

Акпанов Н. А. Монолитті тұрғын ғимараттарының жобалау-құрылыс шешімдерін бағалау	5
Алигожина Д. А., Тлеулесов А. К., Украинец А. В. Жерасты магистральді мұнай құбырлары апаттары салдарынан табиғи ортаға келетін шығынды анықтау ..	9
Ахметов Ш. С. Полимерлі шпалалар	16
Джаймагамбетов Д. Х. Темір жолда техникалық құралдардың тиімдігін бағалау және сенімділік көрсеткіштері	23
Жаныбекова К. М. Соңғы артылыстағы серпінді емес темірбетон пластиналарын есептеу	28
Каракаев А. К., Зарипов Р. Ю. Жүк вагон құрастырудағы композиттік материалдар....	39
Қадыров А. С., Балабекова К. Г. Мобильді көпір өтпесінің жетілген модулінің сәйкестірілген элементтерін есептеу және конструкторлық шешу	48
Сактаганова Н. А. Беттік белсенді заттар негізіндегі автоклавсыз ұялы бетон	58/
Умаров А. А., Умаров А. Р., Камбаров Е. Басқару объектісін динамикалық тәртіпте сәйкестендіру	62

Кудерин М. К., д.т.н., профессор (главный редактор)
Мусина Ж. К., к.т.н., доцент (ответственный секретарь)

Члены редакционной коллегии:

Бороденко В. А., д.т.н., профессор;
Ибраев И. К., д.т.н., профессор;
Ишанходжаев А. А., д.т.н., профессор (Узбекистан);
Каракаев А. К., д.т.н., профессор;
Кислов А. П. к.т.н., доцент;
Клецель М. Я. д.т.н., профессор;
Муслимов А. П., д.т.н., профессор (Кыргызстан);
Новожилов А. Н., д.т.н., профессор;
Нуржауов А. Н., д.т.н., доцент;
Рашидов Т. Р., д.ф-м.н., профессор, член РНК (Узбекистан);
Смайлова Н. Т., д.т.н., доцент;
Унайбаев Б. Ж., д.т.н., профессор, ректор ЕИТИ им. К. И. Сатпаева;
Украинец В. Н., д.т.н., доцент;
Менейлюк А. И., к.т.н., профессор (Украина);
Еремин К. И., д.т.н., профессор (Россия);
Ронни Берндстон, д.т.н., профессор (Швеция);
Нургожина Б. В. (тех. редактор).

Утениязов Е. М. Бетон қоспасын тығыздау технологиясын жалпылау және талдау.....	72
Утениязов Р. М. Жылулық сорғылардың жаңа буынын пайдалана отырып, бейдәстүрлі энергия көздері ретінде ЖЭО-да қосымша жылу энергиясын өндіру үшін қолданудың келешегі.....	77
Авторларларға арналған ережелер.....	83

**НАУКА И ТЕХНИКА
КАЗАХСТАНА**
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМЕНИ С. ТОРАЙГЫРОВА

КОРРЕКТОРЫ:
З. С. Исакова,
А. Р. Омарова

ВЕРСТКА:
М. Б. Касенова

© ПГУ им. С. Торайгырова

СОДЕРЖАНИЕ

Акпанов Н. А. Оценка проектно-строительных решений жилых монолитных зданий	5
Алигожина Д. А., Тлеулесов А. К., Украинец А. В. Последствия аварии на подземном магистральном нефтепроводе.....	9
Ахметов Ш. С. Полимерные шпалы	16
Джаймагамбетов Д. Х. Оценка эффективности и показатели надежности технических средств на железной дороге.....	23
Жаныбекова К. М. Расчет неупругих железобетонных пластин в конечных приращениях.....	28
Каракаев А. К., Зарипов Р. Ю. Композитные материалы в грузовом вагоностроении ..	39
Қадыров А.С., Балабекова К. Г. Конструктивное решение и расчёт элементов унифицированного модуля мобильного мостового переезда.....	48
Сактаганова Н. А. Неавтоклавный ячеистый бетон с добавкой – поверхностно-активными веществами.....	58
Умаров А. А., Умаров А. Р., Камбаров Е. Идентификация объекта управления в динамическом режиме	62
Утениязов Е. М. Обобщенный анализ технологии уплотнения бетонной смеси.....	72
Утениязов Р. М. Перспективы применения тепловых насосов нового поколения с использованием нетрадиционных источников энергии для производства дополнительной тепловой энергии на ТЭЦ	77
Правила для авторов	83

CONTENTS

Акпанов Н. А.
Evaluation of design and construction decisions
in monolithic residential buildings 5

Aligozhina D. A., Tleulesov A. K., Ukrainets A. V.
Evaluation of environment damage from an accident
at underground main oil pipelines..... 9

Akhetmetov Sh. S.
Polymer sleepers..... 16

Jaimagambetov D. H.
Assessment of efficiency and reliability of technical means on the railroad 23

Zhanybekova K. M.
Calculation of concrete inelastic plates in finite increments 28

Karakayev A. K., Zaripov R. U.
Composite materials in cargo wagon building 39

Kadyrov A. S., Balabekova K. G.
Design solution and calculation of cell module mobile
in unified bridge crossing..... 48

Saktaganova N. A.
Not autoclave cellular concrete with the additive –
surface-active substances 58

Umarov A. A., Umarov A. R., Kambarov E.
Identification of the control object in the static mode..... 62

Uteniyzov E. M.
A pooled analysis of concrete compaction technology..... 72

Uteniyzov R. M.
Prospects of application of heat-pumps of new generation
with the use of unconventional energy sources for production
of additional thermal energy on CHP..... 77

Rules for authors 83

УДК 69.05; 728

Н. А. Акпанов

магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
e-mail: nurs_akpanov@mail.ru

**ОЦЕНКА ПРОЕКТНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ
ЖИЛЫХ МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ**

*В статье рассмотрен анализ современных проектно-строительных решений
монолитных многоэтажных жилых зданий.*

Ключевые слова: монолитное здание, бетон, арматура, матрица.

ВВЕДЕНИЕ

Строительство – одна из наиболее динамично развивающихся отраслей экономики, играющая важнейшую роль в жизни страны. Сегодня строительная отрасль набрала хорошие темпы и обладает потенциалом для дальнейшего развития.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Тенденции объемов строительства в структуре застройки городов Казахстана, в частности Астаны представлены на рисунке 1, характерны увеличением доли жилья различного по архитектурным, объемно-планировочным, конструктивным, инженерным и технологическим решениям. В последнее время наблюдается тенденция возведения жилых зданий из монолитного железобетона. В настоящий момент применение монолитного каркаса составляет в среднем по стране 70 % от общего объема конструктивов сооружения.

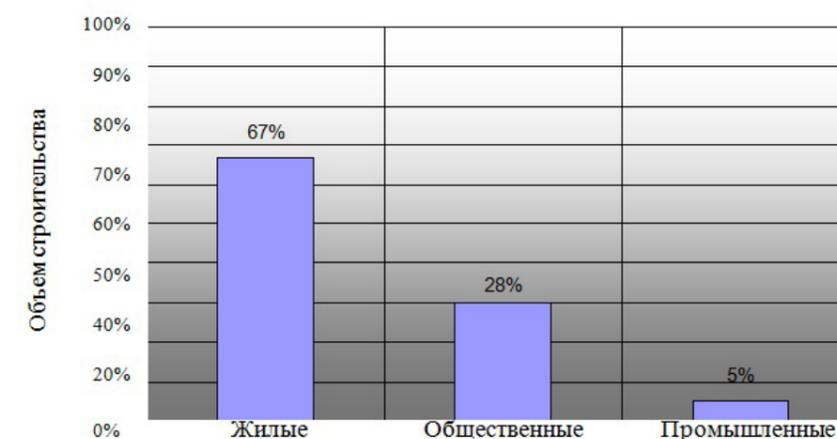


Рисунок 1 – Объем застройки в структуре городской застройки в зависимости от назначения зданий

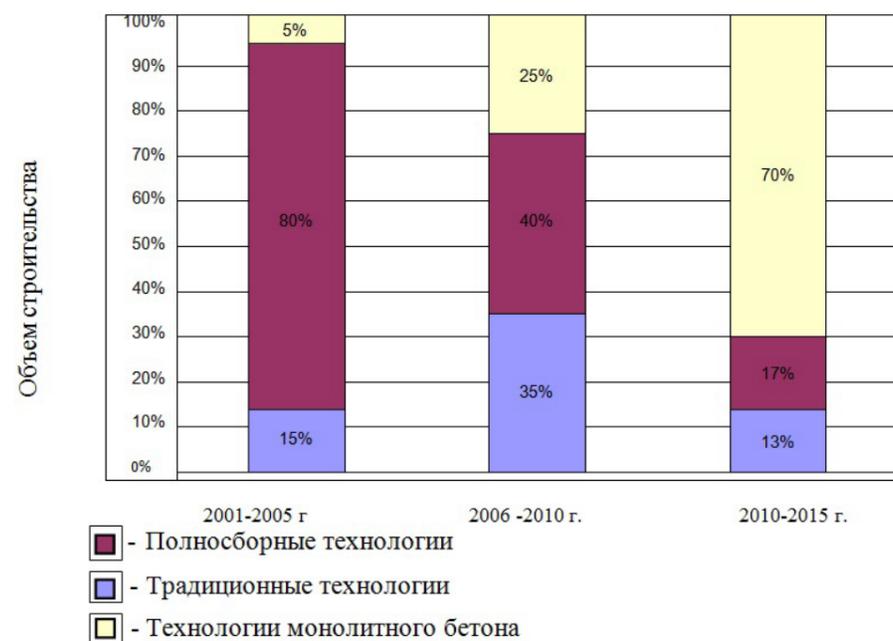


Рисунок 2 – Объем строительства в структуре городской застройки жилых многоэтажных зданий в зависимости от технологии возведения

В последнее время наблюдается тенденция возведения жилых зданий из монолитного железобетона. Применение монолитного каркаса составляет в среднем по стране 70 % от общего объема конструктивов сооружения. Статистика объемов строительства представлена на рисунке 2.

Относительно недавно монолитное домостроение в странах СНГ выглядело экспериментальным. Сам подход к этому виду строительства определялся наличием опалубки. Если таковая имелась, можно было пробовать монолитный вариант строительства усадебных домов или других типов малоэтажных зданий, не совсем осознавая, сколько неосвоенной науки включает в себя эта область строительства. Были, конечно, исключения, когда в отдельных крупных городах бывшего Союза с привлечением строительных организаций других стран, в единичных случаях осваивалось строительство монолитных многоэтажных зданий с несущими стенами.

Но это были лишь огромные фрагменты на фоне огромной индустрии сборного строительства, в котором архитекторы настойчиво искали пути выхода, будучи привязаны к различным сериям и модулям систем. И только на юге страны, в зоне повышенной сейсмичности, отдавая все же предпочтение серийному строительству, стремились к развитию монолитного строительства, где в общем объеме на переднем плане было малоэтажное строительство зданий до четырех этажей. При строительстве выше четырех этажей при монолитном домостроении строительство попадало в широкий спектр ограничений действующих сериями

кирпичных, крупноблочных и панельных домов с огромной массой нормативных документов, разработанных для их строительства. Даже строительство сборных каркасных зданий в жестких рамках своих допусков находило предпочтение перед строительством зданий с монолитным каркасом; несмотря на то, что возведение сборного каркаса требовало высокого профессионального мастерства для соблюдения всех обозначенных нормами правил.

При монолитном домостроении несущую функцию выполняет каркас из монолитного железобетона. Ограждающие конструкции выполняются из кирпича, а чаще из кирпича и утеплителя (газобетон, пенобетон, минеральная вата, пенополистирол и т. п.). Такая технология получила широкое распространение, и сейчас по ней строятся как дома эконом-класса с малогабаритными квартирами, так и элитные объекты в историческом центре.

