы по 1 предельному состоянию».

а) Появление пластического шарнира.

Случайные величины: σ, F .

Математическое ожидание:

$$m_g = m_\sigma - \frac{m_f l}{bh^2}, \quad S_g = \sqrt{S_\sigma^2 + \frac{m_f^2 l^2}{b^2 h^4}}.$$

$$m_g = 2,2 * 10^5 - \frac{20 * 3}{0,05 * (0,1)^2} = 10^5 (2,2 - 1,2) = 10^5.$$

$$S_g = \sqrt{(2,2 * 10^4)^2 + \left(\frac{2 * 3}{0,05 * (0,1)^2}\right)^2} = 10^4 \sqrt{4,84 + 1,44} = 10^4 \sqrt{6,28} = 2,5 * 10^4.$$

$$\beta = \frac{m_g}{S_g} = \frac{100000}{2,5 * 10^4} = 4; \quad \Phi(4) = 0,499968; \quad P_s = \frac{1}{2} - \Phi(4) = 0,999968;$$

$$P_s = \frac{1}{2} - \Phi(4) = 0,000032 = 3,2 * 10^{-5}.$$

б) появление текучести в крайних волокнах:

$$m_g = m_\sigma - 1,5 \frac{m_f l}{bh^2}, \quad m_g = 10^5 (2,2 - 1,8) = 0,4 * 10^5.$$

$$S_g = \sqrt{(2,2 * 10^4)^2 + \left(\frac{1,5 * 2 * 3}{0,05 * (0,1)^2}\right)^2} = 10^4 \sqrt{4,84 + 3,24} = 2,84 * 10^4.$$

$$\beta = \frac{m_g}{S_g} = \frac{40000}{2,84 * 10^4} = 1,4; \quad \Phi(1,4) = 0,4192;$$

2. Вероятность безотказной работы по 2 предельному состоянию

$$g = [f] - \frac{Fl^3}{4Ebh^3}, \quad m_g = 0,015 - \frac{m_f l^3}{4Ebh^3} = 0,015 - \frac{20 * 3^3}{4 * 2 * 0,05 * (0,1)^3 * 10^8} = 1,35 * 10^{-3}.$$

$$\beta = \frac{0,0015 * 10^3}{1,35} = 1,11; \quad \Phi(1,11) = 0,3643; \quad P_s = \frac{1}{2} + 0,3643 = 0,8643;$$

$$P_f = \frac{1}{2} - \Phi(1,11) = 0,1357.$$

Рассмотрим Случай 2 - «Вероятность безотказной работы по 1 предельному состоянию».

1. Наибольшей изменчивостью обладает внешняя нагрузка F, предел текучести σ_T и ширина сечения b.

а) появление пластического шарнира

$$m_g = m_\sigma - \frac{m_f l}{bh^2}; \quad S_g = \sqrt{(S_\sigma)^2 + \left(\sqrt{S_f} \frac{\delta g}{\delta F}\right)^2 + \left(\sqrt{S_b} \frac{\delta g}{\delta b}\right)^2}.$$

$$g = \sigma - \frac{Fl}{bh^2} \quad \frac{\delta g}{\delta F} = -\frac{l}{bh^2} \quad \frac{\delta g}{\delta \sigma} = 1 \quad \frac{\delta g}{\delta b} = \frac{Fl}{b^2 h^2}.$$

$$M_g = 2,2 * 10^5 - \frac{20 * 3}{0,05 * (0,1)^2} = 10^5.$$

$$S_g = \sqrt{(2,2 * 10^4)^2 + \left(\frac{2 * 3}{0,05 * (0,1)^2}\right)^2 + \left(0,0005 * \frac{20 * 3}{(0,05)^2 * (0,1)^2}\right)^2} =$$

$$= 10^4 \sqrt{4,84 + 1,44 + 0,0144} = 2,5 * 10^4.$$

$$\beta = \frac{m_g}{S_g} = \frac{10^5}{2,5 * 10^4} = \frac{10}{2,5} = 4; \quad \varphi(4) = 0,499968;$$

в) появление текучести в верхних волокнах

$$m_g = m_\sigma - 1,5 \frac{m_f l}{mbh^2}; \quad S_g = \sqrt{(2,2 * 10^4)^2 + \left(\frac{1,5 * 2 * 3}{0,05 * (0,1)^2}\right)^2 + \left(0,0005 * \frac{1,5 * 20 * 3}{(0,05)^2 * (0,1)^2}\right)^2} =$$

$$= 10^4 \sqrt{4,84 + 3,24 + 0,0324} = 2,848 * 10^4.$$

$$\beta = \frac{m_g}{S_g} = \frac{4000}{2,848 * 10^4} = 1,4; \quad \varphi(1,4) = 0,4192;$$

$$P_S = \frac{1}{2} + 0,4192 = 0,9192.$$

$$P_f = \frac{1}{2} - 0,4192 = 0,0808 = 8,1 * 10^{-3}.$$

2. Вероятность безотказной работы по 2-му предельному состоянию

$$g = [f] - \frac{Fl^3}{4Ebh^3}; \quad m_g = 0,015 - \frac{m_f * l^3}{4Embh^3} = 0,015 - \frac{20 * 3^3}{4 * 2 * 10^8 * 0,05 * (0,1)^3} = 0,0015.$$

$$S_g = \sqrt{\left(\sqrt{S_f} \frac{\delta g}{\delta F}\right)^2 + \left(\sqrt{S_b} \frac{\delta g}{\delta b}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{2 * 3^3}{4 * 2 * 10^8 * 0,05 * (0,1)^3}\right)^2 + \left(0,0005 * \frac{20 * 3^3}{4 * 2 * 10^8 * 0,05 * (0,1)^3}\right)^2} = 1,5 * 10^{-3}.$$

$$\beta = \frac{m_g}{S_g} = \frac{0,0015}{1,5 * 10^{-3}} = 1; \quad \varphi(1) = 0,3413;$$

$$P_S = \frac{1}{2} + 0,3413 = 0,8413 - \text{вероятность безотказной работы.}$$

$$P_f = \frac{1}{2} - 0,3413 = 0,1587 - \text{вероятность отказа.}$$

Рассмотрим Случай 3 - «Вероятность безотказной работы по 1 предельному состоянию».

а) появление пластического шарнира случайные величины σ_T и высота сечения h.

$$m_g = m_\sigma - \frac{m_f l}{bh^2} \quad \frac{\delta g}{\delta F} = -\frac{l}{bh^2} \quad \frac{\delta g}{\delta \sigma} = 1 \quad \frac{\delta g}{\delta h} = \frac{2mfl}{b(mh)^2}$$

$$S_g = \sqrt{(S_\sigma * 1)^2 + \left(\sqrt{S_f} \frac{l}{bh}\right)^2 + \left(\sqrt{S_h} \frac{2mfl}{b(mh)^2}\right)^2}.$$

$$m_g = 2,2 * 10^5 - \frac{20 * 3}{0,05 * (0,1)^2} = 10^5.$$

$$S_g = \sqrt{(2,2 * 10^4)^2 + \left(2 * \frac{3}{0,05 * (0,1)^2}\right)^2 + \left(\frac{0,001 * 2 * 20 * 3}{0,05 * (0,1)^2}\right)^2} = 10^4 \sqrt{4,84 + 1,44 + 0,0576} =$$

$$= 2,517 * 10^4.$$

б) появление текучести в крайних волокнах

$$m_g = m_\sigma - 1,5 \frac{m_f l}{b(mh)^2} \quad \frac{\delta g}{\delta F} = -1,5 \frac{l}{bh^2} \quad \frac{\delta g}{\delta \sigma} = 1 \quad \frac{\delta g}{\delta b} = \frac{2 * 1,5 mfl}{b(mh)^2}$$

$$m_g = 2,2 * 10^5 - \frac{1,5 * 20^3}{0,05 * (0,1)^2} = 10^5.$$

$$S_g = \sqrt{(2,2 * 10^4)^2 + \left(\frac{2 * 1,5 * 3}{0,05 * (0,1)^2}\right)^2 + \left(\frac{0,001 * 3 * 20^3}{0,05 * (0,1)^2}\right)^2} = 10^4 \sqrt{4,84 + 1,8^2 + (0,36)^2} = 2,86 * 10^4.$$

В таблице 3 представлены данные по безопасной работе конструкции.

$$\beta = \frac{m_g}{S_g} = \frac{40000}{2,86 * 10^4} = 1,3986; \quad \varphi(1,3986) = 0,4182.$$

$$P_s = \frac{1}{2} + 0,4182 = 0,9182 - \text{вероятность безотказной работы.}$$

$$P_f = \frac{1}{2} - 0,4182 = 0,0978 - \text{вероятность отказа.}$$

1) Вероятность безотказной работы по 2 предельному состоянию.

$$g = [f] - \frac{Fl^3}{4Ebh^3}.$$

$$m_g = 0,015 - \frac{m_f * l^3}{4 * 2 * 10^8 * 0,05 * (0,1)^3} = 0,015 - \frac{20 * 3^3}{4 * 2 * 10^8 * 0,05 * (0,1)^3} = 0,0015.$$

Таблица 3

Случай	1 пред. сост.	1 пред. сост.	1 пред. сост.	теку- честь в кр. вол.	теку- честь в кр. вол.	теку- честь в кр. вол.	2 пред. состояние		
	$\sigma, F,$	σ, F, b	σ, F, h	$\sigma, F,$	σ, F, b	σ, F, h	F	F, b	F, b, h
P_s	0,999968	0,999968	0,99999995	0,9132	0,9192	0,9182	0,8643	0,8413	0,858
P_f	$32 * 10^{-5}$	$3,2 * 10^{-5}$	$5 * 10^{-8}$	$8,1 * 10^{-3}$	$8,1 * 10^{-3}$	0,0978	0,1357	0,1587	0,142

4 ВЫВОДЫ

1. В современных условиях необходимо внедрять в нормирование механизмы для быстрого внедрения инноваций и новых технологий в строительстве. В области надежности – дополнительные вероятностные критерии надежности и методы оценки рисков. Эти критерии надежности помогут при выборе оптимальных проектных и технологических решений при строительстве уникальных зданий и сооружений, сооружений повышенного уровня ответственности, а также при оценке существующих конструкций в течение их жизненного цикла.

2. В действительности при исследовании надежности строительных конструкций количество случайных величин может иметь бесконечное количество, но ограничивая их до необходимости, можно конкретизировать задачу и получить соответствующую вероятность безотказной работы и исследовать надежность. Например, в качестве случайных величин можно брать различные параметры, например срок возведения конструкции, возможные помехи в технологическом процессе и др., задавая при этом возможные их положительные и отрицательные отклонения. Используя интеграл вероятности Гаусса, можно по аналогии определить высокую степень безотказной работы конструкции.

3. При рассмотрении вероятности безотказной работы конструкций по предельным состояниям выявлено значительное различие в выборе количества случайных величин: например, в рассматриваемых примерах:

- самая высокая вероятность безотказной работы по 1 предельному состоянию соответствует случаю одновременной изменчивости σ, F, h : $P_s = 0,99999995$; $P_f = 5 * 10^{-8}$.

- самая высокая вероятность безотказной работы по 2 предельному состоянию соответствует случаю изменчивости только одного параметра F: $P_s = 0,8643$; $P_f = 0,1357$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Райзер В.Д. Теория надежности сооружений. Научное издание: монография / Райзер В.Д. – М.: Изд-во АСВ, 2010. – 384 с.
2. Игрицкий В.А. Расчет прочности конструкций методами теории надежности. Электронное учебное издание. – М.: МГТУ имени Н. Э. Баумана, 2012. – 26 с.
3. Добромыслов А.Н. Оценка надежности зданий и сооружений по внешним признакам. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 72 с.
4. Пшеничкина Г.В., Воронкова С.С., Рекунов А.А., Чураков; Волгоград: ВолгГАСУ, 2015. - Учебное электронное издание сетевого распространения. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/online/>.
5. Достанова С.Х., Токпанова К.Е., Муханова А.М., Тореккул А.К. Надежность и устойчивость уникальных зданий. Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции «Advances in science and technology». – М.: Научно-издат. центр «Актуальность РФ», 2018. – 164 с.

УДК 22 – 5

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА СЪЕЗДАХ ТРАНСПОРТНЫХ РАЗВЯЗОК

Тебердиев Р.А.¹, Абдурашитов М.М.²

^{1,2}АЛТ Университет имени Мухамеджана Тынышпаева, Алматы, Казахстан

Аннотация. *Статья посвящена проблемам модернизации одного из распространенных в нашей стране типов развязок в разных уровнях – «клеверного листа», т. к. наличие зон переплетения потоков петлевых съездов при значительной интенсивности движения снижает безопасность движения по ним и общую пропускную способность развязки. В данном исследовании производится моделирование работы развязки с левоповоротным полупрямым съездом в разных уровнях на наиболее загруженном левоповоротном направлении движения. Показывается значительная эффективность данного проектного решения.*

Ключевые слова: *транспортное микромоделирование, улично-дорожная сеть, транспортные потоки, безопасность движения, развязка в разных уровнях.*

Андатпа. *Мақала біздің елімізде әр түрлі деңгейдегі айырбастаудың кең таралған түрлерінің бірін – «беде жапырағын» модернизациялау мәселелеріне арналған, өйткені қозғалыстың едәуір қарқындылығымен циклдік конгрестер ағындарының тоғысу ай-мақтарының болуы олар бойынша қозғалыс қауіпсіздігін және айырбастың жалпы өткізу қабілетін төмендетеді. Бұл зерттеуде сол жақ бұрылыс бағытында әр түрлі деңгейдегі сол жақ бұрылыс жартылай түзу конвейермен айырбастау жұмысын модельдеу жүргізіледі. Бұл жобалық шешімнің айтарлықтай тиімділігі көрсетіледі.*

Түйін сөздер: *көліктік микромодельдеу, көше-жол желісі, көлік ағындары, қозғалыс қауіпсіздігі, әртүрлі деңгейдегі айырбас.*

Abstract. *The article describes the possibility of modernization of one of the common types of interchanges at different levels in our country named "cloverleaf". It's important because the zones of interlacing flows of loop exits with a significant traffic intensity reduces the safety of traffic along them and the overall throughput of the interchange. This study simulates the operation of an interchange with a left-turn semi-direct ramp at different levels on the busiest left-turn direction of traffic. The aim of the article is to show the significant effectiveness of this design solution*

Key words: *traffic micro modeling, road network, traffic flows, traffic safety, interchange at different levels.*

1 ВВЕДЕНИЕ

Безопасность дорожного движения – главное качество автомобильных дорог – состояние процесса дорожного движения, отражающее степень защищенности его участников от дорожно-транспортных происшествий и их последствий.

Существенный рост интенсивности движения, как следствие увеличения объемов грузовых и пассажирских перевозок, указывает на необходимость вложения огромного количества ресурсов для обеспечения безопасности движения на автомобильных дорогах.

Для поддержания нормативных скоростей сообщения при высоком транспортном спросе возникает потребность в проектировании и строительстве развязок в разных уровнях на дорогах высоких категорий. При этом не в последнюю очередь необходимо учитывать вопросы безопасности дорожного движения [1].

В населенных пунктах это может быть достигнуто прежде всего через снижение разрешенной скорости движения. Во многих европейских странах, например, в Скандинавии, скорость движения в центральной части городов снижена до 50 и даже 40 км/ч.

Но на основных транспортных артериях, связывающих города и районы города между собой, для поддержания необходимых потребительских качеств бесперебойности и удобства движения требуется, наоборот, повышать среднюю скорость сообщения [2].

Не стоит забывать и об острой необходимости реконструкции всей транспортной сети дорог.

Существующие проблемы должны решаться поэтапно и системно, в итоге все решения должны укладываться в концепцию так называемого «города, удобного для жизни» [3].

2 ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектом исследования являются развязки в разных уровнях типа «клеверный лист». Транспортная развязка – комплекс дорожных сооружений (мостов, туннелей, дорог), предназначенный для минимизации пересечений транспортных потоков и, как следствие, для увеличения пропускной способности дорог. Преимущественно под транспортными развязками понимаются транспортные пересечения в разных уровнях.

Существует достаточное количество классификаций транспортных развязок. Согласно главной из них развязки подразделяются на полные и неполные. Развязка считается полной, если проехать через нее можно в любом возможном направлении, не пересекая другие транспортные потоки (отсутствуют конфликтные точки пересечения). Под неполной понимается развязка, двигаясь через которую либо нельзя совершить некоторые маневры, либо присутствуют конфликтные точки пересечения (возможно наличие светофоров). По планировочной схеме транспортные развязки можно разделить на следующие распространенные группы: кольцевые, крестообразные и клеверообразные [4].

В практике отечественного проектирования наибольшее распространение получили клеверообразные пересечения автомобильных дорог с непрямыми левыми поворотами (петлевыми съездами) типа «клеверный лист». При таком пересечении в центре устраивают путепровод. Пересекающиеся дороги соединяют между собой съездами – однопутными или двухпутными. Развязки по типу «клеверного листа» получили распространение еще в 30-х годах XX века в США. В связи с утрачиванием актуальности и снижением безопасности движения для пассажиров, а также наличием многих других отрицательных качеств, возникла необходимость переустройства развязок данных типов с учетом особенностей условий движения транспортных потоков по сети дорог и, особенно, с позиции аудита безопасности движения. Недостатками данного вида развязки являются: большие площади для размещения объекта, низкий уровень безопасности из-за наличия зон переплетения потоков, низкая пропускная способность зон переплетения потоков на петлевых съездах и сравнительно низкая безопасность петлевых съездов при малых их радиусах [5].

3 ПОСТАНОВКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В данной статье анализируется работа транспортной развязки на пересечении ул. Саина с ул. Монке би. Это развязка по типу «клеверный лист». Существенным слабым местом развязки по типу «клеверного листа» является наличие зон переплетения потоков между петлевыми левоповоротными съездами с ограниченной пропускной способностью.

На **Рисунке 1** приведен затор, образовавшийся по направлению к зоне переплетения транспортных потоков. Здесь хорошо различимы несколько потоков транспортных средств, движущихся с различной скоростью, что существенно повышает вероятность совершения ДТП при перестроении или обгоне.



Рисунок 1 – Транспортная развязка (г. Алматы, ул. Саина)

Также значительно увеличивается время на проезд петлевых съездов в этом направлении. В то же время резко снижает безопасность движения наличие пешеходных переходов, которые за последние годы стали использовать намного чаще в связи со сданным в эксплуатацию транспортным комплексом (развязки по ул. Саина).

Был проведен анализ ДТП, произошедших на данном участке путепровода за период с 2017 по 2021 гг. (табл. 1).

Таблица 1 – Дорожно-транспортные происшествия за 20 лет

Год	ДТП	Погибло	Ранено	Кол-во машин, млн.	Население, млн.	Погибших на 100 тыс. населения
2000	157495	29594	179401	24,9	146,6	20,2
2001	164401	30916	187790	25,8	146,0	21,2
2002	184360	33243	215678	27,2	145,3	22,9
2003	204267	35602	243919	28,2	144,6	24,6
2004	208558	34506	251386	29,1	144,1	24,0
2005	223342	33957	274864	30,5	143,5	23,7
2006	229140	32724	285362	31,8	143,0	22,9
2007	233809	33308	292206	34,7	142,8	23,3
2008	218322	29936	270883	37,4	142,7	21,0
2009	203603	26084	257034	38,5	142,8	18,3
2010	199431	26567	250635	39,9	142,8	18,6
2011	199868	27953	251849	42,1	143,0	19,6
2012	203597	27991	258617	44,7	143,2	19,5
2013	204068	27025	258437	47,6	143,5	18,8
2014	199720	26963	251785	49,8	146,1	18,5
2015	184000	23114	231197	50,7	146,4	15,8
2016	173700	20308	221140	51,6	146,7	13,8
2017	169432	19088	215374	53,5	146,8	13,0
2018	168099	18214	214853	54,1	146,8	12,4
2019	164358	16981	210877	55,1	146,8	11,6
2020	145073	16152	183040	56,2		

Снижение аварийности в 2020 г. можно объяснить удаленным характером работы сотрудников во время пандемии COVID-19. В связи со сдачей в эксплуатацию ТЦ «ДОМИЛИОН» и значительным увеличением движения пешеходов по развязке прогнозируется увеличение числа ДТП с пострадавшими и обычных ДТП на развязке.

Проблему низкой безопасности петлевых съездов и зон переплетения потоков на их выходе можно решать путем устройства полупрямых и прямых лево- поворотных съездов. Устройство одного такого съезда на наиболее загруженном направлении позволяет увеличить среднюю скорость движения и существенно повысить безопасность транспортного сооружения.

На **Рисунке 2** представлена такая развязка после реконструкции. В данном примере можно исследовать обустройство развязки в ее окончательном варианте с построенными лево поворотными эстакадами.



Рисунок 2 – Развязка по типу «клеверного листа» с построенными левоповоротными эстакадами.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ

Все способы решения возникающих комплексных проблем требуют от государства материальных, трудовых, временных и финансовых ресурсов, поэтому выбор предпочтительного варианта необходимо делать на основе расчета приведенных суммарных затрат. Для этого необходимо произвести технико-экономическое обоснование.

В качестве инструмента при технико-экономическом обосновании можно использовать имитационное (транспортное) моделирование процессов дорожного движения, достаточно хорошо реализованное в ряде программных комплексов и продуктов, в частности в комплексе PTV VISSIM. Транспортное моделирование позволяет произвести поиск эффективных и оптимальных решений при проектировании УДС и организации дорожного движения с учетом всего многообразия характеристик транспортного потока, а также влияния внешних и внутренних факторов, что не может быть учтено при применении традиционных методов и инструментов [6-8].

PTV VISSIM – это программное обеспечение, которое позволяет отображать все виды индивидуального и общественного транспорта в единой модели. Как и все модели, транспортная модель представляет собой абстракцию реального мира. Целью моделирования является системный анализ, прогнозы воздействий и модельная подготовка решений, которые принимаются в реальном мире. VISSIM – ведущее во всем мире программное обеспечение для проведения транспортного анализа и прогнозирования, а также управления данными на базе ГИС

в сфере транспорта и перевозок. VISSIM представляет собой программу транспортного планирования, которая служит для анализа и планирования транспортных систем. При этом транспортная система охватывает транспортное предложение индивидуального и общественного транспорта, а также спрос на транспорт. VISSIM помогает инженерам-планировщикам при разработке транспортно-технических мероприятий и рассчитывает воздействие этих мероприятий. Возможности VISSIM позволяют рассчитывать воздействие существующего или спланированного транспортного предложения, которое может включать в себя как дорожную сеть индивидуального транспорта, так и маршрутную сеть с расписанием.

С помощью PTV VISSIM возможно осуществлять:

- оценку влияния типа пересечения дорог на пропускную способность (нерегулируемый перекресток, регулируемый перекресток, круговое движение, ж/д переезд, развязка в разных уровнях);
- проектирование, тестирование и оценку влияния режима работы светофора на характер транспортного потока;
- оценку транспортной эффективности предложенных мероприятий;
- анализ управления дорожным движением на автострадах и городских улицах, контроль за направлениями движения как на отдельных полосах, так и на всей проезжей части дороги;
- детальную имитацию движения каждого участника движения.

В исследовании предложена реконструкция рассматриваемой развязки на пересечении Саина и Монке Би. Одно из возможных решений вопроса – устройство выделенного левого поворота с Саина на Монке Би путем сооружения выделенной эстакады. Здесь необходимо строительство надземных или подземных пешеходных переходов, что будет также способствовать повышению безопасности движения пешеходов.

Удаление «лепестков» позволит разгрузить конфликтные зоны, однако у водителей не будет возможности выполнить разворот на развязке.

Удаление двух «лепестков» позволит разгрузить конфликтные зоны без возможности разворота на развязке.

Таблица 2 – Безопасность движения на транспортной развязке

Маршрут направления	Пропускная способность, авт./ч		Среднее время в пути, мин.	
	До реконструкции	После реконструкции	До реконструкции	После реконструкции
А – Б	1180	2640	20	1,1
В – Г	1970	2690	14	1,6

Как следует из таблицы 2, устройство только одного лево поворотного полу прямого съезда позволяет значительно улучшить транспортную ситуацию на развязке. В связи с устранением конфликтных зон на рассмотренных направлениях следует ожидать снижения аварийности с пострадавшими.

5 ВЫВОДЫ

Развязки типа «клеверный лист» являются одними из самых распространенных в мире благодаря своей относительно невысокой стоимости и хорошей пропускной способности.

При возрастании транспортной нагрузки развязки данного типа не справляются с нагрузкой, в результате в конфликтных точках и зонах переплетения уменьшается средняя скорость потока и происходят ДТП, которые, в свою очередь, увеличивают длину заторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сильянов В.В. Теория транспортных потоков в проектировании дорог и организации движения / Известия ТРАНСИБА. – Том 3. – 2022. – С. 125-131.
2. Исингарин Н.К. Проблемы интеграции в СНГ. – Алматы, 2001. – С. 185.
3. Андронов Р.В. Расчет экономических потерь пользователей улично-дорожной сети на регулируемых пересечениях для обоснования мероприятий по реконструкции и улучшению организации движения / Инженерный журнал. – №4. – СПб., 2020. – С. 54-63.
4. Внешнеэкономическая деятельность в Казахстане. Казахстан и страны СНГ. – Алматы, 2004. – С. 197.
5. Аль-Пари. – Алматы, 2000. – С. 205.
6. Бондарь И.С., Алпыспаева Ж., Алдекеева Д.Т., Оспанова З.К., Хардииков П.Г. Геодезическое обеспечение при реконструкции автомобильных дорог // Вестник КазАТК. – №1 (130). – 2024. – С. 49-61. DOI 10.52167/1609-1817-2024-130-1-48-60
7. Bondar I.S., Karibaeva G.B., Kurbenova A.K. Vibration diagnostics Construction of structures on railways // Vibrotechnical works. 54, pp. 109–115, April 2024, <https://doi.org/10.21595/vp.2024.24093>.
8. Bondar I.S., Aldekeeva D.T., Ospanova Z.K. Stress-strain state of reinforced concrete spans of a railway overpass using a spatial finite element model // Vibrotechnical works. 54, pp. 320–326, April 2024, <https://doi.org/10.21595/vp.2024.24086>.

УДК 624.138.2

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ШТАМПОВЫХ ИСПЫТАНИЙ НА УПРОЧНЕННЫХ МАССИВАХ И ГРУНТОВЫХ ПОДУШЕК ИЗ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Темирбекова Ф.Б.

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются особенности проведения штамповых испытаний на упрочненных массивах и грунтовых подушках из композитных материалов. Введение подчеркивает важность комплексного подхода к исследованию грунта как в лабораторных условиях, так и на строительных площадках. Основное внимание уделено необходимости знания физических и механических характеристик грунта для правильного расчета фундаментов и оснований зданий.

В статье подробно рассматривается использование геосинтетических материалов, таких как геотекстиль, георешетки, геомембраны и геокомпозиаты, в гражданском строительстве. Эти материалы обеспечивают технически эффективные, экономичные и экологически безопасные решения. Описываются их преимущества, такие как высокая стойкость к коррозии, биологическому и химическому разложению, долговечность, гибкость и простота установки.

Заключительная часть статьи подчеркивает важность использования как лабораторных, так и полевых методов испытаний для определения прочностных и деформационных характеристик грунта, что является ключевым для проектирования и строительства безопасных и долговечных сооружений.

Ключевые слова: упрочненные массивы, грунтовые подушки, композитные материалы, геосинтетические материалы, физические и механические характеристики грунта, расчет фундаментов и оснований зданий.

Аңдатпа. Мақалада қатайтылған массивтерде және композиттік материалдардан жасалған топырақ жастықтарында штамптау сынақтарын жүргізу ерекшеліктері қарастырылады. Кіріспе зертханалық жағдайда да, құрылыс алаңдарында да топырақты зерттеуге кешенді көзқарастың маңыздылығын көрсетеді. Ғимараттардың іргетастары мен негіздерін дұрыс есептеу үшін топырақтың физикалық және механикалық сипаттамаларын білу қажеттілігіне назар аударылады.

Мақалада азаматтық құрылыста геотекстильдер, геотекстильдер, геомембраналар және геокомпозиттер сияқты геосинтетикалық материалдарды қолдану егжей-тегжейлі қарастырылады. Бұл материалдар техникалық тиімді, үнемді және экологиялық таза шешімдерді ұсынады. Олардың коррозияға, биологиялық және химиялық ыдырауға төзімділігі, беріктігі, икемділігі және орнатудың қарапайымдылығы сияқты артықшылықтары сипатталған.

Мақаланың соңғы бөлігі қауіпсіз және берік құрылымдарды жобалау мен салудың кілті болып табылатын топырақтың беріктігі мен деформациялық сипаттамаларын анықтау үшін зертханалық және далалық сынақ әдістерін қолданудың маңыздылығын көрсетеді.

Түйін сөздер: күшейтілген массивтер, топырақ жастықтары, композиттік материалдар, геосинтетикалық материалдар, топырақтың физика-механикалық сипаттамалары, іргетастарды және құрылыс негіздерін есептеу.

Abstract. *The article deals with the peculiarities of stamp tests on hardened massifs and soil pads made of composite materials. The introduction emphasizes the importance of an integrated approach to soil investigation both in laboratory conditions and on construction sites. The focus is on the need for knowledge of the physical and mechanical characteristics of soil for the proper design of building foundations and footings.*

The paper details the use of geosynthetic materials such as geotextiles, geogrids, geomembranes and geocomposites in civil engineering. These materials provide technically efficient, cost-effective and environmentally friendly solutions. Their advantages such as high resistance to corrosion, biological and chemical degradation, durability, flexibility and ease of installation are described.

The final part of the paper emphasizes the importance of using both laboratory and field testing methods to determine the strength and deformation characteristics of soil, which is key to the design and construction of safe and durable structures.

Key words: *reinforced massifs, soil cushions, composite materials, geosynthetic materials, physical and mechanical characteristics of soil, calculation of foundations and bases of buildings.*

***Автор-корреспондент: Темирбекова Ф.Б.
Научный руководитель: Хомяков В.А.**

1 ВВЕДЕНИЕ

В нынешнее время проектирование и строительство нельзя представить без полного исследования грунта и его свойств. Существует два метода исследования грунта это в лабораториях и в полевых условиях, то есть на строительных площадках.

По многолетнему опыту в строительстве можно прийти к выводу что целесообразно проводить и лабораторные и полевые испытания комплексно.

Грунт является наиболее ответственной частью здания и сооружения любого типа, на котором далее будет основание и фундамент этого же здания. Главная задача – передавать поступающую нагрузку от здания грунту, чтобы не нарушать прочность грунта. По нормам и правилам строительства расчет оснований и фундаментов производится по прочности и по деформациям фундамента и основания.

Без знания физических и механических характеристик грунта нельзя сделать расчет фундамента и оснований.

Подобрать самый оптимальный и рациональный в инженерных и экономических целях фундамент является одним из сложных и трудоемких процессов, что обуславливается не только огромным выбором фундаментов, но и условием их залегания, геологическими процессами, гидрогеологическими процессами и разнообразными природными явлениями.

Механические свойства грунта — это поведение грунта под действием внешней нагрузки, далее изменение физического состояния грунта.

Механические характеристики грунта помогают выявить данные для расчета их деформации, оценка прочности и устойчивости.

Механические характеристики грунта определяются экспериментально, к ним относятся:

- сжимаемость (деформируемость) грунтов;
- сопротивление грунтов сдвигу;
- водопроницаемость грунтов.

Исследования в полевых условиях позволяет разузнать о свойствах грунта в естественном залегании.

Существует четыре типа полевых испытаний:

- 1 – обследование и описание;
- 2 – разведка и опробование;
- 3 – испытание;
- 4 – натурные наблюдения за возведенными сооружениями.

Статистические испытания грунтов методом штампа, прессиометрии, зондирования, вращательным срезом, сдвигом, срез целиком относятся к полевым методам испытаний грунтов.

Методы испытания грунтов бывают прямые, косвенные, точные и грубые.

Прямой метод испытания — это испытания, которое дает искомый результат по характеристикам сжимаемости и прочности непосредственно.

Косвенный метод — это использование эмпирических зависимостей с результатом испытания.

Основное различие в точных и грубых методах — это влияние случайных ошибок на результат испытания. Вероятность и доля случайных ошибок в точных методах не так велика, благодаря этому мы получаем среднеквадратичное отклонение величины, подверженной измерениям.

В грубых методах всё наоборот: влияние случайных ошибок приводит к увеличению среднеквадратичного отклонения измеряемой величины.

Рациональнее выявлять деформационные характеристики грунта полевыми методами. В большей степени в полевых условиях также определяют прочностные характеристики грунтов, которые содержат большое количество крупнообломочных включений, размеры сравнимые с размерами самого необходимого образца. Для определения оценки в изменениях механических свойств грунта со временем используют лабораторные методы испытаний. Также лабораторные методы помогают сократить объем полевых работ, которые, итак, являются довольно трудоемкими.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

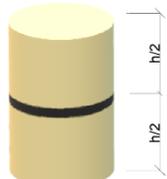
Геосинтетика сегодня можно считать устоявшейся технологией в портфеле решений, доступных для геотехнических проектов. Тем не менее, в геотехнических проектах с их использованием по-прежнему проявляется изобретательность. Вероятно, это связано с возможностью контролируемого изменения механических и гидравлических свойств для удовлетворения потребностей во всех областях геотехнического строительства. В данной статье рассматриваются 10 (десять) недавних применений или недавних оценок старых применений в геотехнических проектах с использованием геосинтетиков.

Обсуждение каждой области применения выявляет специфические трудности геотехнического проектирования, творческое использование геосинтетиков для преодоления трудностей и конкретный пример, иллюстрирующий применение. В частности, в данной статье показаны преимущества использования геотекстиля в качестве фильтра в земляных плотинах, использование: открытых геомембран в качестве перспективного подхода для резистивных покрытий, геотекстиля в качестве капиллярного барьера в ненасыщенных грунтовых покрытиях, анкерной геосинтетической арматуры для стабилизации крутых откосов, геотекстильных труб для сложных проектов защиты побережья, колонн с геотекстилем для стабилизации очень мягких грунтов основания, цельных абатментов мостов, армированных геосинтетическими материалами, для минимизации «кочки в конце моста», георешеток в конструкции самой высокой армированной грунтовой стены с применением геосинтетиков, армирующих элементов с возможностью дренажа в плоскости при проектировании крутых склонов и использование геосинтетических армирующих элементов для смягчения пагубного воздействия экспансивных глин на дорожное покрытие.

В целом, геосинтетики играют важную роль во всех геотехнических областях благодаря своей универсальности, экономичности, простоте установки и хорошим характеристикам их механических и гидравлических свойств. Творческое использование геосинтетиков в геотехнической практике, вероятно, будет расширяться по мере того, как производители будут разрабатывать новые и улучшенные материалы, а инженеры/проектировщики – разрабатывать процедуры анализа для новых применений.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Таблица 1 – Программа испытаний

Вариант, №	1	2
Описание испытаний	Без геосетки	С 1 геосеткой посередине
Иллюстрация		

Сдвиговой прибор (срезающий прибор) используется для определения прочностных характеристик песчаного грунта таких, как угол внутреннего трения и сцепление. Этот метод является важным в геотехнической инженерии для оценки устойчивости грунтовых массивов и проектирования различных инженерных сооружений. Основные компоненты сдвигового прибора включают срезающую коробку, систему загрузки, механизм сдвига и датчики нагрузки и деформации. Срезающая коробка состоит из двух половин, в которых размещается образец грунта: верхняя половина подвижна относительно нижней. Система загрузки используется для приложения вертикальной нагрузки к образцу, механизм сдвига обеспечивает горизонтальное перемещение верхней половины срезающей коробки относительно нижней, а датчики измеряют вертикальную нагрузку, горизонтальную силу сдвига и деформации образца.

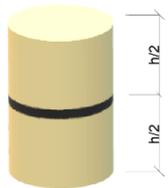
Процедура испытания начинается с отбора проб песчаного грунта с места проведения испытаний и изготовления образцов путем трамбовки или прессования в срезающей коробке. Образец грунта помещается в срезающую коробку и уплотняется для достижения необходимой плотности. Затем к образцу прикладывается вертикальная нагрузка с помощью системы загрузки, моделирующая давление вышележащих слоев грунта. Верхняя половина срезающей коробки начинает перемещаться горизонтально относительно нижней половины с по-

стоянной скоростью, создавая сдвиговое напряжение в образце. В процессе испытания постоянно измеряются вертикальная нагрузка, горизонтальная сила сдвига и деформации образца, а данные фиксируются автоматически при помощи датчиков и регистрирующего устройства.

Анализ данных включает построение графиков зависимости сдвигового напряжения от горизонтальной деформации и определение предельного сдвигового напряжения, при котором происходит разрушение образца. Из результатов испытаний определяются основные параметры прочности грунта, такие как угол внутреннего трения и сцепление, используя уравнение сдвигового сопротивления Мора-Кулона. Испытание сдвиговым прибором является важным инструментом в геотехнической инженерии для определения прочностных характеристик песчаного грунта. Эти данные необходимы для проектирования и строительства различных инженерных сооружений таких, как фундаменты, насыпи, подпорные стенки и другие конструкции, где важна оценка устойчивости грунтовых массивов.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Таблица 2 – Результаты испытаний на одноплоскостной срез

Иллюстрация		
Описание испытаний	Без геосетки	С одной геосеткой посередине
Угол внутреннего трения, φ (полная)	31,1	29,3
Угол внутреннего трения, φ (остаточная)	32,8	31,2
Сцепление, с кПа (полная)	38,23	17,9
Сцепление, с кПа (остаточная)	28,08	8,33

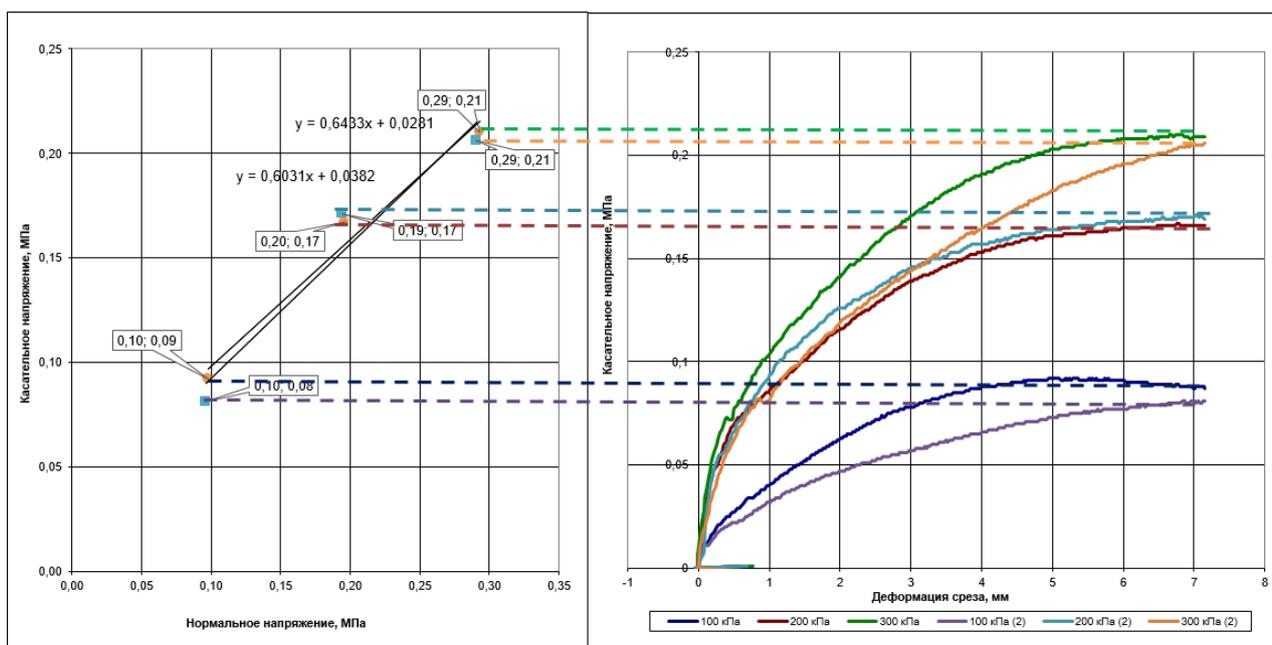


График 1 – Результаты испытаний на одноплоскостной срез в образце без использования геосеток.

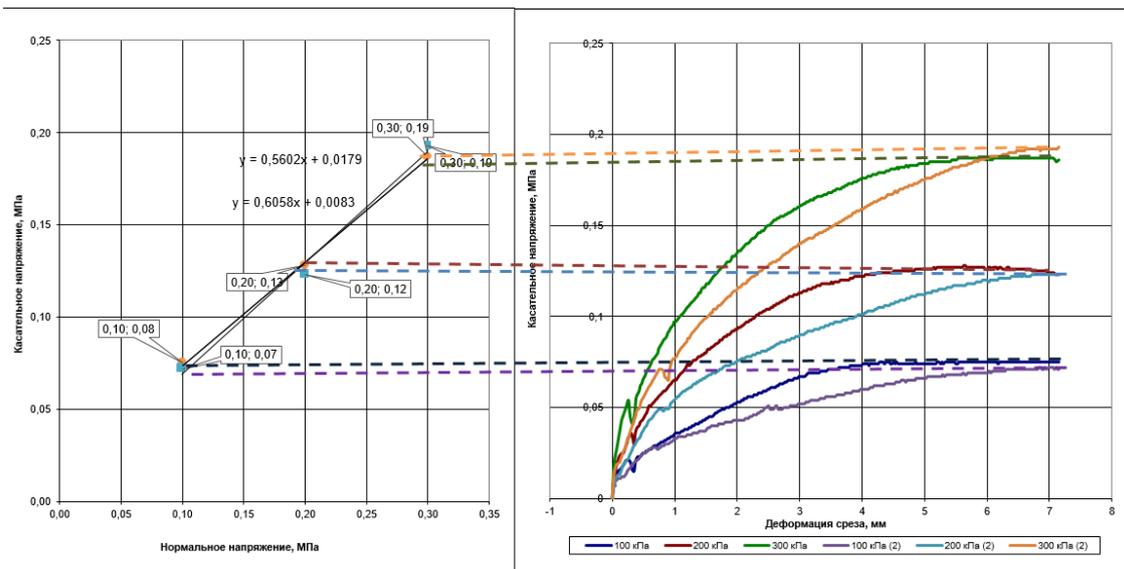


График 2 – Результаты испытаний на одноплоскостной срез в образце с использованием геосетки

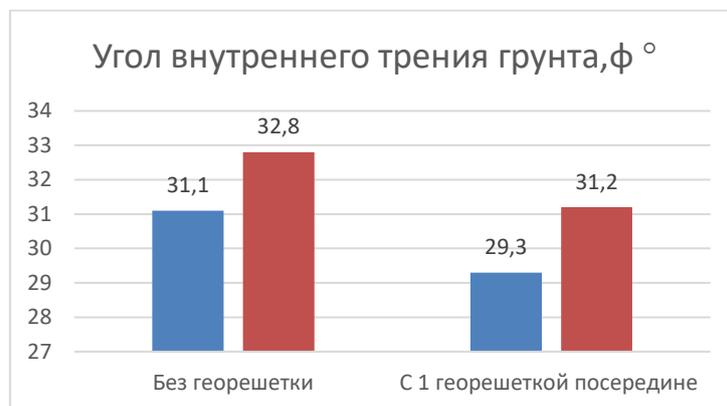


График 3 – Угол внутреннего трения грунта

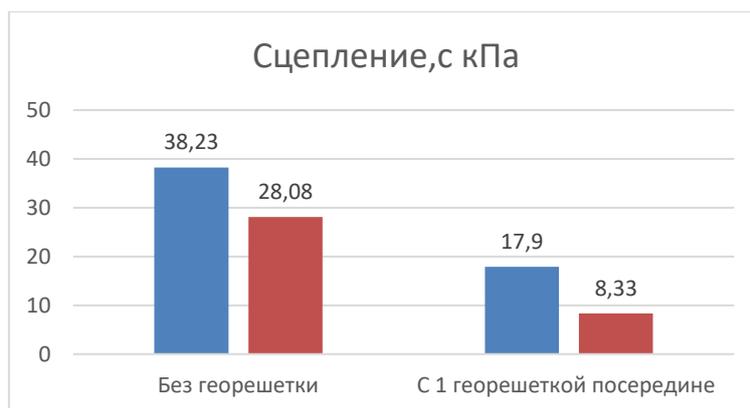


График 4 – Сцепление грунта

В испытании используется образец из песка мелкой фракции смешанный с резиновой крошкой с добавлением в качестве связующего материала веретенного масла. Для упрочнения данного образца используется упрощенный вариант геосетки. Исследование составляло 6 вариантов испытаний.

По результатам испытаний отмечено, что использование 1 геосетки посередине дает разницу в 1,3 раза. Использование 2 геосеток посередине дает разницу в 1,5 раза.

В результате испытаний было выявлено, что без геосетки сцепление и угол внутреннего трения равны $C=38,23$ кПа, $\phi=31,1^\circ$, при использовании геосетки посередине в горизонтальном положении значение сцепления и угла внутреннего трения меняется на $C=17,9$ кПа, $\phi=29,3^\circ$. Из чего следует сделать вывод, что геосетки имеют влияние на процент прочность.

Результаты испытаний показали, что применение геосеток повышает прочность грунта. В первом испытании без использования геосеток. Экспериментальное значение разрушающей нагрузки упрочненного грунта оказалось близким к теоретическому. Из чего можно заключить: применение геосеток в дорожном и гражданском строительстве повышает прочность грунта и упрощает технологический процесс строительства.

Данный упрочняющий материал требует дальнейших исследований в применении в гражданском строительстве.

5 ВЫВОДЫ

Проведенные испытания показали, что использование геосеток значительно улучшает прочностные характеристики грунта, что особенно важно в дорожном и гражданском строительстве.

Применение геосеток по границам. Использование геосеток по краям конструкции продемонстрировало значительное увеличение прочности. В первом варианте прочность увеличилась на 149,7%, а во втором варианте на 385%. Повторные испытания подтвердили эти результаты, показав прирост прочности на 151% и 707% соответственно. Это подтверждает высокую эффективность геосеток, расположенных по краям, в повышении прочности грунта.

Использование одной и двух геосеток в середине. Испытания с одной геосеткой, размещенной в середине конструкции, показали увеличение прочности в 1,3 раза, в то время как использование двух геосеток в середине привело к увеличению прочности в 1,5 раза. Эти результаты свидетельствуют о значительном улучшении прочностных характеристик при использовании геосеток в центральной части конструкции.

Сцепление и угол внутреннего трения. Без применения геосеток значения сцепления и угла внутреннего трения были минимальными. Однако при использовании геосеток по краям эти показатели значительно возросли, что указывает на улучшение механических свойств грунта.

Таким образом, результаты исследования показывают, что применение геосеток в дорожном и гражданском строительстве значительно повышает прочностные характеристики грунта, упрощает технологический процесс строительства и увеличивает долговечность сооружений. Для оптимизации использования данного материала в различных строительных условиях необходимы дальнейшие исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. S.K. Shukla, An Introduction to Geosynthetic Engineering // CRC Press/Balkema P.O. Box 11320, 2301 EH Leiden, The Netherlands, 2016. – 449 p.
2. R.W. Sarsby, Geosynthetics in civil engineering // CRC Press Boca Raton Boston New York Washington, DC, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, 2007. – 287 p.
3. Sanjay Kumar Shukla, Jian-Hua Yin, Fundamentals of Geosynthetic Engineering // Taylor & Francis e-Library, 2006. – 403 p.
4. ГОСТ 12248.3-2020. Грунты. Определение характеристик прочности и деформируемости методом трехосного сжатия.
5. Guangxin Li, Yunmin Chen, Xiaowu Tang, Geosynthetics in Civil and Environmental Engineering / / Geosynthetics Asia 2008 Proceedings of the 4th Asian Regional Conference on Geosynthetics in Shanghai, China, 2008. -289 p.

3.3 ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СЕТИ

УДК 628.3

ОЗОНАТОРЫ В СФЕРЕ ОЧИСТКИ ВОДЫ В БАССЕЙНАХ

Гринь Д.Д.

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В данной статье рассмотрены новые системы очистки воды при помощи озона в бассейнах, которые являются более надежным средством для дезинфекции воды в бассейне. В настоящее время озонирование является единственным универсальным методом обработки воды, позволяющим эффективно воздействовать на большое число различных загрязнителей искусственного и естественного происхождения с одновременным обеззараживанием вод. Возможности метода достаточно велики, но, обладая рядом положительных свойств, озонирование не лишено и недостатков (высокая стоимость получения озона, токсичность и т. д.).

Ключевые слова: новые системы очистки воды, озонирование воды, озонирование бассейна, обеззараживанием вод, химические соединения, уровень кислотности воды, озонатор воды.

Андатпа. Бұл мақалада бассейн суын зарарсыздандырудың сенімді құралы болып табылатын бассейндердегі озонды қолданатын жаңа су тазарту жүйелері талқыланады. Қазіргі уақытта озонизация суды бір мезгілде дезинфекциялау арқылы жасанды және табиғи шыққан әртүрлі ластаушы заттардың үлкен санына тиімді әсер етуге мүмкіндік беретін суды тазартудың жалғыз әмбебап әдісі болып табылады. Әдістің мүмкіндіктері айтарлықтай үлкен, бірақ бірқатар оң қасиеттерге ие бола отырып, озонизацияның кемшіліктері де жоқ емес (озон өндірудің жоғары құны, уыттылығы және т.б.).

Түйін сөздер: суды тазартудың жаңа жүйелері, суды озондау, бассейнді озондау, суды зарарсыздандыру, химиялық қосылыстар, судың қышқылдық деңгейі, су озонаторы.

Abstract. This article discusses new water purification systems using ozone in swimming pools, which are a more reliable means of disinfecting water in a swimming pool. Currently, ozonation is the only universal method of water treatment, which allows for effective action on a large number of various pollutants of artificial and natural origin with simultaneous disinfection of water. The capabilities of the method are quite large, but having a number of positive properties, ozonation is not without disadvantages (high cost of ozone production, toxicity, etc.).

Key words: new water purification systems, water ozonation, pool ozonation, water disinfection, chemical compounds, water acidity level, water ozonizer.

*Автор-корреспондент: Гринь Д.Д.

Научный руководитель: Жангужинов А.Е.

1 ВВЕДЕНИЕ

Озонирование бассейна – это процедура, во время которой кислород молекулярного вида преобразуется в озон. Это мощный окислитель, который устраняет микроорганизмы большинства видов, что повышает уровень безопасности воды. Дополнительно удаётся удалить загрязнения органического вида, наличие которых приводит к загрязнению, появлению неприятного запаха. В отличие от кислорода, молекула озона имеет 3 атома. Она обладает высокой реакционной активностью. Попадая в воду, озон обеспечивает дезинфекцию и

очистку. Нейтрализация микроорганизмов происходит путем окисления. При этом общий уровень кислотности воды не меняется. В ней не остается вредных остатков и химических соединений. Это происходит потому, что озон обратно превращается в кислород. В результате озонирование бассейна считается экологичным и безопасным методом дезинфекции.

Озонирование воды – своего рода дезинфекция. Это стало возможным благодаря использованию озонатора (генератора озона). Это устройство, которое вырабатывает активный кислород и дозирует его в воду в нужном количестве, уничтожая бактерии, грибки и водоросли, находящиеся в ней. Очень часто генераторы озона являются еще и дозаторами хлора, поэтому они действуют с удвоенной силой на все микроорганизмы. Озон в капсулах или жидкой форме не существует, поэтому выброс газа с помощью генератора является единственным эффективным способом растворения активного кислорода в воде. Как долго длится процесс озонирования? Продолжительность обработки зависит от размера резервуара и производительности самого генератора.

Об озоне говорилось на уроках в школе: он чаще всего ассоциируется с озоновой дырой, то есть истощением озонового слоя в земной атмосфере. В природных условиях озон играет очень важную роль. Именно благодаря ему значительно снижается количество вредного УФ-излучения.

Озон – аллотропная форма кислорода. Это газ с характерным, слегка металлическим запахом, который сопровождает преимущественно атмосферные выбросы. Типичные свойства озона включают окислительную способность и хорошую растворимость в воде. Многолетние исследования озона также подтвердили его биоцидные и дезинфицирующие свойства. Это открытие используют компании, занимающиеся очисткой воды в плавательных бассейнах и водоподготовкой водопроводных и промышленных установках (пищевых, фармацевтических и др.). Озон также известен как активный кислород.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ БАЗА ИССЛЕДОВАНИЯ

Как работает озонатор воды? Узнав, что такое озонатор, нужно изучить принцип работы прибора. Он генерирует озон из воздуха или чистого кислорода.

Устройство работает по следующей схеме:

- Атмосферный воздух пропускают через фильтр предварительной очистки. Здесь происходит удаление основных загрязнений.
- Прибор направляет очищенный воздух в концентратор кислорода. Здесь происходит преобразование в чистую газовую смесь, которая на 85-95% состоит из кислорода.
- Кислород направляется в генератор озона. На вещество оказывает воздействие коронный разряд. Под воздействием электричества кислород расщепляется на атомы. Затем они соединяются в молекулы озона. В результате происходит процесс преобразования.

Есть альтернативные способы озонировать воду. На рынке присутствуют установки, которые вырабатывают озон за счет облучения кислорода ультрафиолетовыми лучами. Однако такие озонаторы в бассейнах практически не устанавливают: устройства отличаются низкой эффективностью. Обычно их используют в помещениях, чтобы освежать и очищать воздух.



Рисунок 1

Стандартный озонатор состоит из генератора высокого напряжения и излучателя. Они соединены между собой. Излучатель представлен в виде керамической пластины. Она оснащена двумя или более токопроводящими дорожками. Обычно озонатор включают в работу комплексной системы фильтрации. В результате вода проходит многоэтапную очистку.

Процедура выполняется по следующей схеме:

- Жидкость попадает в систему фильтрации. Этого удается добиться за счет перелива.
- Происходит удаление крупных загрязнений. Фильтр грубой очистки позволяет извлечь из воды мелкие предметы, волосы, грязь иного типа.
- Очищенную воду смешивают с водопроводной. Подобный подход позволяет достичь требуемого водородного показателя. Его уровень должен составлять примерно 7 единиц.
- Вода поступает в систему тонкой очистки. Этого удается добиться за счет работы насосов. Они перекачивают воду, способствуя ее перемещению внутри системы.
- Происходит подогрев воды, после чего она поступает в контактную емкость.
- Происходит контакт воды с озоном. В результате удается выполнить дезинфекцию, удалив даже растворенные загрязнения и обеспечив глубокую очистку.
- В воду добавляют небольшое количество хлора. Так удается усилить эффект.
- Жидкость возвращают в бассейн.

Процедура выполняется довольно быстро, что позволяет соблюдать санитарные нормы.

Недостатки озонирования воды в бассейне. Недостатки метода озонирования не могут служить причиной его ограничения при использовании в технике водоподготовки и очистки сточных вод. Длительный опыт использования озона и эксплуатации озонаторных установок убеждает в том, что этот метод является высокоэффективным.

Дальнейшее совершенствование техники озонирования исключит свойственные методу недостатки, и он получит широкое применение. Озон очень быстро улетучивается и исчезает – в очищенной воде снова начинают размножаться вредные микробы и водоросли. Поэтому владельцы частных бассейнов вынуждены использовать дополнительные химические средства для бассейнов, поддерживающие работу озонаторов. Неправильное использование озона также может вызвать неприятные симптомы: головную боль и проблемы с концентрацией. Однако эта проблема касается только крытых бассейнов, в которых возникают неисправности озоновых установок.

В чем заключается озонирование воды в домашнем бассейне или SPA-центрах? Небольшие озонаторы используются для озонирования воды на участковых бассейнах (**Рисунок 2**). При протекании воды через устройство бактерии и грязь нейтрализуются, а очищенная жидкость возвращается обратно в резервуар. Озон в бассейне очень быстро улетучивается при контакте с воздухом, поэтому можно не опасаться отравления.

Процесс озонирования в больших бассейнах, плавательных бассейнах и спа-центрах более сложен. Для эффективного удаления микроорганизмов из воды владельцы коммерческих объектов устанавливают высокопроизводительные озонаторы (некоторые устройства этого типа вырабатывают озон на уровне до 500-600 г/ч!). Озонирование бассейнов большой площади сложнее, чем озонирование воды в малом резервуаре – это возможно только с использованием дополнительного оборудования, удаляющего избыток озона.



Рисунок 2 – Озонирование воды в домашнем бассейне

Каковы преимущества озонирования воды в бассейне. Преимущества использования озона, безусловно, заслуживают внимания! Этот газ очень быстро уничтожает болезнетворные микробы, в том числе и опасные бактерии кишечной палочки (отвечающие за возникновение пищевых отравлений, диареи и других заболеваний). Активный кислород также удаляет водоросли, плесень и грибки, из-за которых вода мутнеет, приобретая неприятный запах и меняя цвет (**Рисунок 3**).

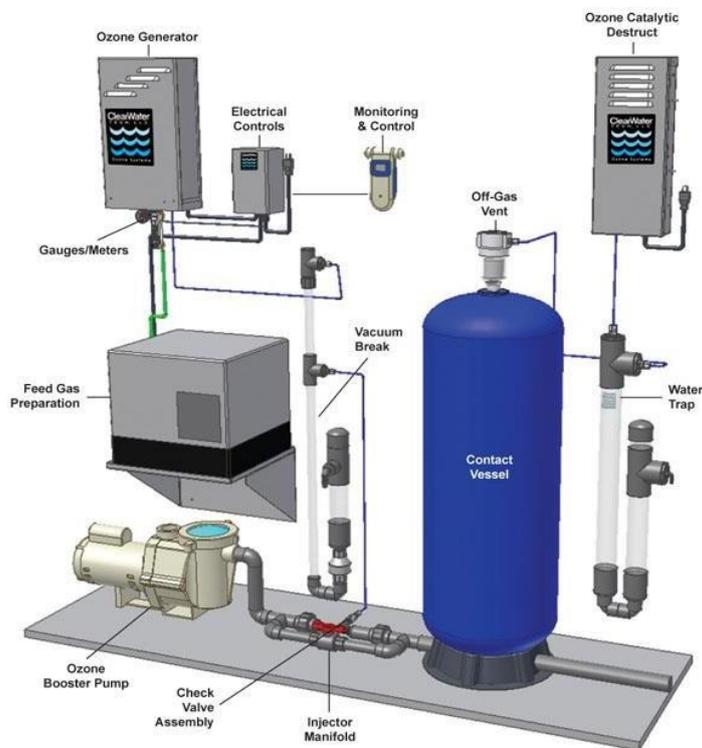


Рисунок 3 – Озонирование воды

Озон повышает прозрачность воды и нейтрализует ее запах. Благодаря этому бассейн на участке смотрится эстетично и элегантно. Что важно – правильно проведенное озонирование не оказывает негативного воздействия на организм человека. Обработка не загрязняет окружающую среду. Более того, проникая в воздух, озон не генерирует никаких отходов.

Что можно использовать вместо озонирования воды в бассейне? Озонирование воды, конечно же, не единственный эффективный способ очистки бассейна и восстановления безупречного внешнего вида воды. Вместо генераторов озона можно также выбрать устройства с УФ-лампами, которые также отлично дезинфицируют воду. Недостатком этого решения является, однако, относительно высокая цена ламп, которые появились на польском рынке относительно недавно.

Озон в частных и крупных бассейнах дополняется также хлором. Это надежное и очень эффективное средство комплексного действия: оно удаляет бактерии, уничтожает грибки, водоросли и вирусы. Шоковая стерилизация хлором прекрасно очищает воду и взаимозаменяемо с озонированием.

По каким критериям выбирают генератор озона. Перед приобретением озонатора узнают важные параметры для его работы. Значение имеют:

- Влажность и температура воздуха в помещении, где находится бассейн. Большинство устройств работает только при плюсовых показателях на термометре. Такие приборы на зиму демонтируют.
- Объем чаши бассейна. В характеристиках производители прописывают этот показатель.

- Производительность устройства. Для дачных бассейнов подойдут малопроизводительные модели. А вот в спортивно-оздоровительных комплексах они пользу не принесут. В общественных бассейнах нужны высокопроизводительные системы со встроенным компрессором.

- Двух и трехступенчатые установки. Помимо обработки озоном такие устройства выполняют обеззараживание хлором или УФ-излучением, проводят ионизацию. Стоимость таких озонаторов высока, поэтому чаще их приобретают для общественных бассейнов.

- Рабочее напряжение. Устройства работают от сети в 220 В и 380 В.

Из дополнительных функций предлагают модели со встроенной колонкой для дегазации. Её польза состоит в удалении пузырьков, возникающих при насыщении воды озоном. Модели с автоматическим режимом работы оснащены специальными датчиками и контроллером. Приборы предупреждают, если концентрация О₃ выше нормы или повышен рН воды.

3 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В наше время уже стало привычным говорить о возможностях применения озона для извлечения различного рода загрязнений не только на конечной стадии очистки воды, но и на промежуточной и начальной. Более того, начинает применяться многоступенчатое озонирование, одной из целей которого является сведение к минимуму денежных затрат путем введения окислителя на различных стадиях обработки воды в незначительных количествах.

Интерес к озонированию не только не ослабевает, но возрастает из года в год. Об этом свидетельствует создание Международного института по озону, проведение многочисленных ежегодных конференций, симпозиумов, семинаров и конгрессов по озонированию, большое число публикаций. Основной причиной, сдерживающей внедрение озонирования, являются невысокое качество озонаторного оборудования и относительно высокая стоимость получения озона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подготовка воды в бассейне – это серьезно. https://aquatronic.kz/company/news/podgotovka_vody_v_bassejne_eto_ser_ezno/
2. Оборудование для озонирования <https://simeon-pool.ru/>
3. Орлов В.А. Озонирование воды. – М.: Стройиздат, 1984.
4. Кожин В.Ф. Установки для озонирования воды. – М.: Стройиздат, 1968.
5. Кожин В.Ф., Кастальский А.В. Водоснабжение и канализация. [Djv-12.7M]: Учебное пособие для строительных вузов. – М.-Л.: Государственное издательство строительной литературы, 1941.

ӘОЖ 697.31.

СУ МЕН ЖЫЛЫТУ ЖҮЙЕСІНІҢ ЭНЕРГИЯ ТИІМДІЛІГІ МЕН ФИЗИКАЛЫҚ ТОЗУЫН 10 ЖЫЛДАН КЕЙІН ТАЛДАУ

Д. Ербосынов¹, Г.С. Абиева²

¹студент, ²т.ғ.к., қауымдастырылған профессор

^{1,2}Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Андатпа. Жұмыста соңғы он жылда жылыту жүйелерінің энергетикалық тиімділігін арттыруға бағытталған нормативтік талаптардың қалай өзгергені талданады. Он жыл жұмыс істегеннен кейін қонақ үй түріндегі жатақхананың жылыту жүйесіне зерттеу жүргізілді. Жүйенің энергияны үнемдеуі үшін сізге дұрыс жоба ғана емес, сонымен қатар жүйені сауатты орнату, іске қосу және пайдалану қажет екендігі көрсетілген.

Түйін сөздер: автоматты теңгерім клапаны, термостатикалық элемент, термостатикалық клапан, жылу энергиясы.

Аннотация. В работе проанализировано, как за последние десять лет изменялись нормативные требования, направленные на повышение энергетической эффективности систем отопления. Проведено исследование системы отопления общежития гостиничного типа после десяти лет эксплуатации. Показано, что для того, чтобы система была энергоэффективной, нужен не только правильный проект, но и грамотный монтаж, пусконаладка и эксплуатация системы.

Ключевые слова: автоматический балансировочный клапан, термостатический элемент, термостатический клапан, тепловая энергия.

Abstract. The paper analyzes how regulatory requirements aimed at improving the energy efficiency of heating systems have changed over the past ten years. A study of the heating system of a hotel-type dormitory after ten years of operation has been conducted. It is shown that in order for the system to be energy efficient, not only the right project is needed, but also competent installation, commissioning and operation of the system.

Key words: automatic balancing valve, thermostatic element, thermostatic valve, thermal energy.

Энергия ресурстарының жоғары құны оларды тұтынудың жеткілікті жоғары деңгейімен энергияны үнемдейтін технологияларды енгізу қажеттілігіне әкеледі.

2015 жылдан бастап «Энергия үнемдеу туралы» Ел басының заңы қабылданды және қазіргі уақытқа дейін Қазақстан Үкіметі Нормативтік-құқықтық базаны жетілдіру бойынша жұмыс жүргізуде, оның мақсаты энергетикалық ресурстарды тұтынуды азайту болып табылады. Соңғы өзгерістердің бірі – 2021 жылдың шілдесінде жаңа SP 60.13330.2020 «Жылыту, желдету және ауаны баптау» (SP 60) күшіне енуі. Оның әзірлеушілерінің пікірінше, қайта қаралған ережелер жиынтығы қолданысқа енгізілгеннен кейін энергия ресурстарын пайдалану тиімділігін 5-15%-ға арттыру күтілуде [2].

Жылыту жүйелерінің энергетикалық тиімділігін арттыру саласындағы ең маңызды іс-шараларға тұрғын және қоғамдық ғимараттардағы жылыту аспаптарын алғаш рет БК 60.13330.2012 жылы енгізілген автоматты радиаторлық термореттегіштермен жаратқандыруға қойылатын талап жатады. Алайда, жылу жүйелерінде, әсіресе екі құбырлы жүйелерде термостаттарды қолдану жүйенің теңгерімсіздігіне, сондай-ақ термостатикалық клапандарда шудың пайда болуына әкелуі мүмкін [6], сондықтан көтергіштерді Автоматты теңгерім клапандарымен жабдықтау қажет. Бұл талап СП 60.13330.2012-ге де енгізілді және жаңартылған нұсқада сақталды.

Автоматты теңдестіру құрылғыларын дұрыс орнатуға және пайдалануға назар аударған жөн. Тәжірибе көрсеткендей, көптеген дизайнерлер реттегіштерді көтергіштерге орнатуды қарастырады, бірақ олардың конфигурациясын көрсетпейді, бұл жүйенің жұмысын дұрыс реттеуге мүмкіндік бермейді. Жабдықты орнатқаннан кейін, іске қосу-жөндеу жұмыстарын жүргізген кезде жүйені жөндеуге болады, бірақ монтаждау ұйымдарының аз ғана бөлігінде реттеуші клапандарды реттеуге мүмкіндік беретін қымбат жабдық бар, ал жүйені есептік ағынға баптау процедурасы міндетті қабылдау-тапсыру сынақтарының тізіміне кірмейді. Сондай-ақ, күрделі дизайнға байланысты автоматты реттегіштер салқындатқыштың сапасына өте сезімтал екенін атап өткен жөн.

Өндірушілер көтергіштегі әрбір реттегіштің алдында торлы сүзгіні орнатуды ұсынады (бұл іс жүзінде әрдайым орындалмайды), бірақ салқындатқыштың монтажи мен сапасына қойылатын барлық талаптар сақталса да, сондай-ақ сервистік қызмет көрсету шаралары кезінде автоматты теңгерім клапандарының мәлімделген қызмет ету мерзімі он жылды құрайды. Бұл ретте жылу жүйесінің көтергіштерін тиімді пайдалану ұзақтығы болат құбырлардан көтергіштер өндірісінде 25 жылдан астам және полимерлі құбырларды қолданғанда 10-25 жылды құрайды.

Жылыту жүйесінің энергия тиімділігіне тікелей әсер ететін тағы бір маңызды мәселе- жылыту құрылғыларының мөлшері. Ең суық бес күндік жағдайда бөлменің жылу шығыны- нан асатын жылу шығыны бар радиаторларды қолдану жылу энергиясының артық шығыны- на әкелуі мүмкін. Жылыту аспаптарын іріктеудің жалпы қабылданған әдістері $\beta_1 = 1,03-1,08$ коэффициентімен ескерілетін ауданы бойынша шағын қоры бар үй-жайдың жылу шығынына (суасты және көтергіштердің жылыту құбырларынан түсетін жылу түсімдерін шегергенде) сәйкес стандартты өлшемді таңдауды көздейді.

ҚНЖЕ 2.04.05-86 алғаш рет «Жылыту құрылғысының ұзындығы, әдетте, ауруханалар- да, мектепке дейінгі балалар мекемелерінде, мектептерде, қарттар мен мүгедектерге арналған үйлерде жарық саңылауының ұзындығының кемінде 75% болуы керек» деген талап пайда болды.

Бұл талап ең маңызды әлеуметтік нысандарда температуралық режимді сақтауға ықпал етуі керек еді. Алайда, ҚНЖЕ-де 41-01-2003 тармақты тұрғын және қоғамдық ғимарат- тарға кеңейтті: «Жылыту құрылғысының ұзындығы кемінде 50% болуы керек — тұрғын және қоғамдық ғимараттарда», бұл талап SP-де 2012 және 2016 60 нұсқаларында сақталған. Осылайша, ұзақ уақыт бойы энергия тиімділігі емес, қыста бөлмеге жылудың тұрақты түсуі туралы талап болды.

СП 60.13330.2020-да тұрғын және қоғамдық ғимараттарға арналған жылыту аспапта- рының міндетті ұзындығы бойынша талаптар алынып тасталды, алайда медициналық және білім беру мекемелерінде терезенің ұзындығын жабатын жылыту аспаптарының мүмкін бо- латын ең ұзақ ұзындығын қабылдау ұсынысы қалдырылды.

Сондай-ақ, СП 60.2012-де жылыту құрылғысының номиналды жылу ағыны есептеу үшін талап етілгеннен көп, бірақ автоматты термостаттары бар құрылғылар үшін 15%-дан аспайтыны атап өтіледі. SP 60.2020 жаңа нұсқасында бұл талап біршама өзгерді және нақты- ланды: «Жылу реттегіші бар жылыту құрылғысының номиналды жылу ағыны тұтынушының қолайлы температура диапазонын таңдау мүмкіндігі үшін есептеу бойынша талап етілгеннен 10-15% артық қабылдануы керек». Демек, қазіргі уақытта тұрғын үй-жайларға қызмет көрсет- тін жылыту құрылғысының жылу қуаты қажетті мәннен 10-15% жоғары болуы керек, ал жылыту құрылғысының ұзындығы жарық саңылауының ұзындығына қатысты реттелмеген.

Жоғарыда айтылғандарды талдай отырып, соңғы онжылдықтарда жылу жүйелерінің энергетикалық тиімділігін арттыруға бағытталған нормативтік талаптар пайда болды және тіпті өзгере алды деген қорытынды жасауға болады. Тұрғын үй ғимаратының заманауи жы- лыту жүйесі келесідей болуы керек. Радиаторлар автоматты термостаттармен жабдықталған, көтергіштерде автоматты теңгерімдеу клапандары орнатылған, жылыту құрылғыларының мөлшері жылу шығыны мен жылу шығыны негізінде есептеумен анықталады, бірақ жылыту құрылғысының жылу ағыны қажетті мәннен 10-15% жоғары болуы керек.



1-сурет – Қонақ үй кешенінің жалпы көрінісі (батыс қасбеті)

Бұл жұмыста қабылданған жобалық шешімдердің энергетикалық тиімділігін бағалау және белгілі бір объектінің жылу жүйесінің техникалық жағдайын анықтау мақсатында 2009 жылғы 23 қарашадағы №261-ФЗ «Энергия үнемдеу туралы» Федералдық заңы пайда болғаннан кейін жасалған тұрғын үйдің жылу жүйесіне зерттеу жүргізілді он жыл жұмыс істегеннен кейін.

Бастапқы деректер

Зерттелетін нысан — 2011 жылы салынған қонақ үй ғимараты Талдықорған өңірінде орналасқан. Жобалық құжаттама 2009-2010 жылдары әзірленді. Корпус ауыспалы қабаттағы жеті блоктан тұрады (үш-сегіз қабат), болат қаңқасы және алынбайтын қалыпта темірбетон едендері бар (**1-сурет**). Корпуста 1010 адамды орналастыруға арналған 503 қонақүй бөлмесі (негізінен екі орынды) қарастырылған. Сондай-ақ, ғимаратта көмекші бөлмелер орналасқан: әкімшілік мақсаттағы асхана, студенттердің тамақ дайындауға арналған жалпы ас үйі, спорт залы және т. б.

Барлық қабаттарды өлшей отырып, сыртқы қоршауларға тексеру жүргізілді. Конструкциялардың нақты параметрлері жобаланғанға сәйкес келеді, ал жылу беру кедергісінің мәндері талап етілгеннен төмен емес (**1-кесте**).

1-кесте – Жылу өткізгіштікке төзімділік мәндері

Қоршаудың атауы	R _{тр} Нормативке сәйкес СП50.13330.2012. (м ² °C)/Вт	Жобаға сәйкес R мәні (OV бөлімі), (м ² °C)/Вт	Есептелген R мәні (м ² °C)/Вт
Сыртқы қабырғы	2,95	3,04	2,99
Терезе	0,65	0,50	-
Шатыр қабаты	4,407	4,54	4,43
Жертөле үстіндегі төбе	3,88	4,01	4,04

Ғимарат тәуелсіз жабық схема бойынша орталықтандырылған жылумен жабдықтау жүйесіне қосылған. Жылу энергиясын жылыту, желдету және ыстық сумен жабдықтау жүйелері пайдаланады.

Жылу пункті жылу энергиясын есепке алу аспаптарымен және ауа райын реттеу жүйесімен жабдықталған. Жылумен жабдықтау жүйесіндегі салқындатқыштың параметрлері — 110/70°C, жылыту жүйесінде — 95/70°C. жылыту жүйесі-тік (101 көтергіш), екі құбырлы, төменгі сымдары бар. Магистральдық құбырлар МЕМСТ 10704-91 бойынша болат электрмен дәнекерленген құбырлардан жасалған және «Энергофлекс» көбікті полиэтиленнен жасалған жылу оқшаулағыш құбырлармен жабылған.

Жылыту жүйесінің көтергіштері МЕМСТ 3262-75 * бойынша болат су-газ құбырларынан жасалған. Әрбір көтергіште Danfoss автоматты теңгерім клапандарын орнату қарастырылған.

Жылыту құрылғылары ретінде Prado (Ижевск қаласы) болат панельдік радиаторлары қабылданды. Әрбір радиатор кіріктірілген термостат клапанымен және қолмен ауа өткізгішпен жабдықталған.

Жобалық шешімдерді талдау

Ғимараттың жылу шығынын есептеу жүргізілді, оған сәйкес жылу жүйесіне жылу жүктемесі 638,34 кВт құрады. Бұл ретте жобада көрсетілген жылу жүктемесі 1184 кВт-қа тең, бұл талап етілгеннен 85%-ға артық, ал барлық қыздыру аспаптарының есептік жылу ағыны жиынтық 1658,8 кВт-ты құрайды. Сонымен, орнатылған радиаторлардың нақты жылу қуаты 160%-дан асады. Жылыту құрылғысының шамадан тыс жылу беруі 25 м² стандартты екі орынды бөлменің мысалында айқын көрінеді. Нөмірдің болжамды жылу шығыны 429 Вт құрайды.

Бөлмеде радиатор орнатылған (Prado Universal түрі 22-500, ұзындығы 1,1 м), радиатордың ұзындығы терезе ұзындығының 60% құрайды (**2-сурет**). 95/70°C температуралық айырмашылықта (екі құбырлы жылыту жүйесімен қамтамасыз етілген) радиатордың жылу беруі 1438 Ватт құрайды. Демек, радиатордың жылу шығыны бөлменің жылу шығынынан үш есе көп, бұл бөлмедегі ауа температурасының ыңғайлы деңгейден жоғарылауына әкелуі мүмкін.

Бөлме ішіндегі ауаның белгіленген температурасын тұрақты ұстап тұру үшін радиаторлық термостаттар қолданылады. Алайда, нақты жобада радиаторлар кіріктірілген термостатикалық клапандармен жабдықталғанымен, термостатикалық элементтер (бастар) спецификацияға енгізілмеген және оларды орнату жүргізілмеген (**2-сурет**).



2-сурет – Қонақ үй бөлмесіндегі Prado Universal радиаторы термостатикалық элементсіз орнатылған

Әрбір көтергіште Danfoss ASV-PV автоматты басқару клапаны бар, олар үшін орнату жобада көрсетілмеген. Сонымен қатар, ғимараттағы көтергіштерде қосымша бекіту арматурасы жоқ, сонымен қатар өндіруші орнатуға ұсынылған торлы сүзгілер де жоқ.

Жылыту жүйесін зерттеу

Техникалық қабатта орналасқан жылыту жүйесінің магистральдық құбырлары мен бекіту-реттеу құрылғыларына көзбен шолып тексеру жүргізілді. Құбырлардың жалпы жағдайын, жеке түйіндердің коррозиямен бір реттік зақымдануына қарамастан, тиімді деп бағалауға болады.



3-сурет – Бояумен қапталған өшіру клапандары

Кейбір клапандар бояу қабатымен жабылған (**3-сурет**), бұл олардың ағымдағы параметрін анықтауға және реттеуге мүмкіндік бермейді, сонымен қатар оларды салқындатқыш ағынымен жабу қиынға соғуы мүмкін. Мұндай клапандардың жұмыс жағдайы шектеулі деп бағаланады.

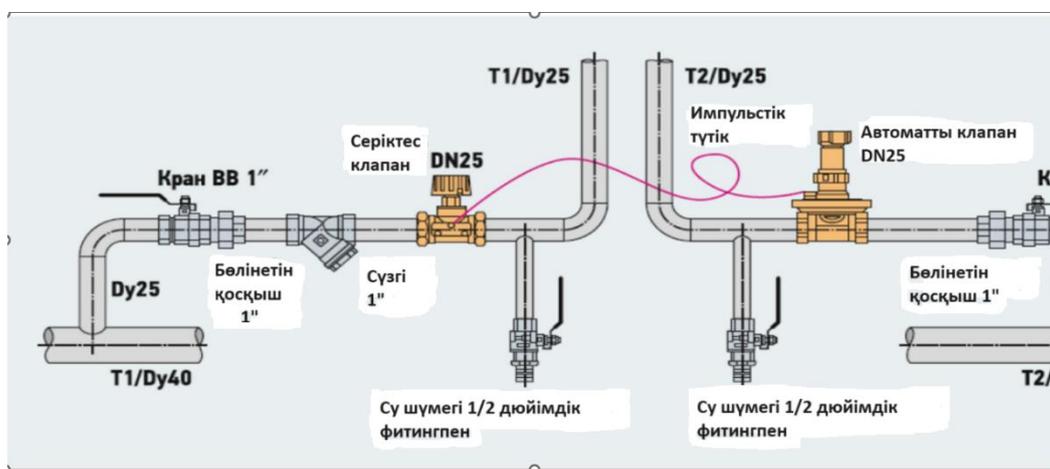
Көтергіштердің едәуір санында (жалпы санның 35%) клапандар жұмыс істемейді. Клапандарда импульстік түтіктер кесілген және қысылған (мүмкін мөрленген) (**4А сурет**) немесе клапандардың өзі шар клапандарына ауыстырылған (**4Б сурет**).