Технология монолитного домостроения воплощает собой принцип единого и нераздельного высокопрочного каркаса из железобетона от фундаментной плиты до перекрытия последнего этажа. При строительстве не используется ни одной сборной конструкции. Данная технология призвана обеспечивать долговечность здания и его высокую устойчивость к различным статическим и динамическим нагрузкам. Расчетный срок службы монолитно-каркасного здания составляет 150 лет. Технология монолитного строительства пришла к нам с Запада, где просчитывается экономическая обоснованность того или иного проекта; учитывается также не стоимость материалов, а стоимость работы и связанные с этим затраты. Если говорить конкретно о домостроении, то сборные конструкции здесь дороги, поэтому западные строительные фирмы их применяют редко, отдавая предпочтение возведению зданий из монолита. При такой технологии становится дешевле рабочая сила, трудозатраты осуществляются один раз.

В настоящее время становится очевидно, что строительный проект не следует делить на отдельные части и пытаться рационализировать какую-либо наиболее подходящую часть для данных условий. Необходимо выполнять комплексную оценку всего строительного процесса.

На данный момент не сформировалась методика системной оценки проектно-строительных решений жилых многоэтажных монолитных зданий, которая позволяет сделать экспресс-оценку проектно-строительных решений.

Целью работы являлось определение системной оценки проектно-строительных решений жилых монолитных многоэтажных зданий. Объектом исследования приняты проектно-строительные решения жилых монолитных многоэтажных зданий.

В качестве модели исследования принимается типовая секция жилого монолитного многоэтажного здания с заданным объемно-планировочным решением. Рассмотрены 2 модели исследования: колонного и пилонного типа.

Автором проведен анализ проектно-строительных решений жилых многоэтажных монолитных зданий по следующим показателям: архитектурным, конструктивным, организационно-технологическим и экономическим. Для оценки

архитектурного показателя проектно-строительных решений принято единое планировочное решение для каждого конструктивного типа.

Для оценки конструктивного показателя проектно-строительных решений приняты три вида конструктивных схем, которые рассчитываются с применением автоматизированного программного комплекса. В данном случае расчеты ведутся по I и II группе предельных состояний с применением программного комплекса SCAD, в основу которого положен метод конечных элементов.

Для оценки организационно-технологического показателя рассмотрены три конструктивных типа. В работе предлагается рассмотреть новый вид матрицы, который сочетает в себе псевдо- и нормализованную матрицу. Предполагается, что в основе создания данной матрицы лежит разноритмичный поток с непрерывным использованием ресурсов. Основное отличие данной матрицы от предшественников – это условие выполнения работ при разных видах работ – один день. Т.е. для любого вида работ – продолжительность работ на одной захватке (фронте работ) один день. Таким образом, мы избегаем недостаток псевдоматрицы, где появляются нулевые ячейки (т.е. где образуются простои по определенным работам). В результате мы получили единичную нормализованную матрицу (Е-матрица) преимуществом которой является наглядность выполнения работ и при разноритмичном потоке выполняется определенная ритмичность на каждом фронте работ. Нормализованная единичная матрица не является строго применимая, к какому либо конкретному строительству или типовому сегменту, она имеет место быть при рассмотрении различных конструктивных вариантах строительства.

ВЫВОДЫ

Таким образом, применение нормализованной единичной матрицы позволяет определить минимальную продолжительность работ по различным конструктивным решениям. Достигается минимальное сближение потоков, тем самым сокращается срок выполнения работ.

Для оценки экономического показателя рассмотрены совокупность применения рациональных организационно-технологических и ресурсосберегающих решений. Определяется динамика оттока денежных средств, как показатель затрат на строительство объекта, на этапе замысла и оценки проектных решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Симанкина, Т. Л.** Совершенствование календарного планирования ресурсосберегающих потоков с учетом аддитивности интенсивности труда исполнителей. Дисс. канд. тех. наук. – СПб., 2007. –145 с.

2 **Мхитарян, Н. М., Бадеян Г. В., Малацидзе Э. Г.** Новая технология в монолитном домостроении // Капстроительство. – №5. 2002. – С. 9-12.

3 **Березовский, Б. И., Евдокимов, Н. И.** Возведение монолитных зданий и сооружений.

Материал поступил в редакцию 11.05.16.

Н. А. Ақпанов

Монолитті тұрғын ғимараттарының жобалау-құрылыс шешімдерін бағалау

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 11.05.16 баспаға түсті.

N. A. Akpanov

Evaluation of design and construction decisions in monolithic residential buildings

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 11.05.16.

Бұл мақалада қазіргі заманғы монолитті көпқабатты тұрғын ғимараттардың жобалау-құрылыс шешімдерін талдау қарастырылды.

In the article there is provided the analysis of modern engineering-construction solutions for monolithic high-rise residential buildings.

УДК 622.692.4.053:539.3+504.05

Д. А. Алигожина¹, А. К. Тлеулесов², А. В. Украинец³

¹ст. преподаватель, ²ст. преподаватель, Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, ³ученица 11 класса, Павлодарский лицей «Лингва», г. Павлодар

ПОСЛЕДСТВИЯ АВАРИИ НА ПОДЗЕМНОМ МАГИСТРАЛЬНОМ НЕФТЕПРОВОДЕ

На конкретном примере установлены основные факторы, определяющие величину ущерба, наносимого окружающей природной среде при аварии на подземном магистральном нефтепроводе. Произведена оценка ущерба.

Ключевые слова: аварии на нефтепроводах, загрязнения земель, загрязнения водных объектов, загрязнения атмосферы.

ВВЕДЕНИЕ

Основными факторами, определяющими величину ущерба, наносимого окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах, являются:

- количество нефти, вылившейся из нефтепровода вследствие аварии;
- площадь загрязнения земель и водных объектов;
- степень загрязнения земель;
- степень загрязнения водных объектов;
- степень загрязнения атмосферы.

Следует заметить, что оценкой двух первых факторов занимаются специальные структуры. Поэтому здесь ограничимся оценкой остальных факторов.

Для численных расчетов принимаем следующие исходные данные. В результате разрыва трубы на подземном нефтепроводе в Западно-Казахстанской

области вылившаяся нефть растеклась по местности с песчаной почвой (диаметр частиц песка 0,05–2 мм, влажность 60 %), часть попала в реку. Замерами установлено, что разлившаяся нефть загрязнила $F_{гр} = 10000 \text{ м}^2$ почвы при средней глубине пропитки $h_{ср} = 1,1 \text{ м}$. Уровень загрязнения 4, степень загрязнения земель сильная, в пределах установленных лимитов, бонитет почвы загрязненной территории определен в 25 баллов, продолжительность периода восстановления земель 4 года; лесонасаждений, сельскохозяйственных культур или построек на загрязненной территории нет. Площадь поверхности воды, покрытая разлитой нефтью, составила $F_n = 2000 \text{ м}^2$.

Дополнительные исходные данные:

- плотность нефти $\rho = 0,86 \text{ т/м}^3$;
- коэффициент нефтеемкости грунта $k_n = 0,12 [1]$;
- концентрация насыщения растворенной и эмульгированной нефти в поверхностном слое реки $C_n = 122 \text{ г/м}^3 [1]$;
- фоновая концентрация растворенной и эмульгированной нефти в реке на глубине 0,3 м до аварии $C_\phi = 0,02 \text{ г/м}^3$;
- концентрация растворенной и эмульгированной нефти в реке на глубине 0,3 м после аварии $C_p = 3 \text{ г/м}^3$;
- удельная масса пленочной нефти на 1 м^2 поверхности реки до аварии $m_\phi = 0,01 \text{ г/м}^2$;
- удельная масса пленочной нефти на 1 м^2 поверхности реки после аварии $m_p = 30 \text{ г/м}^2$;
- удельная масса пленочной нефти на 1 м^2 поверхности реки после завершения сбора разлитой нефти $m_{пл.ост} = 0,4 \text{ г/м}^2$;
- температура верхнего слоя почвы $t_n = 5^\circ\text{C}$;
- температура воздуха $t_{воз} = 7^\circ\text{C}$;
- температура верхнего слоя реки $t_b = 3^\circ\text{C}$;
- толщина слоя нефти на поверхности почвы $\delta_n = 0,01 \text{ м}$;
- продолжительность испарения свободной нефти с земной поверхности $\tau_{и.п.} = 48 \text{ ч}$;
- продолжительности испарения плавающей нефти с водной поверхности $\tau_{и.в.} = 48 \text{ ч}$.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Оценка степени загрязнения земель. Степень загрязнения земель определяется нефтенасыщенностью грунта. Нефтенасыщенность грунта или количество нефти (объем $V_{вп}$ или масса $M_{вп}$), впитавшейся в грунт определяется по формулам

$$V_{вп} = k_n \cdot V_{гр}; \quad (1)$$

$$M_{вп} = V_{вп} \cdot \rho, \quad (2)$$

где k_n – коэффициент нефтеемкости грунта, принимаемый в зависимости от его влажности [1]; ρ – плотность нефти, т/м^3 ; $V_{гр} = F_{гр} \cdot h_{ср}$ – объем нефтенасыщенного грунта, м^3 ; $F_{гр}$ – площадь нефтенасыщенного грунта, м^2 ; $h_{ср}$ – средняя глубина пропитки на всей площади нефтенасыщенного грунта, м.

Подставляя исходные данные $k_n = 0,12$, $F_{гр} = 10000 \text{ м}^2$, $h_{ср} = 1,1 \text{ м}$, $\rho = 0,86 \text{ т/м}^3$ в формулы (1) и (2), получаем: $V_{вп} = 1320 \text{ м}^3$, $M_{вп} = 1135,2 \text{ т}$.

2. Оценка степени загрязнения водных объектов. Степень загрязнения водных объектов определяется массой растворенной и эмульгированной в воде нефти.

Масса нефти (в тоннах), загрязняющей толщу воды, рассчитывается по формулам:

$$\text{– для водоемов: } M_{н.в-м} = 5,8 \cdot 10^{-3} \text{ Мр}(C_n - C_\phi); \quad (3)$$

$$\text{– для водотоков: } M_{н.в-к} = 8,7 \cdot 10^{-4} \text{ Мр}(C_n - C_\phi), \quad (4)$$

где M_p – масса нефти, разлитой на поверхности водного объекта, т; C_n – принимаемая в зависимости от типа водного объекта [1] концентрация насыщения растворенной и эмульгированной нефти в его поверхностном слое, г/м^3 ; C_ϕ – фоновая концентрация растворенной и эмульгированной нефти в водном объекте на глубине 0,3 м до аварии, г/м^3 .

Масса M_p нефти, разлитой на поверхности водного объекта, определяется одним из следующих способов:

- по балансу количества нефти, вылившейся из магистрального нефтепровода при аварии, и ее распределения по компонентам окружающей природной среды;
- по результатам инструментальных измерений на загрязненной нефтью поверхности водного объекта;
- по количеству нефти, собранной нефтесборными средствами при ликвидации аварийных разливов.

В случае, если определение массы разлитой на водной поверхности нефти производится несколькими способами, дающими разные результаты, в расчет включается большая величина.

Для получения предварительных данных может использоваться метод экспертных оценок загрязнения водных объектов без применения его в расчетах ущерба окружающей среде. Способ экспертных оценок может применяться в случаях, когда толщина слоя нефти в месте разлива значительно меньше 1 мм.