4-сурет – Жұмыс істемейтін басқару клапандары (а — кесілген және қысылған импульстік түтігі бар басқару клапаны, б — басқару клапаны шар клапанына ауыстырылды)

Шын мәнінде, клапандарды пайдаланушы ұйым істен шығарды. Шамасы, монтаждау кезінде клапандар ағынның жобалық мәндеріне конфигурацияланбаған, өйткені жобада олар үшін баптау көрсетілмеген, ал қысым айырмашылығын өлшеуге арналған құралды қолдана отырып іске қосу жүргізілмеген. Клапандардың дұрыс орнатылмауы жылу жүйесінің теңгерімсіздігіне әкелді, кейбір көтергіштерде айналым жоғалып кетті және оны қандай да бір жолмен қалпына келтіру үшін импульстік түтіктерді өшіру туралы шешім қабылданды, ал егер бұл шешім көмектеспесе, онда клапандарды ауыстырыңыз. Сондай-ақ, физикалық тозу немесе сыну салдарынан клапандар істен шыққан жағдайда айналым жоғалып кетуі мүмкін, бірақ бұл нұсқаны нақты растау үшін әр клапанды ауыстыру және егжей-тегжейлі зерттеу қажет, бұл айтарлықтай қаржылық шығындарды да, олардың құрылымы туралы арнайы білімді де қажет етеді.

Сонымен қатар, бір көтергіштегі клапанның істен шығуы қалған көтергіштердің реттелуіне әкелетіні анық, бұл көптеген клапандардың істен шығуына себеп болды.



5-сурет – Автоматты басқару клапандарының ұсынылатын түйіні

Сондай-ақ, мыналарды атап өту керек: теңгерім клапаны мен серіктес клапанның ағынды жабу функциясы бар екеніне қарамастан, төтенше жағдай туындаған жағдайда көтергішті ажыратудың қарапайымдылығы үшін шар клапандарын орнатуды қарастырған жөн. Суретте торлы сүзгіні (өндіруші талап ететін) орнатуды қамтитын автоматты теңгерім клапандарының ұсынылған қосылым жинағы берілген.

Жылу жүйесінің энергетикалық тиімділігі

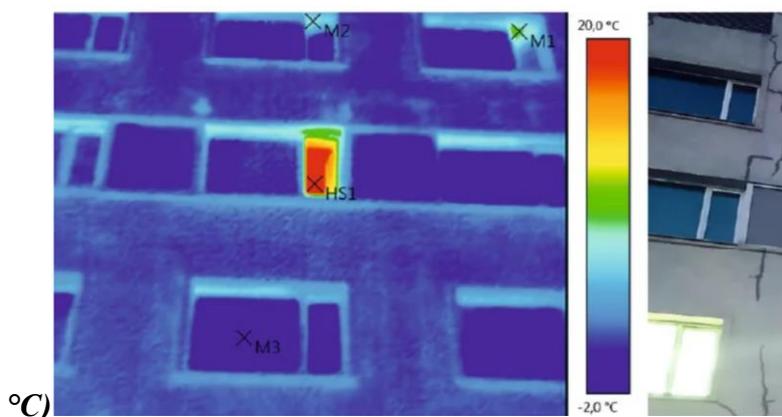
Автоматты теңгерімдеу клапандарының істен шығуы нәтижесінде көптеген автотұрақтарда салқындатқыштың шамадан тыс шығыны байқалады, бұл радиаторлық термостаттардың болмауымен және қыздыру құрылғыларының шамадан тыс қуатымен бірге үй-жайлардың қызып кетуіне әкеледі. Тұратын студенттердің ауа температурасын төмендетудің жалғыз мүмкіндігі-терезелерді ашу. Күндізгі және кешкі уақытта корпусты визуалды тексеру жүргізілді. Ашық терезелерді санау, сондай-ақ корпусты тепловизиялық тексеру (testo 875-1 тепловизорын қолдану арқылы) жүргізілді. Зерттеу нәтижелері **2-кестеде** және **6-7-суреттерде** келтірілген.

Жатақхана ғимаратындағы ашық терезелер саны

Сраптама күні	Уақыты	Сыртқы ауа температурасы, °C	Ашық терезелер саны
18.03.2020	15:30	+4	55
18.03.2020	20:20	+1	24
20.03.2020	20:30	+6	56

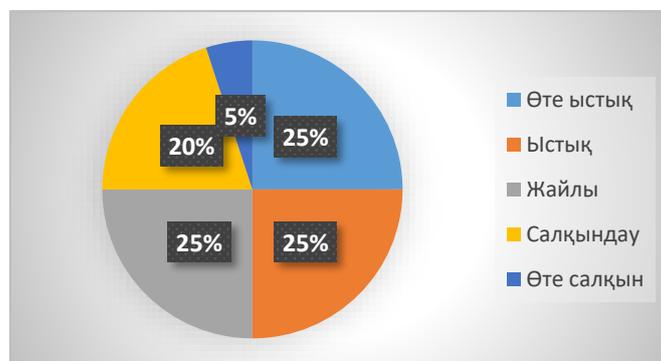


6-сурет – Күндізгі уақытта ашық терезелер (сыртқы температурада $t_n = +4$)



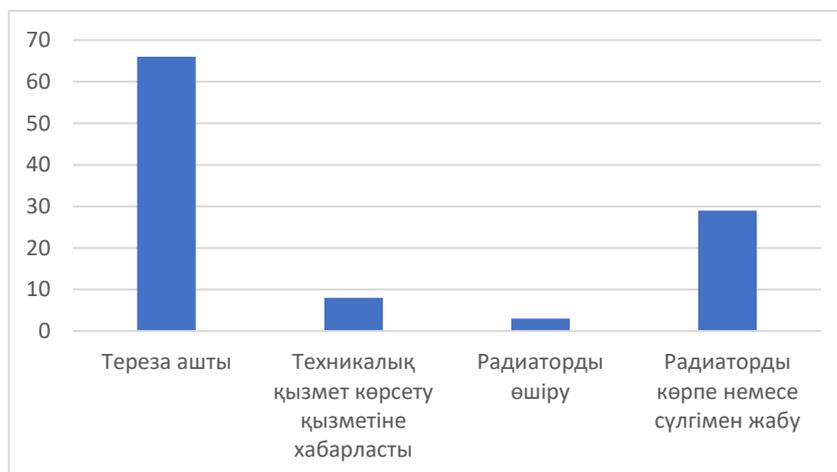
7-сурет – Кешкі уақытта ашық терезелер (фотосуретте белгіленген өлшеу нүктелеріндегі температура: M1 нүктесінде — $+8,8^{\circ}\text{C}$; m2 нүктесінде - $+5,8^{\circ}\text{C}$; M3 нүктесінде - $+2,1^{\circ}\text{C}$; HS1 нүктесінде — $+20,6^{\circ}\text{C}$)

Зерттеу нәтижелері бойынша күндізгі және кешкі уақытта көптеген терезелер ашылғаны анықталды. **6-суретте** терезелері ашық кейбір бөлмелерде температура көшедегі ауа температурасының мәндеріне дейін төмендегенін көруге болады (M1, M2 нүктелері). Негізінде, көптеген студенттер жатақханадан түстен кейін кетіп бара жатқанда, желдету үшін қысқа ғана емес, терезелерді ұзақ уақыт ашық қалдырады.



Студенттердің жылу сапасына қанағаттануы туралы сауалнама жүргізілді. Сауалнамаға 66 адам қатысты. Студенттердің қыста бөлме ішіндегі температураны бағалауы суретте көрсетілген. 2. Сауалнамаға қатысқандардың тек 25%-ы үшін бөлме температурасы ыңғайлы. 50% үшін үй ішіндегі жайлылық деңгейі «ыстық» және «өте ыстық» деп бағаланды, ал 25% үй ішінде салқын немесе өте суық деп санайды.

Сондай-ақ, бөлмедегі температура ыңғайлыдан жоғары деп жауап берген респонденттерге сұрақ қойылды: «Егер сізде бөлме ыстық болса, температураны төмендету үшін одан не істедіңіз?». Онда бірнеше жауап нұсқаларын таңдауға болады. Нәтижелер **8-суретте** көрсетілген. Сауалнамаға қатысқандардың 100%-ы терезені ашты, 45%-ы радиаторды сүлгімен жауып, тек 5%-ы жатақхананы пайдалану қызметіне шағыммен жүгінді.



8-сурет – Температураны төмендету жолдарын бағалау диаграммасы

Сауалнама нәтижелері, термиялық тексеру нәтижелері сияқты, жылу жүйесінің реттелгенін және бөлмедегі микроклиматтың оңтайлы параметрлерін қамтамасыз етпейтінін растайды. Бұл жағдайда студенттер пайдалану қызметіне шағымданбайды, бірақ бөлменің қызып кету мәселесін қол жетімді әдістермен шешеді — терезені ашыңыз немесе радиаторды көрпемен немесе сүлгімен жабыңыз.

3-кестеде 2014-2019 жылдары жылыту, желдету және ГВС жүйелеріне жылу шығыны, жылу энергиясына шығындар және сыртқы ауаның орташа температурасы (жылыту кезеңінде) бойынша деректер ұсынылған.

3-кесте - **2014-2019 жылдарға арналған жылу тұтыну және жылу энергиясы шығындары

Параметр/жыл	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Жылу энергиясы, Гкал	5517,88	5701,02	6725,76	6357,77	6888,31	6666,95
Тариф, тг	8 367,51	15 773,63	15 773,47	18 061,75	16 126,47	16 577,63
Құны,мың тг.	46 172	89 926,23	106 089,29	114 830,30	111 082,76	110 518,20
Жылыту кезеңіндегі орташа температура, °С	-2,45	-2,48	-1,69	-2,04	-0,69	-1,35

Сыртқы ауа температурасының өсу тенденциясына қарамастан, бес жылдағы жылу энергиясының орташа жылдық шығыны өсу үрдісіне ие, бұл жылу энергиясын тиімсіз пайдалануды көрсетеді. Ғимараттағы жылуды жылыту, желдету және ыстық су жүйелері тұтынатындығына байланысты, тек үйге арналған жылу есептегіш орнатылғандықтан, жылу бөлудің нақты үлесін есептеу мүмкін емес. Жүйелердің әрқайсысының жылу тұтынуын есептеу және қабылданған болжамдар негізінде үлестер келесідей бөлінеді: жылыту — 3455 Гкал, желдету — 1705 Гкал, ГВС — 1150 Гкал. Қолданыстағы зерттеулерге сәйкес, термостатикалық клапандарды орнату Жылу энергиясын тұтынуды 20–30% төмендетеді [7]. Яғни, радиаторларды термостатикалық элементтермен толықтыра отырып, жылдық жылу шығынын 25%-ға (864 Гкал) азайтуға болады, бұл 14 323 072 теңгені үнемдейді термостатикалық бастар мен автоматты клапандарды орнату шараларын жүзеге асыру үшін қажетті ақшалай шығындарды бағалау кестеде келтірілген.

Параметрі	Магнитудасы
Радиаторлар саны, дана	900
Термоэлементтердің құны (монтаждау үшін +5%), тг	$7154 \cdot 900 \cdot 1,05 = 6\,760\,530$ тг
Жүйені теңгерімдеуге, гидравликалық есептеулерге, клапандарды ауыстыруға арналған шығындар	
Danfoss ART. ДУ=15мм (46 771 тг) Danfoss USV-1. ДУ=15мм (18 830 тг) Шар клапаны сөндіргіш ДУ=15мм (1499 тг) Барлығы: $46\,771 + 18\,830 + 1499 \cdot 2 = 68\,599$ тг	$103 \cdot 68\,599 = 7\,065\,697$ тг
Danfoss ART. ДУ=20мм (50 109 тг) Danfoss USV-I. ДУ=20мм (20 869 тг) Шар клапаны ДУ=20мм (2272 тг) Барлығы: $50\,109 + 20\,869 + 2272 \cdot 2 = 75\,612$ тг	$4 \cdot 75\,612 = 302\,448$ тг
Danfoss ART. ДУ=25мм (60 739 тг) Danfoss USV-1. ДУ=25мм (24 393 тг) Шар клапаны ДУ=25мм (3971 тг) Барлығы: $60\,739 + 24\,393 + 3971 \cdot 2 = 92\,966$ тг	$1 \cdot 92\,966 = 92\,966$ тг
Жабдықтың құны, оның ішіндегі орнату және іске қосу шығындары (жабдық құнының 50%)	$7\,461\,111 \cdot 1,5 = 11\,191\,666$ тг
Жобалау шығындары	973 385 тг
Барлығы: термоэлементтерді орнату + клапандарды ауыстыру және гидравликалық жүйені реттеу	$11\,191\,666 + 6\,760\,530 + 973\,385 = 18\,925\,581$ тг

Осылайша, термостатикалық элементтерді орнату және көтергіштерді қосу түйіндерін нормативті күйге келтіру кезінде шамамен 18937808 тг жұмсау керек, ал өтелу мерзімі шамамен бір жарым-екі жылды құрайды.



Жұмыс бойынша негізгі қорытындылар

1. Тіпті жаңа салынған ғимараттарда да, он жылдық пайдалану мерзімі бар, жылыту жүйесі жобалық құжаттамадағы кемшіліктер, дұрыс іске қосу және жабдықты дұрыс пайдаланбау есебінен энергия тиімділігі талаптарына жауап бермеуі мүмкін.
2. Радиаторларда термостатикалық элементтердің болмауы, сонымен бірге олардың қуатын жоғарылату жылу энергиясының айтарлықтай асып кетуіне әкеледі.
3. Жобаларда автоматты теңдестіру клапандарының параметрін ғана емес, сонымен қатар көтергіштер арқылы салқындатқыштың шығынын да көрсету қажет. Жүйені орнатқаннан кейін арнайы өлшеу құралдарын қолдана отырып, клапандарды жобалық ағынға баптау қажет.
4. Клапандардың техникалық жағдайын бақылау және қажет болған жағдайда оларды уақтылы ауыстыру қажет.
5. Термостатикалық клапандар мен автоматты теңгерім клапандарын орнатуды қамтитын жылыту жүйесінің гидравликалық теңгерімі өтелу мерзімі қысқа жүйенің энергия тиімділігін арттырудың тиімді шарасы болып табылады.

УДК 628.12

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ВОДЫ УЛЬТРАФИОЛЕТОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Жантасова А.М.

Международная образовательная корпорация, Алматы,
050043, Казахстан

Аннотация. В статье проанализированы возможности использования ультрафиолетового излучения для обеззараживания воды, а также меры, принимаемые для повышения качества очистки воды, предложена конструкция комбинированной установки обеззараживания воды и принцип ее очистки.

Ключевые слова: обеззараживание воды, очистка воды, ультрафиолетовое излучение, биохимический процесс, окружающая среда.

Андатпа. Мақалада суды залалсыздандыру үшін ультракүлгін сәулеленуді қолдану мүмкіндіктері талданады, сонымен қатар суды тазарту сапасын арттыру бойынша қабылданған шаралар талданады, аралас суды залалсыздандыру қондырғысының дизайны мен оны тазарту принципі ұсынылады.

Түйін сөздер: суды залалсыздандыру, суды тазарту, ультракүлгін сәулелену, биохимиялық процесс, қоршаған орта.

Abstract. The article analyzes the possibilities of using ultraviolet radiation for water disinfection, and also analyzes the measures taken to improve the quality of water purification, proposes the design of a combined water disinfection unit and the principle of its purification.

Key words: water disinfection, water purification, ultraviolet radiation, biochemical process, environment.

1 ВВЕДЕНИЕ

Вода – это основной составляющий элемент жизни на Земле. Она играет важную роль в поддержании жизни всех организмов, включая растения, животных и людей. Вода не только участвует в биохимических процессах в организмах, но и является необходимой для многих физических и химических процессов, происходящих в окружающей среде.

Химически вода представляет собой соединение водорода и кислорода (H_2O). Она обладает уникальными свойствами такими, как высокая теплоемкость, способность растворять множество различных веществ, коэффициент поверхностного натяжения и т. д. Эти свойства делают воду важным компонентом в различных процессах, включая транспортировку питательных веществ и отходов в организмах, регулирование температуры в окружающей среде и поддержание стабильности экосистем.

Однако важно помнить, что не вся вода пригодна для потребления. Загрязнение воды может происходить из различных источников таких, как промышленные выбросы, сельское хозяйство, загрязнение отходами и т. д. Поэтому обеспечение доступа к чистой и безопасной питьевой воде является важной задачей для поддержания здоровья человека и экологического равновесия.

Вода является благоприятной средой для размножения бактерий и вирусов. Его дезинфекция проводится такими методами, как кипячение, хлорирование, обработка серебром, ультразвуком или ультрафиолетом.

2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Обеззараживание воды ультрафиолетовым (УФ) излучением – это метод, который используется для уничтожения микроорганизмов в воде путем облучения ее ультрафиолетовым светом определенной длины волны. Этот процесс используется для устранения бактерий, вирусов и других патогенных микроорганизмов, которые могут присутствовать в воде и представлять угрозу для здоровья.

Принцип работы ультрафиолетовой обработки воды довольно прост: когда вода проходит через ультрафиолетовую лампу, ультрафиолетовое излучение воздействует на ДНК микроорганизмов, таких как бактерии и вирусы, делая их неспособными к размножению. Это происходит за счет того, что УФ-излучение повреждает генетический материал микроорганизмов, что делает их безвредными.

Преимущества использования ультрафиолетового облучения для обеззараживания воды включают отсутствие необходимости в добавлении химических веществ к воде, отсутствие образования остатков или неприятных запахов, а также эффективность в уничтожении широкого спектра микроорганизмов.

Однако важно отметить, что ультрафиолетовое облучение не удаляет частицы или загрязнители, не являющиеся микроорганизмами, такие как соли, металлы или химические соединения. Поэтому, в зависимости от качества воды и конкретных требований, иногда требуется комбинировать ультрафиолетовую обработку с другими методами очистки воды, такими как фильтрация или обработка хлором.

Системы очистки воды ультрафиолетом (УФ) эффективно инактивируют микроорганизмы*, что снижает риск заражения болезнями. Ультрафиолетовый свет разрушает и инактивирует болезнетворные микроорганизмы, передающиеся через воду, лишая их возможности размножаться. Существует несколько преимуществ обработки воды УФ-излучением, вот несколько примеров:

- экономически эффективным;
- никаких изменений вкуса и запаха воды;
- простое обслуживание;

- отсутствие побочных продуктов дезинфекции;
- сократите использование пластиковых бутылок;
- экологически чистый;
- нет движущихся частей, которые могут изнашиваться;
- компактные системы, подходящие как для маленьких, так и для больших помещений;
- без добавления химикатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Как работает УФ-очистка?

Ультрафиолетовое излучение может убить бактерии, вирусы, паразиты и грибки, которые могут присутствовать в вашей воде. Система очистки работает, пропуская через воду ультрафиолетовый свет определенной длины волны. Волны этого спектра имеют «бактерицидную частоту», которая эффективно убивает микроорганизмы.

УФ-лампы используются для пропускания ультрафиолетового света через воду в фильтре. Испускаемые ультрафиолетовые лучи повреждают ДНК микроорганизмов, поэтому они не могут размножаться. Микроорганизмы также теряют способность функционировать, и это не позволяет им распространять болезни через воду. В процессе очистки уничтожается до 99,99% обнаруженных микроорганизмов.

Рекомендуется использовать предварительный фильтр для удаления отложений из воды перед ее прохождением через УФ-очиститель, поскольку некоторые микроорганизмы могут скрываться за крупными частицами грязи и ускользать от процесса удаления.

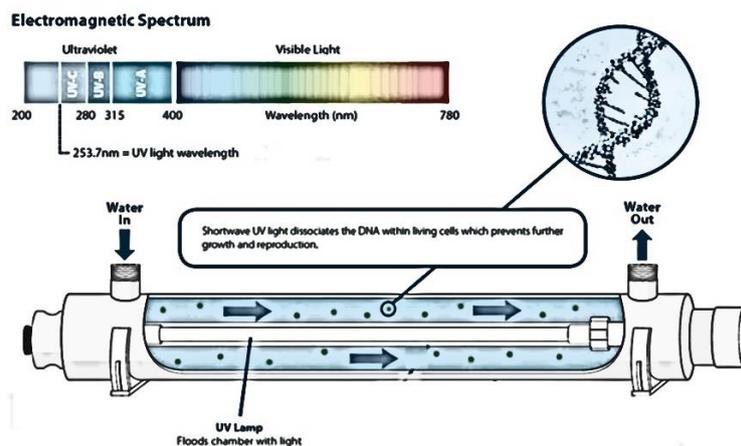


Рисунок 1 – УФ-очистка воды

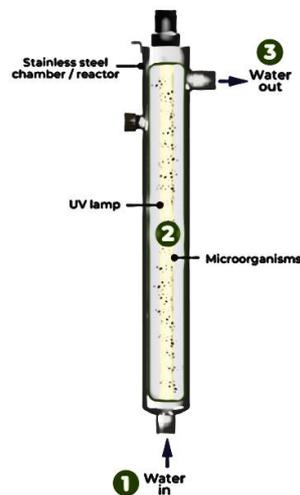


Рисунок 2 – УФ-очистка воды

Системы LUMINOR протестированы на снижение количества микроорганизмов, вызывающих колифаг MS-2, и продемонстрировали логарифмическое снижение, превышающее или равное снижению, вызванному дозой 40 мДж/см²*

УФ-очистка воды – относительно простой процесс.

Шаг 1: предварительно очищенная вода поступает в камеру из нержавеющей стали, обтекая УФ-лампу.

Шаг 2: микробы в воде подвергаются воздействию ультрафиолетового света (длина волны 254 нм), который изменяет их ДНК, делая их неспособными к размножению. Микробы теперь безвредны.

Шаг 3: очищенная вода затем покидает камеру и поступает в водопровод вашего дома. Теперь вода безопасна для питья, купания и использования в производстве продуктов питания.

Существует несколько препятствий, которые могут повлиять на эффективность УФ-излучения.

Взвешенные твердые вещества как видимые, так и невидимые, твердые частицы, обычно называемые мутностью.

Накипь, вызванная физическими отложениями накипи на кварцевой гильзе из железа, марганца или карбоната кальция.

7 ВЫВОД

Соединения, поглощающие УФ-излучение, чаще всего вызванные растворенными веществами. Некоторые органические вещества, такие как гуминовые или фуминовые кислоты (танины), а также некоторые неорганические вещества, такие как железо и марганец, поглощают ультрафиолетовый свет, снижая эффективность камеры. Эти загрязнения необходимо устранить перед входом в камеру, чтобы УФ-обработка была эффективной. УФ-обработка не является самостоятельным процессом очистки воды и всегда сопровождается другими процессами очистки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП РК 4.01-103-2013 «Наружные сети и сооружения водоснабжения и канализации».
2. СН РК 3.02-11-2011 «Общеобразовательные организации».
3. СП РК 3.02-111-2012 «Общеобразовательные организации».
4. Журба М.Г., Соколов Л.И. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений.
5. Патент США № 5451791 от 19.09.1995 г. Устройство УФ для обеззараживания воды.
6. СН РК 4.01-02-2013 «Внутренние санитарно-технические системы».
7. Лямаев Б. Ф. и др. Системы водоснабжения и водоотведения зданий. – СПб.: Изд.: Политехника, 2012. – 304 с.
8. Вендин С.В., Заболотный В.Н., Ульянов Ю.Н. Установка для обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2022. – № 12. – С. 70-74.

ӘОЖ 697.921.4

МЕХАНИКАЛЫҚ ЖЕЛДЕТУ – ЖАЙЛЫЛЫҚ ПЕН ЭНЕРГИЯНЫ ҮНЕМДЕУ ЖОЛЫ

Д.Д. Закиева, Г.С. Абиева

Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, 050043, Қазақстан

Аңдатпа. Жаппай тұрғын үйлерде орнатылған табиғи сорғыш желдетудің көптеген белгілі кемшіліктері бар. Соңғы жылдары ғимараттардың герметикалығының артуына, олардағы синтетикалық әрлеу материалдарының мөлшерінің артуына және ішкі микроклиматтың сапасына қойылатын талаптардың күшейтілуіне байланысты бұл кемшіліктер бұрынғыдан да шиеленісе түсті.

Түйін сөздер: механикалық желдету, ауа алмасу, ҚНЖЕ 2.08.01-89 «Тұрғын үйлер», механикалық желдету жүйелері.

Аннотация. *Естественная вытяжная вентиляция, установленная в массовом жилье, имеет множество известных недостатков. В последние годы в связи с повышением герметичности зданий, увеличением количества в них синтетических отделочных материалов, усилением требований к качеству внутреннего микроклимата эти недостатки стали более серьезными.*

Ключевые слова: механическая вентиляция, воздухообмен, СНиП 2.08.01-89 «Жилые дома», Системы механической вентиляции.

Abstract. *Natural exhaust ventilation installed in mass housing has many known disadvantages. In recent years, due to an increase in the tightness of buildings, an increase in the amount of synthetic finishing materials in them, and increased requirements for the quality of the internal microclimate, these shortcomings have become more serious.*

Key words: mechanical ventilation, air exchange, КНЖЕ 2.08.01-89 "Residential houses", Mechanical ventilation systems.

*Автор-корреспондент: Д.Д. Закиева
Ғылыми жетекшісі: Г.С. Абиева

1 ЗЕРТТЕУДІҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Механикалық желдетуді қажет ететін себептер. Жаппай тұрғын үйлерде орнатылған табиғи сорғыш желдетудің көптеген белгілі кемшіліктері бар. Соңғы жылдары ғимараттардың герметикалығының артуына, олардағы синтетикалық әрлеу материалдарының мөлшерінің артуына және ішкі микроклиматтың сапасына қойылатын талаптардың күшейтілуіне байланысты бұл кемшіліктер бұрынғыдан да шиеленісе түсті.

Атап айтқанда, американдық ғалымдардың зерттеулері бойынша АҚШ-тағы бір миллион ғимараттың ауа сапасы нашар, нәтижесінде еңбек өнімділігі төмендейді және бұл шығындардың құны жылына 60 миллиард АҚШ долларына жетеді.

Соңғы бес жылда көпқабатты тұрғын және қоғамдық ғимараттарда табиғи желдетудің орнына механикалық желдетуді қолданудың орындылығы мен қажеттілігін анықтау мәселесін үнемі зерттеп келеді. Ғылыми зерттеулері мен осы бағыттағы бастамаларының практикалық нәтижесі 2000 жылы Орбита ықшам ауданында механикалық желдету жүйесімен жабдықталған тұрғын үй пайда болады.

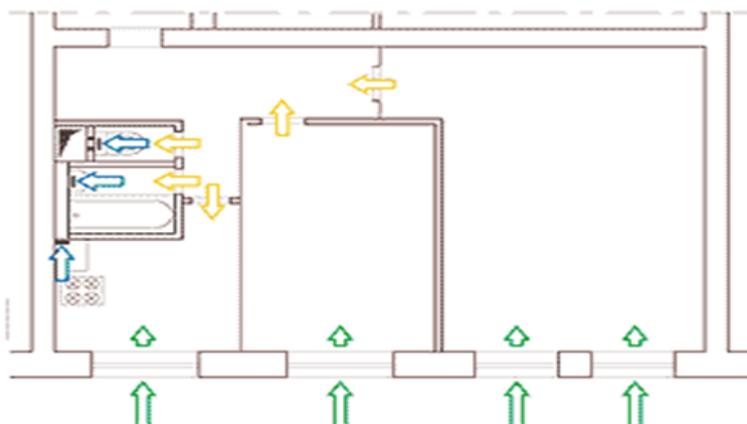
Осы тақырып бойынша үнемі мақалалар жариялайды және конференциялар мен семинарларда арнайы бөлімдер ұйымдастырады. Қазіргі уақытта механикалық желдетуді қолдану мүмкіндігі мен орындылығы туралы ұсыныстарды дайындауда.

Осы мәселелердің барлығы бойынша Астана қаласының «Қалалық орта сапасы және бақылау басқармасы» мемлекеттік мекемесі үкіметінің сәулет, құрылыс, қаланы дамыту және қайта құру кешенімен тұрақты ынтымақтастықта болып, оның бастамаларына белсенді қолдау табады.

Табиғи желдетудің кемшіліктері оның қазіргі заманғы энергияны үнемдеу талаптарына сәйкес келмейтінін қамтиды. Жылыту құрылғыларында термостаттарды орнату кезінде жылу жүйесіндегі жылуды үнемдеудің нақты мүмкіндігі бар. Бұл жағдайда жүйенің орнатылған жылу қуатының 30-дан 75% -ға дейін желдету ауасын жылыту үшін жылу қажеттілігі болып табылады. Желдету ауыспалы ауа ағынымен жұмыс істей алатын болса, энергияны үнемдеу тиімдірек болар еді. Табиғи желдету арқылы мұндай реттеуді ұйымдастыру іс жүзінде мүмкін емес [1].

Энергияны тұтынудың осы құрамдас бөлігінен басқа, механикалық желдетуді пайдалана отырып, сіз шығатын ауаны беретін ауаны жылыту арқылы ақша үнемдей аласыз. Бірақ бұл үшін тек сору желдету ғана емес, сонымен қатар жабдықтау желдету механикалық болуы керек.

Ауа алмасу нормаларын қамтамасыз ету. ҚНЖЕ 2.08.01-89 «Тұрғын үй ғимараттары» пәтерлер үшін ауа алмасудың келесі схемасын ұсынады: сыртқы ауа қонақ бөлмелердің ашық терезелері арқылы кіреді және ас үйде, ванна бөлмесінде және дәретханада орнатылған сору торлары арқылы шығарылады (**1-сурет**). Пәтердегі ауа алмасуы екі мәннің кем дегенде біреуі болуы керек: дәретханадан, ванна бөлмесінен және ас үйден пештің түріне қарай 110-140 м³/сағ болатын жалпы шығару жылдамдығы немесе кіріс жылдамдығы тұрғын үй алаңының әрбір м² ауданы үшін 3 м³/сағ. Стандартты пәтерлерде, әдетте, норманың бірінші нұсқасы шешуші болып табылады, ал жеке жобаға негізделген пәтерлерде – екіншісі болады.



1-сурет – Пәтердегі желдету ағындарының схемасы

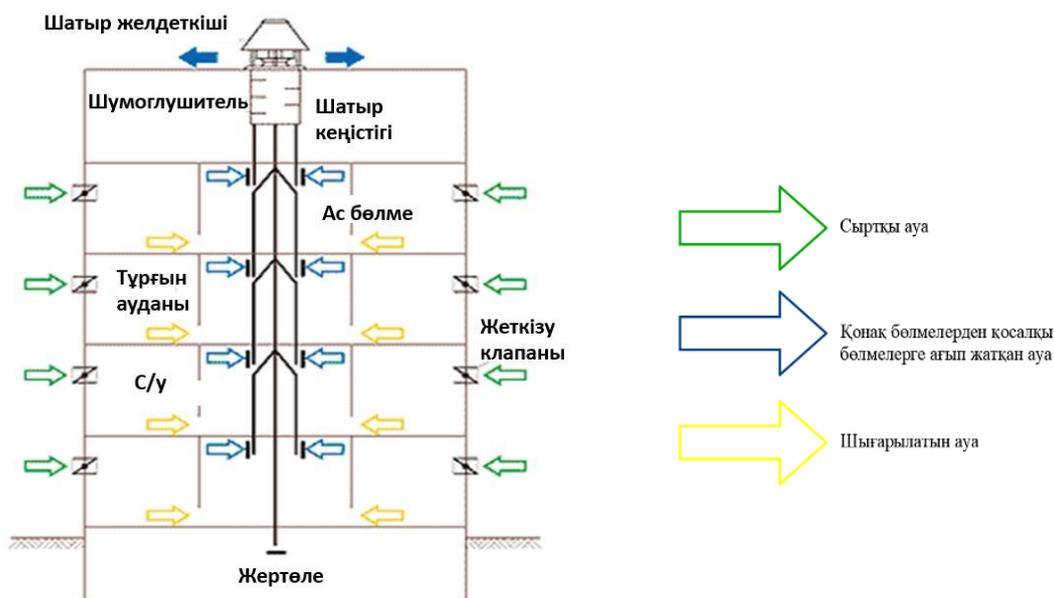
Үлкен пәтерлерге арналған бұл стандарт желдету ауасының негізсіз жоғары шығындарына әкелетіндіктен, Алматының аймақтық стандарттары ҚМЖЕ 3.01-96 «Тұрғын үйлер» бір адамға 30 м³/сағ шығынмен қонақ бөлмелерінде ауа алмасуды қамтамасыз етеді. Көп жағдайда жобалау ұйымдары бір бөлмеге 30 м³/сағ қабылдайды. Біздің ауа алмасу стандарттарын тармақта келтірілген неміс стандарттарымен салыстыру шағын пәтерлер үшін біздің стандарттарымыздың қатаңырақ екенін көрсетеді, өйткені олар ауа алмасудың төменгі шегін 110-140 м³/сағ төмен түсірмейді. Сонымен қатар, неміс стандарттарына сәйкес, жалпы ауданы 50 м² дейінгі пәтерлерде ауа ағынының жылдамдығы 60 м³/сағ, ал 50-80 м² пәтерлерде – 90 м³/сағ. [2].

Кейбір сарапшылар кіріс жылдамдығын базалық мөлшерлеме ретінде, ал шығыс жылдамдығын ең жоғары жылдамдық ретінде қарастыруды ұсынады. Сонда ресейлік және неміс стандарттары жақынырақ болады. Дегенмен, бұл ұсынысты қабылдау тек басқарылатын желдету арқылы ғана мүмкін болады, ол жоғарыда айтылғандай, механикалық жүйемен жүзеге асыру оңайырақ.

Қазірдің өзінде бірқатар жобалау ұйымдары терезелері тығыз ғимараттардағы пәтерлерді ауамен қамтамасыз ету үшін сыртқы қабырғалар мен терезелерде әртүрлі жеткізу клапандары мен аэраторларды пайдалануда. Клапандар қарапайым болуы мүмкін (қақпағы бар кіріс түрінде), шуды басатын құрылғылармен және желдің жылдамдығы артқан сайын берілетін ауа ағынының жылдамдығын шектеумен.

Шуды бәсеңдететін жеткізу клапандарын немесе аэродинамикалық кедергісі жоғары аэраторларды пайдаланған кезде механикалық сору желдету жүйелері қажет болады. Сонымен қатар, олар жалпы сору желдеткішімен немесе әрбір желдеткіш тор үшін жеке желдеткіштермен орталық болуы мүмкін.

Бірінші жағдайда, сорғыш желдету желісінің құрылымы көп қабатты ғимараттардың табиғи сорғыш желдетуіне арналып, яғни тік жинау арнасын – бүйір тармақтары бар «магистральді» қамтитын схема (**2-сурет**). Ауа ас үйде, ваннада немесе дәретханада орналасқан сору арқылы бүйірлік тармаққа қосылады, сонымен қатар, келесі қабаттың үстіндегі еден төбесіндегі негізгі жинау арнасына беріледі [1].



2-сурет – Орталық механикалық сору желдету жүйесінің схемасы

Бұл схема жеке арналары бар жүйеге қарағанда әлдеқайда ықшам, аэродинамикалық тұрақты болуы мүмкін және өрт қауіпсіздігі талаптарына жауап береді. Ол жылдың барлық кезеңдеріндегі тұрақты жұмысымен ерекшеленеді. Шатырдың желдеткіштері ауа қозғалысын ынталандыру үшін орнатылады. Желдету шуының деңгейін төмендету үшін желдеткіштің алдында ауа ағыны бойымен дыбысты өшіргіш қарастырылған. Шатырдың сенімді желдеткіштерінің болуы (қалдықтар да осындай желдеткіштермен жабдықталған) мұндай жүйелерді өте тартымды етеді.

Желдету құбырларының қабырғаларындағы май шөгінділерін жою үшін кейбір неміс компаниялары ас үйлердегі сору торларының артына ауа сүзгілерін орнату қажет деп санайды.

Сонымен қатар, базалық режимде ауа алмасуы пәтер көлемінен 0,4-0,5 есе немесе бір адамға 20-30 м³/сағ, ал ең жоғары тұтыну режимінде бұл көрсеткіштер кемінде 0,8 есе және 30 м³/с жоғары болуы керек.

Қызмет көрсетілетін үй-жайлардан ауа ағынын «спутниктік» схемамен реттеу мүмкіндігі желдеткіштің ең төменгі нүктесіндегі вакуумдық датчиктің импульсінде жұмыс істейтін реттелетін жетекті пайдалану есебінен оның құнының өсуімен байланысты жүйе. Желдету жүйесіне шығатын ауаның кірісі шығатын клапанмен жабдықталған, ол жабық күйде пәтерді тұрақты желдету үшін қажетті ең аз ауа ағынын қамтамасыз ететіндей етіп жасалған, ал ашық күйде тұтынушы ауа ағынының ең жоғары деңгейіне жетуге мүмкіндік береді.

Әр торға сору желдеткіштерін жеке орнату бірнеше желдеткіштер бір уақытта жұмыс істегенде жүйенің туралануын болдырмау үшін жеке сору арналарын қажет етеді. Сондықтан мұндай схеманы пайдалану ғимараттың қабаттарының санының артуымен арналар санының артуына байланысты шектеледі. Жүйенің бұл түрінің оң аспектілері, біріншіден, желдетудің мерзімді жұмыс істеу мүмкіндігі болып табылады, мысалы, желдеткіш қолмен қосылғанда немесе жарық қосылған кезде бөлмедегі ылғалдылық сенсоры арқылы, ал екіншіден, желдеткіш тұтынушының жауапкершілігі аймағында орнатылады [3].

Желдеткіш өшірілгенде, мұндай жүйе ауаның минималды алмасуын сақтай отырып, табиғи сорғыш ретінде жұмыс істей алады. Сонымен қатар, бұл пәтердегі желдеткіштердің шуы және бүкіл ғимараттағы қысымды шығаратын ауа құбырларының үлкен ұзындығына байланысты практикалық емес деп саналады. Бұл сұлба орталық механикалық жабдықтау жүйесімен жақсы үйлеспейді, себебі сору желдетудің осы түрін мерзімді пайдалану кезінде пайда болатын теңгерімсіздік.

Механикалық сору желдетуімен және әсіресе ауаның өтуін шектейтін жеткізу клапандарымен пәтер есіктерінің тығыздығына ерекше назар аудару керек. Есіктердің жоғары ауа өткізгіштігі төменгі қабаттардың пәтерлерінен баспалдақ бойымен жоғарғы қабаттардың пәтерлеріне ағып жатқан шығатын ауаның проблемасын тудырады, соның салдарынан сорғыш желдету жақсы жұмыс істесе де, ауа ағыны. таза ауа айтарлықтай азаяды. Бір жағында пәтерлері бар ғимараттарда бұл мәселе жел жағындағы пәтерлерден төбелік қасбеттегі пәтерлерге көлденең ағынның мүмкіндігімен күшейеді.

ҚМЖЕ «Құрылыс жылу техникасы» пәтерлерге кіру есіктері үшін жоғары тығыздықты талап етеді, $1,5 \text{ кг/сағ м}^2$ аспайтын ауа өткізгіштігін қамтамасыз етеді, бұл пәтерді баспалдақ пен лифт шахтасынан іс жүзінде кесіп тастауы керек. Нақты жағдайларда бұл талап әдетте орындалмайды. Табиғи желдету арқылы есіктің стандартты тығыздығын тіпті азайтуға болады. Механикалық сору кезінде пәтерлерде үлкен вакуумдар жасалады және ағып жатқан есіктер арқылы сору жоққа шығарылмайды [4].