Здесь массу нефти M_p (в тоннах) будем определять по формуле метода инструментальных измерений:

$$M_p = (m_p - m_\phi) F_n \cdot 10^{-6} + (C_p - C_\phi) V_p \cdot 10^{-6}, \quad (5)$$

где m_ϕ – удельная масса пленочной нефти на 1 м^2 поверхности водного объекта до аварии, г/м^2 ; m_p – удельная масса пленочной нефти на 1 м^2 поверхности водного объекта после аварии, г/м^2 ; F_n – площадь поверхности водного объекта, покрытая разлитой нефтью, м^2 ; C_p – концентрация растворенной и эмульгированной нефти в водном объекте на глубине 0,3 м после аварии, г/м^3 ; $V_p = 0,3 F_n$ – объем воды, в котором к моменту инструментальных измерений растворилась разлитая нефть, м^3 .

Масса пленочной нефти, оставшейся на водной поверхности после проведения обязательных мероприятий по ликвидации последствий разливов нефти, рассчитывается по формуле

$$M_{пл.ост} = m_{пл.ост} * F_{н.ост} \quad (6)$$

где $M_{пл.ост}$ – масса пленочной нефти, оставшейся на водной поверхности после проведения мероприятий по ликвидации разлива, г; $m_{пл.ост}$ – удельная масса пленочной нефти на 1 м² поверхности водного объекта после завершения сбора разлитой нефти, г/м²; $F_{н.ост}$ – площадь поверхности водного объекта, покрытая пленочной нефтью после завершения работ по ликвидации разлива нефти (значение принимается равным значению площади поверхности водного объекта загрязненного нефтью), м².

Подставляя исходные данные $C_n = 122$ г/м³, $C_{ф} = 0,02$ г/м³, $C_p = 3$ г/м³, $m_{ф} = 0,01$ г/м², $m_p = 30$ г/м², $F_{н.ост} = F_n = 2000$ м², $m_{пл.ост} = 0,4$ гр/м², в формулы (5), (4), (6), находим: $M_p = 0,061768$ т, $M_{н.в-к} = 0,006555$ т, $M_{пл.ост} = 0,8$ кг.

3. Оценка степени загрязнения атмосферы. Степень загрязнения атмосферы вследствие аварийного разлива нефти определяется массой летучих низкомолекулярных углеводородов, испарившихся с покрытой нефтью поверхности земли или водоема.

Масса углеводородов (в тоннах), испарившихся с поверхности земли, покрытой разлитой нефтью, определяется по формуле

$$M_{и.п.} = q_{и.п.} * F_{гр} * 10^{-6} \quad (7)$$

Здесь $q_{и.п.}$ – удельная величина выбросов углеводородов с 1 м² поверхности нефти, разлившейся на земле, г/м². Данная величина принимается по приведенной в [1] таблице в зависимости от следующих параметров: плотности нефти ρ , средней температуры поверхности испарения $t_{и.п.}$, толщины слоя нефти на земной поверхности δ_n , продолжительности испарения свободной нефти с земной поверхности $\tau_{и.п.}$.

Средняя температура поверхности испарения $t_{и.п.}$, °С, находится по формуле

$$t_{и.п.} = 0,5(t_n + t_{воз}), \quad (8)$$

где t_n – температура верхнего слоя земли, °С; $t_{воз}$ – температура воздуха, °С.

Подставляя в (8) исходные данные $t_n = 5$ °С, $t_{воз} = 7$ °С, находим: $t_{и.п.} = 6$ °С.

Используя полученное значение и исходные данные $\rho = 0,86$ т/м³, $\delta_n = 0,010$ м, $\tau_{и.п.} = 48$ ч по таблице [1] определяем $q_{и.п.} = 692,4$ г/м². Подставляя последнее выражение в (7), с учетом того, что $F_{гр} = 10000$ м², находим: $M_{и.п.} = 6,924$ т.

Масса углеводородов (в тоннах), испарившихся в атмосферу с поверхности водного объекта, покрытого разлитой нефтью, вычисляется по формуле

$$M_{и.в.} = q_{и.в.} * F_n * 10^{-6}, \quad (9)$$

где $q_{и.в.}$ – удельная величина выбросов углеводородов с 1 м² поверхности нефти, разлившейся на воде, г/м². Данная величина принимается по приведенной в [1] таблице в зависимости от следующих параметров: плотности нефти ρ , средней температуры поверхности испарения $t_{и.в.}$, толщины слоя нефти на водной поверхности δ_v , продолжительности испарения плавающей нефти с водной поверхности $\tau_{и.в.}$.

Средняя температура поверхности испарения $t_{и.в.}$, °С, определяется по формуле

$$t_{и.в.} = 0,5(t_v + t_{воз}), \quad (10)$$

где t_v – температура верхнего слоя воды, °С; $t_{воз}$ – температура воздуха, °С.

Подставляя в (10) исходные данные $t_v = 3$ °С, $t_{воз} = 7$ °С, находим: $t_{и.в.} = 5$ °С.

Толщину слоя нефти на водной поверхности можно определить по формуле

$$\delta_v = M_p / F_{гр} \quad (11)$$

Подставляя в (11) $M_p = 0,061768$ т и исходные данные $F_n = 2000$ м², $\rho = 0,86$ т/м³, вычисляем: $\delta_v = 0,000036$ м.

Используя полученные по формулам (10) и (11) значения и исходные данные $\rho = 0,86$ т/м³, $\tau_{и.в.} = 48$ ч по таблице [1] определяем $q_{и.в.} = 141$ г/м². Подставляя последнее выражение в (9), с учетом того, что $F_n = 2000$ м², находим: $M_{и.в.} = 0,282$ т.

4. Оценка ущерба от загрязнения земель. Ущерб УЗ от загрязнения земель нефтью определяется по формуле

$$Y_3 = H_c * F_{гр} * k_n * k_v * k_{э(i)} * k_r * k_i, \quad (12)$$

где H_c – норматив стоимости сельскохозяйственных земель, тенге/га; k_n – коэффициент пересчета в зависимости от периода времени по восстановлению загрязненных сельскохозяйственных земель; k_v – коэффициент пересчета в зависимости от степени загрязнения земель нефтью; $k_{э(i)}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости территории i -го экономического района; k_r – коэффициент пересчета в зависимости от глубины загрязнения земель (значения этих коэффициентов определяются из [1]); k_i – коэффициент индексации цен.

В нашем случае $H_c = 7,643$ (бонитет почвы загрязненной территории определен в 25 баллов), $k_n = 3,2$ (продолжительность периода восстановления земель 4 года), $k_v = 0,6$ (уровень загрязнения 4, степень загрязнения земель сильная), $k_{э(i)} = 1,7$, $k_r = 1,7$ (глубина загрязнения земель $h_{ср} = 1,1$ м), $k_i = 7,6$. Подставляя в (12) эти данные, определяем: $Y_3 = 3223122$ тенге.

5. Оценка ущерба от загрязнения водных объектов. Расчет ущерба окружающей природной среде от загрязнения водных объектов нефтью выполняется по формуле

$$Y_{к.в.} = 5 \cdot k_{и} \cdot M_{у} \cdot C_{в}, \quad (13)$$

где $Y_{к.в.}$ – ущерб от загрязнения водных объектов, рассчитываемый как плата за сверх лимитный сброс загрязняющих веществ с применением повышающего коэффициента 5; $M_{у} = M_{и.в.} + M_{пл.ост}$ – масса нефти (в тоннах), принимаемая для расчета платы за загрязнение водного объекта при авариях на магистральных нефтепроводах; $C_{в} = H_{б.в.} \cdot K_{э.в.}$ – ставка платы (тенге/т) за загрязнение поверхностного слоя водного объекта одной тонной растворенной и эмульгированной нефти в пределах установленного лимита; $H_{б.в.}$ – базовый норматив платы, $K_{э.в.}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водного объекта, определяемые из [1].

С учетом того, что $M_{и.в.} = 0,282$ т, $M_{пл.ост} = 0,8$ кг; $H_{б.в.} = 443,5$ тенге/т (в пределах установленных лимитов), $K_{э.в.} = 1,3$ из (13) получаем: $Y_{к.в.} = 6196$ тенге.

6. Оценка ущерба от загрязнения атмосферы. Расчет ущерба окружающей природной среде от выбросов углеводородов нефти в атмосферу при аварийных разливах выполняется по формуле

$$Y_{к.а.} = 5 \cdot k_{и} \cdot M_{и} \cdot C_{а}, \quad (14)$$

где $Y_{к.а.}$ – ущерб окружающей природной среде от выбросов углеводородов нефти в атмосферу, рассчитываемый как плата за сверхлимитный выброс загрязняющих веществ применением повышающего коэффициента 5; $M_{и} = M_{и.в.} + M_{и.п.}$ – масса нефти (в тоннах), принимаемая для расчета платы за выбросы углеводородов нефти в атмосферу при авариях на магистральных нефтепроводах (если в результате аварии нефть загрязняет только землю или только водный объект, то соответственно в данной формуле слагается $M_{и.в.}$ или $M_{и.п.}$ принимается равным нулю); $C_{а} = H_{б.а.} \cdot K_{э.а.}$ – ставка платы (тенге/т) за выброс одной тонны углеводородов в атмосферу в пределах установленного лимита; $H_{б.а.}$ – базовый норматив платы за сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду; $K_{э.а.}$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния атмосферы в данном регионе; определяемые из [1].

С учетом того, что $M_{и.в.} = 0,282$ т, $M_{и.п.} = 6,924$ т; $H_{б.а.} = 0,1$ тенге/т (в пределах установленных лимитов), $K_{э.а.} = 2$ из (14) находим: $Y_{к.а.} = 55$ тенге.

7. Плата за загрязнение окружающей природной среды. Плата за загрязнение окружающей природной среды разлившейся нефтью при авариях на магистральных нефтепроводах П складывается из ущерба, подлежащего компенсации, за загрязнение земли, водных объектов и атмосферы:

$$П = Уз + У_{к.в.} + У_{к.а.} \quad (15)$$

Согласно (15) и п. 4, 5, 6, получаем: $П = 3229373$ тенге.

ВЫВОДЫ

Из анализа полученных результатов исследования следует, что при аварии на магистральном нефтепроводе наибольший ущерб наносится земельным участкам.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Методика определения ущерба окружающей природной среде при авариях на магистральных нефтепроводах. – М., 1996. – 40 с.

Материал поступил в редакцию 11.05.16.

Д. А. Алигожина, А. К. Тлеулесов, А. В. Украинец

Жерасты магистральді мұнай құбырлары апаттары салдарынан табиғи ортаға келетін шығынды анықтау

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.

Материал 11.05.16 баспаға түсті.

D. A. Aligozhina, A. K. Tleulesov, A. V. Ukrainets

Evaluation of environment damage from an accident at underground main oil pipelines

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar

Material received on 11.05.16.

Жерасты магистральді мұнай құбырлары апаттарының табиғи ортаға келтірген шығындар көлемін айқындайтын негізгі факторлар нақты мысалдармен анықталған. Шығынды бағалау жасалған.

There are defined the major factors that determine the amount of damage caused to the environment by an accident on the underground main oil pipeline. The damage has been assessed.

Ш. С. Ахметов

магистрант, кафедра ПГТС,
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
e-mail: shadiyar.akhmetov@mail.ru

ПОЛИМЕРНЫЕ ШПАЛЫ

Статья позволит изучить знания по определению и использованию эффективных методов технологии производства дешевой, конструктивно и технологически простой шпалы, обладающей малой материалоемкостью, высокой точностью геометрических параметров, высокой сопротивляемостью продольным и поперечным смещениям при эксплуатации и необходимыми показателями прочности, износостойкости, упругости и диэлектричности.

Ключевые слова: полимерные шпалы, производство, технология, рельсовые пути, износостойкость, упругость, диэлектричность.