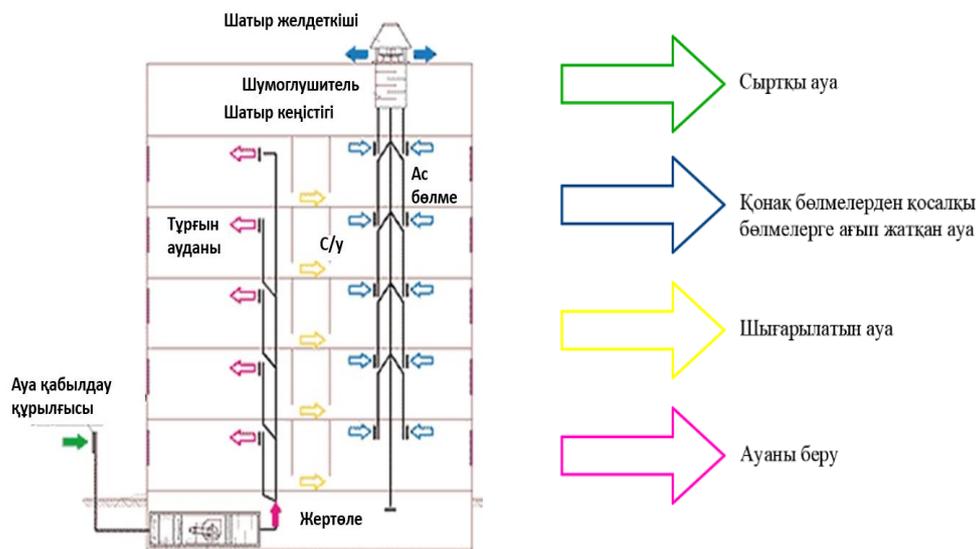
Жеке жобалар бойынша салынған ғимараттардың сору құбырлары, әдетте, спутниктік жобаға сәйкес металдан жасалған және биік ғимараттар жағдайында биіктігі бойынша 10-12 қабаттан аспайтын аймақтарға бөлінеді. Олар арнайы жабық шахталарға салынады. Типтік ғимараттардың желдету құбырлары әдетте бетон желдеткіш блоктарынан жасалған. Бұл жағдайда басты мәселе – еден аралық буындардың тығыздығын қамтамасыз ету.

Желдетудің механикалық жүйелері. Тұрғын үйлерді желдету жүйелерімен жабдықтау механикалық сору жүйелеріне қарағанда әлдеқайда жиі кездеседі, өйткені бұл жүйенің өзіндік құнына, жабдықтау блогына арналған кеңістікке және ауа құбырларын төсеу үшін қажетті аумақтарға байланысты жобаның құнын айтарлықтай арттырады.

Механикалық жабдықтау жүйелерінің артықшылығы – әрбір пәтерге берілетін ауаның есептелген ағынының кепілді қамтамасыз етілуі арқылы шығатын ауадан шанды кетіру және аллергиялық ауруларды азайту мүмкіндігі, сырттағы ауа-райының жағдайына қарамастан желдің соғуын болдырмайтын ауаның таралуы мүмкіндігі, жіберілетін ауаны жылыту үшін пайдаланылған ауаның жылуын қайта өңдеу арқылы энергияны үнемдеу мүмкіндігімен ерекшелінеді.

Кемшіліктерге жоғары бағадан басқа, ішкі ауаның иондық құрамының нашарлауы, жеткізілетін ауаны жылжыту үшін электр энергиясының құны, желдету камерасында және ауа құбырларынан ықтимал қосымша жылу жоғалуы жатады [2].

Әдетте, бір ғимаратқа кемінде екі жабдықтау жүйесі орнатылады. Егер жасыл аймақтан ауа алу мүмкін болса, онда қоректендіру камерасы жертөледе орналасады (**3-сурет**), егер төменгі бөліктен таза ауа алу мүмкін болмаса, онда ол жоғарғы техникалық қабатқа орнатылады.

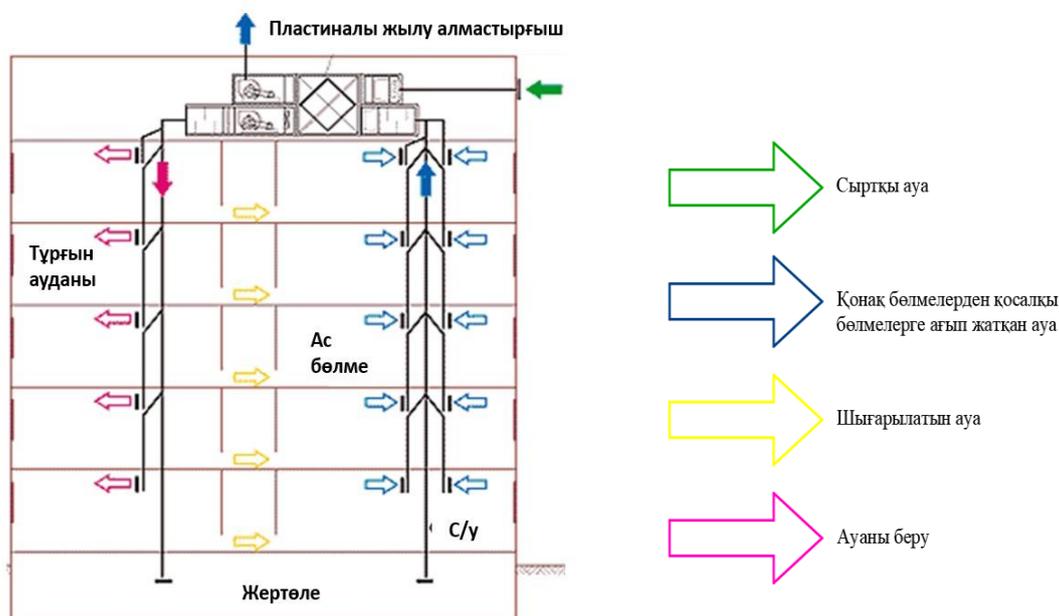


3-сурет – Мәжбүрлеп беру және сору желдету схемасы

Жеткізу металл ауа құбыр магистральдары пәтер ішіндегі техникалық шахталарда орналасқан, олардан берілетін ауа бөлмелерге тікелей таралады. Бұл жағдайда жеткізу ауа арналарын бөлу пәтер залының көрінбейтін төбесі артында жүзеге асырылады. Биік ғимараттарда тәуелсіз жеткізу ауа арналары биіктігі 10-12 қабат болатын әрбір аймаққа арналған.

Қыста қоректендіру ауасы 20°C температураға дейін қыздырылған, жазда сыртқы ауа беріледі. Сонымен қатар, жабдықтау камерасында ауа ЕО 5 - ЕО 6 типті құрғақ сүзгілерде сүзіледі. Қоректену жүйесінің желдеткіші пәтерішілік желдету желісін қосу үшін қажетті қол жетімді қысымды ескере отырып таңдалады.

Жабдықтау жүйесін орнатқан кезде, сору жүйесі әдетте шатыр желдеткіштерімен механикалық түрде қамтамасыз етіледі. Механикалық беру және шығару жүйесінің болуы жіберілетін ауаны жылыту үшін шығарылатын ауаның жылуын пайдалануға мүмкіндік береді. **4-суретте** пластиналық рекуперативті жылу алмастырғышы бар мұндай жүйенің принципіалды сызбасы көрсетілген. Алайда, оны Қазақстанның орталық аймақтарында аяздың ең шыңдары кезінде пайдалану пайдаланылған ауа құбырындағы конденсаттың қатып қалмауы үшін жеткізу ауасын алдын ала қыздыруды талап етеді.



4-сурет – Шығарылатын ауаның жылуын қалпына келтірумен желдету схемасы

Алдын ала ағынды қыздыру шағын электр жылытқыштары арқылы жеке жүзеге асырылатын пәтерлер бойынша келу және шығару және жылуды қалпына келтіру жүйелері келтірілген белгілі схемалар жасалған. Мұндай жүйелерді аз қабатты ғимараттарда қолданудың оң тәжірибесі анықталған [5].

2 ҚОРЫТЫНДЫ

Панельдік тұрғын үйлерде механикалық сору желдетуге кең ауқымды көшу қажеттілігі туралы сұраққа жауап оң және оның механикалық жабдықтаумен немесе табиғи желдетумен үйлесуі желдетудің әртүрлі комбинацияларымен жабдықталған ғимараттар бойынша мақсатты салыстырмалы зерттеулер сериясын талап етеді. ауа алмасуы.

Бүгінгі күні ішкі микроклиматқа келесі талаптар анықталды:

- тұрғын үйлердің «зиянды үй-жайлары» ұғымы көрсеткіштердің үлкен кешенін қамтиды: көміртегі тотығы (жану өнімдері), қоршаған ортадағы темекі түтіні, азот оксидтері, биологиялық ластаушы заттар, бейорганикалық ұшпа қосылыстар, радон, адам иісі, формальдегидтер, тұрмыстық химия және т.б.;

• бөлменің микроклиматтық жағдайларын қамтамасыз ету адамдардың үлкен топтары үшін орташа деректерді, сондай-ақ әрбір адамның жеке қажеттіліктерін қамтиды, яғни желдету жүйелері стандартты диапазон шеңберінде микроклимат параметрлерін жеке реттеу мүмкіндігін қамтамасыз етуі керек;

• желдету жүйелерін жобалау кезінде тұрақты бұзылуларды бейтараптандыруға ғана емес, сонымен қатар бұзылулардың қысқа мерзімді өзгерістерін де ескеру қажет.

Қазақстанның нормативтік талаптары ішкі микроклиматтың сапасына қойылатын заманауи халықаралық талаптарға жақындау үшін алдағы жылдары кем дегенде келесі жұмыстарды орындау қажет:

1. МемСТ 30494-96 «Тұрғын және қоғамдық ғимараттар. Жабық микроклимат параметрлері» екі МемСТ-ке бөлген жөн: тұрғын үйлер үшін бөлек және қоғамдық ғимараттар үшін бөлек.

2. Үй-жайлардағы қауіптілікті зерттеуде әлемдік жетістіктердің нәтижелерін пайдалана отырып, тұрғын және қоғамдық ғимараттарда қажетті ауа алмасуды есептеу үшін «Ережелер кодексін» әзірлеу қажет.

3. «Салауатты ғимараттар» немесе «Ромавент» сияқты отандық арнайы конференция ұйымдастырып, оны бір жарым-екі жыл сайын өткізген жөн.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Китайцева Е. Х., Малявина Е. Г. Естественная вентиляция жилых зданий // «АВОК». – 1999. – № 3.
2. Ливчак В. И. Решения по вентиляции многоэтажных жилых зданий // «АВОК». – 1999. – № 6.
3. Зарубежный и российский опыт разработки энергоэффективных систем вентиляции для жилых домов // Мат. Междунар. семинара по проекту программы ТАСИС ERUS-9705 29 февраля – 1 марта 2000 г. – М., 2000.
4. Васильев И. К., Малявина Е. Г. Инженерные системы жилых зданий со свободной планировкой квартир // «АВОК». – 1999. – № 2.
5. Наумов А. Л. Инженерные системы индивидуальных домов // «АВОК». – 1999. – № 1.

УДК 628.3

МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Жангужинов А.Е. , Изтелеуова М.М.* 

^{1,2} Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В данной статье рассмотрены новые системы очистки сточных вод, которые представляют собой важное направление в области охраны окружающей среды и устойчивого развития. Современные методы очистки сточных вод требуют совершенствования в связи с увеличением объемов загрязнений и появлением новых типов загрязняющих веществ. В данной статье рассматриваются новейшие технологии и методы очистки сточных вод, такие как мембранные фильтры. Особое внимание уделено инновационным решениям, основанным на наноматериалах, которые демонстрируют высокую эффективность в удалении микроорганизмов, тяжелых металлов и органических загрязнителей.

Ключевые слова: системы очистки сточных вод, охрана окружающей среды, современные методы очистки сточных вод, типы загрязняющих веществ, мембранные фильтры, наномембраны.

Аңдатпа. Бұл мақалада қоршаған ортаны қорғау және тұрақты даму саласындағы маңызды дамуды білдіретін ағынды суларды тазартудың жаңа жүйелері талқыланады. Ағынды суларды тазартудың заманауи әдістері ластану көлемінің ұлғаюына және ластаушы заттардың жаңа түрлерінің пайда болуына байланысты жетілдіруді талап етеді. Бұл мақалада ағынды суларды тазартудың соңғы технологиялары мен әдістері, мысалы, мембраналық сүзгілер қарастырылады. Микроағзаларды, ауыр металдарды және органикалық ластаушы заттарды жоюда жоғары тиімділікті көрсететін наноматериалдар негізіндегі инновациялық шешімдерге ерекше назар аударылады.

Түйін сөздер: ағынды суларды тазарту жүйелері, қоршаған ортаны қорғау, ағынды суларды тазартудың заманауи әдістері, ластаушы заттардың түрлері, мембраналық сүзгілер, наномембраналар.

Abstract. This article discusses new wastewater treatment systems, which represent an important development in the field of environmental protection and sustainable development. Modern wastewater treatment methods require improvement due to increasing volumes of pollution and the emergence of new types of pollutants. This article discusses the latest wastewater treatment technologies and methods, such as membrane filters. Particular attention is paid to innovative solutions based on nanomaterials, which demonstrate high efficiency in removing microorganisms, heavy metals and organic pollutants.

Key words: wastewater treatment systems, environmental protection, modern wastewater treatment methods, types of pollutants, membrane filters, nanomembranes.

*Автор-корреспондент: Изтелеуова М. М.,
e-mail: mizteleuova@inbox.ru

1 ВВЕДЕНИЕ

Вода имеет первостепенное значение в нашей жизни. Однако чистой воды на нашей планете становится всё меньше, и это проблема для нас является серьезной. С ростом промышленного производства, урбанизации и сельскохозяйственной деятельности объем и разнообразие загрязнителей в сточных водах значительно увеличились. Сточные воды могут содержать тяжелые металлы, органические вещества, патогенные микроорганизмы, микропластик и фармацевтические остатки. Поэтому в нашей жизни очистка сточных вод имеет огромное значение, так как сточные воды могут серьезно загрязнять природные водоемы, что приводит к негативным последствиям для окружающей среды, здоровья людей и экосистем.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Сточная вода – это вода, которая стекает или сбрасывается из различных источников, таких как бытовые домашние хозяйства, промышленные предприятия, сельское хозяйство и коммерческие учреждения, после использования для различных целей, таких как купание, мытье, готовка, производственные процессы и прочее. Она содержит различные загрязнители, включая органические и неорганические вещества, микроорганизмы, токсины и другие химические соединения, которые могут быть вредными для здоровья человека и окружающей среды, если не обрабатываться правильно перед выбросом в окружающую среду. Обработка сточной воды перед ее выбросом или повторным использованием является важным шагом для защиты окружающей среды и обеспечения безопасности водных ресурсов.

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методы очистки сточных вод.

Существует несколько методов очистки сточных вод, такие как:

1. Механическая очистка: удаление крупных частиц и загрязнений с помощью сеток, решеток, и отстойников.

На **Рисунке 1** показан пример механической очистки.

2. Биологическая очистка: использование микроорганизмов (бактерий, грибов) для разложения органических загрязнений в воде.

На **Рисунке 2** показан пример биологической очистки.

3. Химическая очистка: применение химических реагентов для удаления загрязнений, таких как фосфаты или тяжелые металлы.

4. Физико-химическая очистка: комбинирование различных методов, таких как флокуляция, осаждение и фильтрация, для удаления различных типов загрязнений.

5. Обратный осмос: процесс фильтрации, при котором вода пропускается через полупроницаемую мембрану для удаления солей и других микроорганических загрязнений.

Выбор метода зависит от характеристик сточных вод и требований к качеству очистки. Низкое качество очистки сточных вод может привести к ряду негативных последствий, как загрязнение водоемов, риск заболеваний, ухудшение качества питьевой воды, экологические последствия и экономические потери.

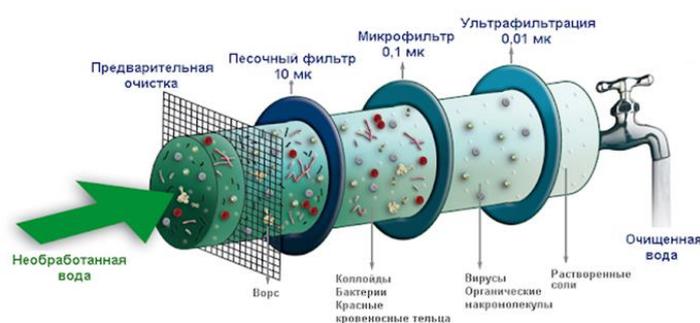


Рисунок 1 – Пример механической очистки



Рисунок 2 – Пример биологической очистки

Новые системы очистки сточных вод

Очистка сточных вод приобретает все больше значение в связи с быстрым ростом населения планеты. Помимо поиска способов очистки воды с низким уровнем выбросов углекислого газа, необходимо найти новые пути утилизации побочных продуктов обезвоживания осадка сточных вод.

В последние годы разработано и внедрено много новых технологий очистки сточных вод, включая более эффективные методы биологической очистки, использование мембранных фильтров, а также передовые методы обезвреживания химических загрязнений. Эти новые системы помогают снизить негативное воздействие на окружающую среду и обеспечить более чистые водные ресурсы.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Мембранные фильтры – это технология очистки воды, которая использует полупроницаемые мембраны для удаления загрязнений и частиц из воды. Эти мембраны имеют очень маленькие поры, которые позволяют проходить только чистой воде, задерживая загрязнения, бактерии, вирусы и другие частицы. Эта технология широко применяется в обработке питьевой воды, сточных вод, производстве фармацевтических препаратов и других отраслях, где требуется высокий уровень очистки воды. На **Рисунке 3** показан пример системы мембранного фильтра.

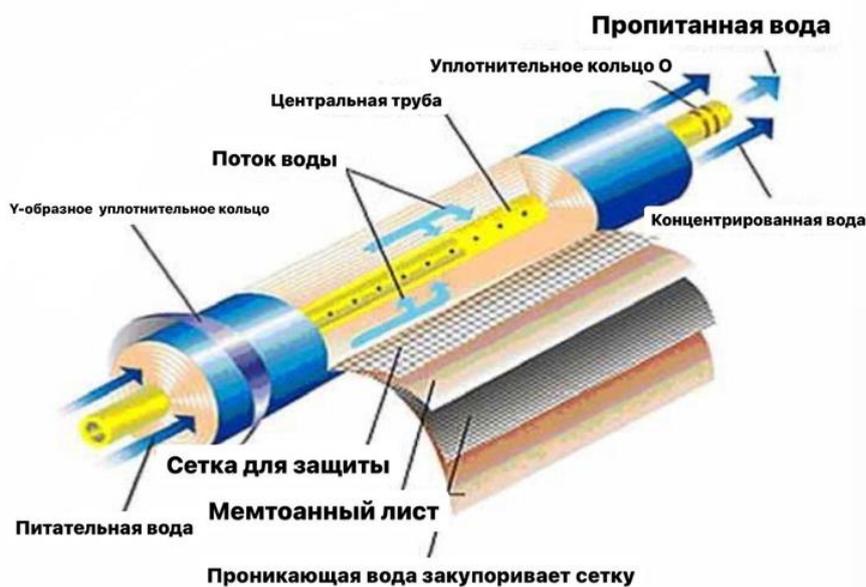


Рисунок 3 – Пример системы мембранного фильтра

Новые методы очистки с использованием мембранных фильтров включают в себя различные инновационные подходы и усовершенствования в конструкции и материалах мембран. *Например:*

Наномембраны: эти мембраны имеют поры размером в наномасштабе, что позволяет эффективно удалять даже микроскопические загрязнители и вирусы из воды.

Модульные системы: новые системы включают модульные конструкции, которые позволяют более гибко настраивать и управлять процессом очистки в зависимости от потребностей.

Мембранные биореакторы: этот метод сочетает биологическую очистку сточных вод с использованием мембранных фильтров, обеспечивая более эффективное удаление загрязнений и бактерий.

Осуществление очистки на разных стадиях: некоторые системы используют комбинацию различных типов мембран и методов очистки на разных стадиях процесса, чтобы достичь наилучших результатов.

Эти новые методы позволяют повысить эффективность, надежность и экологическую безопасность процессов очистки воды.

4.1 Наномембраны

Наномембраны – это тонкие мембранные структуры, изготовленные с использованием нанотехнологий, которые обладают уникальными свойствами, такими как высокая проницаемость, селективность и устойчивость к различным воздействиям.

На **Рисунке 4** показан пример очистки сточной воды с помощью наномембранного фильтра.

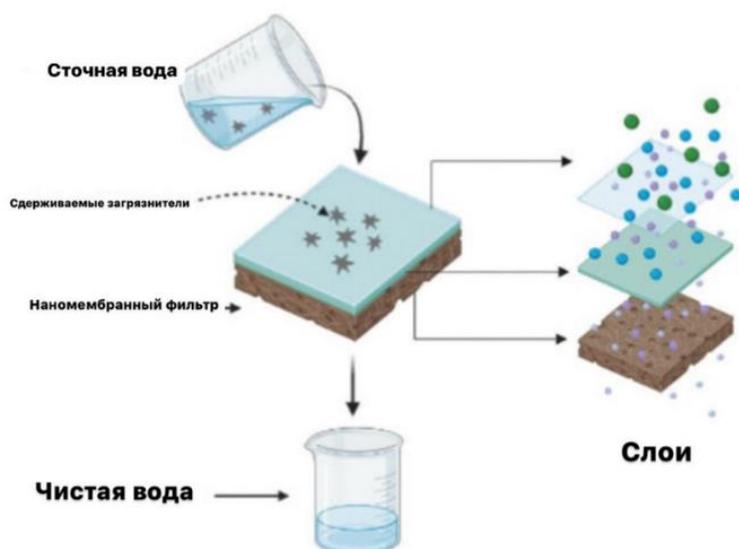


Рисунок 4 – Пример очистки сточной воды с помощью наномембранного фильтра

Принцип работы

Наномембраны применяются в процессах обратного осмоса и ультрафильтрации. В обратном осмосе вода пропускается через мембрану с микроскопическими порами, которые позволяют проходить только молекулам воды, блокируя загрязнения и соли. В ультрафильтрации мембраны имеют большие поры, блокируя частицы и микроорганизмы, но пропуская воду.

Материалы

Материалы, используемые для изготовления наномембран, играют ключевую роль в их эффективности и применимости. Эти материалы должны обладать высокой химической и механической стойкостью, биосовместимостью, а также подходящими характеристиками пористости. Основные материалы, используемые для наномембран, можно разделить на полимерные, неорганические и композитные.

- Полимерные материалы

1. Полиамиды

- Преимущества: высокая химическая стойкость, отличные механические свойства.

- Применение: обратный осмос, нанофильтрация.

2. Полиэфирсульфон

- Преимущества: хорошая термостойкость, высокая проницаемость.

- Применение: ультрафильтрация, микрофильтрация.

3. Полиакрилонитрил

- Преимущества: высокая механическая прочность, стойкость к агрессивным средам.

- Применение: ультрафильтрация, нанофильтрация.

4. Полиэтилен и полипропилен

- Преимущества: высокая химическая стойкость, низкая стоимость.

- Применение: микрофильтрация, ультрафильтрация.

- Неорганические материалы

1. Керамика (оксиды алюминия, титана и циркония)

- Преимущества: высокая термостойкость, устойчивость к химическим и механическим воздействиям.

- Применение: высокотемпературная фильтрация, агрессивные среды.

2. Углеродные материалы (графен, углеродные нанотрубки)

- Преимущества: высокая механическая прочность, отличные сорбционные свойства.

- Применение: наномембраны для фильтрации газа, воды.
- 3. Металлические материалы (нержавеющая сталь, титан)
 - Преимущества: высокая прочность, устойчивость к коррозии.
 - Применение: специфические приложения, требующие высокой прочности и долговечности.
- Композитные материалы
 1. Полимер-неорганические композиты
 - Преимущества: комбинирование гибкости полимеров и устойчивости неорганических компонентов.
 - Применение: увеличение стойкости к загрязнению и химической стойкости.
 2. Нанокompозиты (полимеры, модифицированные наночастицами)
 - Преимущества: улучшенные механические и барьерные свойства, увеличенная стойкость к загрязнению.
 - Применение: различные мембранные процессы, включая нанофильтрацию и обратный осмос.
 - Технологии изготовления
 1. Электроспиннинг
 - Преимущества: производство нановолокон с контролируемыми диаметрами и пористостью.
 - Применение: создание ультратонких мембран для высокоэффективной фильтрации.
 2. Химическое осаждение из паровой фазы
 - Преимущества: формирование тонких пленок на подложках, контроль толщины и состава мембраны.
 - Применение: наномембраны для газовой и водной фильтрации.
 3. Методы самосборки
 - Преимущества: формирование упорядоченных структур с наномасштабными порами.
 - Применение: высокоточные фильтрационные задачи, требующие строго контролируемых пор.

Преимущества

- Высокая эффективность очистки: наномембраны обеспечивают высокую степень удаления загрязнений, включая вредные химические соединения и бактерии.
- Энергоэффективность: они требуют меньше энергии по сравнению с традиционными методами очистки, такими как химическая очистка или испарение.
- Долговечность: наномембраны имеют долгий срок службы и обычно требуют минимального обслуживания.

5 ВЫВОДЫ

Методы очистки сточных вод, включая использование наномембран и других технологий, играют ключевую роль в обеспечении безопасности воды для потребления, защите окружающей среды и снижении негативного воздействия на здоровье человека и экосистемы. Наномембранные технологии обладают значительными преимуществами, такими как высокая эффективность очистки, энергоэффективность и долговечность, что делает их важным инструментом в борьбе с проблемой загрязнения водных ресурсов. Вместе с тем, необходимо продолжать исследования и разработки в этой области для улучшения эффективности методов очистки, снижения затрат и минимизации негативного воздействия на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Wastewater Treatment Technologies in 2024.** This article discusses the emerging wastewater treatment technologies and their expected developments in 2024. [Wastewater Treatment Technologies in 2024.](#)

2. **Современные биотехнологические методы очистки сточных вод.** *Modern Biotechnological Methods in Wastewater Treatment.* This review covers the latest advancements in biotechnological methods for wastewater treatment, highlighting their effectiveness and sustainability. Modern biotechnological methods in wastewater treatment, a review.
3. **Методы очистки сточных вод: технологии и перспективы обсуждены на круглом столе.** *Wastewater Treatment Methods: Technologies and Prospects Discussed at a Round Table.* This article covers a roundtable discussion on the future of wastewater treatment technologies, including their technological advancements and future prospects. Wastewater treatment methods: technologies and prospects discussed at a round table
4. **Сточные воды Казахстана.** *Wastewater in Kazakhstan.* This article explores the situation with wastewater management in Kazakhstan, examining how sewage treatment plants can become more attractive for investment. Wastewater in Kazakhstan
5. **Современные проекты очистки сточных вод.** *Modern Wastewater Treatment Projects.* The article discusses innovative projects in wastewater treatment, focusing on modern approaches and technologies being implemented today. Modern wastewater treatment projects

ӘОЖ 628

ТҰРҒЫН ҮЙ МИКРОКЛИМАТ ПАРАМЕТРЛЕРІН ТҰРАҚТЫ ҰСТАУДЫҢ ИНЖЕНЕРЛІК ЖҮЙЕЛЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

Д.Б. Кадирова

Қызылорда ашық университеті, Қызылорда, Қазақстан

Аңдатпа. Қазіргі заманда соңғы үлгіде жоғары сапалы үйлер көптеп салынып жатыр. Ол үйлердің сапалылығын инженерлік жүйелердің дұрыс әрі тиімді орналасуымен бағаласақ қателеспейміз. Тұрғын үйлерде ең алдымен комфорттық жағдайдың болуы адам денсаулығы үшін өте маңызды. Сондықтан да тұрғын үй микроклиматының параметрлерін инженерлік жүйелерін жетілдіру. Ғимараттар үшін ауаны баптау жүйесі микроклимат параметрлерін сақтаудың тиімді жүйесі. Энергияны үнемдейтін, дизайн талаптарына сай сонымен қатар тұрғын үйде ауаны баптау және желдету процесін іске асыратын инженерлік қондырғылар болып табылады. Ол үшін инженерлік жүйелерді барынша жетілдіріп, зерттеу жұмыстарын жүргізу қажет.

Түйін сөздер: инженерлік қолдау жүйелерін жетілдіру, ауаны кондициялау және желдету жүйелерін таңдау, энергия мен ресурстарды үнемдеу проблемаларын шешу.

Аннотация. В настоящее время строятся дома высокого качества. Мы не ошибаемся, если оценивать качество этих домов правильным и эффективным расположением инженерных систем. Наличие комфортных условий в жилых домах, прежде всего, очень важно для здоровья человека. Поэтому необходимо совершенствовать инженерные системы параметров микроклимата жилья. Система кондиционирования воздуха для жилых домов эффективная система сохранения параметров микроклимата. Энергосберегающее инженерное оборудование, отвечающее требованиям дизайна, а также реализующее процесс кондиционирования и вентиляции в жилом доме.

Ключевые слова: совершенствование системы инженерной поддержки, совершенствование системы инженерной поддержки, решение проблем энергосбережения и ресурсов.

Abstract. Currently, recently built houses of high quality. We are not mistaken if to estimate quality of these houses the correct and effective arrangement of engineering networks. The presence of comfortable conditions in homes, first of all, is very important for human health.

Therefore, it is necessary to improve the engineering system parameters of the microclimate of housing. The air conditioning system for residential buildings is an effective system for preserving the microclimate parameters. Energy-saving engineering equipment that meets the design requirements, as well as implementing the process of air conditioning and ventilation in a residential building.

Key words: *improvement of engineering support system, formation of comfortable conditions in residential buildings, selection of air conditioning and ventilation systems.*

***Автор-корреспондент: Кадирова Д.Б.
Ғылыми жетекшісі: Мұхамбетжан А.М.**

1 КІРІСПЕ

Мемлекет басшысының «ақылды» қала салу туралы Жолдауына сәйкес технология енгізу ең күрделі саладағы, тұрғын үй-коммуналдық шаруашылығында – өзекті мәселелердің бірі.

Қызылорданың даму жоспарына сәйкес Сырдария өзенінің сол жағалауын дамыту арқылы жаңа үлгідегі қала құрылысы қарқынды салынууда.

Қазіргі уақытта елімізде ақылды үй немесе сандық технология деп ғимараттар салыну қолға алынып жатыр. Адамдардың қауіпсіз әрі жанға жайлы жағдайда өмір сүру үшін арнайы ойластырылған үйдің автоматтандырылған жүйесінде жылу, ылғалдылық, жарық жүйелері де қосылған. Бүгінде коммуналдық қызмет көрсету, яғни су-жылу-электрмен жабдықтау, қоқыс шығару және қызмет көрсету ұйымдары қаржыларының жұмсалуды бақылауға тиімді «смарт технологиялар» қолдануды айтып кетуге болады. Энергия мен ресурстарды үнемдеу мәселелерін шешуді және қоршаған ортаны өндірістің техногендік әсерінен қорғауды ескере отырып, микроклиматты реттеу үшін инженерлік жүйелер мен желілерге жаңа технологияда ұсынылған негізгі және қосалқы қондырғыларды пайдалануды жүзеге асыру [1, 13-б.]

2 ЖҰМЫСТЫҢ МАҚСАТЫ

Жаңа үлгідегі ғимарат құрылыстарының инженерлік жүйелеріне ерекше көңіл бөліну негізінде, көп деңгейлі тұрғын үйлер мен бала бақшаларға қолайлы ауа параметрлерін ұстап тұру үшін энергияны үнемдейтін жүйенің сызбасын және конструктивті шешімін жасау.

Ол үшін төмендегі жұмыстар жоспар бойынша орындалуы керек.

Қазіргі заманғы компьютерлік дизайн жүйелерін пайдалана отырып, зерттеу бағытын қаладағы тұрғын үйлерге қолайлы ауа жағдайын ұстап тұру үшін энергияны үнемдейтін жүйеге ұтымды сызбамен конструктивті шешім әзірлеу. Зерттеу үшін 610 м³ тұрғын үй қарастырылды.

Энергия мен ресурстарды үнемдеу проблемаларын шешуді, сондай-ақ қоршаған ортаны өндірістің техногендік әсерінен қорғауды ескере отырып, микроклиматты реттеу үшін қолданылатын негізгі және қосалқы жабдықтарын таңдау және есептеу.

Жетілдірілген агрегаттар қондырғыларын, металл кесетін және технологиялық құралдардың бөлшектік жалғануының сенімділігін арттыратын жоғары деңгейде дамыған жаңа технологияларды қолдану арқылы микроклиматты қалыптастырудың және жөндеудің прогрессивті әдістерін әзірлеу.

Өнімнің сапасына қол жеткізу және олардың қоршаған ортаға әсері тұрғысынан техникалық және ұйымдастырушылық шешімдерді бағалау.

Алға қойылған жұмыстарды орындау барысында ғимараттардың микроклиматын қалыпты ұстау үшін инфраструктура саласындағы ғалымдардың еңбектерімен таныса отырып ыңғайлы жағдайлары зерттелді.

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Комфортты (жайлылық) жағдайлар: Жазғы кезеңде ауадағы қалыпты ауа температурасы (1-2-кестелер) 22-24 градус, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы 30-60%, ауа массасының 0,25 м/с аспайтын жылдамдығы. Қыста олар өзгереді: 20-22 градус Цельсий, 30-45% және 0,1 - 0,15 м/с.

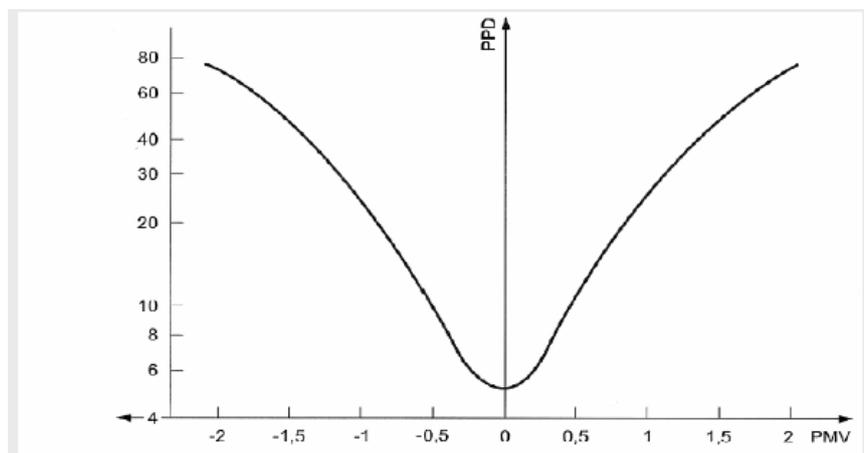
1-кесте – Комфортты (жайлылық) жағдайлар

Параметр	Қыс	Жаз
Температура	18-22 °С	20-24 °С
Салыстырмалы ылғалдылық	30-60%	30-60%
Ауа ағыны	0.25м/с кем емес	0,1-0,15 м/с кем емес

2-кесте – Комфортты (жайлылық) жағдайлар

Пайызы PPD	Ыңғайсыздық дәрежесі, PMV
86	Төзімсіз қолайсыздық (төтеп беру мүмкін емес)
80	Барлығы өздерін ыңғайсыз сезінеді (ыстық ауа райында терлеу)
75	Жарты немесе одан да көп адамдар ыңғайсыз сезінеді (аздап ыстық)
70	Қолайсыздық сезіне бастайды
68	Қолайлы жағдай

Ауа параметрлерінің қалыпты мөлшерде болуынан адам ұзақ уақыт бойы өзін жайлы сезінеді. Маусымаралық (күзгі және көктемгі) кезеңде ауаны жылыту жүйелерінде ауа баптау қондырғысы ауаны қыздыру режиміне ауысып, бөлмелерді тиімді және ең төменгі шығындармен жылытады (1-сурет).



1-сурет – PPD – күтілетін пайыз микроклимат пен қанағаттанбаған PMV – комфорттық дәрежесінің күтілетін орташа бағасы

Зерттеу нысаны: Қызылорда қаласының сол жағалауындағы 610 текше метрлі үй.

Мәселені іске асыру: Кешенді жылу сорғысын пайдалану. Ғимараттардың энергетикалық тиімділігін арттырудың инженерлік әдісінің бірі - жылу сорғыларын пайдалану болып табылады. Орталық немесе басқа жылыту болмаған жағдайда қолданылады.

Ауа жылу сорғы – суық аймақтардағы пәтерлер мен коттедждерді жылыту, салқындату және ыстық сумен қамтамасыз ету үшін арнайы әзірленген комплекстік бөлу жүйесі. Суық мезгілде бұл кешен жылумен және ыстық сумен қамтамасыз етуді жоғары деңгейде ұстап тұра алады, ал ыстық жазда бөлмені суытып, осылайша жыл бойы жайлы тұру жағдайларын жасайды.

Ауа жылу сорғының артықшылықтары. Дәстүрлі отынды пайдаланатын қазандықтармен жылыту жүйелерінің жұмыс істеу принциптеріне қарағанда, жылу сорғы атмосфераға CO₂ шығарындыларын шығармайды. Жылу сорғымен тұтынылатын 1 кВт электр энергиясы үшін 3-5 кВт жылу / суық пайда болады. Инверторлық басқарудың керемет бақылауы энергия шығынын азайтуға мүмкіндік береді. Жылу генераторы ретінде, кешен электрлі қазандар мен электр конвекторларына тамаша үйлеседі, онда үйді жылытудың жылу қуаты электр қуатын тұтынуға тең. Daikin және Mitsubishi Electric жоғары тиімді технологиялар арқасында, жылу сорғы -20 ° C-тан төмен температурада қоршаған ауаның еркін жылуын шығара алады.

Ауа жылу сорғы жаңа ғимараттарда, үйлерде, коттедждерде және ескі қорлардағы үйлерде оңай және жеңіл орнатылады. Сонымен қатар, мұндай кешенді жылыту жүйелерін орнату қазу, бұрғылауды талап етпейді. Жылыту үшін коттедж арнайы бөлмелерді тапсыруды талап етпейді және орнату үшін кешенді құрылыстарды салуды талап етеді. Сыртқы блок сырттағы жаңа және қолданыстағы тұрғын үй ғимараттарында қажетті талаптармен жабдықталуы мүмкін. Ішкі гидравликалық қондырғы арнайы құбырлар мен отын цистерналары сияқты арнайы техникалық құралдарды немесе қосымша инфрақұрылымды қажет етпейді.

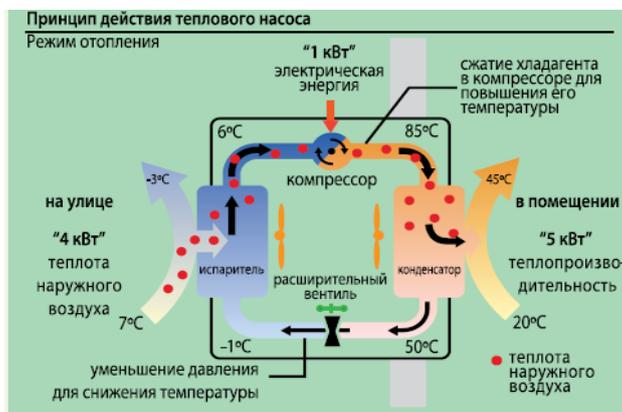
Жылу сорғы комплексі қалай жұмыс істейді?

Сыртқы конденсациялау блогы атмосфералық ауаның еркін температурасын көтеретін ауа-фреон жылу сорғысын пайдаланады. Жылу беру фреон көмегімен құбырдың схемасы арқылы тікелей ішкі жылуалмастырғышқа – интеграцияланған гидронды модулі бар «фреон-су» буландырғышына тікелей өтеді. Гидроникалы модульдің ішкі блогы су жылыту сұлбасы болып табылады және барлық стандартты су радиаторларына, желдеткіш катушкаларға және едендік жылыту жүйелеріне қосылуы мүмкін. Тұрмыстық қажеттіліктерге тұтынушыны ыстық сумен жыл бойы қамтамасыз ету жылу сорғының жылу сұлбасына қосылған жанама су жылытқышы арқылы жүзеге асырылады (2-сурет). Әдеттегі кондиционерге қарағанда 20⁰C температурада өнімділігі 2 есе тиімді.



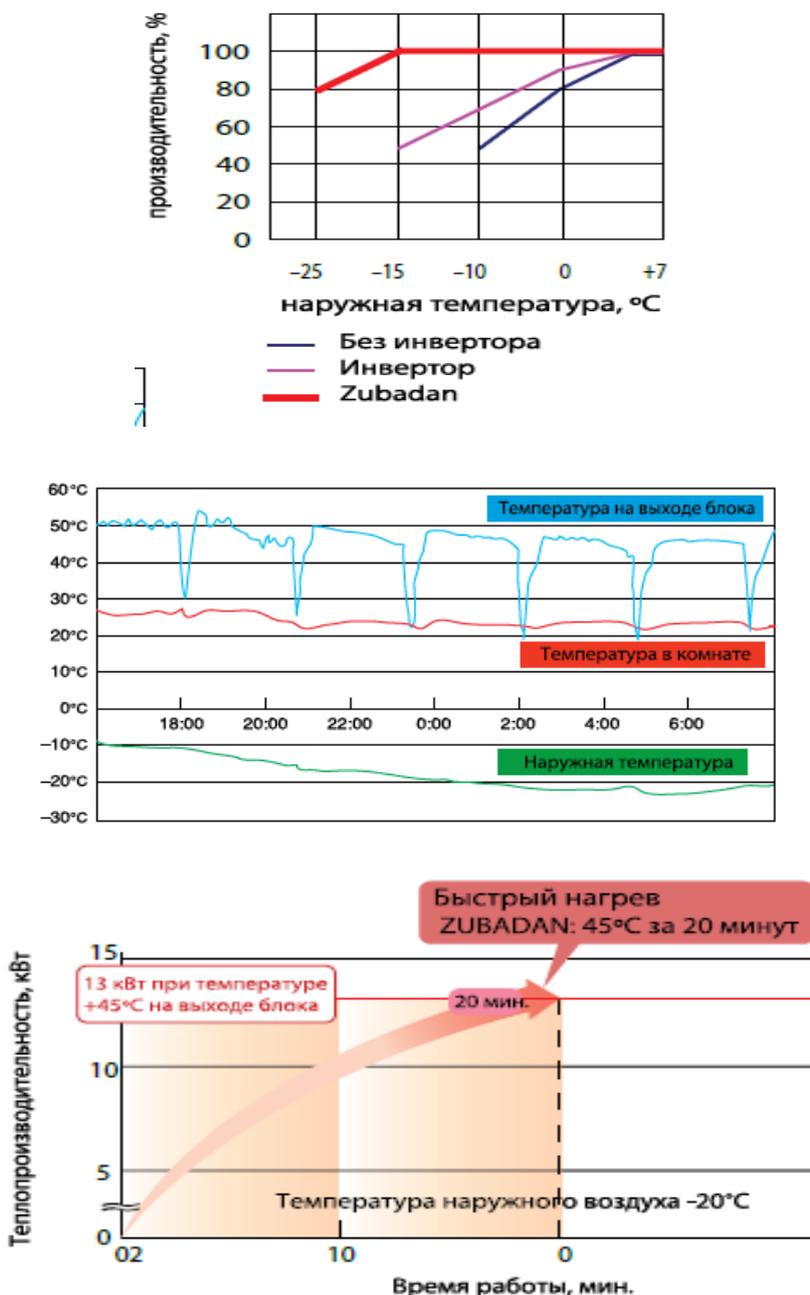
2-сурет – Жылу сорғы кешені.

Жобадағы мәселені іске асыру үшін ZUBADAN жылу насосы таңдап алынды (3-сурет).



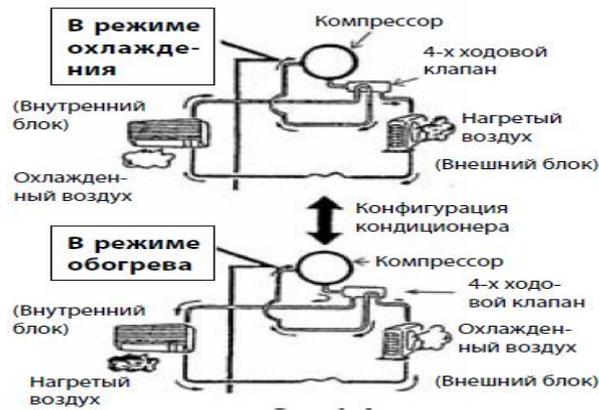
3-сурет – ZUBADAN жылу насосы.

Zubadan жылу насосы Ресейлік Mitsubishi Electric компаниясынан нарыққа шыққан. Бұл жабдық Еуропа мен АҚШ елдерінде өте тез танымал болып, тұтынушылар лайықты бағасын берген болатын. Жылу сорғыларының сериялық өндірісі 2007 жылы басталды, ал бұған дейін Скандинавияда осы аспаптардың тұрмыстық сынақтары өтті. Олар бірнеше тесттен өтіп, нәтижесінде сарапшылардың жоғары бағасын алған.



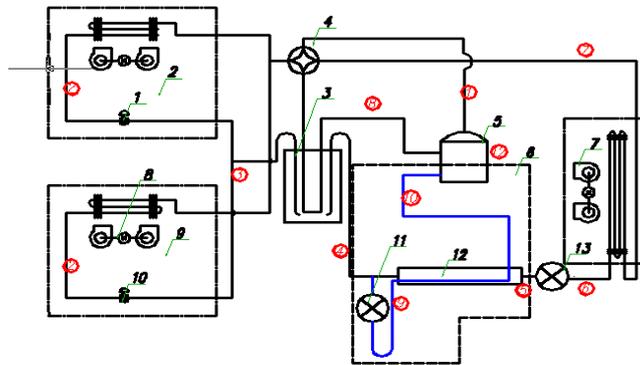
4-сурет – ZUBADAN жылу насосы көрсеткіштері

Zubadan жылу сорғышы қатты климат жағдайында да үй мен өндірістік үй-жайларды тиімді жылытуды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар, бұл жабдық жылыту функциясын ғана емес, кондиционерлеу және ыстық сумен жабдықтау жүйелерінде де қолданылады. Құрылымындағы жылу сорғысы бар заманауи жылыту жүйелері жоғары тиімділігімен, үнемділігімен және ұзақ қызмет мерзімімен ерекшеленеді. Жер асты суларының, ауа массаларының немесе топырақтың энергиясын шоғырландыра отырып, төмен температуралы салқындатқыштар кері мұздатқыш жабдықтар қағидаты бойынша жұмыс істейді (5-сурет).

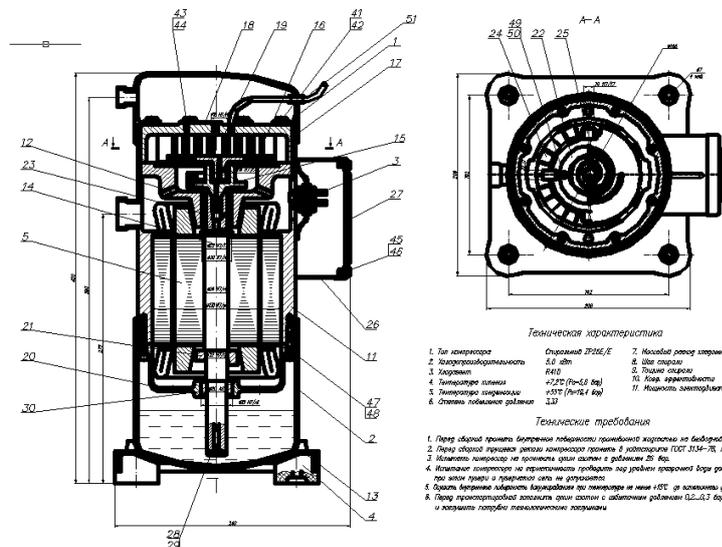


5-сурет – Кері тоңазытқыштың жұмыс жасау принципі

4 жүрісті клапанды пайдаланып, хладагент ағынының бағытын өзгерту арқылы салқындату және жылыту бойынша жұмыс істейтін ауаны баптау қондырғысы (кондиционер) жылы/суық түрдегі деп аталады.



6-сурет – Орнату сызбасы. 1(10) – клапан, 2(9) – ішкі жылуалмастырғыштар, 3 – қабылдағыш, 4 – 4 жүрісті клапан, 5 – инъекцияға арналған компрессор, 6 – хладагент инъекциясының мақсаты, 7 – сыртқы блоктың жылу алмастырғышы және желдеткіш, 8 – ішкі бөлөктің желдеткіш жылу алмастырғышы, 11(13) – кеңейткіш вентили, 12 – жылу алмастырғыш НІС.



Техническая характеристика

1. Тип компрессора	Старшая ЗРМБ,Е	7. Номинальный расход хладагента	0,11 м³/с
2. Коэффициент производительности	5,0 кВт	8. Шаг статора	14,7 мм
3. Зарядка	0,010	9. Толщина статора	2,5 мм
4. Температура кипения	+7,2°C (P=0,8 бар)	10. Коэф. эффективности	2,16
5. Температура конденсации	+37,8°C (P=12,4 бар)	11. Высота компрессорной	2,38 дм
6. Отношение подачи масла	0,33		

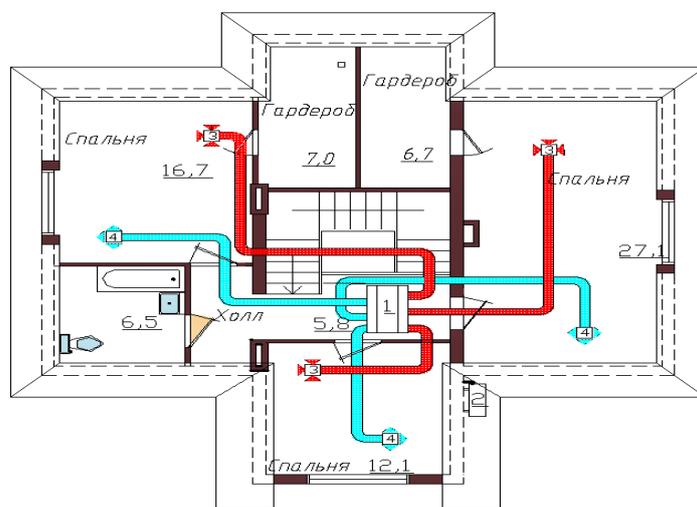
- Технические требования
1. Перед сборкой проверить безвредность смазки компрессора на безводность масла.
 2. Перед сборкой проверить уровень компрессора против в соответствии ГОСТ 3134-76, при этом осевым.
 3. Изготовитель компрессора не гарантирует работу компрессора в режиме охлаждения.
 4. Изготовитель компрессора не гарантирует работу компрессора при работе в режиме охлаждения.
 5. Проверить герметичность компрессора при монтаже и после 10% от номинального давления 0,05-0,08 бар.
 6. Перед проектированием проверить осевое и радиальное биение компрессора 0,02-0,03 бар и в соответствии с требованиями заказчика.

7-сурет

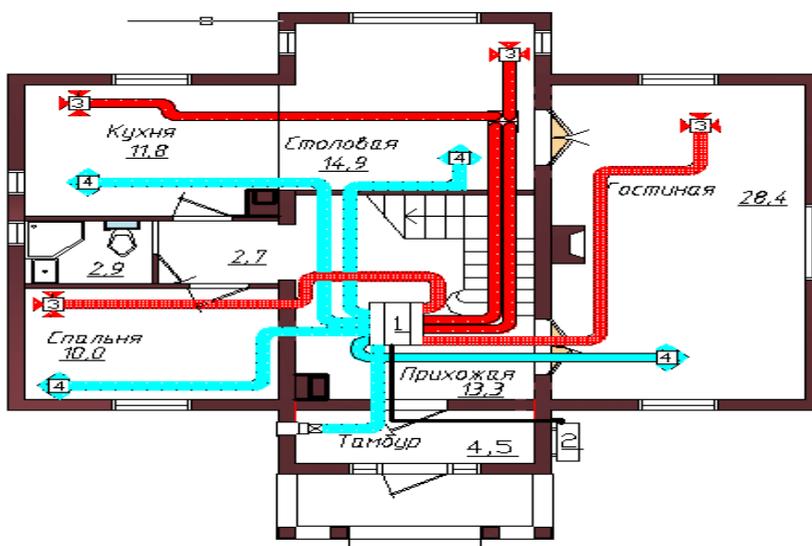
Техникалық ерекшелігі
 Компрессордың түрі ZP28E/E
 Салқындату қабілеті 5.0 кВт
 Салқындатқыш R410
 Қайнау температурасы +7.2С
 конденсация температурасы +55С
 қысымның арту дәрежесі 3.33
 хладогент ағынының массалық шығысы 0.11 кв/с
 спиралды қадам 14,7
 спиралдың қалыңдығы 3,5мм
 тиімділік коэффициенті 2,28 кВт

Техникалық талаптар

Құрастыру алдында ішкі беттерін сусыз негіздегі сұйықтықпен жуыңыз.
 Монтаждаудың алдында компрессордың бөліктерін ақ түсте сүртіңіз, МемСТ 3134-78.



8-сурет – Инженерлік жүйе каналдарының орналасу сызбасы



9-сурет – Қала сыртындағы үйдің инженерлік жүйесі 610 текше метр



Схема системы K2

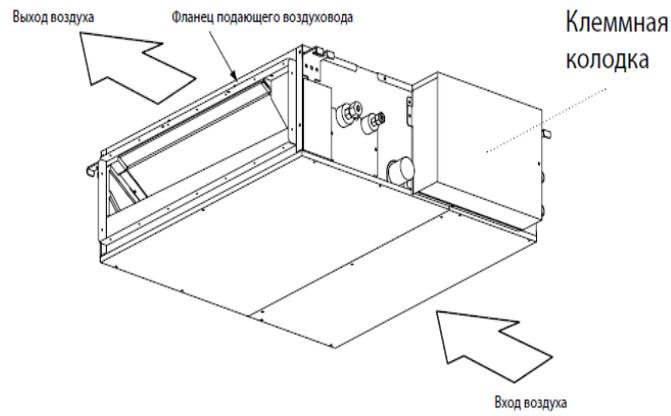
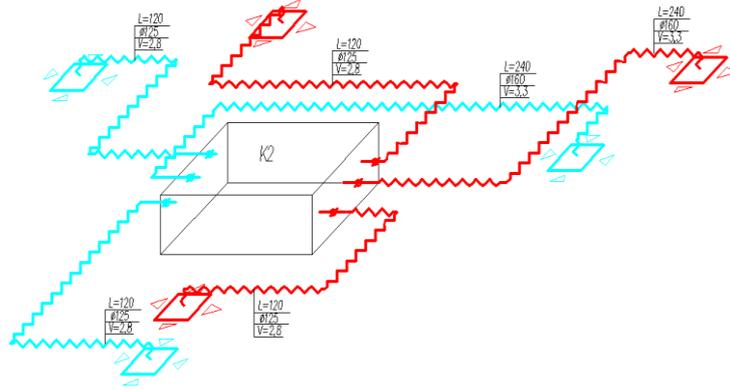
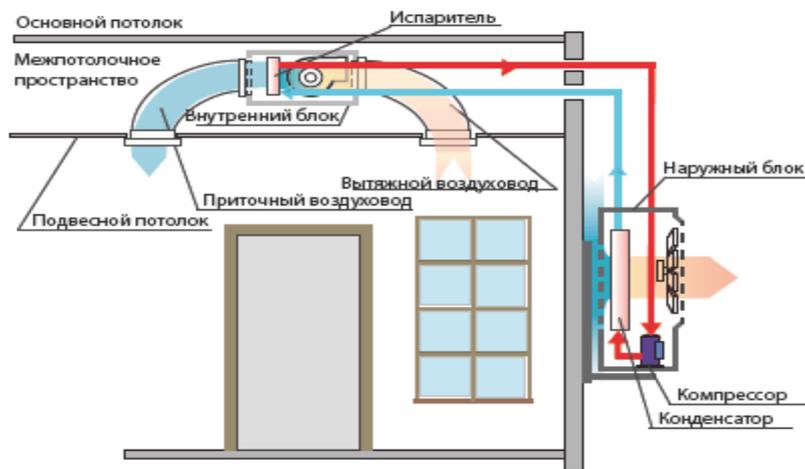
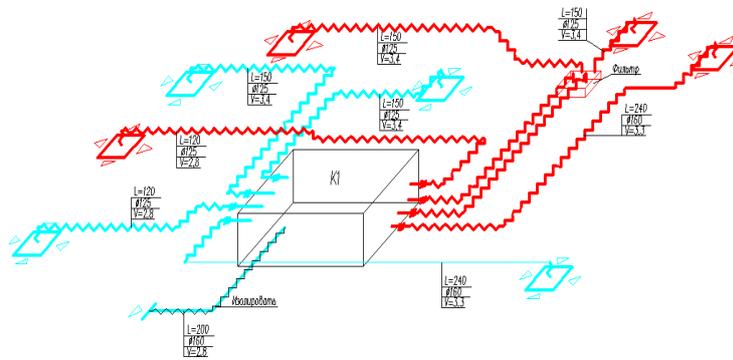
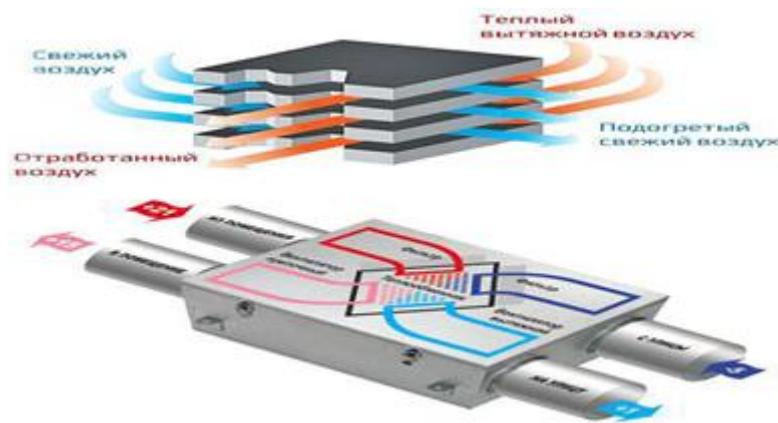


Схема системы K1





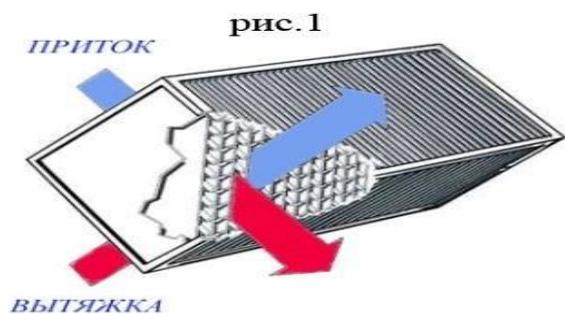
10-сурет – Рекуператорлардың негізгі түрлері

Ғимараттың микроклиматын реттеудің тағы бір тиімді және үнемді құралы желдету жүйелерінде *рекуператорлардың* көмегімен жүзеге асырылады. **Рекуператор** – құрамында жылу алмастырғыш элементі және сүзгісі бар, тұрғын үйде таза және ылғалды ауа қалыптастыратын инженерлік құрылғы (10-сурет).

Олардың негізгі мақсаты жылу алмасу болып табылады. Жұмыс істеу принципі қарапайым – суық ауа рекуператор арқылы өтіп, бөлмеден шығатын жылы ауамен жылытылады, керісінше, көшеден қыздырылған ауа бөлмеден суық ауамен немесе жертөледен ауамен салқындатылады. Бұл ретте, рекуператор бөлмеден шығарылатын пайдаланылған және таза ағынды ауаны араластырмайды, жай ғана жылуды бір түрден екінші түрге алмастырады.

Пластиналы рекуператор (11-сурет): ең көп таралған рекуператор, өйткені арзан және шағын өлшемді. Ауа шығыны аз жүйелерде қолданылады, онда сору ауасының сыртқа ағу қаупін жою қажет. Өзінің конструкциясына байланысты сору жағынан сору ауасының өте төмен температурасында өлшеуге болады. Жобалау кезінде дренажды бұруды қарастыру қажет. Рекуператордың осы түріндегі жылуды кәдеге жарату тиімділігін «орташа» деп сипаттауға болады.

Роторлы рекуператор (12-сурет) – әр түрлі деңгейлерде өтетін металл пластиналары бойлық орналастырылған қысқа цилиндр, сору және сору ауасы. Рекуператордың барабаны айнала отырып, пластиналарға берілген жылуды соратын ауамен, салқындатқыш арқылы береді. Яғни, пластиналар кезекпен жылытылады және салқындатылады. Ең жоғары ПӘК үшін айналу жылдамдығы тұрақты болып табылмайды және автоматикамен анықталады. Ауаның үлкен шығыны бар жүйелерде қолданылады. Конструкцияға байланысты сору ауасының 1,5-тен 3%-ға дейін ағуы болады. Утилизатордың мұндай түрі ең тиімді.



11-сурет



12-сурет

ҚОРЫТЫНДЫ

1. Қызылорда қаласындағы ғимараттың ауасын баптау және желдету жүйесін таңдау қарастырылды.

2. Тұрғын үй үшін ауамен баптау жүйесі микроклимат параметрлерін сақтаудың тиімді жүйесі болып табылды.

3. Ауаны баптау және желдету жүйелерін талдау, суық ауа жүктемені есепке ала отырып қабылдау, ылғал бөліну, сонымен қатар ішкі және сыртқы блоктың жылуалмастырғыштарына есептеулер жүргізу барысында аналитикалық зерттеу жүргізу.

4. Дизайн бөлімінде жүргізілген есептеулердің нәтижелері бойынша сыртқы, ішкі бөліктер және тиісті желдету жабдығы таңдап алынды.

5. Тұрғын үй-жайларды ыңғайлы ауаны баптауға қойылатын негізгі талаптарға сәйкес.

6. Апартаменттің ауа баптаған бөліктерінен ауаның шығуы үшін $2880 \text{ м}^3/\text{сағ}$ сыйымдылығы бар желдеткішті ағызатын желдету жүйесі қарастырылған.

7. Жұмыста жобаланған жүйенің орындылығы экономикалық бөлімде ұсынылған техникалық және экономикалық есептеулермен расталады. Тұрмыстық ауаны жетілдіру, салқындатқыш қондырғының тізбегіне инъекция тізбегін қосу болды. Бұл біздің кондиционерімізге -25 -тен $+30$ градус аралығында жұмыс істеуге мүмкіндік береді. Бұл оның функционалдық өнімділігін едәуір жақсартады. Zubadan-ның жүйесімен, тіпті қыс мезгілінде, ауа температурасы теріс болса, тұрғын үй-жайларды жылыту үшін кондиционер пайдалануға болады. Бұл жүйе қысқы жиынтықты немесе екі сатылы қысу жүйесі бар жүйеден гөрі әлдеқайда тиімді.

8. Zubadan жүйесі тұрғын үй-жайларды жайлы жайластыру үшін барлық талаптарға жауап береді. Ол сондай-ақ барлық экологиялық стандарттар мен талаптарға сай келеді. Фреон R410A-да жұмыс істейді, оның құрамдас бөліктерінде хлор болмайды, сондықтан құрылғы озон қабаты үшін қауіпсіз.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Беляев В., Хохлова Л. Проектирование энергоэкономичных и энергоэффективных зданий. – М.: Высшая школа, 1992. – 255 с.
2. Алоян Р.М., Федосов С.В., Опарина Л.А. Энергоэффективные здания – состояние, проблемы и пути решения. – Иваново: ПресСто, 2016. – 276 с.
3. Богословский В.Н., Поз М.Я. Теплофизика аппаратов утилизации тепла систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. – М.: Стройиздат, 1983. – 320 с.
4. Данилевский Л.Н., Жила А.Н., Москалик Б. Ф. Фактические энергетические характеристики жилых зданий // Строительная наука и техника. – 2008. – №5. – С. 22 – 29.
5. Пилипенко В.М., Данилевский Л.Н., Терехов С.В. Системы автоматизации энергоэффективного панельного жилого дома в Минске // Научно-практическая конференция «Интеллектуальные здания и сооружения. Тенденции и перспективы». РУП «Редакция журнала «Архитектура и Строительство». – Мн., 2010. – С. 7-12.
6. Вишнеvский Е.П. Рекуперация тепловой энергии в системах вентиляции и кондиционирования воздуха С.О.К. N 11, 2004г. Рубрика: Кондиционирование и вентиляция.
7. Eberhard Paul Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung für Passivhäuser – Schaltungsvarianten. Gerätebewertung. 5.Passivhaustagung 16-18.02.2001, 1/ Auflage Reutlingen, Februar 2001, s 103 – 112.
8. Ventus – Агрегаты для вентиляции и кондиционирования воздуха. – Каталог 2006. – VTS – 2006.
9. Барон В.Г. Взаимовлияние рекуператоров тепла вытяжного воздуха в вентиляционных каналах в современных зданиях. /В.Г. Барон// Москва, 2008, №3, с. 46-48.

ҒИМАРАТТАРДЫ ЖЫЛУ ОҚШАУЛАУДЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ШЕШІМДЕРІН ТАЛДАУ

А.М. Қарамерген¹, А.У. Жапахова²

^{1,2} Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда, 120008, Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада ғимараттарды жылу оқшаулау бойынша жобалық және технологиялық шешімдердің талдауы қарастырылған. Ғимараттың негізгі элементтерінің сипаттамалары берілген. Ғимараттың әртүрлі құрылымдық элементтерін жылу оқшаулаудың типтік нұсқалары негізделген.

Түйін сөздер: жылуоқшаулау, ғимарат, энергиятиімділік, желдету, реконструкция.

Аннотация. В статье представлен анализ конструктивных и технологических решений по теплоизоляции зданий. Описаны основные элементы здания. Обоснованы типовые варианты теплоизоляции различных конструктивных элементов здания.

Ключевые слова: теплоизоляция, здание, энергоэффективность, вентиляция, реконструкция.

Abstract. The article presents an analysis of design and technological solutions for thermal insulation of buildings. The main elements of the building are described. Typical options for thermal insulation of various structural elements of the building are substantiated.

Key words: thermal insulation, building, energy efficiency, ventilation, reconstruction.

*Автор-корреспондент: А. Қарамерген
Ғылыми жетекшісі: А.У. Жапахова

1 КІРІСПЕ

Қазіргі уақытта ғимараттар мен құрылыстардың энергияны үнемдейтін жобалары Канадада, АҚШ-та, Еуропаның көптеген елдерінде, сондай-ақ тропикалық климаты бар елдерде сәтті қолданылуда. Қазақстан Республикасының «Энергия үнемдеу және энергия тиімділігін арттыру» заңы [1] қолданысқа енгізілді. Бұл құжаттар ғимарат конверттерінің жылу беруіне төзімділігін төмендетуге, сондай-ақ ғимараттар мен құрылыстарды энергия тиімділігі бойынша жіктеуге қатаң талаптарды қарастырды. Жылу энергиясы мен энергия тасымалдаушылар бағасының өсуі ғимараттар мен құрылыстарды пайдалану сатысында жылу қорғауды арттыру қажеттілігін де анықтайды. Осыған қарамастан, энергия тиімді технологиялар біздің елімізде құрылыс тәжірибесінде әлі кеңінен қолданылмайды.

2 ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ

Кейбір деректерге сәйкес, Қазақстандағы қолданыстағы тұрғын үй және қоғамдық ғимараттар мен құрылыстарды пайдалану кезінде энергияны тұтыну климаттық және инженерлік-геологиялық жағдайлары ұқсас дамыған шет елдердегі ұқсас көрсеткіштерден шамамен үш есе жоғары [2]. Біздің елімізде жылу энергиясын ұтымсыз пайдаланудың негізгі себептеріне мыналар жатады:

- реттелмейтін табиғи желдету жүйелерінің жетілмегендігі;
- терезелер мен балкон есіктерінің жылу оқшаулау сапасының жеткіліксіздігі;
- жылытылатын баспалдақ алаңдары мен баспалдақ көтергіш блоктардың сәулеттік, жоспарлау және инженерлік шешімдерінің жетілмегендігі;

- жөртөлелер мен шатырлардың сыртқы қабырғаларының, жабындары мен төбелерінің жылуоқшаулағыш сапасының жеткіліксіздігі;

- қазандық жабдықтарының ескірген түрлері, жылыту және ыстық сумен жабдықтау жүйелерінің жетілмегендігі, есепке алу аспаптарының жоқтығы, осы жүйелерді бақылау және реттеу;

- жылу оқшаулауы жеткіліксіз сыртқы жылу магистральдарының өте дамыған желісі;

- жылу энергиясын үнемдеуге энергия тұтынушылардың материалдық қызығушылығының тиімді тетігінің болмауы.

Ғимараттың негізгі элементтерін келесі топтарға бөлуге болады:

- мойынтірек – ғимаратта болатын негізгі жүктемелерді көтеру;

- қоршау – бөлмелерді бөлу, сонымен қатар оларды атмосфералық әсерлерден қорғау және ғимаратта белгілі бір температураның сақталуын қамтамасыз ету;

- жүк көтеру және қоршау функцияларын біріктіретін элементтер.

Ғимараттың негізгі құрылымдық элементтеріне: іргетас, қабырғалар, едендер, жеке тіректер, шатыр, қалқалар, баспалдақтар, терезелер, есіктер жатады.

Жалпы алғанда, үй ішіндегі жайлылық келесі факторларға байланысты:

1. Үй-жайлардағы ішкі ауа температурасы;

2. Бөлмені қоршап тұрған қабырғалардың ішкі беттерінің температуралары;

3. Еден бетінің температуралары;

4. Үй ішіндегі ауаның салыстырмалы ылғалдылығы;

5. Ауа жылдамдығы;

6. Адам әрекетінің түрі.

Жалпы, бөлмедегі микроклиматты қолайлы деп қабылдау үшін ол тым ыстық немесе тым суық болмауы керек [3]. Сонымен қатар, ауаның жоғары ылғалдылығы (салыстырмалы ылғалдылық 70% жоғары) жағымсыз жағдайлар ретінде қабылданады және керісінше, тұрғындар өздері алып жатқан үй-жайлардағы ауа тым құрғақ болса (яғни оның салыстырмалы ылғалдылығы 40%) шағымдана бастайды. Жазда кішкене сызба жағымды салқындық ретінде қабылданады, алсуық мезгілде ол жағымсыз салқындық сезімін тудырады. Дегенмен, ауадан жағымсыз иіс пен артық ылғалды кетіру үшін қыстада бөлмелерді желдету қажет. Температураның шамалы ауытқуы ауа айналымына ықпал етеді, ал температураның тым үлкен ауытқуы суық тиюдің тізбекті реакциясын тудырады.

Ғимараттың негізгі элементтерін келесі топтарға бөлуге болады:

- мойынтірек – ғимаратта болатын негізгі жүктемелерді көтеру;

- қоршау – бөлмелерді бөлу, сонымен қатар оларды атмосфералық әсерлерден қорғау және ғимаратта белгілі бір температураның сақталуын қамтамасыз ету;

- жүк көтеру және қоршау функцияларын біріктіретін элементтер.

Ғимараттың негізгі құрылымдық элементтеріне: іргетас, қабырғалар, едендер, жеке тіректер, шатыр, қалқалар, баспалдақтар, терезелер, есіктер жатады [2].

Қабырғалар бөлмелерді сыртқы кеңістіктен (сыртқы қабырғалар) немесе басқа бөлмелерден (ішкі қабырғалар) бөледі, осылайша қоршау функциясын орындайды. Сонымен қатар, қабырғалар тек өз салмағы бойынша ғана емес, сонымен қатар жүк көтеру функциясын орындай отырып, ғимараттың үстіңгі бөліктерінің (төбелер, шатыр және т.б.) жүктемесін көтере алады. Өз салмағынан басқа, басқа құрылымдардан жүкті алып, оны іргетастарға беретін қабырғалар жүк көтергіш деп аталады. Іргетасқа тірелетін және бүкіл биіктікте өз салмағынан жүкті көтеретін, бірақ ғимараттың басқа бөліктерінен жүктеме алмайтын қабырғалар өздігінен тірек деп аталады.

Жабын – бұл ғимараттың ішкі бөлігін қабаттарға бөлетін құрылымдар. Жабынды және оларда орналасқан бөлмелерді жоғары және төмен (қоршау функциялары) шектейді және өз салмағынан басқа, пайдалы жүкті көтереді, т.б. үй-жайларда орналасқан адамдардың, жабдықтар мен заттардың салмағы (көтеру функциялары). Сонымен қатар, жабындар ғимараттың кеңістіктік қаттылығын қамтамасыз етуде өте маңызды рөл атқарады, яғни бар-

лық мүмкін болатын жүктемелердің әсерінен оның құрылымдық дизайнының өзгермейтіндігі. Ғимараттағы орналасуына қарай жабындар мыналар болып табылады: ішкі қабат – көршілес биіктіктердің едендерін бөлу; шатыр – жоғарғы қабатты шатырдан бөлу; төменгі – төменгі қабатты жерден бөлу, ал жертөледен жоғары – бірінші қабатты жертөледен бөлу. Бөлменің мақсаты мен жұмыс режиміне байланысты еден аралық төбелердің үстіңгі жағына жабындар төселеді, ал жабынның төменгі беті астыңғы бөлме үшін төбені құрайды. Жабындар тікелей бағандарға немесе оларға төселген арқалықтарға сүйенуі мүмкін.

Жеке тіректер жабындарды, шатырларды, кейде қабырғаларды ұстап тұруға және олардан жүктемені тікелей іргетастарға беруге арналған тіректер (бағаналар) деп аталады. Бағаналар мен белдемелер ғимараттың ішкі жақтауын құрайды.

Шатыр – ғимаратты жауын-шашыннан, күн сәулесінен және желден жоғарыдан қорғайтын құрылым. Шатырдың жоғарғы су өткізбейтін қабығы шатыр деп аталады. Шатыр шатырдың еденімен бірге ғимараттың жабынын құрайды. Шатыр қабаты (немесе мансарда) – шатыр кеңістігіндегі еден, оның қасбеті толығымен немесе ішінара көлбеу немесе сынған төбенің үстіңгі қабаты (беттері) арқылы жасалған. Ғимараттың шатыры болмаса, шатырдың жабыны мен шатырының функциялары бір құрылымға біріктіріледі, бұл шатыр чердашты шатыр деп аталады.

Аралық қабырғалар – бұл бір қабаттағы ішкі кеңістікті бөлек бөлмелерге бөлуге қызмет ететін салыстырмалы түрде жұқа қабырғалар. Қалқалар әр қабаттағы жабындарға тіреледі және өз салмағынан басқа ешқандай жүк көтермейді.

Баспалдақтар қабаттар арасындағы байланыс үшін қызмет етеді. Өрт қауіпсіздігі үшін баспалдақтар әдетте баспалдақ алаңы деп аталатын арнайы, қабырғалы бөлмелерде қоршалады.

Терезелер бөлмелерді табиғи жарықпен жарықтандыру және оларды желдету үшін, ал есіктер көрші бөлмелер арасында немесе бөлме мен сырттың арасындағы байланыс үшін қолданылады. Кейбір жағдайларда үй-жайға үлкен габаритті жабдықты немесе көліктерді әкелу немесе тасымалдау қажет болса, есіктерден басқа қақпалар да орнатылады.

Жаңа ғана аталғандардан басқа, осы топтардың ешқайсысына жатқызуға болмайтын бірқатар құрылымдық элементтер (мысалы, балкондар, кіреберіс платформалар, жертөле терезелеріндегі шұңқырлар және т.б.) бар.

Қолданыстағы үйлердің иелері үшін де, құрылыс салушылар үшін де аз қабатты құрылыс алдында тұрған ең өзекті мәселе мыналарға байланысты: ғимараттың конвертін қалай тез және тиімді оқшаулау, жайлы өмір сүру жағдайларын жасау және саяжай үйін жылыту құнын азайту керек? Ақыр соңында, қалың іргетастың қалыңдығы метрлік қабырғалары бар массивтік іргетасқа көптеген жылдар бойы целлюлозаны салуға болады немесе оның орнына жылу оқшаулау жүйесін құру үшін заманауи технологияларды қолдануға болады.

Егер әзірлеуші заманауи жылу оқшаулау шешімдерінің пайдасына таңдау жасаса, онда ол келесі сұрақтарға тап болады:

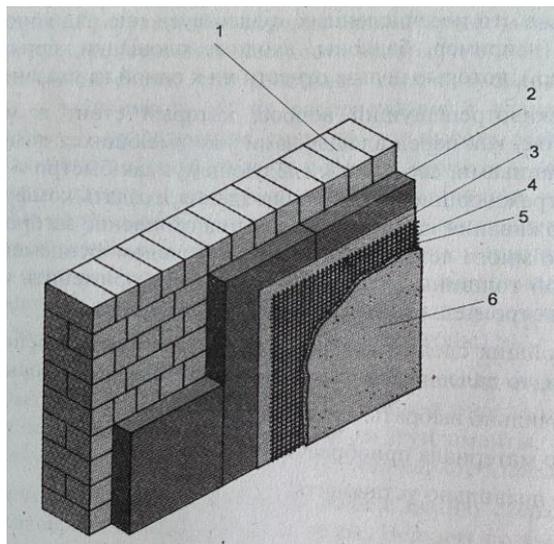
- Дұрыс материалды қалай таңдауға болады?
- Қанша материал сатып алуым керек?
- Оны қалай дұрыс орнату керек?

3 ӘДІСТЕР

Төмен қабатты және коттедждік құрылыстың заманауи тәжірибесінде жиі қолданылатын құрылыс конверттерін жылу оқшаулаудың типтік шешімдері қысқаша қарастырылды [4-6].

Кешенді жылу оқшаулау жүйесі. Кешенді жылу оқшаулау жүйесі (жылу қабығы) (**1-сурет**) ол жаңа құрылыста да, қолданыстағы ғимараттарды қайта құру немесе күрделі жөндеу кезінде де қолданыла алады. Ол барлық сыланған қасбеттерге арналған, бірақ сыртқы түрі қараусыз қалған қатты зақымдалған кірпіш қасбеттерге де жарамды. Қабырғаның сыртқы бетіне (қайта құру кезінде – тікелей сыртқы сылақтың ескі қабатына) жылу оқшаулағыш материал қабаты жабыстырылады, содан кейін ол қабырғаға түйреуіштермен қосымша бекітіледі, тоқылған арматурамен нығайтылады және гипстің екі қабатымен жабылады.