ВВЕДЕНИЕ

Изменившиеся экономические и технологические условия изобретения верхнего строения рельсовых путей диктуют необходимость разрешения постоянного их совершенствования. Не менее важной проблемой в новом тысячелетии в Республике Казахстан являются магистральные железнодорожные линии.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Изобретение относится к конструкциям верхнего строения рельсовых путей и может найти применение на магистральных железнодорожных линиях, в том числе высокоскоростных, в тоннелях, метрополитенах, трамвайных путях и на подъездных железнодорожных путях промышленных предприятий. Полимерная шпала выполнена в виде пространственной ячеистой сотовидной конструкции. В качестве полимерного материала может быть использован стеклопластик со связующим в виде термореактивной синтетической смолы. Площадь каждой ячейки равна 9-16 см². На боковых сторонах шпалы могут быть выполнены выступы, расположенные в зоне подрельсовых частей и/или в средней части шпалы. Верхняя поверхность выступа является продолжением верхней поверхности шпалы. Либо верхняя поверхность выступа располагается ниже верхней поверхности шпалы. Нижняя поверхность выступа расположена ниже опорной поверхности шпалы. Выступы соединены между собой через основание шпалы с помощью перемычки. Технический результат заключается в создании конструктивно и технологически простой шпалы, обладающей малой материалоемкостью, высокой точностью геометрических параметров, высокой сопротивляемостью продольным и поперечным смещениям при эксплуатации и необходимыми показателями прочности, износостойкости, упругости и диэлектричности [1].

Так как шпалы относятся к подрельсовым опорам, то они должны обладать прочностью, износостойкостью и долговечностью в условиях переменных

силовых и природно-климатических воздействий, дешевизной, недефицитностью и технологичностью в массовом производстве, упругостью и диэлектричностью [2].

Шпала, тело которой армировано ячеистым каркасом, представляет собой конструкцию, которая при эксплуатации в условиях повышенных статических, циклических и динамических нагрузок распределяет действующие нагрузки на значительную площадь, за пределы зоны их воздействия, в результате чего снижается величина вертикального напряжения на основании рельсового пути и на земляное полотно, что обеспечивает их высокую несущую способность.

Важным требованием для изготовления железобетонных шпал является высокая точность соблюдения геометрических параметров, что представляет большие трудности для изготовителей. К ним относятся, например, требования к допускам по длине и углу наклона отдельных элементов, особенно в подрельсовых частях.

Шпалы из железобетона могут в течение срока службы испытывать значительное число циклов замерзания/оттаивания, что может привести бетон в экстремальное напряженное состояние – при неблагоприятном стечении обстоятельств такая цикличность может вызвать повреждение структуры бетона в результате расширения воды при замерзании в его капиллярных порах. Возникающие трещины в рассматриваемой шпале распространяются во всех направлениях в пределах каждой ячейки каркаса, не распространяясь на соседние ячейки. Но так как объем каждой ячейки достаточно большой, то и возникающие трещины будут иметь большую протяженность.

В основном металл в бетоне шпалы защищен от коррозии, поскольку арматура имеет пассивную защиту, обусловленную высокой щелочностью цементного камня. Это покрытие замедляет процесс коррозии. Если, однако, окись углерода из воздуха проникнет через трещины в бетон, химическая реакция карбонизации может снизить щелочность бетона до такой степени, что металл, в конечном счете, начнет корродировать. Хлориды, содержащиеся в морском воздухе и проникающие через трещины в бетон, также могут повредить пассивное покрытие, защищающее металл арматуры, что в итоге может привести к внезапному разрушению шпалы.

Для снижения электропроводности шпалы и для защиты арматуры от внешних воздействий, высокой температуры, агрессивной среды и т.п. при изготовлении шпалы со всех сторон от арматуры формируют защитный слой бетона, толщина которого назначается в зависимости от размеров арматуры, вида и класса бетона, условия работы шпалы и т.д. В среднем толщина защитного слоя бетона с каждой стороны шпалы должна быть равна не менее 25 мм (ГОСТ 21174-75), что увеличивает расход бетона, ее стоимость, вес шпалы, что требует мощного кранового оборудования для укладки звеньев рельсошпальной решетки [3].

При изготовлении известной шпалы требуется точная установка готового пространственного каркаса в металлоформу и надежная фиксация его в заданном положении, что делает данную шпалу нетехнологичной в массовом производстве.

Полимерная шпала, в которой арматура выполнена в виде короба, расположенного по длине шпалы, а в зонах подрельсовых частей шпала содержит металлические плиты, жестко закрепленные на коробе и расположенные

симметрично под углом друг к другу и под углом 15-25° к основанию шпалы. В качестве полимера используют ударопрочную полимерную композицию.

Данная шпала удовлетворяет требованиям прочности, износостойкости, долговечности, упругости и диэлектричности. Однако такая шпала достаточно дорога, что связано с высокой стоимостью полимера, используемого в большом количестве для изготовления шпалы. Необходимость точного расположения армирующего короба в форме, фиксация его в заданном положении, а также закрепление на коробе металлических плит симметрично под углом друг к другу и под углом 15-25° к основанию шпалы, делает данную шпалу нетехнологичной в массовом производстве.

При укладке таких шпал на сложных участках пути (в кривых) не обеспечивается необходимое сопротивление их перемещениям вдоль и поперек пути, что может привести к неравномерной осадке пути, выдавливанию балласта и к повороту шпалы в вертикальной плоскости, что снижает срок службы пути между очередными ремонтами.

Технической задачей, на решение которой направлено заявляемое решение, является создание дешевой, конструктивно и технологически простой шпалы, обладающей малой материалоемкостью, высокой точностью геометрических параметров, высокой сопротивляемостью продольным и поперечным смещениям при эксплуатации и необходимыми показателями прочности, износостойкости, упругости и диэлектричности.

Решением данной задачи является заявляемая полимерная шпала, новым в которой является то, что шпала выполнена в виде пространственной ячеистой сотовидной конструкции.

В качестве полимерного материала может быть использован стеклопластик со связующим в виде термореактивной синтетической смолы.

Площадь каждой ячейки может быть равна 9-16 см².

На боковых сторонах шпалы могут быть выполнены выступы, расположенные в зоне подрельсовых частей и/или в средней части шпалы. Верхняя поверхность выступа может являться продолжением верхней поверхности шпалы или верхняя поверхность выступа может располагаться ниже верхней поверхности шпалы. Нижняя поверхность выступа может быть расположена ниже опорной поверхности шпалы. Выступы могут быть соединены между собой через основание шпалы с помощью перемычки. Использование в качестве полимерного материала стеклопластика со связующим в виде термореактивной синтетической смолы (например, эпоксидной смолы) позволяет обеспечить во времени стабильность размеров шпалы, так как такой материал не подвержен коррозии и гниению, стоек к действию агрессивных сред, обладает высокой прочностью, имеет хорошие диэлектрические свойства.

Шпала выполнена в виде пространственной сотовидной конструкции, состоящей из связанных между собой ячеек, которые в плане расположены по вертикали и горизонтали. Установлено, что оптимальная площадь каждой ячейки шпалы равна 9-16 см и определяется исходя из условий эксплуатации (грузонапряженности) пути. С повышением грузонапряженности пути в

первую очередь увеличивается величина статических и динамических нагрузок, действующих на шпалу, прочность которой на таком пути должна быть повышенной. Повышение прочности заявляемой шпалы осуществляется за счет уменьшения площади ячеек - чем больше грузонапряженность пути, тем меньше площадь ячеек. Оптимальная толщина стенок ячеек шпалы равна 5-15 мм и выбирается исходя из конкретных условий эксплуатации (железнодорожный или трамвайный путь, грузонапряженность пути и т.д.).

Такая конструкция шпалы позволяет:

- в процессе изготовления (литье, формовка) обеспечить высокую точность ее геометрических параметров без использования металлических форм и дополнительной последующей обработки, что делает процесс изготовления шпалы технологичным и дешевым;

- благодаря небольшому размеру ячеек увеличить у шпалы сопротивляемость изгибу и степень ее устойчивости в горизонтальном и вертикальном направлениях;

- снизить материалоемкость, вес и стоимость шпалы.

Предлагаемая конструкция шпалы предназначена для использования на рельсовых путях с балластным и с безбалластным основанием, в том числе на искусственных сооружениях (туннелях, мостах). При установке шпалы непосредственно на балластное основание частицы балласта вдавливаются в полимерный материал шпалы на глубину не более 2 мм и таким образом положение верхнего слоя балласта оказывается зафиксированным, а нежелательное перемещение частиц балласта может иметь место только в нижних его слоях. Самопроизвольное заполнение ячеек шпалы частицами балласта не ухудшает свойства шпалы, а дополнительно увеличивает ее устойчивость в горизонтальном и вертикальном направлениях. При использовании на безбалластном рельсовом пути, в том числе и на мостах, шпалы могут быть установлены в углубления, выполненные в плите, являющейся основанием пути. Для работы в тоннеле шпалы укладывают на любое подготовленное основание, разрешенное к использованию в тоннелях, и закрепляют на нем любым приемлемым способом (анкерами и/или клеящими мастиками и т.д.).

Боковые стороны шпалы могут быть выполнены ровными, а могут иметь выступы, выполненные за одно целое со шпалой и расположенные в зоне подрельсовых частей (в зоне воздействия динамических нагрузок) и/или в средней части шпалы (средняя часть шпалы – это участок шпалы, расположенный между подрельсовыми частями). Наличие выступов позволяет увеличить поверхность контакта шпалы с основанием пути, что повышает сопротивление поперечному сдвигу и уменьшает нагрузку на основание, то есть обеспечивается равномерное распределение усилий на основание и более равномерная осадка пути, что исключает возможность поворота шпалы в вертикальной плоскости и увеличивает срок службы пути между очередными ремонтами.

Расположение выступов в центре средней части шпалы дополнительно увеличивает жесткость средней части шпалы, что позволяет уменьшить ее изгиб под действием поезда нагрузки, то есть увеличить несущую способность средней части шпалы.

Верхняя поверхность выступа может являться продолжением верхней поверхности шпалы или может быть расположена ниже верхней поверхности шпалы. Более технологичной является конструкция шпалы, в которой верхняя поверхность выступов является продолжением верхней поверхности шпалы. За счет уменьшенного расхода полимерного материала, более дешевой является шпала, в которой верхняя поверхность выступа расположена ниже уровня верхней поверхности шпалы.

В том случае, когда выступы расположены в зоне подрельсовых частей шпалы и верхняя поверхность каждого выступа является продолжением подрельсовой площадки шпалы, увеличивается площадь контакта рельса со шпалой, что уменьшает прогиб рельсов при движении транспорта, а следовательно, уменьшается и угон рельсов. При этом контактное давление рельса на шпалу уменьшается, снижается нагрузка на основание пути, благодаря чему увеличивается его несущая способность и повышается стабильность пути.

В том случае, когда нижняя поверхность выступа расположена ниже опорной поверхности шпалы примерно на 5-10 см, увеличивается площадь контакта шпалы с основанием пути, что, за счет повышения сопротивления шпалы продольному сдвигу, уменьшат угон пути, и, как следствие, защищает путь от разрушения. Изменяя высоту той части выступа, которая расположена ниже опорной поверхности шпалы, можно менять сопротивление шпалы продольному сдвигу.

Рациональной считается симметричная конструкция шпалы.

Соединение выступов между собой через основание шпалы с помощью перемычки обеспечивает дополнительное увеличение сопротивления поперечному сдвигу шпалы, а расположение перемычки в подрельсовой зоне дополнительно увеличивает ее прочность.