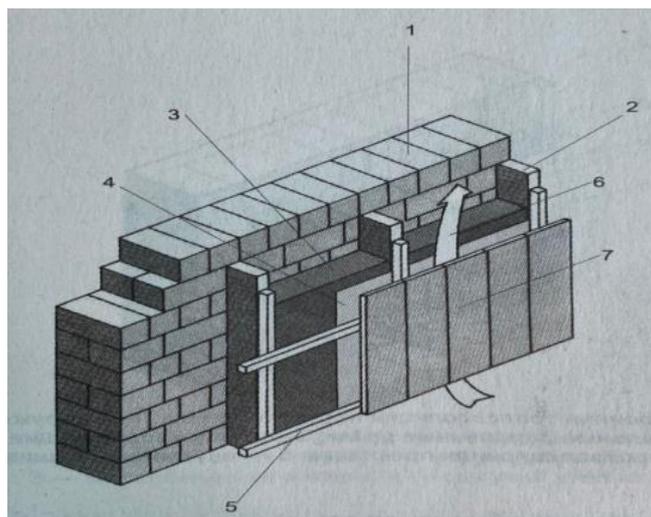
Бұл қасбеттерді оқшаулау жүйесі Германияда 1957 жылдан бері қолданылып келеді. Беларусь Республикасында 1996 жылдан бастап «сармат» компаниясы шығарған «Термошуба» көп қабатты оқшаулаудың ұқсас жүйесі жаппай қолдануға ұсынылды.



1-сурет – Біріктірілген жылу оқшаулау жүйесі (жылу қабығы):

1 – сыртқы қабырға; 2 – жылу оқшаулағыш тақталар (1 немесе 2 қабат); 3 – сылақ қабаты; 4 – түйреуіш немесе дубль; 5 – арматуралық шыны талшық; 6 – 2 қабаттағы сыртқы сылақ.

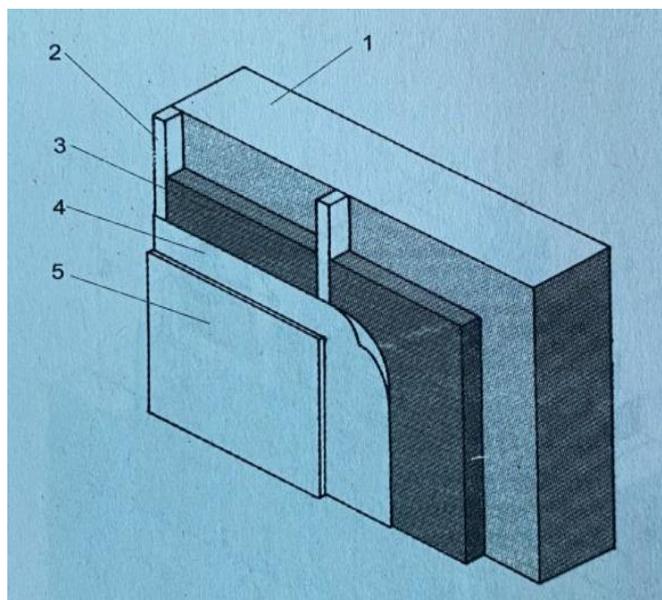
Аспалы желдетілетін қасбеттер. Желдеткіш каналдар жүйесі бар аспалы қасбеттер (**2-сурет**) кірпіш қасбеттер күннің, жаңбырдың және желдің қарқынды әсерінен эрозияға ұшыраған кезде, сондай-ақ қасбеттің көркемдік дизайнына баса назар аудару қажет болған жағдайларда қолданылады. Топсалы қасбеттер құрылымдық жағынан күрделірек, оларды жобалау көп уақытты қажеттететін процесс, сондықтан олар жылуоқшаулау жүйелеріне қарағанда қымбатырақ «жылу қабығы» сияқты. Бірақ олардың артықшылығы-олар алдыңғы нұсқаға қарағанда қасбеттердің сәулеттік және көркемдік дизайны бойынша көптеген мүмкіндіктерді ұсынады.



2-сурет – Желдеткіш каналдар жүйесі бар аспалы қасбет:

1 – сыртқы қабырға; 2 – тік ағаш тақтайшалар; 3 – жылу оқшаулағыш плиталар; 4 – диффузиялық өткізгіш парақ; 5 – ағаш жәшік; 6 – желдетілетін ауа саңылауы; 7 – сыртқы ағаш қаптау.

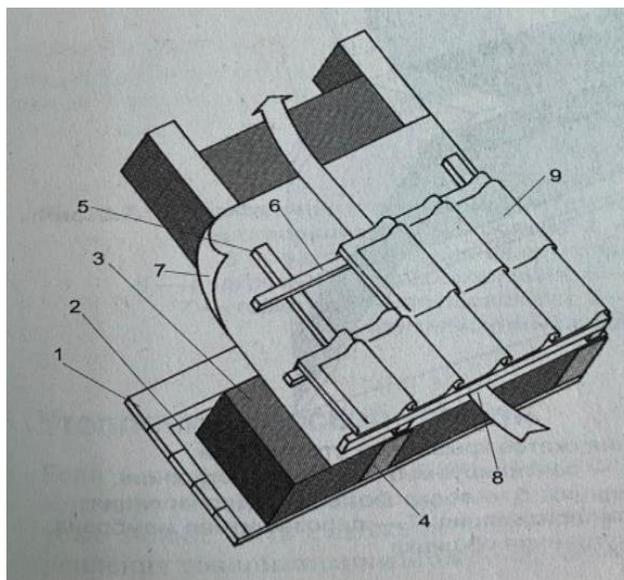
Жылу оқшаулау. Ғимараттың сыртқы қабырғаларының ішкі жағына жылу оқшаулауын орнатудың нұсқасы көрсетілген (**3-сурет**). Жаңа құрылыста әдетте сыртқы жылу оқшаулауына артықшылық беріледі, өйткені ішкі жағынан жылу оқшаулауын орнату тұрғын үйді азайтады. Бірақ ішкі жылу оқшаулағышы бар нұсқа ежелгі ескерткіштер болып табылатын немесе жай ғана әдемі, жақсы сақталған қасбеттері бар ғимараттарды қалпына келтіруге жарамды. Ішкі жылу оқшаулауын орнату ішкі бөлмелерді ауқымды жөндеу кезінде жүзеге асырылуы мүмкін. Бұл шешім сыртқы жылу оқшаулауын орнату мүмкін болмаған жағдайда таңдалуы керек.



3-сурет – Сыртқы қабырғаның ішкі жылу оқшаулауы:
 1 – сыртқы қабырға; 2 – тік ағаш тақтайшалар; 3 – жылу оқшаулағыш тақталар;
 4 – бу тосқауылы; 5 – ішкі қаптама.

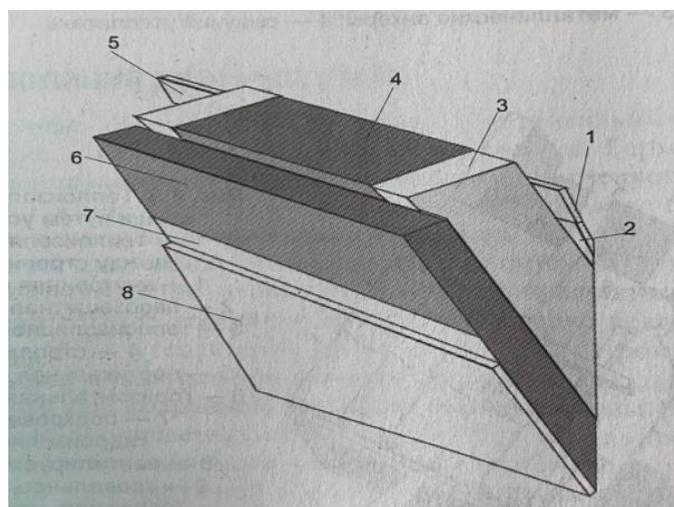
Екі қабатты қабырғалардың жылу оқшаулауы. Екі қабатты қабырғалар – тік ауа саңылауы бар қос қабырғалар – дәстүрлі құрылыс әдісі болып табылатын Солтүстік Германияда жиі кездеседі. Бұл тас қалау әдісі Ресейде де қолданылады. Мұндай қос қабықшалы құрылымдар ауа саңылауларын жою үшін тығыздағыш материалды аяқтау арқылы қабырға қабықтары арасында қосымша жылу оқшаулағыш қабатын салуға мүмкіндік береді. Жаңа құрылыс кезінде жеңіл кірпіштегі қуыстарды құрылыс кезінде дереу бос оқшаулаумен толтыру ұсынылады. Қолданыстағы ғимараттарды қайта құру және күрделі жөндеу кезінде, тәжірибе көрсеткендей, егер қабырғаның сыртқы қабығы бүтін болса (жарықсыз) және диффузиялық өткізгіш беттері (қабатты бу өткізбейтін клинкер кірпішті немесе бояуды қолданбай), сыртқы желдеткіштің бар қабырғаның қабығы қатаң қажет емес.

Шатырдың беткейлерінің жылу оқшаулауы. Итарқалар арасында жылу оқшаулағыш қабатын орнату арқылы шатыр беткейлерінің жылу оқшаулауын (**4-сурет**) шатырдың кеңістігі әлі жабдықталмаған болса, ішкі жағынан жасауға болады. Шатырды жаңарту қажет болған жағдайда, жылуоқшаулағыш материалды орнату сырттан жасалуы мүмкін. Егер шатыр жабыны жақсы күйде болса және ішкі қаптаманы сақтауғалайық болса, жылуоқшаулағыштығына шатырдың үстіндегі шатырдың кеңістігінен сөрелер арасындағы кеңістікке көлемді жылуоқшаулағыш материалдарды үрлеу арқылық ол жеткізуге болады. Кезкелген жағдайда, шатыр мен шатырдың арасындағы шығатын желдету арналары сақталуы керек.



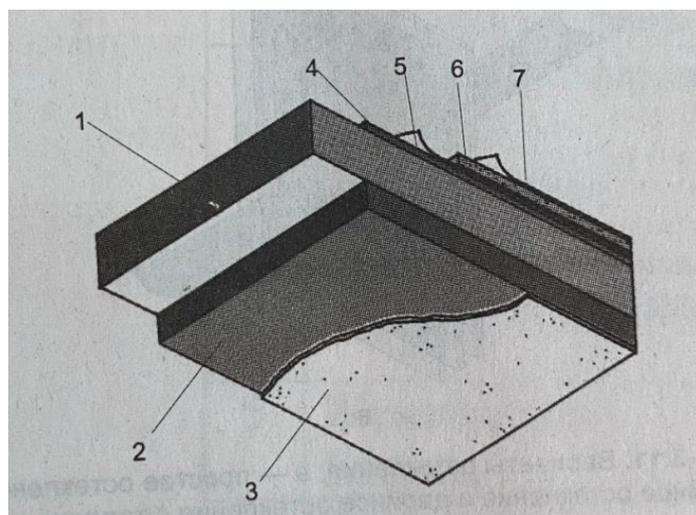
4-сурет – Стропилалар арасында жылуоқшаулауын орнату арқылы шатырдың беткейлерін жылу оқшаулау: 1 – ішкі төсем; 2 – булардың тосқауылы мембранасы; 3 – жылу оқшаулағыш тақталар; 4 – арқалықтар; 5 – тік қаптама; 6 – көлденең қаптау; 7 – шатыр астындағы гидроизоляция; 8 – желдетілетін саңылау; 9 – шатыр жабыны (мысалы, черепица).

Стропила астындағы шатыр беткейлерінің жылу оқшаулауы. Стропилардың астындағы шатыр беткейлерінің жылу оқшаулауы (**5-сурет**) алдыңғы нұсқаға сәйкес стропилар арасындағы жылу оқшаулауына қосымша ретінде ұсынылады. Стропилардың астындағы қосымша оқшаулау қабаты рафтерлер арасында оқшаулауды орнатқаннан кейін әлі де сақталатын жылу көпірлерінің әсерін азайтады.



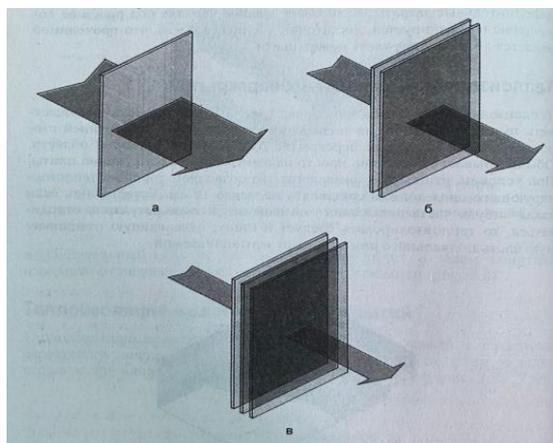
5-сурет – Шатырдың төбелерін стропилардың астына жылу оқшаулау: 1 – шатыр жабыны; 2 – желдетілетін алшақтық; 3 – стропила; 4 – аралық жылу оқшаулау; 5 – шатыр астындағы гидрооқшаулағыш; 6 – қосымша ішкі жылу оқшаулау; 7 – будан қорғайтын мембрана; 8 – ішкі қаптау.

Жертөле қабаттарының жылу оқшаулауы. Төменгі қабаттың еденінің жылу оқшаулауы (**6-сурет**) жертөленің ішкі жағынан жертөле қабатының жылу оқшаулауымен жақсы жүзеге асырылады. Содан кейін бүкіл қабаттасу жылы жерде болады. Әдетте оқшаулағыш тақталарға жабысып қалу жеткілікті. Бөлменің биіктігі осыған мүмкіндік беретін жағдайда, жылу оқшаулағыш қабатының қалыңдығы кем дегенде 10 см болуы керек.



6-сурет – Жертөле едендерін жылу оқшаулау:
 1 – жабын тақтасы; 2 – оқшаулау; 3 – сылақ; 4 – стяжка;
 5 – гидрооқшаулағыш; 6 – оқшаулау; 7 – орамды еден жабыны.

Шыны таңдау. Бүгінгі таңда терезелерді таңдау өте кең, оның ішінде екі қабатты терезелер мен жылу оқшаулағыш әйнектері бар терезелер (**7-сурет**). Жоғары сапалы оқшауланған екі қабатты терезелер (екі қабатты әйнек) 1,5-тен 0,9 Вт/(м²×К) дейін жылу оқшаулау коэффициентіне ие. Жылу оқшаулағыш екі қабатты терезелердің салмағы мен қалыңдығы жылу оқшаулаусыз ескі екі қабатты терезелермен бірдей болғандықтан, қолда бар жақтауларды сақтай отырып, екі қабатты терезелерді ауыстырумен шектелуге болады.



7-сурет – Шынылау нұсқалары: а – қарапайым шынылау; б – екі қабатты әйнек және жылу оқшаулағышы бар екі қабатты әйнек; с – жылу оқшаулағышы бар үш қабатты әйнек.

4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Сыртқы қабырғалардың сәулеттік және көркемдік дизайны ғимараттың қоршау құрылымдарының басқа элементтеріне қарағанда ерекше маңызды рөл атқарады. Демек, олар үшін жылу оқшаулау жүйесін мүмкіндігінше сәулеттік шешімге деген барлық тілектер ескеріліп, сәйкесінше барлық қолданыстағы ережелер мен техникалық нормалар ескерілетіндей етіп таңдау керек. Сонымен қатар, ескі үйлер үшін, әдетте, екі тәсіл мүмкін: біріншіден, қолданыстағы ғимараттың стилін мүмкіндігінше сақтай аламыз, екіншіден, бұл үшін жаңа материалдарды қолдана отырып, сәулеттік шешімді түбегейлі өзгерте аламыз. Бірақ сонымен бірге қасбеттер әрқашан терезелермен өзара байланысты болу керек және де оларды жаңарту кешенде жүзеге асырылуы қажет.

4 ҚОРЫТЫНДЫ

Жұмысты жоспарлау және жүзеге асыру кезінде көтергіштікке, дыбыс пен жылу оқшаулауға қатысты барлық техникалық нормалар мен талаптарды сақтау қажет. Әрі қарай, жергілікті дәстүрлер мен талаптарды ескере отырып, көршілес учаскелер мен ғимараттар арасындағы шекті арақашықтықтар, көршілес учаскелер мен ғимараттар арасындағы мүмкіндіктер, сәулеттік ландшафтты өзгерту мүмкіндіктері бар мәселелерді шешу, сондай-ақ өртке қарсы қауіпсіздік талаптарын анықтау қажет. Өрт қауіпсіздігі талаптарымен мәселе ең оңай шешіледі: олар жергілікті құрылыс ережелерінде нақты анықталған. Ғимараттың биіктігіне, іргелес аумақтарды пайдалануға және іргелес орналасқан ғимараттардан қашықтыққа байланысты ғимараттың қоршау құрылымдарының элементтері қалыпты тұтанғыш материалдардан (құрылыс класы В2), жануы қиын (құрылыс класы В1) немесе жанбайтын (құрылыс класы А1) материалдардан жасалуы керек.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Қазақстан Республикасы «Энергия үнемдеу және энергетика тиімділігін арттыру» заңы, 2012 жыл 13 қаңтар №541-IV <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/Z1200000541>
2. Табуньшиков Ю.А., Бродах М.М., Шилкин Н.В. Энергоэффективные здания. – М.: AVOK-PRESS, 2015. – 200 с.
3. Лукутин Б.В. Возобновляемые источники генерации: Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского Политехнического университета, 2018. – 187 с.
4. Опарина Л.А. Основы ресурс- и энергосбережения в строительстве: Учебное пособие. – Иваново: ПресСто, 2014. – 256 с.
6. Монтаев С.А., Нарманова Р.А., Шакешев Б.Т., Әдилова Н.Б., Нариков Қ.А. Учебное пособие. – Қызылорда, 2016. – 232 с.

УДК 628.113.1(274)

ВОЗМОЖНОСТЬ И ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ИСКУССТВЕННОГО ПОПОЛНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД С ЦЕЛЬЮ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Оразымбет Қ.Б.

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы искусственного увеличения запасов грунтовых вод современного состояния, пригодных для систем водоснабжения разных стран. В статье приводятся решения этого вопроса в мировой практике.

Ключевые слова: водоснабжение, подземные воды, искусственное пополнение, дебит, город, рациональное использование, водосбережение.

Аңдатпа. Мақалада әртүрлі елдердегі сумен жабдықтау жүйелеріне жарамды жер асты суларының қорын жасанды түрде ұлғайту мәселелері қарастырылған. Мақалада бұл мәселенің әлемдік тәжірибеде шешу жолдары қарастырылған.

Түйін сөздер: сумен қамтамасыз ету, жер асты сулары, жасанды толықтыру, агын жылдамдығы, қала, ұтымды пайдалану, суды үнемдеу.

Abstract. The article discusses the issues of artificially increasing groundwater reserves in the current state, suitable for water supply systems in different countries. The article provides solutions to this issue in world practice.

Key words: water supply, groundwater, artificial replenishment, flow rate, city, rational use, water conservation.

1 ВВЕДЕНИЕ

Вода считается обильным, неисчерпаемым природным ресурсом, однако возможность ее использования ограничена, прежде всего, различными факторами, в том числе факторами окружающей среды. Невиданный рост мировой экономики в XX веке, демографический взрыв и последующее усиление антропогенной нагрузки на экосистемы и естественные водоемы стали причиной дефицита воды во многих регионах земного шара.

В 2002 году глобальная водообеспеченность на душу населения сократилось почти вдвое по сравнению с 1970 годом, но к 2050 году следует ожидать дальнейшего снижения в полтора раза по сравнению с уровнем 2002 года (**Рисунок 1**). Прогнозируемый рост дефицита воды, от которого пострадает более половины населения нашей планеты, заставляет говорить о возникновении глобального водного кризиса [1].

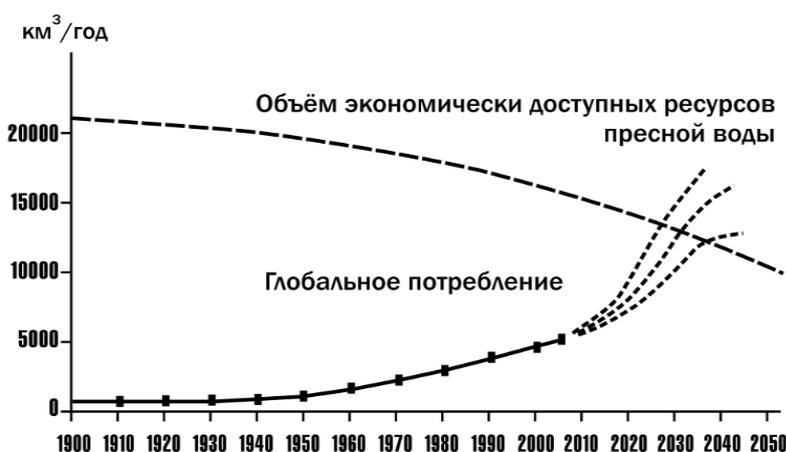


Рисунок 1 – Потребление воды и сокращение ее ресурсов вследствие антропогенных причин

Наряду со стоком рек в оценку мировых водных ресурсов включается стоки подземной воды [2]. Расположение подземной воды в верхней части земной коры обусловлено также усилением антропогенного воздействия (увеличение водозабора, рост источников различных загрязнений и т. д.) на разные водные объекты и постоянными изменениями климата. Следует признать, что для регионов с нехваткой воды исследование подземных вод, определение их запасов и рациональное использование подземных вод можно рассматривать как одно из направлений приспособления к изменению климата [3], позволяющее снизить его последствия прежде на засухе и тепловом стрессе.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Ожидаемые тенденции роста потребления воды и снижения обеспеченности водными ресурсами в Казахстане могут привести к существенной (до 50%) нехватке водных ресурсов. Казахстан уже входит в число стран, остро нуждающихся в питьевой воде. Один из самых крупных городов страны, Алматы, впервые столкнулся с проблемой нехватки воды в 2023г., помимо этого в мегаполисе изношены около 55% водопроводных сетей [1].

Алматы развивается, присоединяя к себе все новые районы, его жизнедеятельность невозможна без достаточного количества воды. На сегодняшний день система водоснабжения и водоотведения нашей южной столицы является крупнейшей в Республике и обслуживает более двух миллионов горожан и жителей прилегающих районов области. Вода необходима не только для хозяйственно-питьевых нужд населения, но и для производственно-техни-

ческих нужд промышленных предприятий, котельных, ТЭЦ. Мегаполис обеспечивается водой на более 70% из подземных источников и не меньше 30% — из поверхностных [4].

При росте населения города до пяти миллионов нельзя рассчитывать только на использование поверхностных вод рек и освоение новых участков подземных вод. Сейчас качество речной воды в силу отсутствия централизованной канализации в плотно заселенных предгорьях, из-за слива канализационных стоков в русла рек оставляет желать лучшего. Хотя город обеспечен обильными запасами подземных вод, они быстро истощаются (**Рисунок 2**).

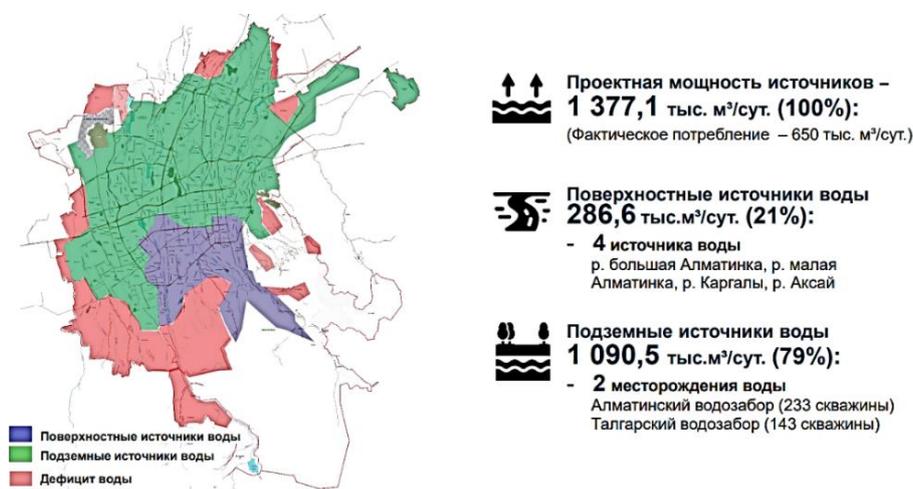


Рисунок 2 – Общая характеристика источников воды г. Алматы (2021 г.)

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Уровень грунтовых вод снижается по всей стране, поскольку забор воды превышает скорость естественного пополнения водоносных горизонтов, называемого уровнем пополнения.

В силу этого искусственное пополнение запасов (ИПЗ) грунтовых вод является одним из важных методов решения борьбы с понижением уровня воды. Подземные воды могут быть искусственно пополнены путем перенаправления воды по поверхности земли через каналы, инфильтрационные бассейны или пруды, добавления оросительных борозд или спринклерных систем, или просто закачки воды непосредственно в недра через нагнетательные скважины.

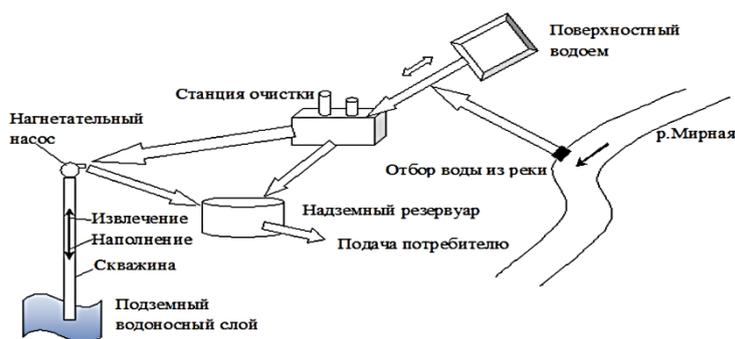


Рисунок 3 – Схема сооружений искусственного пополнения запасов подземных вод на р. Мирная, штат Флорида.

В западной цивилизации схемы искусственных подпиток подземных вод эксплуатируются уже на протяжении более сотни лет. Например, в США в течение последних 20 лет произошло заметное увеличение числа скважинных схем ИПЗ. Если в 1985 г. было всего 3

схемы скважинных ИПЗ, то к 2014 г. их стало 204. Наряду с увеличением скважинных схем в США также наблюдается сдвиг в сторону роста схем ИПЗ для решения крупных региональных проблем, а не обустройства отдельных единичных скважин для небольших локальных потребностей. К примеру, в местечке Эверглейдс (Флорида) создано 330 скважин общей мощностью 6,4 тыс. м³ /сут.; Нью-Йорк – мощность ИПЗ 0,85 тыс. м³ /сут.; Калифорния – 0,23 тыс. м³ /сут.; Сан-Антонио, Техас – 0,23 тыс. м³ /сут. Типичной схемой использования сооружений ИПЗ является скважинная схема искусственного пополнения из реки Мирная, штат Флорида (Рисунок 3) [5].

Германия

В Германии широко используется береговая инфильтрация путем устройства скважин или дренажей рядом с озером, рекой и подземную воду забирают через эти скважины, которая, в свою очередь, пополняется инфильтрационными водами рек и озер. В процессе инфильтрации вода рек и озер очищается за счет прохождения через почву и грунты, от дна водоемов до подземного водоносного слоя, и попадает в подземный слой уже предварительно частично очищенной [6].

Ежегодная добыча подземных вод, включая родниковую, непрерывно снижается с 1990 г. примерно с 4,8 млрд м³ и стабилизировалась на уровне около 3,6 млрд м³ с 2010 г. С 2015 г. незначительно увеличивается как общий объем добываемой воды, так и объем подземных и родниковых вод составляют 6,1 млрд м³ (29,3%), за ними следуют озерные и вдхр. воды с 1 млрд м³ (5%), фильтрация берегов рек с 0,9 млрд м³ (4,2%) и усиленное пополнение подземных вод с 0,5 млрд м³ (2,4%) (Рисунок 4).

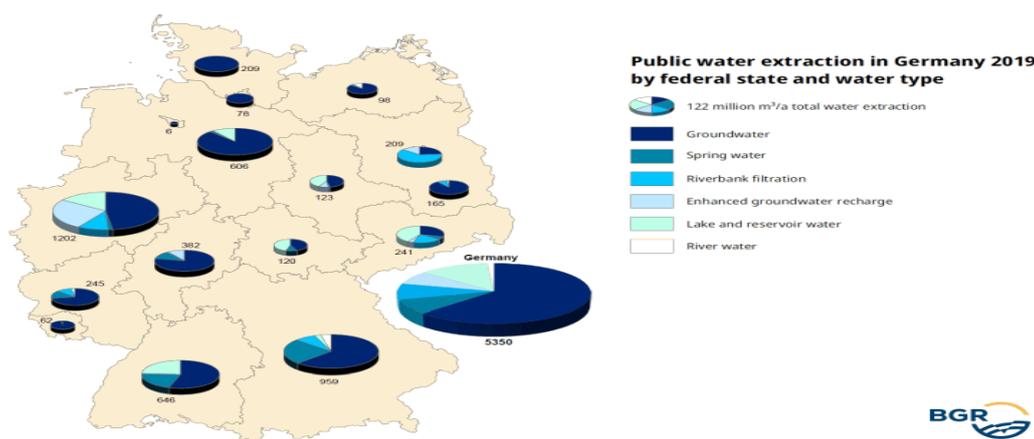


Рисунок 4 – Общественное водоснабжение Германии 2019 г. по федеральной земле и типу воды по данным DESTATIS.

Израиль

Израиль – страна с крайне ограниченными водными запасами. По статистике в среднем в каждые 3 из 5 лет в Израиле случается засуха, подземные источники начинают опустошаться быстрее, чем они успевают естественно пополняться, и страна переходит в режим строгой экономии воды. Больше половины территории Израиля (65%) занимает пустыня Негев, в которой ежегодно выпадает не более 35 мм осадков; на севере же страны может выпадать в среднем 700 мм осадков за год. Ввиду острой нехватки естественных источников воды Израиль стремится использовать и эти скудные дождевые осадки в виде источников питьевой воды. Сезон дождей длится с ноября по апрель, однако в засушливые годы его может и не быть. В сезон дождей осадки собирают и нагнетают под землю в схемы ИПЗ, а затем в сухой сезон используют их. С целью увеличения количества дождей в течение почти 30 лет Израиль проводит работы по искусственному влиянию на облака для вызова атмосферных осадков, это привело к увеличению ливней на 10–15% [7].

В стране объемы искусственного пополнения колебались от максимального 62 млн м³/год, до минимального – 4 млн м³/год, в зависимости от наличия естественных источников начальной или сырой воды, используемой для пополнения запасов подземных вод. В среднем, 26 млн м³/год, или 7,5% свыше среднего естественного пополнения было искусственно восполнено за 23-летний период к 1993 г. Одна из самых больших схем искусственного восполнения водных ресурсов в Израиле – это проект района Дэна, в котором подземный водоносный слой используется как место, или среда для улучшения качества сточных вод г. Тель-Авив. Восстановленная под землей вода используется затем для ирригации и за пятилетний период (1991–1996 гг.) таким путем было предоставлено около 400 млн м³ воды.

Большая часть пресной воды (37% водоснабжения Израиля в 2011 г.) в Израиле добывается из двух крупных подземных водоносных горизонтов: Прибрежный и Горный. Вода в них частично восполняется за счет дождей, но также и искусственно — за счет захвата и перенаправления паводков и закачки предварительно отфильтрованных и обеззараженных сточных вод.

Россия

Россия занимает 2-е место в мире после Бразилии по объему подземного стока и поверхностных (речных) вод (**Рисунок 5**).

Россия обладает около 8,5% мировых водных ресурсов которая является наиболее динамической частью пресной воды. Россия занимает 30-е место в мире по количеству речных и подземных вод на душу населения. Таким образом, каждый житель страны получает около 30 тыс. м³ пресной воды (2014 г.), а средний мировой показатель составляет 6 тыс. м³. Несмотря на мировое лидерство России по потенциалу водных ресурсов, их распределение по территории страны характеризуется значительной неравномерностью тенденции роста в условиях изменения климата.

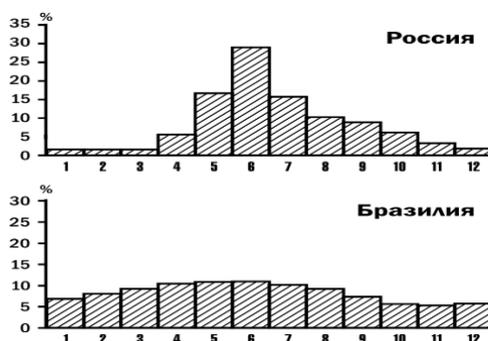


Рисунок 5 – Внутригодовое (по месяцам) распределение водных ресурсов 2 стран (в %)

Таким образом, проблемы обеспечения водными ресурсами (в том числе подземными) особенно остро стоят для регионов юга Западной Сибири, Восточного Кавказа и Европейской России, а также Среднего и Южного Урала. В случае прогнозируемого усиления аридизации климатных условий [8] дефицит воды в этих регионах планируется только возрастать.

Оценочные ресурсы Российской Федерации подземных вод для питьевого водоснабжения и технической эксплуатации составляют 914 млн в м³/сутки. Около 70% оцененных ресурсов подземных вод сосредоточено в азиатской части РФ и приходится на 3 федеральных округа (Дальний Восток – 21,2%, Сибирь – 28,5%, и Урал – 19,9%). Наименьшими запасами подземных вод обладают Северо-Кавказский (2%) и Южный (2%) федеральные округа. Распределение ресурсов подземных вод не только отличается неравномерностью, но и объемы их использования неравномерны. По официальным данным, только в 35 субъектах РФ доля подземных вод в хозяйственно-питьевом водоснабжении существенно преобладает (от 70 до 100%), а в 12 субъектах РФ доля их использования не превышает не превышать 10%–20%.

Проблема искусственного пополнения подземных вод, в частности, за счет использования подземных и поверхностных потоков вод, и способы ее осуществления зачастую связаны со специфическими геологическими и гидрогеологическими условиями изучаемой территории, ее гидрографической сетью, топографией и, в частности гидрологические условия там.

Конструкции с инфильтрационными бассейнами нашли наибольшее применение в системах ИВПВ в РФ. Они представляют собой систему бассейнов с нижним слоем песка (**Рисунок 6**).

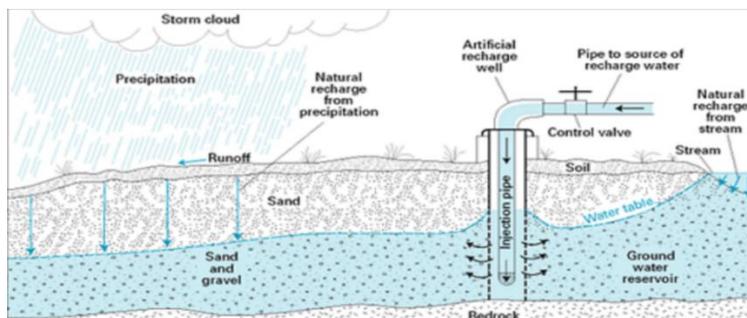


Рисунок 6 – Принцип искусственного восполнения

По специальным трубопроводам вода из поверхностного источника закачивается в бассейны, фильтруется со дна бассейна, просачиваясь в подземный водоносный горизонт и заполняет впадины, образовавшиеся при использовании водяных скважин. В результате ресурсы подземных вод и их уровень восстанавливаются, а водоемы периодически очищаются. Их длина 200–400 м, ширина 15–30 м, глубина 1,5–2 м.

Инфильтрационная конструкция закрытого вида предлагается применять в тех случаях, когда на поверхности залегают сравнительно малопроницаемые породы или когда зона аэрации имеет слоистое строение. Они часто встречаются на территориях со сложными условиями для строительства и эксплуатации открытых инфильтрационных сооружений.

Важно понимать, что изменения гидродинамических условий, которые могут быть вызваны различными техногенными причинами, способствуют загрязнению используемых горизонтов подземных вод. Это может быть вызвано поступлением воды с глубоких горизонтов, не соответствующей установленным нормам питьевого водоснабжения. Согласно сообщению правительства, такие негативные явления сложились в Тульско-Новомосковской агломерации, в промышленной зоне Екатеринбурга и Санкт-Петербурга. Интенсивная откачка подземных вод не только повышает их уязвимость к загрязнению, но и способствует усилению экзогеодинамических процессов. В среднем на каждый метр понижения уровня грунтовых вод поверхность земли опускается на 0,1–1,0 см [9] (**Рисунок 7**).

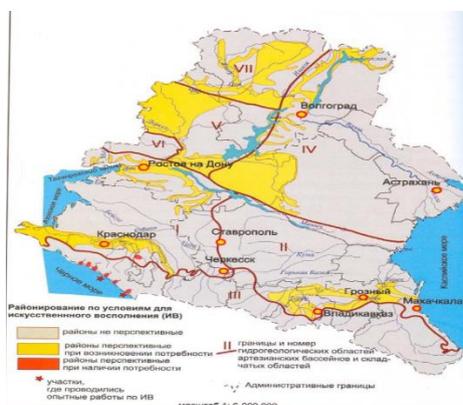


Рисунок 7 – Районирование территории юга России по возможности искусственного восполнения подземных вод.

Китай

Водные ресурсы Китая сегодня претерпевают серьезнейшее антропогенное воздействие.

В северной части Китая жители все время страдают от нехватки воды. Когда-то Северо-Китайская равнина была главным поставщиком зерна на пространстве мирового рынка. Но снижение объема осадков заставило фермеров прибегнуть копать колодцы, и использовать подземные воды для орошения и бытовых нужд (**Рисунок 8**).

Но чрезмерная эксплуатация подземных вод привела к проседанию и понижению уровня подземных вод. По полученным данным известно, что уровень грунтовых вод в северной части Северо-Китайской равнины снижается на 1–1,5 м в год, а в провинции Хэбэй снижение этого уровня достигает 3 м в год.

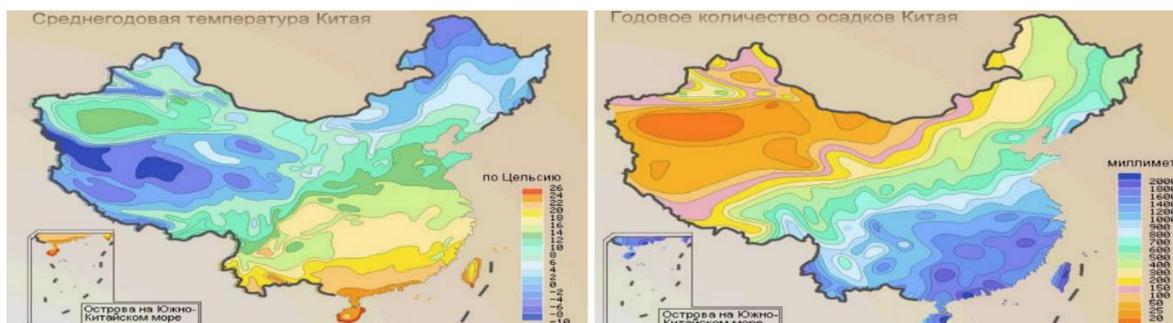


Рисунок 8 – Карта-схема среднегодовых значений температуры и осадков Китая

В Китае из 660 городов 400 городов испытывают недостаток воды, а 110 городов ощущают острую нехватку. Пекин тоже входит в их число. В Пекине 70% воды добывается из подземных источников. Чрезмерное использование этих вод снижает уровень воды, что приближает его к критическому уровню. Возле Пекина, чтобы качать воду из глубоких колодцев, уже сейчас нужно бурить скважину глубиной больше 1000 м, что значительно увеличивает стоимость воды. Ситуации помогает тот факт, что вода поступает в столицу из соседних регионов. Учитывая большое население вокруг Пекина, здесь нет рек. Количество воды на одного жителя столицы составляет 128 м³, что составляет 26 от средней нормы на одного жителя Японии. Большая часть поверхностных вод поступает из водохранилища Гуантин к северу от столицы и водохранилища Миунь в провинции Хубэй. Однако в последнее время уровень воды в водохранилище Гуантин продолжает снижаться. На данный момент вода из водохранилища Гуантин поступает с опережением графика и обеспечивает более 70% водопроводной воды Пекина.

Дефицит воды вызван не только уменьшением количества осадков, но и уменьшением водозадержания в горных хребтах (**Рисунок 9**).

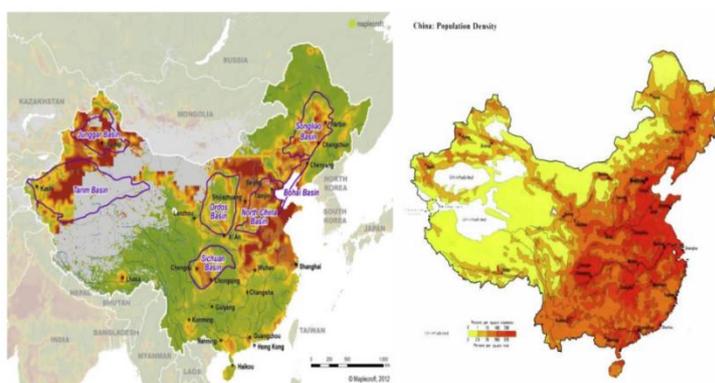


Рисунок 9 – Районы Китая с водным дефицитом.

В Японии из открытого крана течет чистая и вкусная вода, чего нельзя сказать о водопроводной воде в Китае. Сырая вода из-под кранов непригодна для питья, поскольку качество воды в реках и озерах низкое. 50% воды в городах не удовлетворяет потребности в питьевой воде. Примерно для 300 миллионов человек питьевая вода небезопасна из-за стоков с заводов и таунхаусов, горнодобывающей промышленности, навоза, химических удобрений и тяжелых металлов. Кроме того, возросло загрязнение подземных вод. В 2010 году, по результатам последнего исследования качества воды в 4110 точках в 182 городах Китая, 60% точек качество воды было оценено сопоставимым или очень плохим [11].

Чтобы уменьшить дефицит воды в северной части Китая, в 2002 году был задуман проект и началось строительство каналов для переброски воды с юга на север страны: планировалось отвести воду из р. Янцзы по трем каналам – восточному, западному и среднему – в северную часть (Тяньцзинь, Пекин и провинции Хэбэй). Но этот план реализуется медленно во всех направлениях из-за больших расстояний (длина среднего канала 1246 км при перепаде высот 80–450 м между реками Янцзы и Хуанхэ).

Таблица 1 – Характеристика крупнейших рек Китая

Название	Длина, км	Водосборная площадь, км ²	Годовой сток, км ³
Янцзы	6300	1808500	951,3
Хуанхэ	5464	752443	66,1
Сунхуацзян (Сунгари)	2308	557180	76,2
Чжунцзян (Жемчужная, Сицзян)	2214	453690	333,8
Тарим	2092	ок. 1000000	9,46
Ляохэ	1390	228960	14,8
Хайхэ	1090	263631	22,8
Хуайхэ	1000	269283	74,1

Если расстояние слишком велико, больших потерь воды из-за чрезмерного испарения не избежать. А сама река Янцзы очень загрязнена и нуждается в дальнейшей очистке. В случае наступления засушливого сезона есть опасения, что это повлияет на судоходство и экосистему реки.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

Большие объемы извлечения подземных вод в Израиле вызвали понижение уровней грунтовых вод и, как следствие, это резко повлияло на водные ключи и родники. Например, родник Яркон высох после предыдущего отбора в 220 млн м³/год, и общий годовой расход родника Таниним уменьшился с 110 млн м³/год до 30 млн м³/год (**Рисунок 5**) [5].

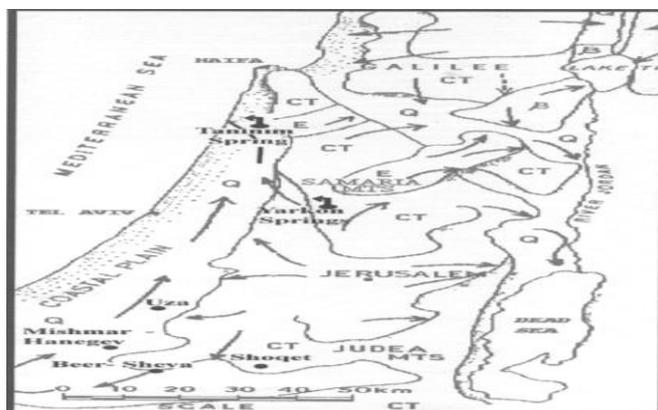


Рисунок 10 – Концептуальная модель стока водоносного горизонта Яркон-Таниним, предложенная Манделем (1961) и Байдой и др. (1970). В модели вода из региона Беэр-Шева должна течь на север, чтобы стекать к источникам Яркон и Таниним.

Качество поверхностных вод в России весьма неудовлетворительное. Из-за загрязнения вода, добываемая из Днепра, Волги, Кубани, Дона, Оби, Енисея, Амура, Иртыша, Северной Двины, Камы, Лены, Печоры и многих других озер, требует специальной подготовки. Водоснабжение сельских населенных пунктов осуществляется преимущественно из подземных источников [10].

В связи с урбанизацией в Китае, из-за массового использования туалетов, душевых и стиральных машин, потребление воды значительно возросло несмотря на то, что в основном используются подземные воды. Поэтому принимаются меры по экономии воды. Например, в Пекине в туалетах запрещено использование смывных бачков емкостью более 9 литров, ускоряющих поток нечистот. Кроме того, решается вопрос о повышении тарифов на воду с целью ограничения ненужного водопотребления. В 2005 году цена водопроводной воды в Пекине составляла 3,7 юаня за тонну. Конечно, эта цена ниже, чем, например, в Японии или США. Но нельзя просто поднять цену на воду, потому что это ляжет тяжелым бременем на малоимущие слои населения.

5 ВЫВОДЫ

Таким образом, можно увидеть, как во многих странах применяются схемы искусственного пополнения запасов подземных вод. Проблема уменьшения запасов подземных вод и нехватка пресной питьевой воды становится все более острой, поэтому весьма актуальным является изучение передового зарубежного опыта разных стран в области искусственного увеличения запасов природных подземных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. V.I. Danilov-Danilyan. Water resources of the world and prospects of the water management complex of Russia. — М.: ООО "Tipography LEVKO", Institute of Sustainable Development/Center of Environmental Policy of Russia, 2009. — 88 p. <https://news.mail.ru/society/58165018/?ysclid=ltpg7d053j108279617>
2. Zayats D.V. Problems of assessing the natural resource potential of Russia and its place in world rankings // Regional studies. 2016. No 3 (53). pp. 50–57.
3. Medvedkov A.A. Geocological response of mid-taiga landscapes of the Yenisei Siberia to climate warming at the end of the 20th – beginning of the 21st centuries. Geocology. Engineering Geology. Hydrogeology. Geocryology. 2014. No. 6. pp. 541–552.
4. Development of engineering infrastructure in Almaty. Almaty, 2021. [Electronic resources] <https://reliefexpert.ru/vodoprovod/kak-ustroeno-vodosnabzhenie-goroda-almaty-rasskazal-ekspert/?ysclid=ls66vgdusm878590651>
5. Dr Murray R. Artificial Recharge: The intentional banking and treating of water in aquifers / R. Murray, 2008. Pretoria, South Africa.
6. Peace River Facility. Karlsruher Stra.e 84 [Electronic resources] http://www.regionalwater.org/page_id=1198. Peace River Facility. Karlsruher Stra.e 84, D-76139 Karlsruhe, Germany.
7. Levin M.I. Water as an exhaustible resource: the example of Israel / M.I. Levin, N.V. Shilova. М., 2009
8. Kizyaev B.M., Isaeva S.D. Water supply of the Russian Federation in the conditions of global warming // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. 2016. Т. 86. No. 10. pp. 909–914.
9. Gorshkov S. Exodynamics of the environment. М.: MSU, 2005. 152 p..
10. V. A. Vasilenko Water resources for sustainable development / Novosibirsk ECO №.2 2006. pp. 128-139
11. Russian Geographical Society “Water crisis in China” [Electronic resources] <https://xn--80aphn.xn--p1ai/vodnyy-krizis-v-kitae/?ysclid=lswxsnw5542086709>

СХЕМАДАҒЫ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИЯЛЫҚ МЕМБРАНАЛАР АУЫЗ СУ ҚОРЛАРЫН ТАЗАРТЫП ҚОЛДАНУ МҮМКІНДІГІ (РЕЗЕРВУАРЛАРДА ҰЗАҚ УАҚЫТ САҚТАЛАТЫН СУ)

Ж. Сапарбай

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті,
Қызылорда қаласы, Қазақстан

Аңдатпа. Резервуарларда суларды ұзақ сақтау кезінде ауыз су сапасын тазарту және қалпына келтіру үшін ультрафилтрациялық қондырғыларды қолдану мүмкіндігі қарастырылуда. Ұсынылған технологиямен қолданыстағы жүйелерді салыстыру жүргізілді. Осы мақсатта ультрафилтрация қондырғыларын қолданудың артықшылықтары мен кемшіліктері қарастырылады. Қамтамасыз ету үшін резервуарларда, ультрафилтрациялық қондырғыларды қолданудың ҚР объектілерінде орындылығы туралы қорытынды жасалды.

Түйін сөздер: ауыз су, суды сақтау, сақтау ұзақтығы, суды тазарту және қалпына келтіру, ультрафилтрация, ультрафилтрация мембраналары, ультрафилтрациялық модульдер мен қондырғылар.

Аннотация. Рассматривается возможность использования установок ультрафилтрации для очистки и восстановления качества питьевой воды при длительном хранении воды в водоемах. Проведено сравнение существующих систем с предлагаемой технологией. С этой целью рассмотрены преимущества и недостатки использования ультрафилтрационных установок. Сделан вывод о целесообразности использования установок ультрафилтрации в водоемах и объектах продовольствия Республики Казахстан.

Ключевые слова: питьевая вода, хранение воды, продолжительность хранения, очистка и восстановление воды, ультрафилтрация, ультрафилтрационные мембраны, ультрафилтрационные модули и агрегаты.

Abstract. The article considers the possibility of using ultrafiltration units for purification and restoration of drinking water quality during long-term storage of water in reservoirs. A comparison of existing systems with the proposed technology is carried out. For this purpose, the advantages and disadvantages of using ultrafiltration units are considered. A conclusion is made on the feasibility of using ultrafiltration units in reservoirs and food facilities of the Republic of Kazakhstan.

Key words: drinking water, water storage, storage duration, water purification and restoration, ultrafiltration, ultrafiltration membranes, ultrafiltration modules and units.

***Автор-корреспондент: Ж. Сапарбай**
Ғылыми жетекшісі: Г.М. Жакыпова

1 КІРІСПЕ

Ауыз су қорын ұзақ уақыт сақтау қажеттілігі жоғары тазалықтағы сапа мен су Қазақстан Республикасы бірқатар азаматтық нысандардың өзекті міндеті болып табылады. Бұл ең алдымен шаруашылық-ауыз су үшін ауыз су сапасының қорларына қатысты. Резервуарларда ұзақ уақыт сақтау процесінде (әдетте 5 немесе одан да көп күн) судың сапасы теріс өзгерістерге ұшырайды. Мұның себебі-бастапқы сапа сияқты факторлар су, сақтау шарттары (температура, резервуардың тығыздығы), резервуар жасалған материалдардың қасиеттерін, оның күйін резервуарда сақталған суға ластану түсуі мүмкін құрылымдық элементтердің (люктер, тыныс алу құбырларындағы сүзгілер, автоматика элементтері және т.б.). Әдетте, сақтау мерзімінің басында су сапасының нашарлауы микробиологиялық көрсеткіштер бойынша байқалады, бұл жағымсыз органикалық заттардың пайда болуына әкеледі қосылы-

стар мен олардың ыдырау өнімдері. Әрі қарай иіс, дәм, хром, лайлану бойынша органолептикалық көрсеткіштердің нашарлауы байқалады. Нәтижесінде сақталған су белгіленген нормаларға сәйкес келмейді.

2 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

Ауыз су (ішуге, тамақ дайындауға және халықтың басқа да шаруашылық-тұрмыстық қажеттіліктеріне, сондай-ақ тамақ өнімдерін өндіруге арналған) эпидемиологиялық және радиациялық тұрғыдан қауіпсіз, химиялық құрамы жағынан зиянсыз және қолайлы органолептикалық қасиеттерге ие болуы тиіс. Классикалық су дайындау схемаларының сәтсіздікке ұшырауының басты себебі — су көздеріндегі судың үнемі өзгеріп отыратын және нашарлайтын сапасы. Бұған жер үсті және жер асты суларының антропогендік және техногендік ластануы, табиғи факторлар (темір мен марганец қосылыстарының сулы горизонттарының су құрамының жоғарылауы), су көздерін санитарлық қорғау аймақтарының болмауы немесе тиісті емес жағдайы ықпал етеді. ДДҰ — ның сапасыз ауыз суды тұтыну барлық өркениетті елдерде (оның ішінде Қазақстан Республикасында) барлық аурулардың 80%-ға дейін себеп болатынына қатысты деректерін ескере отырып, оның сапасына қойылатын талаптарды үнемі арттыруға көп көңіл бөлінеді [2]. Жер үсті көзінен суды тазарту үшін келесі қолайсыздықтарды қарастыруға болады. Оған суды тазалау үшін қолданылатын реагенттердің көп мөлшері себеп бола алады, реагенттер су өңдеу станциясының жұмысына байланысты жылына 1–2 тоннадан бірнеше жүз тоннаға дейін жетуі мүмкін. Бұл химиялық заттарды тасымалдау, сақтау және пайдалану кезінде белгілі бір сақтау алаңдарын, сондай-ақ қауіпсіздік ережелерін 546 «Молодой учёный». № 49 (444) Молодой ученый Қазақстан. Декабрь 2022 г. сақтауды талап етеді. Маңызды фактордың бірі — олардың жоғары құны, жыл мезгілінің ауысуы бастапқы судың сапасына сонымен қатар, реагенттер саныда да әсер етеді. Көптеген жағдайларда қолданыстағы су тазарту станцияларында қолданылатын дәстүрлі су тазарту әдістері, су көздерінің ластануымен және су сапасына қойылатын талаптардың үнемі жоғарылауымен, табиғи сулардың сапасының тұрақты, үздіксіз нашарлауына байланысты ауыз судың қажетті сапасын қамтамасыз ете алмады [3]. Сол себепті таза ауыз су алудың әлемдік тәжірибесінде және Қазақстанда мембраналық технологияларға деген қызығушылық байқалады. Сүзу мембраналарын олардың бірнеше белгілері бойынша жіктеуге болады. Қолдану саласы бойынша және кеуектердің мөлшеріне байланысты мембраналар келесі түрлерге жіктеледі [4]: микрофльтрациялығы – 0,02–4,00 мкм; ультрафльтрациялығы – 0,02–0,20 мкм; нанофльтрациялығы — 0,001–0,01 мкм; кері осмосығы — 0,0001–0,001 мкм.

3 МАТЕРИАЛДАР МЕН ӘДІСТЕР

Резервуарда сақталған судың сапасының нашарлау процесі бұл өте қарқынды, әсіресе температура кезінде 10 °С және одан жоғары. Пайдалану тәжірибесі көрсеткендей, суды тазарту, дезинфекциялау және консервациялау шараларынсыз сақтаудың максималды мерзімі әдетте 3-5 күннен артық емес. Көрсетілген мерзімнен кейін сақталған судың сапа көрсеткіштерінің нашарлау қарқындылығы тұрақты түрде артады. Бұл SP 31.13330.2012 ережелер жинағында да көрініс тапты [1]. Қажетті сапаны сақтай отырып, резервуарлардағы су қорын сақтау үшін екі қағида қолданылады. Қажетті сапаны сақтай отырып, резервуарлардағы су қорын сақтау үшін екі қағида қолданылады. Бірінші қағида мерзімді жаңартуға негізделген резервуарда сақталған судың бір бөлігін тұщы суға ауыстыру. Бұл бұл принципті резервуарларда, мысалы, су құбырларында сақталған су қорын үнемі толықтыруды және іріктеуді ұйымдастыруға болатын жерде қолдану тиімді. Бұл жағдайда сіз резервуардағы суды сақтауға байланысты қосымша шараларсыз жасаңыз. Суды сақтаудың екінші принципі тұрақты немесе сақтау мерзімі ішінде белгіленген талаптарға дейін оның сапасы нашарлаған кезде суды мерзімді тазалау. Оны жүзеге асыру үшін сақталған су көлемі суды тазарту қондырғысы арқылы үнемі немесе мезгіл-мезгіл айналады. Айналым шамасы шығын суды тазарту сапасына байланысты белгіленеді орнатуда және әдетте қамтамасыз ететін мөлшерде

қабылданады тәулік бойы сақталған судың барлық көлемін тазарту. Суды тазарту ол физикалық және химиялық әдістерді қолдану арқылы жасалады. Қазіргі уақытта бұл екі принцип жиі бір уақытта қолданылады, бұл суды қажетті сапада сақтау сенімділігін арттырады. Суды сақтаудың ең көп таралған әдісі оны резервуарларда ұзақ уақыт сақтау күміс иондарымен суды өңдеу болып табылады, бұл оны сақтау қауіпсіздігін арттырады және резервуардағы судың толық алмасу кезеңін арттырады [3]. Көрсетілген мақсат үшін электрохимиялық нәтижесінде судың күміс иондарымен қанығуын қамтамасыз ететін күміс ионаторлары қолданылады күміс анодты еріту. Үшін суды ұзақ уақыт сақтауды қамтамасыз ету қазіргі уақытта суретте келтірілген суды тазарту схемасы қолданылады. 1. Тазалау су тотықтырғыштармен (хлор, натрий гипохлориті, озон), коагулянтпен (қажет болған жағдайда) суды өңдеу негізінде жасалады, содан кейін инертті тиеу сүзгісінде (күм) немесе сүзу рейтингі (50-100 мкм) сүзгі картридждері бар картридж сүзгісінде сүзіледі. Әрі қарай, су сүзгіге жіберіледі сорбциялық жүктемемен (белсендірілген көмір) кейін суды ультракүлгін сәулемен дезинфекциялау бактерицидті ультракүлгін қондырғы.

Жақсы сақтау жағдайлары мен жоғары сапамен су, инертті тиеу сүзгісінің болуы және суды коагулянтпен өңдеу әдетте қажет емес, бұл схеманы жеңілдетеді. **1-суреттен** көрініп тұрғандай су сапасының физика-химиялық көрсеткіштерін жақсарту үшін қазіргі уақытта реагенттерді, сүзгіш жүктемелерді және бактерицидті пайдалана отырып, дәстүрлі жарықтандыру, дезодорация және дезинфекциялау технологиялары қолданылады ультракүлгін шамдар. Схеманың күрделілігі әдетте бағаланады тазарту сатыларының саны және қолданылатын реагенттер саны. Қарастырылып отырған схеманы арнайы объектілерде іске асыру объектінің жұмыс істеуін қамтамасыз етуде қосымша қиындықтар туғызады. Бұл үй-жайлардың шектеулі көлеміне, реагенттерді сақтау және пайдалану қажеттілігіне байланысты. Оларды қолдану кәсіби білімді қажет етеді, онсыз тазарту процесі су тиімсіз болуы мүмкін немесе керісінше судың сапасының нашарлауына әкеледі.



1-сурет – Резервуарда ұзақ сақтау кезінде суды тазарту схемасы:

- 1 – су қорының резервуары; 2 – өрескел тазалау сүзгісі бар сорғы; 3 – дезинфекциялаушы контейнер (натрий гипохлориті); 4 – диспенсерлік сорғы; 5 – инертті тиеу сүзгісі (күм); 6 – сорбциялық сүзгі (белсендірілген көмір); 7 – бактерицидтік қондырғы

Ауыз судың сапасын сақтай отырып, оның қорларын ұзақ уақыт сақтауды қамтамасыз ету жөніндегі міндеттерді шешу заманауи ультрафильтрациялық мембраналық қондырғыларды қолдану негізінде мүмкін. Ультрафильтрация – бұл мембраналық процесс микрофильтрация мен кері арасындағы аралық позиция осмос. Ультрафильтрациялық мембраналар (ультрафиолет мембраналары) кеуектерінің мөлшері 0,01-0,05 мкм [3] Жұқа дисперсті және коллоидты қоспаларды, балдырларды ұстауға (сүзуге) мүмкіндік береді, бір жасушалы микрорағзалар, бактериялар және вирустар. Нәзіктік мембрананы тазарту (яғни, тері тесігінен өтпейтін заттың мөлшері суды сүзу үшін қолданылатын ультракүлгін мембрананың тесіктері

арқылы) 0,01 мкм, ал бактериялардың мөлшері 0,4-1,0 мкм, вирустар 0,02 – 0,4 мкм құрайды. Осылайша, суда болатын микроағзалар, ультракүлгін мембрана арқылы ене алмайды және судан физикалық түрде кем дегенде 99,9% тиімділікпен жойылады, яғни теориялық тұрғыдан суды зарарсыздандыру туралы айтуға болады. Алайда, іс жүзінде ультрафилтрацияны суды зарарсыздандырудың жаңа әдісі ретінде қарастыру мерзімінен бұрын болады себептері:

1. Бүгінгі таңда ультрафиолет мембраналарын жасау технологиялары берілген өлшемдегі мембрананың барлық тесіктерінің өлшемдерін алуға мүмкіндік бермейді. Мембранадағы берілген кеуек өлшемдерінен ауытқу диапазоны бактериялар мен вирустардың ауқымынан асып кетуі мүмкін.

2. Бір жағынан ультракүлгін мембрана арқылы суды сүзу кезінде мембраналар тұнба қабаты пайда болады, оның қалыңдығы ультрафиолет қондырғысында орнатылған сүзу режиміне байланысты (тұйық немесе тангенциалды). Оны жою үшін жүргізілетін ультракүлгін мембраналарды тікелей, кері жуу 100% шөгінділерді жууды қамтамасыз етпейді. Уақыт өте келе бұл қабат өсіп келе жатқан орта мен орынға айналады бактериялар мен вирустардың көбеюі.

3. Мембрана материалы арқылы әртүрлі заттардың, соның ішінде органикалық ластанушы заттардың диффузия процесі. Және керек барлық мембраналар, соның ішінде Кері Осмотық мембраналар бұл процеске бейім екенін ескеріңіз. Диффузия процесінің теріс нәтижесін көбінесе белсенді қондырғыларда ұзақ уақыт тоқтағаннан кейін сүзудің басында судың сапасыздығынан байқауға болады.

Жоғарыда келтірілген дәлелдерді ескере отырып, бактериялар мен вирустардың ене алмайтындығын дәлелдеу қиын ультракүлгін мембрана. Бұл жағдай мембраналық сүзуді хлорлау, озондау, ультракүлгін сәулелену және суды зарарсыздандырудың басқа ресми танылған әдістерімен бір қатарда дезинфекциялау әдісі ретінде қарастыруға мүмкіндік бермейді. Осыған байланысты ультрафилтрациялық мембраналық қондырғыдан кейін суды дезинфекциялаудың танылған әдістерімен дезинфекциялау қажет. Ең негізделген шешім мұнда ультракүлгін (ультракүлгін) шамдары бар бактерицидтік қондырғыны қолдануды қарастырған жөн. Осыған байланысты суды тазарту схемасы келесідей болады (**2-сурет**).



2-сурет – Ауыз суды ұзақ уақыт бойы тазарту (регенерациялау) схемасы (ультрафилтрациялық қондырғыны қолдана отырып, резервуарда сақтау):

- 1 – резервуар; 2 – өрескел сүзгі; 3 – жұқа сүзгі; 4 – ультрафилтрациялық мембраналық қондырғы; 5 – ультрафиолет шамдары бар бактерицидтік қондырғы.

Су қорларын сақтау технологиясында қолданған кезде ультрафилтрация схемаларын қарастырған жөн:

- ультрафилтрация сақталған тұз құрамын өзгертпейді су (кері осмоспен салыстырғанда) және ультрафилтрациялық мембрана арқылы сүзу процесі 5-тен 20 м-ге дейін төмен қысымда жүзеге асырылады. ст. (0,05-0,2 МПа);

- фильтраттың тұрақты сапасын қамтамасыз етеді бастапқы судың сапасы және мембрананы жуу сапасы;
- адам факторының процеске минималды әсері ультрафльтрация жүргізу;
- төмен қуат тұтыну, қондырғылардың ремонтандылығы және жөнделуі, ультрафльтрациялық мембраналары бар қосалқы модульдерді ұзақ уақыт сақтау, оларды жаңаларына тез ауыстыру мүмкіндігі.

Мембраналардың қасиеттері 5 жыл немесе одан да көп өмір бойы аздап нашарлайды. Қартаю мембраналар өңделетін суда немесе тазартқыш заттармен әрекеттескенде ілулі және абразивті заттардың әсерінен жоғарғы қабаттың жұқаруына байланысты болуы мүмкін химиялық агенттер. Ультрафльтрациялық мембраналарды қолдану технологиялары және ультрафльтрациялық қондырғылардың конструкциялары өнеркәсіпте пысықталып шығарылады, оның ішінде ҚР-да. Қондырғылардың негізі ультрафльтрациялық мембраналары бар әртүрлі өлшемдер мен өнімділіктің стандартты модульдері болып табылады. Айта кету керек, қазіргі уақытта қолданылатын физикалық және химиялық су дезинфекциялау әдістерінен айырмашылығы, мысалы, ультракүлгін сәулелену, хлорлау немесе озондау, ультрафльтрация кезінде залалсыздандыру процесінде өлі (белсенді емес) микроағзалар резервуарға түспейді, бұл қайталама микробиологиялық ластанудың өсуін айтарлықтай төмендетеді [4]. Дәстүрлі түрде суды тазарту әдістері, дезинфекциялауға дейін суды реагентті өңдеуге, инертті және сорбциялық жүктемелер арқылы сүзуге негізделген, мембрана негізіндегі тазарту әдістеріне айтарлықтай ұтылады тазалау тиімділігі, массалық көрсеткіштер және автоматтандыру дәрежесі бойынша. Жоғарыда аталған артықшылықтар регенерацияның технологиялық схемаларын әзірлеу мен қолдануды қарастыруға негіз береді ҚР объектілерін сумен жабдықтау жүйелері үшін ең перспективалы ретінде оны сақтау кезінде су. Сонымен қатар, қазіргі заманғы ультракүлгін қондырғылар толығымен автоматтандырылған, адамның қатысуы тек химиялық жуу кезеңінде (ерітінділерді дайындау) және әдетте тоқсанына бір реттен жиі емес жүргізілетін сервистік жұмыстарды жүргізу кезінде қарастырылған. (Арнайы объектілерде химиялық жууды техникалық қызмет көрсетуді жеңілдету мақсатында жүргізуге болмайды, бірақ оларды жаңасына ауыстыруға немесе арнайы объекіден тыс жерде химиялық жууға болады.)

Ультракүлгін мембраналардың кемшіліктеріне мыналар жатады:

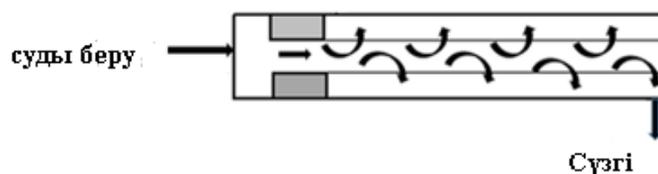
- тікелей (ПП) және кері (ПО) мерзімді жууды жүргізу үшін сүзу процесін тоқтату (іске қосу-баптау жұмыстарының нәтижелері бойынша белгіленеді); қажетті көлем суды сүзу кезінде ультракүлгін мембраналардың жұмыс тәжірибесін жүргізу үшін ауыз су сапасы сүзілген су көлемінің шамамен 5% құрайды;

- кеуек мөлшері 0,01 мкм және одан жоғары типтік ультрафльтрациялық мембраналар болып табылатын бірқатар ластаушы заттардың шектеулері сүзу мүмкін емес (мембраналық технологияда қолданылады «шектеу шегі» термині); бұл молекулалық салмақпен ластану 100 000 а.м.-ден аз (әдетте хром мен хлорорганикалық қосылыстарды анықтайтын химиялық заттар) [3]. Олар болған жағдайда тазарту схемасына сорбциялық сүзгіні қосу керек жүктеу (мысалы, түйіршіктелген белсендірілген көмірмен).

Резервуарларда сақталған суды қалпына келтіру үшін ультрафльтрациялық қондырғыларды қолданыңыз ультрафльтрациялық мембраналар. Мұндай мембраналардағы қысымның төмендеуі әдетте 5-тен 30 м-ге дейін суды құрайды. ст. (0,05–0,3 МПа). Алдын ала тазартылған резервуарға су кіретінін ескере отырып, мембраналардың ішкі диаметрін 0,1–0,4 мм қабылдауға болады.

Бастапқы сапасы төмен болған жағдайда ішкі талшық диаметрі 0,8–2,0 мм болатын ультракүлгін мембраналарды пайдалану ұсынылады. Олар судың бастапқы сапасына аз талап етеді және сүзгі арналарын бітеп тастауға бейім емес. Айта кету керек, стандартты мембраналық модульде мұндай мембраналардың «орау тығыздығы» аз болады, бұл сүзу аймағының төмендеуіне және сәйкесінше модульдің жұмысына әкеледі. Ультракүлгін ультракүлгін мембраналардың артықшылығы роликтермен мембраналар арасында сепараторлық және дре-

наждық торлардың болмауы, бұл режим үшін мембрана арналарында оңтайлы гидродинамикалық режимді қамтамасыз етуге мүмкіндік береді «іштен сыртқа» сүзгілеу және оларды тиімді жуу [3, 5]. Қарастырылып отырған мақсат үшін «тұйық» сүзу режимін қолданған жөн (3-сурет) бұл мембрана арқылы бастапқы судың бүкіл ағынын сүзуді көздейді. Ұсталғандар мембранада ластану мезгіл-мезгіл ішкі жағынан жойылады мембрананың қуыстары (капилляр) кері және түзу сызықтар арқылы жуу.



3-сурет – Тұйық режимде сүзу кезіндегі ультракүлгін мембранадағы ағындардың схемасы

Тұйық режимде жұмыс істеудің маңызды артықшылығы төмен қуат тұтынуы, ол 0,18-0,22 кВт-сағ/м³ құрайды. Транзиттік режимде ультракүлгін қондырғының жұмысымен салыстырғанда ағынмен қуат тұтыну шамамен үш есе жоғары 0,54-тен 0,72 кВт-сағ /м³ [2, 7]. Тұйық режимде жұмыс істеген кезде қондырғылардың пайдалы өнімділігі ластанудың мөлшері мен түріне байланысты және іске қосу жөндеу жұмыстары барысында анықталады. Деректерге сүйене отырып шаруашылық-ауыз су құбырының суын тазарту үшін қолданылатын ұқсас қондырғылардың жұмысын ультрафилтрациялық қондырғының пайдалы өнімділігінің шамамен 95% шамасында болжауға болады. Ультракүлгін мембраналардың түрі мен маркасын таңдау бастапқы судың сапасына, сақталған суға қойылатын талаптарға, сақталған таза су қорын жаңарту мүмкіндіктеріне, мерзімдеріне байланысты жүргізілуі керек суды сақтау және ультрафилтрация қондырғысының техникалық сипаттамалары. Талшықты ультрафилтрациялық мембраналарды жууға арналған су шығыны әдетте сүзілген су көлемінің 2-5% құрайды.

Ережелер сақталған кезде мембрананың жұмыс ресурсы. Мысал ретінде Ресейде өндірілген ТМТ-UFPS-а маркалы полифибралық мембраналары бар ультрафилтрациялық модульдің техникалық сипаттамаларын келтіруге болады:

- кеуек мөлшері – 20 нм (кесу шегі – 100 кДа);
- сүзу түрі – «іштен сыртқа»;
- сүзу режимдері – тангенциалды және тұйық;
- стандартты корпус диаметрі 8" (200 мм) және ұзындығы 2 м;
- мембраналардың ауданы – 55 м².

Өйткені резервуарға сақтауға келетін бастапқы су төмен лайылық пен хромға ие, содан кейін жоғарыда айтылғандай, тұйық режимді қолданған жөн.

Қалалық шаруашылық-ауыз су құбырынан суды толық тазарту үшін пайдаланылатын жыныс талшықты мембраналары бар ультрафилтрация қондырғыларының жұмыс тәжірибесі мынадай нәтижелерді көрсетті:

- бұлттылықтың 0,1 мг/л-ден аз мөлшерге дейін төмендеуі;
- хромның 5 градустан төмен түсуі. платинокобальт шкаласы бойынша (ПКШ);
- органикалық заттарды жоюдың жоғары дәрежесі;
- темірді (Fe³⁺) және марганецті (Mn) 0,1 мг/л-ден аз мөлшерге дейін тиімді жою;
- судан микроорганизмдерді, бактериялар мен вирустарды толығымен жою (99,9%).

Өндіруші фирмалар мәлімдеген УК мембраналарының төлқұжат мерзімі әдетте 5 жылдан басталады. Бастапқы судың сапасына және мембраналарды пайдалану ережелеріне белгіленген талаптар сақталған жағдайда пайдалану тәжірибесі 10 немесе одан да көп жылға дейінгі ұзақ жұмыс мерзімін көрсетеді. Шағын ультракүлгін қондырғылар үшін (өнімділігі 100 м³/сағ) тазартылған судың құны – 1,5-3,5 рубль/м³ [2-4].

Судың салыстырмалы түрде үлкен шығыны назар аударады: ультракүлгін мембраналарды жуу үшін, жоғарыда айтылғандай, сүзілген су көлемінің 2-5% құрайды. Бұл туралы резервуарға түсетін бастапқы су алдымен ауыз су сапасына дейін тазартылуы керек; ұзақтығы пайдалану тәжірибесі бойынша сүзгі циклі әдетте 30 мин қабылданады, тікелей жуу ұзақтығы – 10-15 с, кері жуу – 60-70 с.

Ультракүлгін қондырғы жұмысының осындай параметрлері кезінде жуу суындағы ластанудың жиынтық концентрациясы тікелей және кері жуу 4-5 мг/л құрайды (максимум ультрафилтрацияға берілетін судың мәні 200 NTU немесе ≈ 116 мг/л).

Жуу суының көлемін азайту үшін авторлар мыналарды ұсынады келесі техникалық шешім оның мәні сүзілген суды сақтау резервуарына қайтарумен ультракүлгін мембраналардағы жуу суларын тазарту болып табылады. Ультракүлгін қондырғыда қосымша мембраналық модульдерді қолдану қайтаруға мүмкіндік береді сақтау резервуарына жуылған су көлемінің 95%-на дейін және жуылған судың кәрізге төгілуінің бірдей төмендеуін қамтамасыз ету. Қосымша ультрафилтрация схемасында қолдану Ағынды суларды шоғырландыруға арналған модульдер өз қажеттіліктеріне арналған көлемді (химиялық тазартусыз қарастырылған жағдайда ультракүлгін қондырғы үшін – бұл шаю суының көлемі) 0,3-0,5%-ға дейін қысқарту өз қажеттіліктерінің су шығынын азайтып, инертті және сорбциялық жүктемелері бар сүзгілерді қолдануы мен тазалау схемасымен қажеттіліктерді және де салыстырмалы түрде сақталған су көлемін үнемдеуге мүмкіндік береді. Жоғарыда келтірілген материалдар әскери және азаматтық инфрақұрылымдардың арнайы объектілерінде тәжірибелік қондырғы жасау және оны сынау кезінде ауыз су қорларын ұзақ уақыт сақтауды қамтамасыз ету үшін суды тазарту (регенерациялау) схемаларын әзірлеу мен қолдануды перспективалы және ғылыми-техникалық тұрғыдан негізделген деп санауға болады.

4 НӘТИЖЕЛЕР ЖӘНЕ ТАЛҚЫЛАУ

Жуу суының көлемін азайту үшін авторлар мыналарды ұсынады келесі техникалық шешім оның мәні сүзілген суды сақтау резервуарына қайтарумен ультракүлгін мембраналардағы жуу суларын тазарту болып табылады. Ультракүлгін қондырғыда қосымша мембраналық модульдерді қолдану қайтаруға мүмкіндік береді сақтау резервуарына жуылған су көлемінің 95%-ға дейін және жуылған судың кәрізге төгілуінің бірдей төмендеуін қамтамасыз ету. Қосымша ультрафилтрация схемасында қолдану ағынды суларды шоғырландыруға арналған модульдер өз қажеттіліктеріне арналған көлемді (химиялық тазартусыз қарастырылған жағдайда ультракүлгін қондырғы үшін – бұл шаю суының көлемі) 0,3 – 0,5%-ға дейін қысқартуға, өз қажеттіліктеріне су шығынын азайтуға, инертті және сорбциялық жүктемелері бар сүзгілерді тазалау схемасымен қолдануы арқылы қажеттіліктер және салыстырмалы түрде сақталған су көлемін үнемдеуге мүмкіндік береді.

5 ҚОРЫТЫНДЫ

Ультрафилтрациялық мембраналарды қолданатын заманауи су тазарту қондырғыларын қолдану қажет болды. Олардың резервуарларда ұзақ уақыт сақталуын қамтамасыз ететін суды регенерациялау жүйелеріне енгізілуін қамтамасыз етуге мүмкіндік қарастырылды. Ұсынылған суды қалпына келтіру технологиясын енгізу тазарту сапасы мен сенімділігін едәуір арттыруды қамтамасыз етеді. Дәстүрлі қолданылатын технологиямен салыстырғанда су сапасының сақталуы және тазалау схемалары жасалды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. ҚР ҚНжЕ 4.01-02-2009 сумен жабдықтау сыртқы желілер мен құрылыстар.
2. Первов А.Г. Технологии очистки природных вод. – М.: Издательство АСВ, 2016. – 600 с.
3. Первов А.Г. Современные высокоэффективные технологии очистки питьевой и технической воды с применением мембран, обратный осмос, нанофилтрация, ультрафилтрация: Монография: – М.: Издательство АСВ, 2009. – 239 с.

4. Бударикарин А.А. Что стоит знать о мембранах ультрафильтрации // Журнал «Водоснабжение и канализация». – 2015. – № 1–2.
5. Ультрафильтрация. Особенности технологии. URL: http://uf-nge.ru/about/stati/ultrafiltracia_osobennosti_tehnologii/ (дата обращения: 15.09.2021 г).
6. Коженев Ю.В., Кириленко В.И., Руднев И.М. Опыт внедрения установок ультрафильтрации в системах водоподготовки // Актуальные научные проблемы военных исследований: специальный сборник статей по материалам 61 II ежегодной межвузовской конференции «Развитие систем жизнеобеспечения, энергосбережение и охраны окружающей среды» (29.05.20). Выпуск 8 (9). – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2020. – С. 197–206.
7. Коженев Ю.В., Кириленко В.И., Руднев И.М. Химическая очистка ультрафильтрационных мембран, используемых для очистки природных вод с повышенным содержанием железа и марганца // Актуальные научные проблемы военных исследований: сборник научных трудов 9(10). – СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2020. – С. 184–190.

УДК 628.3

ДОЖДЕВАЯ ВОДА – ИНСТРУМЕНТ СОХРАНЕНИЯ ВОДЫ

Такенқызы А.