Выбор конкретной конструкции шпалы и особенностей выполнения и расположения выступов на боковой поверхности шпалы осуществляется исходя из конкретных условий эксплуатации. Например, на тех участках пути, где больше проявляется угон (на спусках, на тормозных участках, на участках с большим грузопотоком), целесообразно использовать шпалу с выступами, нижняя поверхность которых расположена ниже опорной поверхности шпалы, в том числе и шпалу, в которой выступы соединены между собой через основание шпалы с помощью перемычки. На прямых и малонагруженных участках пути целесообразно использовать шпалу с ровными боковыми поверхностями, то есть без выступов [4].

На боковых сторонах шпалы могут быть выполнены выступы, расположенные в зоне подрельсовых частей и/или в средней части шпалы.

Верхняя поверхность выступа может являться продолжением верхней поверхности шпалы или верхняя поверхность выступа может располагаться ниже верхней поверхности шпалы.

Нижняя поверхность выступа может быть расположена ниже опорной поверхности шпалы. Выступы могут быть соединены между собой через основание шпалы с помощью перемычки.

Заявляемая шпала недорога, конструктивно и технологически проста, обладает высокой точностью геометрических параметров, высокой сопротивляемостью

продольным и поперечным смещениям при эксплуатации и необходимыми показателями прочности, износостойкости, упругости и диэлектричности. Шпала имеет хорошее сцепление со щебеночным балластом и малую чувствительность к колебаниям температуры, обладает хорошей упругостью, что позволяет эксплуатировать путь на таких шпалах без использования прокладок-амортизаторов или использовать амортизирующие прокладки меньшей толщины.

Формула изобретения

1. Полимерная шпала, отличающаяся тем, что шпала выполнена в виде пространственной ячеистой сотовидной конструкции.

2. Полимерная шпала, отличающаяся тем, что в качестве полимерного материала использован стеклопластик со связующим в виде терморезактивной синтетической смолы.

3. Полимерная шпала, отличающаяся тем, что площадь каждой ячейки равна 9-16 см².

4. Полимерная шпала, отличающаяся тем, что на боковых сторонах шпалы могут быть выполнены выступы, расположенные в зоне подрельсовых частей и/или в средней части шпалы.

5. Полимерная шпала, отличающаяся тем, что верхняя поверхность выступа является продолжением верхней поверхности шпалы.

6. Полимерная шпала, отличающаяся тем, что верхняя поверхность выступа располагается ниже верхней поверхности шпалы.

7. Полимерная шпала, отличающаяся тем, что нижняя поверхность выступа расположена ниже опорной поверхности шпалы.

8. Полимерная шпала, отличающаяся тем, что выступы соединены между собой через основание шпалы с помощью перемычки.

ВЫВОДЫ

Избавление от деревянных шпал – решение проблемы сохранения окружающей среды, одновременно внедрение полимерных шпал помогает решить и проблему отходов пластика. Пластиковые шпалы по сравнению с деревянными имеют лучшие механические свойства. Несмотря на то, что полимерные шпалы вдвое дороже, за счет увеличения времени их эксплуатации в два или три раза, экономия при использовании полимерных шпал очень существенна. Изобретение может найти применение на магистральных железнодорожных линиях, в том числе высокоскоростных, в тоннелях, метрополитенах, трамвайных путях и на подъездных железнодорожных путях промышленных предприятий.

Пластмассовые шпалы уже используются в мире. Например, в Японии используют шпалы из композитных материалов – пенополиуретана со стекловолокном: такой состав уменьшает шум во время движения поездов. Российские железнодорожники пока о применении полимерных шпал только говорят. Однако при рассмотрении вопроса об использовании таких конструкций в России необходимо понимать, что материал для этих изделий должен выдерживать температуру воздуха от +50 до – 70 °С, в противном случае для отечественных климатических условий он не подойдет.

1. <http://poleznayamodel.ru/model/13/132452.html>
2. <http://www.findpatent.ru/patent/241/2412298.html>
3. http://www.plastics.ru/pdf/journal/2011/11/Pogodina_11_2011.pdf
4. http://www.newchemistry.ru/letter.php?n_id=697
5. <http://www.myshared.ru/slide/43402/>
6. <http://www.cadprofy.com/content/2412298>

Материал поступил в редакцию 11.05.16.

Ш. С. Ахметов

Полимерлі шпалалар

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 11.05.16 баспаға түсті.

Sh. S. Akhmetov

Polymer sleepers

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar
Material received on 11.05.16.

Мақалада сындарлы және технологиялық қарапайым шпалаларды, аз материалды қажетсінуі, нақ жоғары геометриялық параметрлерді, арзан өндірістің технология әдістерінің тиімділігін қолдану, пайдалану алдында қолдеңен жылжыт және жоғары бойлық төзімділік, және де мықтылығы, беріктілігі, тығыздығы мен диэлектрлігі қажетті қорсеткішті анықтау,

The research makes an overview of the expertise in identification and utilization of an effective technology for production of cheap, structurally and technologically simple sleepers, with low material consumption; high precision of geometric parameters; high resistance to longitudinal and transverse displacement during the operation; and the required indicators of strength, durability, elasticity and dielectricity.

Д. Х. Джаймагамбетов

магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайғырова, г. Павлодар
e-mail: d.jaimagambetov@czz.kz

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛИ НАДЕЖНОСТИ
ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ**

В данной статье рассмотрена оценка эффективности и показатели надёжности технических средств на железной дороге. На современном этапе с каждым днём растёт потребность повышения технологии эксплуатационной надёжности. В этом вопросе требуется выбрать оптимальную технологическую и организационную оценку эффективности и показатели по техническим требованиям.

Ключевые слова: надёжность, оценка, трудоёмкость, безотказность, долговечность, критерий, предельное состояние.

ВВЕДЕНИЕ

Надёжность – это свойство объекта сохранять во времени в определенных предельных значениях общих параметров, которые характеризуют исполнение выполнять определённые функции в конкретных режимах и условиях использования, технического обслуживания, модернизации и реставрации, а также проведения ремонта, хранения и транспортирования [1, с. 25].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Оценка показателей организационно-технической надёжности даёт возможность установить степень эффективного применения элементов строительства железной дороги. Для правильной оценки надёжности применяются технические организационные коэффициенты, которые могут характеризовать:

- соотношение между временем работы и временем простоя процесса строительного подразделения (коэффициенты готовности, вынужденного простоя, профилактики);
- частоту профилактических мероприятий по предупреждению отказов;
- влияние надёжности элементов строительной организации на надёжность производства строительной деятельности (функционирование строительной системы), надёжность выполнения программы строительно-монтажных работ (коэффициент значимости, относительный коэффициент отказов);
- надёжность (коэффициент надёжности и др.) [2, с.18].

Трудоёмкость строительной системы транспортных объектов повышает количество последовательно взаимосвязанных элементов (рабочих бригад, транспортных средств, машин и т.д.), что по теории надёжности уменьшает надёжность целой системы пропорционально геометрической прогрессии числа элементов. При этом фактическая надёжность действующих строительных систем выше, хотя количество последовательно взаимосвязанных элементов намного больше ста [3, с. 68].

Это подчёркивает надобность изучения специфики систем производства строительной деятельности, разнообразных технологических организационных сбоев в них, нрава дестабилизирующих факторов и принципов взаимосвязи между ними.

Специфическими особенностями строительной деятельности являются:

- длительное время производственного цикла пространственного выделения фронта работ в зависимости от состава и структуры производственной ячейки;
- большой вариант организационных и технологических процессов, взаимосвязи ресурсов и методов производства работ, природных условий и т.д.

Все данные обстоятельства имеют свойство не зависеть от принятой системы управления, но в огромной степени влияют на её эффективные свойства. Также следует заметить, что на эффективность технической и организационной надёжности систем строительства железных дорог имеет влияние объединение в процессе производства не только технических (здания, машины, материалы), но и социологических систем (рабочие, специалисты и т.д.) [4, с. 22].

Взаимосвязь данных систем между собой и с внешней средой носит вероятностный нрав, это значительно может влиять на оценку технологической и организационной надёжности строительной деятельности.

Необходимо оценивать воздействие случайных факторов и предвидеть их наступление. Воздействие случайных факторов в большей мере может выражаться в том, что при самом различном сочетании случайных величин и при разнообразной их природе совокупное воздействие, в итоге, может выражаться в основном следующим образом: фактическая продолжительность работ и фактические затраты ресурсов на выполнение этих работ отклоняются от значений, принятых в исходных планах и графиках.

Применение метода резервирования для подъёма надёжности.

Надлежит охарактеризовать применение метода резервирования при восстановлении.

Чрезвычайные ситуации на железных дорогах приводят к трудоёмким процессам при восстановительных строительных работах. Если имеет место резервный фонд машин, конструкций, бригад, то при чрезвычайных ситуациях восстановительный процесс облегчается.

Эффективность технологической и организационной надёжности строительства железных дорог, прежде всего, базируется на комплексном подходе к определению эффективности элементов системы в целом, на моделировании и учете связей между объектами строительства при его проектировании, эксплуатации и воздействии, количественной оценке организационных и технологических факторов технологической и организационной надёжности, на учёте характера вероятностного транспортного строительства, на оценке и контроле промежуточных решений в процессе строительства и эксплуатации объекта.

Внедрение их наступает поэтапно. На первом этапе внедряются мероприятия с малыми затратами на их выполнение, затем более сложные, которые требуют

массовых расходов материальных и трудовых ресурсов, времени на их осуществление. Любое из намеченных мероприятий по устранению причин отказов оценивают с точки зрения целесообразности экономической деятельности. Поэтому термин «надёжность систем строительства транспортных объектов» следует использовать к итогу деятельности системы.

Надёжность итога иллюстрирует качество функционирования системы, которое может быть определено количественно.

При сопоставлении двух вариантов технологического процесса устанавливают минимальный объём производства, при котором расходы могут быть в равной пропорциональности. Из сопоставленных вариантов используют именно более экономичный, то есть вариант с наименьшей себестоимостью.

Для строительного производства многие из них не характерны, а те, которые могут оценить строительное производство, должны быть переосмыслены, с точки зрения, особенностей строительного производства.

Не реально оценить надёжность строительного производства каким-либо одним количественным показателем из рассмотренных нормальных циклов производства работ, надлежит иметь совокупность таких показателей.

Подобными показателями могут быть:

- вероятность безотказной работы;
- среднее время между отказами;
- интенсивность отказов и их частота;
- коэффициенты надёжности.

Для оценки эффективности производственной деятельности объекта железнодорожного транспорта, его элементы при помощи соответственных коэффициентов должны быть переведены в эталонные. То есть по которым на основании статистической информации должны определяться, а дальше нормироваться показатели надёжности и безопасности объекта.

Железнодорожную систему требуется формировать только при рассмотрении взаимодействия надёжности, безопасности и стоимости жизненного цикла, а также определения и достижения их оптимального сочетания для этой системы.

Процедура оценки надёжности строительства может быть представлена логической моделью.

В процессе проектирования организации строительства объектов, представляющего собой сложную вероятностную систему, одним из важных условий принятия целесообразных решений является системный подход. Это следует учитывать при рассмотрении различных параметров и характеристик проектирования строительства, изготовления конструкций, их транспортировки, возведения зданий и сооружений, в том числе и показателей надёжности.

Для классификации отказа технического средства следует принимать во внимание задержки, как первого, так и последующих поездов (пассажирских, пригородных и грузовых) допущенных по причине данного отказа.

В число факторов, оказывающих существенное влияние на безотказность оборудования, входят:

- период применения;
- условия применения.

Критерий предельного состояния - это признак или совокупность признаков предельного состояния объекта, установленные нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документацией.

В зависимости от условий эксплуатации для одного и того же объекта могут быть установлены два и более критериев предельного состояния

Объект имеет свойство переходить в предельное состояние, оставаясь работоспособным, если, например, его дальнейшее применение по назначению будет являться недопустимым по требованиям безопасности, экономичности и эффективности.

Критерии надежности – это признак, по которому может оцениваться надёжность производства строительного хозяйства.

Безотказность – это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки (ГОСТ 27.002-89) [5, с. 24].

Долговечность – это свойство объекта сохранять работоспособное состояние до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Предельное состояние – это состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация может быть недопустимой или нецелесообразной, либо восстановление его рабочего состояния нецелесообразно или невозможно.

ВЫВОДЫ

Таким образом, следует сделать вывод, что надёжность – это свойство технического устройства сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, необходимых для выполнения требуемых функций в заданных режимах и условиях применения. Понятие надежности тесно связано с понятием отказа. Отказ – представляет собой событие, после появления которого, значения выходных характеристик устройства выходят за пределы допустимых границ. Главное назначение отказоустойчивости заключается в способности устройства скрывать от пользователя отказ отдельных его элементов. Устройства могут приобретать отказоустойчивость ещё на проектированном этапе. Именно, от интенсивности наступления опасных отказов устройств напрямую зависит безопасность движения поездов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Косенко, С. А.** Железнодорожный путь. Учебно-методическое пособие. – Алматы : КазАТК, 2013. – 177 с.
- 2 **Зальцман, М. Д., Цыганков, С. Г.** Охрана труда в транспортном строительстве. – Алматы : КазАТК, 2013. – 392 с.

3 **Исмагулова, С. О., Косенко, С. А., Еспаева, Г. А.** и др. Основы проектирования транспортных устройств и сооружений. – Алматы : КазАТК, 2013. – 302 с.

4 **Саканов, К. Т., Козионов, В. А.** Проектирование и основание фундаментов водопропускных труб. – Павлодар : Кереку, 2014. – 143 с.

5 ГОСТ 27.002-89. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

Материал поступил в редакцию 11.05.16.

Д. Х. Джаймагамбетов

Темір жолда техникалық құралдардың тиімдігін бағалау және сенімділік көрсеткіштері

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
Материал 11.05.16 баспаға түсті.

D. H. Jaimagambetov

Assessment of efficiency and reliability of technical means on the railroad

S. Toraihyrov Pavlodar State university, Pavlodar

Material received on 11.05.16.

Бұл мақалада темір жол техникалық құралдарды тиімділігі мен сенімділігін бағалау сипаттайды. Қазіргі кезеңде, күн өткен сайын технология жәдел сенімділігін арттыру қажеттігін арттырады. Бұл мәселе сіз техникалық талаптарды тиімділігі мен өнімділігі оңтайлы технологиялық және ұйымдық бағалау таңдау үшін келеді.

This article describes the evaluation of the effectiveness and reliability of technical means on the railroad. At the present stage the need of improvement of technology operational reliability is growing every day. In this issue, we need to choose optimal technological and organizational efficiency evaluation and indicators for technical requirements.

К. М. Жаныбекова

магистрант, Евразийский Национальный университет имени Л. Н. Гумилева, г. Астана
e-mail: kunsulu310792@mail.ru

РАСЧЕТ НЕУПРУГИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛАСТИН В КОНЕЧНЫХ ПРИРАЩЕНИЯХ

В данной статье рассматривается построение в приращениях общей деформационной модели железобетона как анизотропного тела с учётом различных факторов физической нелинейности и влияния образования трещин по различным схемам. Используется метод пошаговой линеаризации. При этом рассмотрены два подхода. Получена полная система физических соотношений в конечных приращениях для расчёта различных плоскостных пространственных железобетонных конструкций.

Ключевые слова: модели железобетона, расчет железобетонных плит, напряженное состояние, метод конечных элементов

ВВЕДЕНИЕ

В современном строительстве всё чаще проявляются тенденции усложнения конструктивных решений зданий и сооружений, особенно из монолитного железобетона. Среди таких решений – пространственные каркасы зданий с нерегулярной сеткой несущих колонн и стен, монолитно связанных с плитами перекрытий, переходными плитами, конструктивно неоднородными фундаментными плитами, каркасы высотных зданий с сильно нагруженными массивными колоннами, стенами, ядрами жесткости, фундаментными плитами и их соединениями.

Все эти конструкции, как, собственно, и конструкции обычных зданий, работают в условиях сложных неоднородных напряженных состояний, что существенно влияет на характер физической нелинейности железобетона, без учета которой снижается точность и надежность проектных решений.

В связи с этим построение методов расчёта конструкций зданий и сооружений при сложных напряженных состояниях с учетом различных факторов физической нелинейности, включая трещинообразование и приобретаемую при этом анизотропию, является актуальной проблемой современного проектирования.

Основной недостаток существующих моделей и методов решения физически нелинейных задач железобетона заключается в том, что они сводят решение к много итерационным процедурам, что для сложных пространственных систем, даже при наличии современной вычислительной техники, становится трудно решаемой проблемой. Указанных трудностей можно в значительной степени избежать, построив систему физических соотношений не в традиционной (для железобетона) форме – в виде связей между напряжениями и деформациями, а в виде связей между приращениями напряжений и деформаций (в инкрементальной форме). Такие новые связи построены для одноосного и плоского напряженных

состояний железобетона как анизотропного тела с учётом изменяющейся в процессе деформирования и трещинообразования анизотропии [1], [2].

Новые системы физических соотношений позволяют значительно снизить количество итераций или избежать их вовсе, заменив шагово-итерационные процедуры шаговыми.

В данной статье представлены принципы построения модели железобетона и методы расчета железобетонных конструкций при плоском напряженном состоянии в конечных приращениях.

Построение общих деформационных моделей железобетона рассматривалось в работах: О. Я. Берга, В. М. Бондаренко, С. В. Бондаренко, Т. А. Балана, А. А. Гвоздева, Г. А. Гениева, Ю. В. Зайцева, Н. И. Карпенко, В. И. Колчунова, В. М. Круглова, В. Н. Киссюка, С. Ф. Клованича, А. Н. Петрова, Б. С. Соколова, Р. С. Санжаровского, Г. А. Тюпина и др.

Методы расчета плит и оболочек на основе различных деформационных моделей рассматривались в работах: В. Н. Байкова, В. М. Бондаренко, В. Ф. Владимирова, Н. И. Карпенко, С. М. Крылова, С. Б. Крылова, Л. Д. Лифшица, И. Е. Милейковского, М. М. Онищенко, С. Н. Пальвиной, И. Т. Тимко, Ю. В. Чиненкова, П. А. Шагина, В. В. Шугаева и др.

Наиболее общей представляется анизотропная модель деформирования плит с трещинами, прошедшая проверку в работах А. Л. Гуревича, М. И. Леви, А. Н. Петрова, С. Н. Пальвиной, Т. Т. Мусабаева и др. Однако деформационные модели в приращениях оставались не разработанными. Отдельное исключение составляют работы: Г. А. Гениева, Т. А. Балана, Г. В. Василькова, А. Н. Донца, В. М. Круглова, С. Ф. Клованича, Т. Т. Мусабаева, Л. Ю. Соловьева, Г. А. Тюпина, С. А. Тихомирова и др., основанные на развитии применительно к бетону теории пластического течения. Наиболее общими здесь являются разработки В. М. Круглова, Л. Ю. Соловьева, Г. В. Василькова для бетона, в которых учитывается несовпадение поверхности начала текучести с поверхностью пластического потенциала, эффект дилатации и некоторые другие особенности деформирования бетона. Однако это приводит к значительному усложнению расчетной модели [5].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В данной работе рассматривается построение в приращениях общей деформационной модели железобетона как анизотропного тела с учётом различных факторов физической нелинейности и влияния образования трещин по различным схемам. Используется метод пошаговой линеаризации. При этом рассмотрены два подхода.

В первом подходе из плоской железобетонной конструкции типа балки-стенки выделяется малый прямоугольный элемент с трещинами и рассматривается разность его деформаций на двух последовательных ступенях нагружения i и $i+1$ ($\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ напряжения в пластинке на ступени i , $\sigma_x + \Delta\sigma_x, \sigma_y + \Delta\sigma_y, \tau_{xy} + \Delta\tau_{xy}$ напряжения на ступени $i+1$). Переход от ступени i к $i+1$ вызывает приращения напряжений в арматуре в трещине, которые составляют:

$$\Delta\sigma_{sx} = \frac{\Delta\sigma_x + \Delta\tau_{xy} \operatorname{ctg}\alpha}{\mu_{sx}} \lambda_x; \Delta\sigma_{sy} = \frac{\Delta\sigma_y + \Delta\tau_{xy} \operatorname{tg}\alpha}{\mu_{sy}} \lambda_y, \quad (1)$$

где μ_{sx}, μ_{sy} коэффициенты арматуры, расположенной соответственно вдоль осей x и y ; ($\mu_{sx} = f_{sx}/h, \mu_{sy} = f_{sy}/h, f_{sx}, f_{sy}$ погонные площади арматуры, расположенной соответственно вдоль осей x и y , h толщина пластины); α угол наклона трещин к оси x ; λ_x, λ_y коэффициенты, учитывающие влияние касательных напряжений в арматуре в трещинах на снижение нормальных напряжений.

Приращения деформаций арматуры составят

$$\Delta\varepsilon_{sx} = \Delta\sigma_{sx} / E_{sx}^k, \Delta\varepsilon_{sy} = \Delta\sigma_{sy} / E_{sy}^k, \quad (2)$$

где E_{sx}^k, E_{sy}^k – касательные модули арматуры, соответственно расположенной вдоль осей x и y .

На деформации элемента влияют деформации полос бетона, расположенных вдоль трещин. Эти деформации вызваны напряжениями σ_l и τ_{ln} , действующими в полосах на площадках, нормальных к трещинам.

Приращения деформаций полос составляют

$$\Delta\varepsilon_l = \Delta\sigma_l / E_n^k, \Delta\gamma_{ln} \approx \Delta\tau_{ln} / E_n^k, \quad (3)$$

где $E_n^k = E_b \nu_n^k$ касательный модуль полос бетона между трещинами [5].

Общие деформации на приращениях складываются из деформаций (1) и (2), приведенных к осям x и y . В результате связь между приращениями деформаций и напряжений сводится к виду

$$\begin{Bmatrix} \Delta\varepsilon_x \\ \Delta\varepsilon_y \\ \Delta\gamma_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11}^k & C_{12}^k & C_{13}^k \\ C_{12}^k & C_{22}^k & C_{23}^k \\ C_{13}^k & C_{23}^k & C_{33}^k \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \Delta\sigma_x \\ \Delta\sigma_y \\ \Delta\tau_{xy} \end{Bmatrix}, \quad (4)$$

где C_{rp}^k – касательные коэффициенты матрицы податливости, которые равны:

$$\left. \begin{aligned} C_{11}^k &= \frac{\lambda_x}{E_{sx}^k \mu_{sx}} + \frac{\cos^2 \alpha}{E_n^k}; C_{22}^k = \frac{\lambda_y}{E_{sy}^k \mu_{sy}} + \frac{\sin^2 \alpha}{E_n^k}; \\ C_{12}^k &= 0; C_{13}^k = \frac{\lambda_x \operatorname{ctg}\alpha}{E_{sx}^k \mu_{sx}} - \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{E_n^k}; \\ C_{23}^k &= \frac{\lambda_y \operatorname{tg}\alpha}{E_{sy}^k \mu_{sy}} - \frac{\sin \alpha \cos \alpha}{E_n^k}; \\ C_{33}^k &= \frac{\lambda_x \operatorname{ctg}^2 \alpha}{E_{sx}^k \mu_{sx}} + \frac{\lambda_y \operatorname{tg}^2 \alpha}{E_{sy}^k \mu_{sy}} + \frac{1}{E_n^k} \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

Рассмотренный вывод позволяет установить правила перехода от секущих коэффициентов жесткости к касательным на основе кусочно-линейных диаграмм.