Международная образовательная корпорация, Алматы, 050043, Казахстан

Аннотация. В данной статье мы рассмотрим методы эффективного использования дождевой воды. Кроме того, мы предлагаем несколько способов устранения зависимости от чистой воды за счет использования дождевой воды.

Ключевые слова: эффективное использование, дождевая вода, технические решения.

Аңдатпа. Бұл мақалада біз жаңбыр суын тиімді пайдалану әдістерін қарастырамыз. Сонымен қатар, жаңбыр суын пайдамызға асыру арқылы таза суға тәуелділікті жоюға бірнеше амалдар ұсынамыз.

Түйін сөздер: тиімді пайдалану, жаңбыр суы, техникалық шешімдер.

Abstract. In this article, we will look at methods for using rainwater effectively. We also offer several ways to eliminate dependency on clean water by using rainwater.

Key words: efficient use, rainwater, technical solutions.

***Автор-корреспондент: Такенқызы А.
Научный руководитель: Касабекова Г.Т.**

1 ВВЕДЕНИЕ

Дождевая вода — ценный и недооцененный ресурс, который может значительно помочь в сохранении воды. В условиях растущего мирового спроса на воду и изменения климата, сбор и использование дождевой воды приобретают все большую актуальность. Это экологически чистый и экономически выгодный метод, который может значительно снизить зависимость от традиционных источников водоснабжения. В этой статье мы рассмотрим дождевую воду как инструмент сохранения воды, подчеркнув ее преимущества и возможности применения.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ БАЗА ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования показали, из-за увеличения населения, изменения климата и неэффективного управления водными ресурсами проблема нехватки пресной воды становится все более актуальной. Одним из эффективных решений этой проблемы может стать сбор и использование дождевой воды, которая с каждым годом приобретает все большую популярность как инструмент сохранения воды и устойчивого водопользования. Сбор дождевой воды становится жизнеспособной альтернативой для снабжения водой наших домашних хозяйств и предприятий. Есть много стран, таких как Германия и Австралия, где сбор дождевой воды является нормой.

Если подумать ... нужно ли нам использовать очищенную воду для полива наших газонов и ландшафтного дизайна? Определенно нет! Собранная дождевая вода является идеальным кандидатом для орошения в дополнение ко многим другим видам водопользования. Используя системы сбора дождевой воды для удовлетворения некоторых или всех наших потребностей в воде, вы можете уменьшить нашу зависимость от очищенной воды.

3 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Дождевая вода, которая попадает на вашу крышу и имущество, практически бесплатна. Всё, что требуется, – это способ сбора ее в резервуар или цистерну для последующего использования. Мы считаем, что сбор дождевой воды – это жизнеспособная технология в городских условиях. Всё, что необходимо для использования этого ресурса, – это улавливать свободно падающую на крышу воду и направлять ее в резервуар для хранения дождевой воды. Выполнив это, вы сможете взять под контроль свое водоснабжение и восполнить все или, по крайней мере, значительную часть ваших потребностей в воде. Системы сбора дождевой воды могут быть сконфигурированы для обеспечения всего вашего дома и вашего ландшафта.

3.1 Питьевое использование:

Купание

После обработки дождевая вода пригодна для купания или принятия душа как людьми, так и домашними животными. Химическая обработка – популярный способ убедиться в отсутствии в дождевой воде вредных бактерий. В дополнение к этому, кипячение воды – хороший способ избавиться от любых загрязнений, и в результате у вас получится теплая вода для купания!

Приготовление пищи и питье

«Можно ли использовать дождевую воду для питья и приготовления пищи?» Да, дождевая вода безопасна для питья и приготовления пищи, если вы принимаете меры предосторожности, необходимые для фильтрации и очищения воды. Мы обнаружили, что лучше всего как фильтровать воду (улавливать пыльцу, пыль, плесень и т.д.), так и кипятить ее, чтобы удалить все вредные примеси.

УФ-фильтрация помогает уменьшить содержание вредных патогенов в собираемой вами дождевой воде, делая ее безопасной для употребления в питьевых целях. Система УФ-фильтрации часто является последней системой фильтрации, которую проходит вода перед поступлением в помещение, гарантируя, что все мельчайшие частицы, которые могли быть пропущены другими методами фильтрации, будут удалены до того, как вода покинет резервуар.

Промывка

Дождевую воду можно использовать для стирки одежды, но есть несколько шагов, которые вам нужно предпринять, чтобы убедиться в ее безопасности. Для начала рекомендуется отфильтровать воду от пыльцы, пыли или плесени. На данный момент вода технически безопасна для мытья. Однако вы можете почувствовать необходимость убедиться, что в воде не осталось вредных бактерий. На первый взгляд хлор может показаться рискованной идеей, но есть несколько способов убедиться, что хлор не оказывает негативного воздействия на стираемую одежду.

Важно знать, что хлор быстро испаряется, поскольку он чрезвычайно летуч. Процесс испарения хлора довольно прост; все, что вам нужно сделать, это налить нужное количество хлора в резервуар и оставить его открытым на достаточное количество времени. Хлор естественным образом испаряется, делая воду чистой и не содержащей отбеливателей.

Другим методом очистки дождевой воды является обратный осмос. В этом процессе используется проницаемая мембрана для удаления любых примесей из воды. Когда вода проходит через мембрану, весь хлор и загрязняющие вещества, содержащиеся в воде, остаются позади.

3.2 Непитьевое использование:

Компостирование

Компостирование – эффективный способ подкормки ваших растений или сада и сохранения плодородия почвы (**Рисунок 1**). При приготовлении навозной жижи из вашей компостной кучи вода очень важна, поскольку она способствует процессу разложения. Здесь у вас не возникнет проблем с использованием дождевой воды.



Рисунок 1

Противопожарная профилактика и защита

Для людей, живущих в районах, подверженных лесным пожарам, важно заранее принять необходимые меры предосторожности для предотвращения подобных инцидентов. Один из способов обеспечить вашу готовность – это собрать дождевую воду в большой резервуар для хранения. Вам также потребуется установить насос, который поможет вам получить доступ к дождевой воде, когда возникнет необходимость.

Полив дикой природы, домашних животных и домашнего скота

Если у вас есть домашний скот или вы хотите привлечь внимание диких животных, лучший вариант – устроить водопой. Это может быть такая же простая купальня для птиц, корыто или пруд. Любая собранная вами дождевая вода подходит для ваших домашних животных, домашнего скота и дикой природы.

Промывка унитазов

Количество воды, которая ежедневно стекает в унитаз в большинстве домашних хозяйств, подчеркивает необходимость установки туалетов с низким расходом. Несмотря на то, что в унитазную систему с низким расходом воды стоит инвестировать, вы можете сэконо-

мить еще больше, подключив систему сбора дождевой воды к бачку вашего унитаза. Если вы собираетесь использовать дождевую воду для своего туалета, вам нужно будет отфильтровать ее, чтобы удалить любой мусор или частицы, которые могут закупорить клапаны вашего унитаза или обесцветить воду, прежде чем она попадет в бачок вашего унитаза.

Орошение

Независимо от того, есть ли у вас система внутрпочвенного орошения или простой шланг и разбрызгиватель, вы можете использовать собранную дождевую воду для полива вашего газона или сада. Чтобы избежать засорения ваших разбрызгивателей, мы бы рекомендовали фильтровать дождевую воду.

4 Каковы Преимущества Сбора Дождевой Воды?

- Дождевая вода – относительно чистый и абсолютно бесплатный источник воды.
- Вы полностью контролируете свое водоснабжение (идеально подходит для городов с ограниченным количеством воды).
 - Это социально приемлемо и экологически ответственно.
 - Это способствует самодостаточности и помогает экономить воду.
 - Дождевая вода лучше подходит для ландшафтных растений и садов, потому что она не хлорирована.
 - Это сокращает сток ливневых вод из домов и предприятий.
 - Это может решить проблемы с дренажом на вашем участке, обеспечивая вас бесплатной водой.
 - В нем используются простые технологии, которые недороги и просты в обслуживании.
 - Его можно использовать как основной источник воды или как резервный источник для колодцев и городского водоснабжения.
 - Система может быть легко адаптирована к существующей конструкции или встроена при строительстве нового дома.
 - Системы очень гибкие и могут быть модульными по своей природе, позволяя при необходимости расширять, реконфигурировать или перемещать.
 - Это может стать отличным резервным источником воды на случай чрезвычайных ситуаций

4.1 Экологические преимущества сбора дождевой воды

- Сбор дождевой воды может уменьшить сток ливневых вод с объекта недвижимости. Устранение стока может уменьшить загрязнение поверхностных вод пестицидами, осадочными породами, металлами и удобрениями.
 - За счет сокращения ливневого стока сбор дождевой воды может снизить пиковый объем и скорость стока во время шторма в местных ручьях и речушках, тем самым снижая вероятность эрозии берегов рек.
 - Системы сбора дождевой воды могут использоваться как простые и эффективные методы для удовлетворения требований муниципальной программы управления ливневыми стоками к отдельным объектам недвижимости.
 - Это отличный источник воды для растений и ландшафтного орошения, поскольку в нем нет химических веществ, таких как фтор и хлорамины (хлор).

5 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ

«Реальные достижения в области водосбережения требуют активного использования». Вы видите это утверждение повсюду, даже в приведенном выше списке преимуществ: «Сбор дождевой воды поможет сохранить воду и сократить водопотребление». Хотя это и поможет, простая установка дождевой бочки или бачка для сбора дождевой воды под водосточной трубой многого не даст. Не хватает ключевого компонента ... наличие стратегии или метода эффективного использования всей собранной дождевой воды.

Если собранная дождевая вода используется неэффективно, то дождевая бочка или бак, по сути, останутся полными. Тогда новая дождевая вода после каждого ливня будет просто переливаться через объем хранилища и не обеспечит экономии воды.

Таким образом, по-настоящему эффективная система сбора дождевой воды использует метод своевременного использования собранной дождевой воды. Этого можно достичь как пассивными, так и активными методами. Пассивный метод может использовать распределительную систему, которая автоматически распределяет дождевую воду самотеком по распределительной трубе или трубопроводной системе. Активный метод – это насосная система, которая может нагнетать дождевую воду под давлением в автоматизированную систему орошения. Без размышлений о том, как вы будете использовать собранную дождевую воду, практика сбора дождевой воды теряет свою эффективность.

6 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

6.1 Дождевые бочки являются наиболее распространенным и знаком многим людям. Он включает в себя установку бочки на водосточной трубе для сбора дождевой воды. Сама бочка может быть переработанной или новой, имеющейся в продаже.

Плюсы:

- Это легко реализовать любому человеку в любом месте жительства.
- Бочки легко доступны в вашем сообществе или в различных магазинах и веб-сайтах.
- Бочки не занимают много места, поэтому их можно использовать в любой ситуации.

Минусы:

- Вместимость обычно составляет всего от 50 до 100 галлонов.
- Возможности легкого перелива и сбора отходов.

6.2 «Сухая система»

Этот метод представляет собой разновидность установки дождевой бочки, но требует большего объема хранилища. По сути, коллекторная труба «пересыхает» после каждого дождя, поскольку она сливается непосредственно в верхнюю часть резервуара.

Плюсы:

- Может хранить большое количество дождевой воды.
- Отлично подходит для климата, где выпадают дожди с нечастыми, более крупными штормами.
- Может быть недорогим в реализации.
- Менее сложная система, упрощающая техническое обслуживание.

Минусы:

- Резервуар для хранения должен быть расположен рядом с вашим домом.

6.3 «Мокрая система»

Этот метод предполагает размещение коллекторных труб под землей, чтобы соединить несколько водосточных труб из разных желобов. Дождевая вода заполнит подземный трубопровод, и вода будет подниматься по вертикальным трубам, пока не выльется в резервуар. Водосточные трубы и подземные коллекторные трубопроводы должны иметь водонепроницаемые соединения. Высота входа в резервуар должна быть ниже самого нижнего желоба в доме.

Плюсы:

- Возможность сбора со всей поверхности для сбора.
- Возможность сбора из нескольких желобов и водосточных труб.
- Резервуар можно установить вдали от вашего дома.

Минусы:

- Реализация более дорогостоящая из-за подземных трубопроводов.
- Должно быть достаточное различие между желобами и впускным отверстием резервуара.

7 РЕШЕНИЕ

Как Нам Создать Полноценную Систему Сбора Дождевой Воды?

На изображении (**Рисунок 2**) ниже показана полная система сбора дождевой воды. Хотя некоторые из показанных компонентов абсолютно необходимы, требуются не все перечисленные компоненты. Тем не менее, все эти компоненты помогут создать высокофункциональную систему сбора дождевой воды, которая практически не требует технического обслуживания.

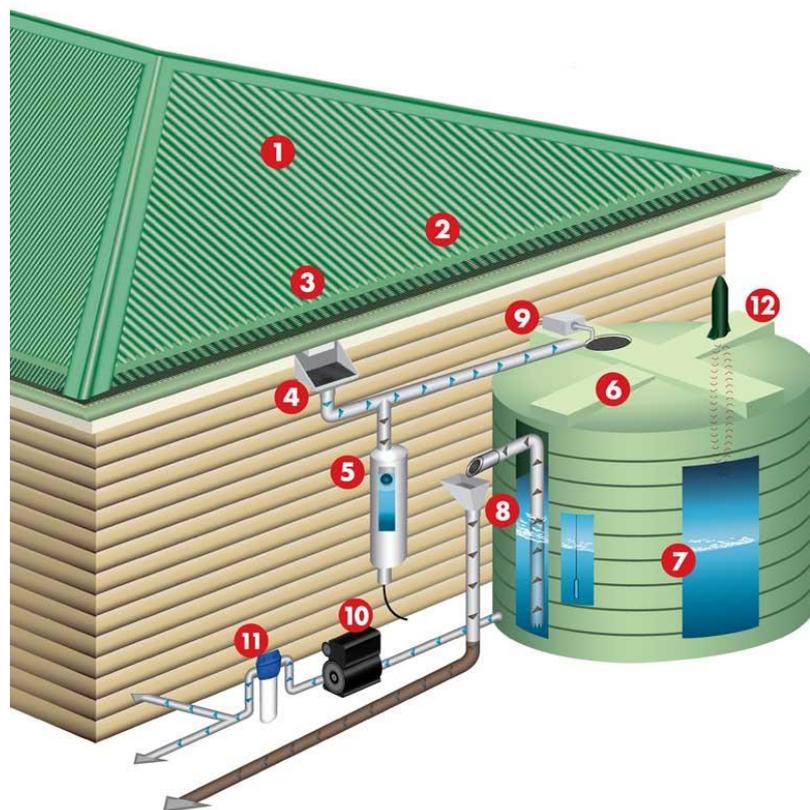


Рисунок 2

1. Все начинается с ПОВЕРХНОСТИ КРЫШИ. Для сбора дождевой воды подходят практически все поверхности крыши.
2. Ваши водосточные желоба должны быть снабжены каким-либо ЗАЩИТНЫМ ЭКРАНОМ, чтобы крупный мусор не попадал в водостоки.
3. Вы можете собирать дождевую воду из желоба любого типа и формы. Вам не нужен специальный желоб для сбора дождевой воды.
4. Дополнительная возможность фильтрации обеспечивается установкой ДОЖДЕ-ПРИЕМНИКА (водосточного фильтра), который предоставляет несколько вариантов самоочищающейся фильтрации.
5. ОТВОДНОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПЕРВОГО СЛИВА помогает предотвратить попадание загрязненной дождевой воды в резервуар при первом сливе.
6. Еще одна возможность фильтрации дождевой воды – это ЭКРАН для резервуара, который устанавливается на входе в резервуар. Это также помогает защитить от комаров и вредителей.
7. РЕЗЕРВУАРЫ ДЛЯ СБОРА ДОЖДЕВОЙ ВОДЫ бывают самых разных размеров и материалов.
8. Установите ЗАЩИЩЕННЫЙ ОТ НАСЕКОМЫХ ОТКИДНОЙ КЛАПАН на конце переливной трубы для защиты от комаров и вредителей.

9. Для постоянного поддержания минимального количества воды в резервуаре может быть установлена СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ЗАПОЛНЕНИЯ. Это очень важно для резервуаров для дождевой воды, подключенных к автоматическим системам орошения, чтобы предотвратить пересыхание насоса.

10. Выберите НАСОСНУЮ СИСТЕМУ для подачи дождевой воды под давлением, чтобы облегчить ее распределение, или для подключения к системе наземного орошения.

11. Установите ОРОСИТЕЛЬНЫЙ ФИЛЬТР рядом с насосом, чтобы улавливать крупный мусор, который мог попасть через насос.

12. ИНДИКАТОР УРОВНЯ ВОДЫ может быть полезен при мониторинге расхода воды из резервуара. Они доступны в вариантах с простым датчиком расхода воды и беспроводными цифровыми опциями.

Таким образом, сбор дождевой воды предоставляет огромную возможность добиться большего эффекта от экономии воды в каждом жилом и коммерческом объекте.

8 ВЫВОДЫ

Дождевая вода — это ценный ресурс, который может стать важным инструментом в стратегии сохранения воды и устойчивого водопользования. Системы сбора дождевой воды предлагают множество экологических, экономических и социальных преимуществ, позволяя сократить нагрузку на традиционные источники водоснабжения и повысить устойчивость к изменениям климата. Важно развивать технологии и инфраструктуру, чтобы обеспечить более широкое и эффективное использование дождевой воды, что особенно важно в условиях глобальных вызовов, связанных с дефицитом водных ресурсов и изменением климата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жандаулетова Ф.Р., Абикенова А.А. Экологическое воздействие промышленности на водные и земельные ресурсы: Учебное пособие. – Алматы: АУЭС, 2022.
2. Кеншимов А. Отраслевая рамка квалификаций водного хозяйства. – Алматы: ул. Макаева 13А, 2019.
3. Такенов Ж., Януш-Павлетта Б. Оценка взаимосвязи водных, энергетических, продовольственных и экосистемных ресурсов в контексте центральной Азии: учебное пособие. – Алматы, 2019.
4. Лизунов Ю., Нарыков В., Бокарев М. Гигиена водоснабжения: Учебное пособие. – СпецЛит, 2011.
5. Гудков А.Г. Механическая очистка сточных вод: Учебное пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2003.
6. Шиян Л.Н., Мачехина К.И. Химия воды: Учебное пособие. – Томск, пр. Ленина, д.30, 2014.

УДК 628.1

НОВОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ КАЗАХСТАНА

Ханыкина В. С.

Западно-Казахстанский Инновационно-Технологический Университет,
Уральск, 090006, Казахстан

Аннотация. Цель исследования – подробно изучить водные ресурсы Казахстана и систему водоснабжения. Исходя из методологических предпосылок, в статье уточняется подход к созданию новой системы водоснабжения Казахстана. Также акцентируется внимание на приближающиеся экологические проблемы в ходе бездействия. В реалиях современного мира водные системы Казахстана стоят под большой угрозой, при-

ведены примеры обмелчания рек и озер. Данную проблему следует решать такому направлению как водоснабжение. Оно решает не только инженерно-техническое проблемы, но и также грядущие экологические проблемы в ходе нехватки воды объясняется влияние проектирование систем водоснабжения. Показываются влияние систем водоснабжения на город. Отмечено, что водоснабжение несет важную функцию для самого города и его жителей. Также важное объединяющее значение система водоснабжения оказывает на сельскохозяйственные нужды. В научной статье описываются такие факторы, как обмеление рек и каналов, неграмотное использование местными жителями пресной воды, загрязнение вод, плохая инженерная структура сетей водоснабжения и водоотведения, подтверждение вредных антропогенных факторов. Предлагается пример решения этих проблем и краткое обсуждение данной ситуации в Казахстане. Научная новизна заключается в предложении новой системы водоснабжения, предполагается нестандартное решение проблемы с нехваткой воды в Казахстане. в результате была разработана новая система по способу сохранения воды, анализированы способы добычи грунтовых вод. Рассматривается пример повторного использования вод. В статье учитывались научно-технические достижения в сфере водоснабжения. Проведен краткий анализ грунтовых вод и зонирование территории грунтовых вод. В статье учитываются современные разработки водоснабжения городов. Приведены примеры экологических систем на основе водоснабжения будущего. Описан пример сбора и анализа данных. Приведены графические примеры работ. Разработаны основные принципы и направления, к которым следует продвигаться для улучшения обстановки с водным обеспечением населенных мест.

Ключевые слова: водоснабжение, экология, вода, инженерные сети, грунтовые воды.

Андатпа. Зерттеудің мақсаты – Қазақстанның су ресурстарын және сумен жабдықтау жүйесін егжей-тегжейлі зерделеу. Әдістемелік алғышарттарға сүйене отырып, мақалада Қазақстанның сумен жабдықтаудың жаңа жүйесін құру тәсілі нақтыланады. Сондай-ақ, әрекетсіздік кезінде жақындап келе жатқан экологиялық проблемаларға назар аударылады. Қазіргі әлемнің шындығында Қазақстанның су жүйелеріне үлкен қауіп төніп тұр, өзендер мен көлдердің таяз болуының мысалдары келтірілген. Бұл мәселені сумен жабдықтау сияқты бағытта шешу керек. Ол тек инженерлік-техникалық мәселелерді ғана емес, сонымен бірге алдағы экологиялық мәселелерді де шешеді су тапшылығы кезінде оның әсері түсіндіріледі сумен жабдықтау жүйелерін жобалау. Сумен жабдықтау жүйелерінің қалаға әсері көрсетіледі. Сумен жабдықтау қаланың өзі мен оның тұрғындары үшін маңызды функцияға ие екендігі атап өтілді. Сондай-ақ, сумен жабдықтау жүйесі ауылиаруашылық қажеттіліктеріне маңызды біріктіруші мән береді. Ғылыми мақалада өзендер мен каналдардың таяз болуы, жергілікті тұрғындардың тұщы суды сауатсыз пайдалануы, судың ластануы, сумен жабдықтау және су бұру желілерінің нашар инженерлік құрылымы, зиянды антропогендік факторларды растау сияқты факторлар сипатталған. Осы проблемалардың жаралануының үлгісі және Қазақстандағы осы жағдайды қысқаша талқылау ұсынылады. Ғылыми жаңалық сумен жабдықтаудың жаңа жүйесін ұсынуда жатыр, Қазақстанда су тапшылығы проблемасын стандартты емес шешу көзделуде. нәтижесінде суды сақтау әдісі бойынша жаңа жүйе жасалды, жер асты суларын өндіру әдістері талданды. Суды қайта пайдалану мысалы қарастырылуда. Мақалада сумен жабдықтау саласындағы ғылыми-техникалық жетістіктер ескерілді. Жер асты суларына қысқаша талдау және жер асты суларының аумағын аймақтарға бөлу жүргізілді. Мақалада қалаларды сумен жабдықтаудың заманауи әзірлемелері ескеріледі. Болашақты сумен қамтамасыз етуге негізделген экологиялық жүйелердің мысалдары келтірілген. Деректерді жинау және талдау мысалы сипатталған. Жұмыстың графикалық мысалдары келтірілген. Елді мекендерді сумен қамтамасыз ете отырып, жағдайды жақсарту үшін ілгерілету керек негізгі қағидаттар мен бағыттар әзірленді.

Түйін сөздер: сумен жабдықтау, экология, су, инженерлік желілер, жер асты сулары.

Abstract. *The purpose of the study is to study in detail the water resources of Kazakhstan and the water supply system. Based on methodological prerequisites, the article clarifies the approach to creating a new water supply system in Kazakhstan. Attention is also focused on the approaching environmental problems in the course of inaction. In the realities of the modern world, Kazakhstan's water systems are under great threat, examples of grinding rivers and lakes are given. This problem should be solved in such a direction as water supply. It solves not only engineering and technical problems, but also future environmental problems in the course of water shortage, the impact of designing water supply systems is explained. The influence of water supply systems on the city is shown. It is noted that water supply has an important function for the city itself and its residents. The water supply system also has an important unifying effect on agricultural needs. The scientific article describes such factors as shallowing of rivers and canals, illiterate use of fresh water by local residents, water pollution, poor engineering structure of water supply and sanitation networks, confirmation of harmful anthropogenic factors. An example of the solution of these problems and a brief discussion of the situation in Kazakhstan are offered. The scientific novelty lies in the proposal of a new water supply system, a non-standard solution to the problem of water shortage in Kazakhstan is assumed. As a result, a new system was developed for the method of water conservation, and methods of groundwater extraction were analyzed. An example of water reuse is considered. The article took into account scientific and technical achievements in the field of water supply. A brief analysis of groundwater and the zoning of the groundwater area has been carried out. The article takes into account modern developments in urban water supply. Examples of eco-friendly systems based on the water supply of the future are given. An example of data collection and analysis is described. Graphic examples of works are given. The basic principles and directions have been developed, which should be promoted to improve the situation with water supply in populated areas.*

Key words: *water supply, ecology, water, engineering networks, groundwater.*

***Автор-корреспондент: Ханыкина В.С.
Научный руководитель: Доскалиева С. .**

1 ВВЕДЕНИЕ

Пресная вода является источником жизни на земле. Также она играет ключевую роль и в сельском хозяйстве, производстве, орошении земель. В Казахстане в последние годы обострился дефицита пресной воды, и не только по причине географического положения страны. Эта проблема обостряется из-за изменения климата, урбанизации и увеличения потребления воды. Неэффективное использование воды, особенно в сельском хозяйстве, которое потребляет до 70% пресной воды. Необходимо обеспечение водной безопасности страны. В источнике указано что, Республике присущ полный спектр гидрологических угроз, связанных с истощением и загрязнением сточных водных ресурсов [1]. Также остро стоит проблема в водотведении промышленных предприятий. В этой научной статье подробно изучается вопрос о решении данной экологической задачи и приведен пример решения.

2 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В зависимости от природных условий и характера потребления воды система водоснабжения может меняться. Состояние окружающей среды определяет одну из наиболее острых социальных проблем, прямо или косвенно затрагивающих интересы каждого человека. Острота проблемы зависит от состояния инженерной инфраструктуры, в первую очередь сетей водоснабжения и водоотведения, играющие важную роль в функциональном жизнеобеспечении населенных мест. В настоящее время системы централизованного управления охватывают около 97% городского и 61% сельского населения страны. Практически все поверхностные источники водоснабжения в последние годы подверглись существенному воздействию вредных антропогенных факторов [2].

В Индии и Бразилии успешно реализованы проекты по сбору дождевой воды, которые позволяют снизить давление на местные вводные ресурсы и позволяют обеспечить водой удаленные районы. В Сингапуре, где проблема водоснабжения стоит достаточно остро, используется система отчистки сточных вод. На примере этих стран предлагается реализовать свой проект по водоснабжению тем самым решив проблему изношенности инфраструктуры.

Проблема состоит не только в технических инновациях, а еще в изменении общественного сознания. Требуется объяснить обществу ценность водных ресурсов и правильное использования пресной воды в своих нуждах.

В другом источнике утверждается, что можно использовать заброшенные карьеры в качестве водохранилищ. Целью данного исследования является использование заброшенных карьеров в качестве инновационной и устойчивой меры по смягчению последствий наводнений и улучшению городского водоснабжения. Таким образом можно задействовать заброшенные карьеры с целью сохранения воды для сельскохозяйственных угодий [3]. Но при подробном изучении материала можно заметить, что другой автор заметил Неопределенность прогноза стока представляет серьезные проблемы для этой операции [4].

Также предлагается вариант решения при помощи математической модели предлагается новая модель, состоящая из трех связанных нелинейных неавтономных дифференциальных уравнений, в которой взаимодействие трех основных источников воды (поверхностных вод, подземных вод и пополняющих вод) рассматривается как баланс масс с применением водоснабжения [5]. Универсальная модель, разработанная автором, применима ко всем регионам. Благодаря этой математической модели можно точно определить нахождение грунтовых вод и использовать их в нуждах населения.

В условиях быстро нарастающего дефицита воды проблема оценки возобновляемых водных ресурсов – одна из главных в решении всего комплекса проблем устойчивого развития в странах Центральной Азии. Ключевой в решении этой проблемы является задача оценки снежных ресурсов горной территории – зоны формирования стока. Именно талые снеговые воды играют решающую роль в формировании возобновляемых водных ресурсов Центральной Азии, составляя до 65–70% от суммарного объема речного стока в зоне формирования водных ресурсов региона [6].

При изучении литературы было замечено, что некоторые из предполагаемых вариантов были недостаточно проходимые для погодных условий с Казахстана либо слишком затратные для его осуществления. Именно на поиск подходящего варианта для Казахстана будет направлено это научное исследование. Необходимо создавать новое водоснабжение Казахстана с заменой старых вариантов на более прогрессивные, другой проверенный источник гласит Детальная разработка схем комплексного использования всех крупных рек региона и технико-экономическое обоснование перспективных гидроузлов является важной народнохозяйственной задачей [7].

Одним из основных направлений по охране водных ресурсов является внедрение новых технологических процессов производства, переход на замкнутые (бессточные) циклы водоснабжения, где очищенные сточные воды не сбрасываются, а многократно используются в технологических процессах. Замкнутые циклы промышленного водоснабжения дадут возможность полностью ликвидировать сбрасываемые сточные воды в поверхностные водоемы, а свежую воду использовать для пополнения безвозвратных потерь [8].

3 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор необходимой информации является наиболее трудным в процессе исследования. Очень важно сопоставлять информацию. Сбор необходимой информации является наиболее трудным в процессе исследования. Очень важно сопоставлять важность информации, а также важно определять какие результаты нужно получить в конце, подойдет ли объективная информация или необходимы достаточно точные источники и сведения. Важно понимать, и как получить информацию. Мы использовали различные знания на тему отчистки водных ресурсов. При анализе мы делили информацию на 3 вида: по способу, по характеру, по потокам.

Самое главное в процессе научного исследования — это первичная информация. Важно отметить, что именно такие данные представляют особый интерес так как с ее помощью можно достаточно точно ответить на интересующие вопросы. К первичной информации относятся научные и учебные пособия.

В качестве материалов исследования были использована учебная литература, в той или иной мере затрагивающие тему исследования, а также практический опыт поиска в электронных библиотеках. На первом этапе поиск осуществлялся в научной электронной библиотеке eLibrary.ru. В расширенном поиске было найдено около 100 источников. Удалось сузить область поиска до 15 статей. Было отобрано 4 публикации, содержащие необходимые для исследования информацию.

В качестве методов исследования были использованы такие теоретические методы как анализ, синтез, индукция, дедукция контент-анализ, сопоставленный анализ и моделирование.

4 РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ.

При анализе с собранной информацией были разработаны пять методов будущего водоснабжения Казахстана.

1. Дождевое водоснабжение.

Методом искусственного создания дождя.

2. Переработка сточных вод.

Очистка и повторное использование сточных вод может существенно снизить потребность в новых ресурсах пресной воды

3. Десалинизация.

Превращение соленой воды в пресную, что особенно актуально для регионов с ограниченными водными ресурсами.

Чтобы справиться с наступающими проблемами, Казахстану необходимо рассмотреть ряд мер:

- использование опыта стран с аналогичной проблемой;

- обновление систем водоснабжения и канализации, внедрения современных технологий очистки воды;

-повышение осведомленности населения через образовательные программы.

Забор воды для целей водоснабжения возможен из поверхностных и подземных источников.

Для хозяйственно-питьевого водоснабжения целесообразно применять подземные (особенно артезианские и рудниковые) воды, которые, как правило, имеют более высокие показатели качества, чем воды поверхностные. Если мощность водоносного пласта подземных вод недостаточна или они не пригодны для целей водоснабжения, то используют поверхностные источники. Использование подземных вод для производственных нужд не целесообразно, если нет соответствующего обоснования [10].

Системы водоснабжения делятся на два типа:

1. Централизованные: рассчитаны на большое количество жителей

2. Централизованные сети: сочетают холодное и горячее водоснабжение.

По назначению делятся на 5 видов:

- хозяйственно бытовые;

- сельскохозяйственные;

- производственного назначения;

- противопожарные.

Основные элементы систем водоотведения рассчитаны на длительный срок эксплуатации (20-25 лет), в течение которого исходные условия их работы постепенно меняются. Возникает несоответствие между фактическими условиями и запланированными возможностями, что оказывает негативное влияние на качество эксплуатации. Ужесточение экологиче-

ских требований вызывает необходимость изменения степени очистки стоков, рост населения вызывает гидравлические перегрузки основных элементов канализационных сетей, нарушение их функционирования и т. д. [9].

Виды систем водоснабжения в зависимости от типов источников воды сети, подключенные к поверхностным источникам. Вода берется из рек, водохранилищ и озер. Сети, подключенные к подземным источникам. Потребителям подаются грунтовые воды.

При работе с научной статьей были разработан проект по добыче воды на примере футуристических деревьев г. Сингапура.

Они состоят из стержня с технической шахтой, железобетонной оболочки, стальной сетки и укрепленных на ней панелей с растениями. Они придуманы как клоны настоящих деревьев, выполняющие все их функции и даже больше. Фотоэлементы питают освещение, установки по сбору дождевой воды перераспределяют ее на полив растений и наполнение фонтанов, система кондиционирования обеспечивает воздухом оранжереи [11].

Предлагаем модернизировать футуристические деревья под резкоконтинентальный климат Казахстана, которые изображены на **Рисунке 1**. Использовать верхушки деревьев в качестве сбора сточных вод. А центр ствола использовать как водонапорную башню. Принципиально схему работы водонапорной башни можно описать следующим образом: из ближайшего источника (надземного или подземного) вода поступает в резервуар на верхний этаж с помощью электрической насосной станции; затем из верхнего резервуара вода идет к потребителям [12]. «Корнями» дерево будет выкачивать грунтовые воды. Такие деревья будут удобно использовать в качестве поливной системы и водохранилища пресной воды.

Проект насосной станции разрабатывают как составную часть общего мелиоративного или водохозяйственного проекта. Поэтому многие технические, организационные и экономические вопросы по насосным станциям решают в комплексе с другими сооружениями общего объекта [13].



Рисунок 1 – Пример использования деревьев для водоснабжения

4 ВЫВОДЫ

Природоохранная деятельность в настоящее время представляет попытку смягчить удар, который наносит Природе человек, нарушая ее законы, стремясь хоть немного отдалить возмездие. Однако, решая конкретные вопросы охраны окружающей среды, необходимо помнить, что без знания законов существования и развития природы все наши усилия направляются на борьбу с последствиями, а не с причиной, породившей конфликт человека и природы. Отсюда следует важнейший вывод: решение любой конкретной природоохранной проблемы следует начинать со знакомства с законами, по которым живет и развивается природа [14]. Стоит отметить, что беспечное пользование пресной воды может привести к истощению водных ресурсов Казахстана. Оценка водных ресурсов по среднему годовому стоку получила широкое распространение при прогнозировании использования воды и оценке во-

дообеспеченности. Между тем сток истощается в результате забора воды из реки или озера для хозяйственных нужд. При этом значительная доля воды теряется в процессе хозяйственного использования, особенно на нужды орошаемого земледелия [15]. Стране требуется незамедлительная модернизация инженерно-технологических систем водоснабжения и водотводов. Необходим новый подход к решению экологической системы водоснабжения Казахстана.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Т.И: Medeu A.R. Water resources of Kazakhstan: assessment, forecast, management (concept) / Medeu A.R., Malkovsky I.M., Toleubaeva L.S. – 94 p. ISBN 978-601-7150-28-0 <https://ingeo.kz/?p=5127> (In Rus)
2. P. Romanov, M.O. Zhakevich Water supply and sanitation Approved by the editorial and publishing University Council as a teaching aid Nizhny Novgorod – 2005 <http://amac.md/Biblioteca/data/28/19/03/25.2.pdf> (In Rus)
3. Innovative water management using abandoned quarries for urban water supply and flood mitigation Mariappan RinishaKartheshwari, Kaveri Sivaraj, Puthan Veettil RaziSadath & Lakshmanan Elango2024 (InRus)<https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-024-04716-0>
4. Reservoir Risk Operation of 'Domestic-Production-Ecology' Water Supply Based on Runoff Forecast Uncertainty Tao Bai, Qianglong Feng, Dong Liu & Chi Ju 2024 (in Rus) <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-024-03819-7>
5. Mathematical modeling for water supply by means of natural supply sources: the case of Pachuca de Soto, Hidalgo Josué N. Gutiérrez-Corona, Benjamín A. Itzá-Ortiz, Arturo Torres-Mendoza, Velitchko G. Tzatchkov & Luis A. Quezada-Téllez 2024 <https://link.springer.com/article/10.1007/s40899-024-01045-y> (In Rus)
6. WATER RESOURCES OF KAZAKHSTAN: ASSESSMENT, FORECAST, MANAGEMENT. ALMATY, KAZAKHSTAN2012 https://cargc.org/media/filer_public/47/a4/47a43eba-517c-4fc5-9de8-9525f53e62b1/vodnye_resursy_kazakhstana.pdf (In Rus)
7. A.B. VAKYAN, V.M. SHIROKOV COMPLEX USAGE AND SECURITY WATER RESOURCES Minsk 1999 <https://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-kompleksnoeispolzovanievodnyhresursov.pdf> (In Rus)
8. Cleaning of drains Bibliographic list of references Editorial Board: Andryushkina M.V. Averkieva A.V. Egorova N. T. Nikolaeva T. A. Fedotova E. N Cheboksary, Russia 2013. - 18 p. -(Environmental protection). (In Rus) http://www.nbchr.ru/PDF/ochistka_vod.pdf
9. SEWER AND CLEANING WASTEWATER M.N. Abdukodirova M.V. Radkevich K.B. Shipilova TASHKENT (2022) <https://staff.tiiame.uz/storage/users/606/books/W4gnf0YxayadwUyCyUZSBwEjg9JkIKDvrhfHLZ8A.pdf> (In Rus)
10. Water supply Simonov M.A., Kvitka L. A. Textbook - M INFA-M 2007 -287 (In Rus)
11. Singapore — an economic miracle within one city 2018 (In Rus) <https://bujet.ru/article/362223.php>
12. E.Y. Ageeva, A.L. Dubov Russian experience of renovation of unused water towers Nizhny Novgorod Russia 2023. <https://bibl.nngasu.ru/electronicresources/uchmetod/architecture/877146.pdf> (In Rus)
13. Designing PUMPING STATIONS AND TESTING OF PUMPING STATIONS INSTALLATIONS V. F. CHEBAEVSKY, K. P. VISHNEVSKY N. N. NAKLADOV MOSCOW RUSSIA "KOLOS". 2000 (In Rus)<https://staff.tiiame.uz/storage/users/351/books/WVklU0uHG0jTHRk76VvvToCwk9PZFXjIqJUSEKDj.pdf>
14. ENVIRONMENTAL FUNDAMENTALS PROTECTION OF WATER RESOURCES Study guide Yekaterinburg Russia Ural University Publishing House 2019https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/71151/1/978-5-7996-2603-7_2019.pdf (In Rus)
15. M.N. Shevtsov WATER AND ENVIRONMENTAL PROBLEMS AND THE USE OF WATER RESOURCES Khabarovsk TOGU Publishing House 2015 <http://www.eecca-water.net/file/M.N.Shevcov-Vodno-ekologicheskie-problemy.pdf> (In Rus)

СТУДЕНТ И НАУКА: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

**Сборник материалов
XXIV ежегодной республиканской студенческой научной конференции**

ЧАСТЬ II

**Компьютерная верстка Ибрашевой М.А.
Редактор Есимханова А.Е.**

Ответственность за достоверность информации несут авторы.

Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 14.31. Уч.-изд. л. 14.5.
Заказ №841.

Издание Международной образовательной корпорации
Отпечатано в Издательстве «Строительство и архитектура»
050043, г. Алматы, ул. Рыскулбекова, 28