Второй метод сводится к пошаговой линеаризации окончательных жесткостей физических соотношений, вычисляемых в секущих параметрах, без предварительного вычисления касательных модулей бетона и арматуры.

Переход к конечным приращениям рассматривается на примере плоского и объемного напряженных состояний. В плоском варианте используются наиболее общие зависимости между относительными деформациями $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \gamma_{xy}$ и напряжениями $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ как анизотропного тела:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= c_{11}\sigma_x + c_{12}\sigma_y + c_{13}\tau_{xy}; \\ \varepsilon_y &= c_{12}\sigma_x + c_{22}\sigma_y + c_{23}\tau_{xy}; \\ \gamma_{xy} &= c_{13}\sigma_x + c_{23}\sigma_y + c_{33}\tau_{xy}, \end{aligned} \quad (6)$$

где c_{rp} коэффициенты матрицы податливости, которые являются функциями секущих модулей деформации бетона и арматуры, вычисляемых с учётом влияния плоского напряженного состояния и углов наклона трещин [6].

Система (6) записывается для двух нагрузок (P_i и $P_i + \Delta P$) и из второй ($i+1$) системы (6) вычитается первая (i):

$$\begin{aligned} \Delta\varepsilon_x &= \varepsilon_{xi+1} - \varepsilon_{xi} = (\sigma_{xi+1}c_{11i+1} - \sigma_{xi}c_{11i}) + (\sigma_{yi+1}c_{12i+1} - \sigma_{yi}c_{12i}) + (\tau_{xyi+1}c_{13i+1} - \tau_{xyi}c_{13i}); \\ \Delta\varepsilon_y &= \varepsilon_{yi+1} - \varepsilon_{yi} = (\sigma_{xi+1}c_{12i+1} - \sigma_{xi}c_{12i}) + (\sigma_{yi+1}c_{22i+1} - \sigma_{yi}c_{22i}) + (\tau_{xyi+1}c_{23i+1} - \tau_{xyi}c_{23i}); \\ \Delta\gamma_{xy} &= \gamma_{xyi+1} - \gamma_{xyi} = (\sigma_{xi+1}c_{13i+1} - \sigma_{xi}c_{13i}) + (\sigma_{yi+1}c_{23i+1} - \sigma_{yi}c_{23i}) + (\tau_{xyi+1}c_{33i+1} - \tau_{xyi}c_{33i}), \end{aligned} \quad (7)$$

Первые разности в правой части (7) умножаются и одновременно делятся на $\Delta\sigma_x$, вторые – на $\Delta\sigma_y$, третьи – на $\Delta\tau_{xy}$.

Обозначим:

$$\begin{aligned} c_{11}^k &= (\sigma_{xi+1}c_{11i+1} - \sigma_{xi}c_{11i}) / \Delta\sigma_x; c_{12}^k = \frac{1}{2} \left[\frac{\sigma_{xi+1}c_{12i+1} - \sigma_{xi}c_{12i}}{\Delta\sigma_x} + \frac{\sigma_{yi+1}c_{12i+1} - \sigma_{yi}c_{12i}}{\Delta\sigma_y} \right]; \\ c_{22}^k &= (\sigma_{yi+1}c_{22i+1} - \sigma_{yi}c_{22i}) / \Delta\sigma_y; c_{13}^k = \frac{1}{2} \left[\frac{\tau_{xyi+1}c_{13i+1} - \tau_{xyi}c_{13i}}{\Delta\tau_{xy}} + \frac{\sigma_{xi+1}c_{13i+1} - \sigma_{xi}c_{13i}}{\Delta\sigma_x} \right]; \\ c_{33}^k &= (\tau_{xyi+1}c_{33i+1} - \tau_{xyi}c_{33i}) / \Delta\tau_{xy}; c_{23}^k = \frac{1}{2} \left[\frac{\tau_{xyi+1}c_{23i+1} - \tau_{xyi}c_{23i}}{\Delta\tau_{xy}} + \frac{\sigma_{yi+1}c_{23i+1} - \sigma_{yi}c_{23i}}{\Delta\sigma_y} \right] \end{aligned} \quad (8)$$

(усреднение побочных коэффициентов $c_{12}^k, c_{13}^k, c_{23}^k$ вводится, чтобы избежать влияния погрешностей в определении напряжений на шагах нагружения на нарушение симметрии матрицы податливости элемента на приращениях; при простом нагружении парность коэффициентов соблюдается без усреднения). С учетом (8) зависимости (7) преобразовываются к окончательным соотношениям (4).

При расчете МКЭ зависимости (4) преобразовываются к обратному виду:

$$\{\Delta\sigma\} = [c^k]^{-1} \cdot \{\Delta\varepsilon\} = [d^k] \cdot \{\Delta\varepsilon\} \quad (9)$$

Рассмотрена и обратная схема получения (9), в которой в начале преобразовывается к обратному виду исходная система (6), а затем выполняется переход к приращениям по типу (7)-(8). При этом в (8) следует формально заменить «с» на «d», «σ» на «ε».

Физические соотношения в приращениях для железобетонных плит устанавливаются в общем случае совместного действия моментов (M_x, M_y, M_{xy}) и нормальных сил (N_x, N_y, N_{xy}). При этом плита (рисунок 1) условно разделяется по толщине h на несколько (j) слоёв толщиной Δh_j , в пределах которых напряжения по толщине усредняются. Это соответствует замене реальных криволинейных эпюр напряжений по толщине некоторыми многоступенчатыми эпюрами. Деформирование средин слоев Δh_j по толщине плиты, которое следует физическим соотношениям в приращениях (4), объединяется гипотезой прямых нормалей [7].

Причём отдельные жесткости матрицы $[D^k]$ в её подматрицах (I), (II), (III) вычисляются по компактным формулам:

$$D_{pr(I)}^k = \sum_{j=1}^n d_{prj}^k h_j Z_j^2; \quad D_{pr(II)}^k = \sum_{j=1}^n d_{prj}^k h_j Z_j; \quad D_{pr(III)}^k = \sum_{j=1}^n d_{prj}^k h_j, \quad (10)$$

где d_{prj}^k коэффициенты матрицы жесткости слоёв j , определяемые по формулам (10) ($pr = 11, 12, 13, 22, 23, 33$).

Свойство симметрии удобно использовать при формировании общей матрицы.

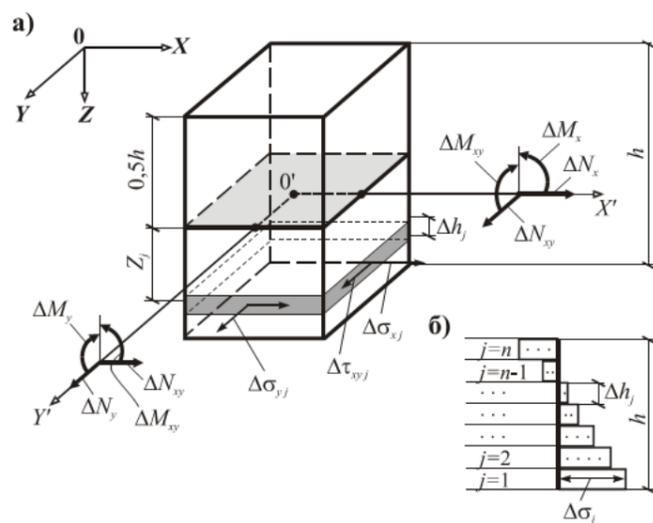


Рисунок 1 – К построению общей условно слоистой модели деформирования железобетонной плиты в приращениях [8]

В результате приходим к общей системе физических соотношений в приращениях для расчета различных плит, стен, а также пологих оболочек:

$$\begin{Bmatrix} \Delta M_x \\ \Delta M_y \\ \Delta M_{xy} \\ \Delta N_x \\ \Delta N_y \\ \Delta N_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} D_{11(I)}^k & D_{12(I)}^k & D_{13(I)}^k & D_{11(II)}^k & D_{12(II)}^k & D_{13(II)}^k \\ D_{12(I)}^k & D_{22(I)}^k & D_{23(I)}^k & D_{12(II)}^k & D_{22(II)}^k & D_{23(II)}^k \\ D_{13(I)}^k & D_{23(I)}^k & D_{33(I)}^k & D_{13(II)}^k & D_{23(II)}^k & D_{33(II)}^k \\ D_{11(III)}^k & D_{12(III)}^k & D_{13(III)}^k & D_{11(III)}^k & D_{12(III)}^k & D_{13(III)}^k \\ D_{12(III)}^k & D_{22(III)}^k & D_{23(III)}^k & D_{12(III)}^k & D_{22(III)}^k & D_{23(III)}^k \\ D_{13(III)}^k & D_{23(III)}^k & D_{33(III)}^k & D_{13(III)}^k & D_{23(III)}^k & D_{33(III)}^k \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \Delta k_x \\ \Delta k_y \\ 2\Delta k_{xy} \\ \Delta \varepsilon_{ox} \\ \Delta \varepsilon_{oy} \\ \Delta \gamma_{oxy} \end{Bmatrix}, \quad (11)$$

где $\Delta k_x, \Delta k_y, \Delta k_{xx}$ – приращения кривизны срединной поверхности, которые выражаются через приращения вторых частных производных от функции прогибов W ; $\Delta \varepsilon_{ox}, \Delta \varepsilon_{oy}, \Delta \gamma_{oxy}$ – приращения относительных деформаций на уровне срединной поверхности; в (11) \dots – линии общей симметрии матрицы $[D^k]$ и её четырех подматриц (в силу симметрии независимыми являются три подматрицы: (I), (II), (III)).

В отдельных случаях соотношения (11) удобно использовать в обратном виде

$$\{\Delta k\} = [D^k]^{-1} \{\Delta M\} = [B^k] \cdot \{\Delta M\}, \quad (12)$$

где $[B^k] = [D^k]^{-1}$ – матрица податливости с коэффициентами B_{ij}^k .

При равенстве нулю нормальных сил (N_x, N_y, N_{xy}) система (12) разделяется на две не нулевые части; в расчетах можно использовать первую часть:

$$\begin{Bmatrix} \Delta k_x \\ \Delta k_y \\ \Delta k_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11}^k & B_{12}^k & B_{13}^k \\ B_{12}^k & B_{22}^k & B_{23}^k \\ B_{13}^k & B_{23}^k & B_{33}^k \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} \Delta M_x \\ \Delta M_y \\ \Delta M_{xy} \end{Bmatrix}, \quad (13)$$

полагая, что плита нагружается вертикальной нагрузкой и имеет шарнирно-подвижные опоры, не препятствующие горизонтальным перемещениям кромок плиты на уровне срединной поверхности.

В случае двухслойной модели систему (11) можно получить непосредственно, минуя процедуру обращения общей матрицы $[D^k]$. Такой подход удобен для моделирования деформаций плиты с трещинами. При этом небольшая зона над трещиной представляет сжатый слой, а нижняя растянутая сетка в области с трещинами - растянутый слой. Физические соотношения для такой модели установлены ранее в текущих модулях и имеют вид:

$$\begin{Bmatrix} k_x \\ k_y \\ k_{xy} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} -\partial^2 W / \partial x^2 \\ -\partial^2 W / \partial y^2 \\ -2\partial^2 W / \partial x \partial y \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} \\ B_{12} & B_{22} & B_{23} \\ B_{13} & B_{23} & B_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{Bmatrix} M_x \\ M_y \\ M_{xy} \end{Bmatrix}, \quad (14)$$

где B_{ij} – коэффициенты податливости; W прогибы.

Поскольку коэффициенты B_{ij} системы (14) хорошо исследованы и прошли экспериментальную проверку, то система (14) использовалась в данной работе для проверки предлагаемого метода перехода к системе (13) в приращениях. Коэффициенты B^k_{ij} выражались через значения B_{ij} по формулам типа (8), где лишь формально «с» заменяется на «В» и «σ» на «М». Использовалась также обратная запись (14), которая сводилась к записи в приращениях по аналогии с записью (9) [1].

Более общую модель необходимо применять при расчете плит с закрепленными от горизонтальных смещений торцевыми поверхностями (кромками). В этом случае могут возникать значительные силы распора, которые общая модель позволяет учитывать.

Таким образом, получена полная система физических соотношений в конечных приращениях для расчёта различных плоскостных пространственных железобетонных конструкций (плит, стен, ядер жесткости высотных зданий, и др.). При этом создается возможность заменить громоздкие шагово-итерационные процедуры счёта на шаговые или шаговые с небольшим количеством корректирующих итераций и упростить расчет конструкций с учётом физической нелинейности.

Проверка предлагаемого метода формирования физических соотношений в приращениях была выполнена на примере расчета изгибаемых железобетонных плит при равенстве нулю нормальных сил N_x, N_y, N_{xy} . Использовались физические соотношения (14) и их переход к (13) по типу (8). В расчетной программе коэффициенты податливости B_{ij} и B^k_{ij} зависели от наличия или отсутствия трещин, их ориентации относительно стержней арматурной сетки, взаимного пересечения трещин, физической нелинейности сжатого бетона под трещинами и арматуры в зоне с трещинами. Расчеты выполнялись методом конечных элементов (МКЭ) с использованием двух типов прямоугольных конечных элементов: с 12 и 16 степенями свободы. В первом случае в качестве таковых принимались узловые прогибы W_i и углы поворота $\varphi_i^x = \partial W / \partial y$ и $\varphi_i^y = \partial W / \partial x$ (соответственно вокруг осей X и Y), а во втором к ним добавлялись смешанные производные $\partial^2 W_i / \partial x \partial y$ [4].

Более гладкие поля моментов в плитах получались при использовании согласованного конечного элемента с 16 степенями свободы.

Разрешающие уравнения МКЭ, построенные с учётом различных физических соотношений типа (14) и (13), можно соответственно представить:

$$[K(\bar{V})] \cdot \{\bar{V}\} = \{\bar{P}\}, \quad (15)$$

$$[\bar{K}^k(\Delta\bar{V})] \cdot \{\Delta\bar{V}\} = \{\Delta\bar{P}\}, \quad (16)$$

где $[\bar{K}(\bar{V})]$ общая матрица жесткости всей конструкции, нелинейность которой зависит от нелинейности физических соотношений материала (в рассматриваемом случае от соотношений (14)), а в итоге – от узловых перемещений $\{\bar{V}\}$; $[\bar{K}^k(\Delta\bar{V})]$ аналогичная нелинейная матрица на приращениях (составляется с учётом соотношений (13)).

Проверка осуществлялась на основании расчета различных опытных плит. Нагружение плит, как и в опыте, осуществлялось малыми шагами $\Delta\bar{P}$, а решение систем (15) и (17) выполнялось методами последовательных приближений, которые применительно к системам (13) и (14) существенно различались. В первом случае использовался метод переменных параметров упругости И.А.Бергера в виде

$$[\bar{K}(\bar{V})]_{n-1} \cdot \{\bar{V}\}_n = \{\bar{P}\}_{j+1}, \quad (17)$$

где n – номер итерации для ступени нагрузки $\{\bar{P}\}_{j+1} = \{\bar{P}\}_j + \{\Delta\bar{P}\}_{j+1}$.

Схематически этот метод приведен на рисунке 1а.

Новая процедура, которая в принципе представляет процедуру последовательных приближений на приращениях, схематически показана на рисунке 1б. При решении системы (16) значение матрицы $[\bar{K}^k(\Delta\bar{V})]$ определяется через приращения перемещений на предыдущей итерации, отсчитываемой от точки j – начала приращения нагрузки $\{\Delta\bar{P}\}_{j+1}$,

$$[\bar{K}^k(\Delta\bar{V})]_{n-1} \cdot \{\Delta\bar{V}\}_n = \{\Delta\bar{P}\}_{j+1}, \quad (18)$$

где n номер итерации на шаге нагружения $\{\Delta\bar{P}\}_{j+1}, n=1,2,\dots,(j+1)$; при $n=1$ матрица равна матрице жесткости $[\bar{K}^k(\Delta\bar{V})_0]$ на предыдущем шаге по нагрузке $\{\Delta\bar{P}\}_j$.

Для железобетона характерны диаграммы прогибов, приближающиеся к ломаной линии типа 0-1-2, представленной на рисунке 1в, где линия 0-1 относится к перемещениям конструкции до трещинообразования, а 1-2 - после трещинообразования. В этом случае предлагаемая процедура применительно к решению задач в приращениях оказываемая весьма эффективной, поскольку требует небольшого количества итераций или позволяет обойтись без итераций. Это подтвердили обчёты опытов [7].

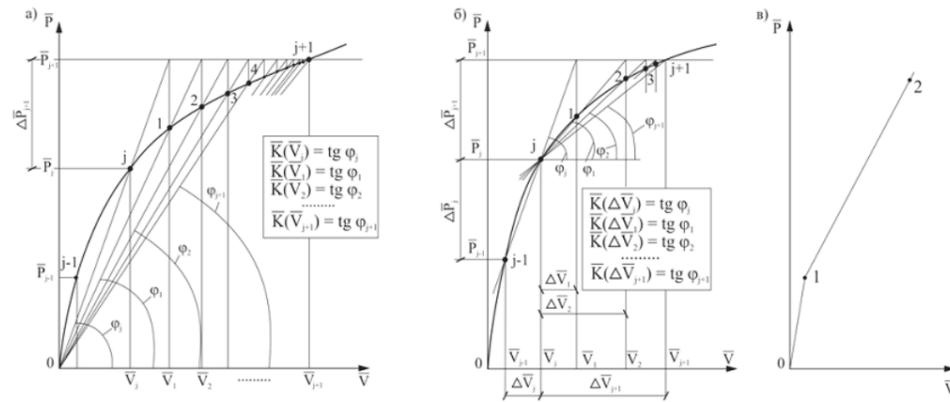


Рисунок 2 – Процедура последовательных приближений на шаге нагружения $\Delta \bar{P}_{j+1}$:

- а) по методу И. А. Биргера при решении разрешающих уравнений МКЭ, построенных на основе секущих матриц жесткости материала;
- б) по предлагаемой модификации метода И. А. Биргера применительно к решению разрешающих уравнений МКЭ, построенных на основе физических соотношений в приращениях; в) пример безитерационной схемы

В качестве примера на рисунке 2 представлены графики прогибов квадратной шарнирно опертой по контуру квадратной плиты из опытов Г. Баха и О. Графа, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой (точнее нагрузкой в виде 16 грузов, равномерно распределенных по поверхности плиты), где: 1 - опытные прогибы; 2 – результаты расчёта по схеме (18) без итераций; 5 – результаты расчёта по схеме (17) без итераций; 3 – результаты расчёта по схеме (17) с итерациями при норме сходимости в 1 %; 4 – результаты расчёта по схеме (18) с итерациями при норме сходимости 1 %.

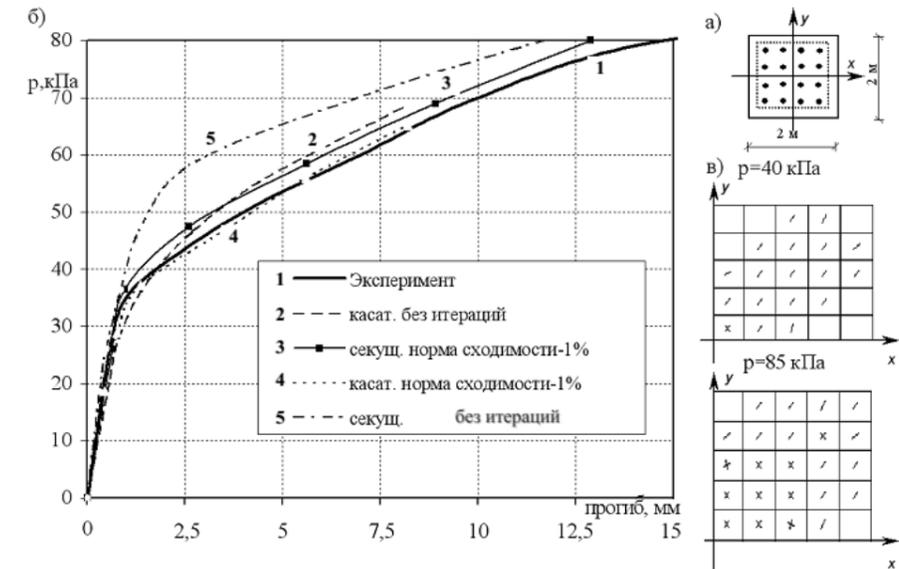


Рисунок 3 – Сопоставление опытных и расчетных прогибов опытной плиты № 825 из опытов Г. Баха и О. Графа (б) при различных методах решения (а – схема нагрузки, в – схема трещин) [8]

Результаты расчета подтвердили эффективность метода приращений (18) как при расчёте с учётом итераций (их количество по сравнению с (17) снижалось в 2 и более раз), так и без итераций. Метод переменных параметров упругости без итераций, как и следовало ожидать, оказался не применимым.

Процедура (18) проверена на примере решения изгибаемых плит, однако она применима к расчёту любых конструкций с использованием более общих физических соотношений (11).

ВЫВОДЫ

В данной статье получена полная система физических соотношений в конечных приращениях для расчёта различных плоскостных пространственных железобетонных конструкций (плит, стен, ядер жесткости высотных зданий, и др.). При этом создается возможность заменить громоздкие шагово-итерационные процедуры счёта на шаговые или шаговые с небольшим количеством корректирующих итераций и упростить расчет конструкций с учётом физической нелинейности. Данный метод проверен на примере решения изгибаемых плит, однако она применима к расчёту любых конструкций с использованием более общих физических соотношений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 **Карпенко, С. Н.** О развитии общих критериев прочности железобетонных пластин с трещинами. // «ACADEMIA архитектура и строительство». – №3. – 2008. – С. 74-78.
- 2 **Санжаровский, Р. С., Мусабаев, Т. Т.** Расчет оболочек нелинейных задач железобетона в конечных приращениях // Известия ВУЗов. Строительство. №2. – 1996. – С. 3-9.
- 3 **Карпенко, С. Н.** Методы решения физически нелинейных задач железобетона в конечных приращениях // Известия «Строительство. Транспорт» – Орел ГТУ, – 2009. – №6. – С.88-93.
- 4 **Бондаренко, В. М., Бондаренко, С. В.** Некоторые вопросы нелинейности теории железобетона. – Харьков : Издательство Харьк. Ун-та, 1968.
- 5 **Байков, В. Н., Горбатов, С. В., Димитров, З. А.** Построение зависимости между напряжениями и деформациями сжатого бетона по системе нормируемых показателей. // Изв.ВУЗов. Стр-во и архитектура. 1977.
- 6 **Мурашев, В. И.** «Принципы построения теории сопротивления железобетона. Теория расчета бетонных и железобетонных конструкций».
- 7 **Травуш, В. И., Карпенко, Н. И., Карпенко, С. Н.** Останкинская телевизионная башня. Результаты расчета и реконструкции после пожара. // Журнал «Высотные здания». – №3. – 2007. – С. 114-119.
- 8 Жилые и общественные здания: Краткий справочник строителя-конструктора. / Под ред. Ю. А. Дыховичного – М. : Стройиздат, 2011. – 258 с.
- 9 **Варвак П. М.** Справочник по теории упругости. – Киев, 2010. – 266 с.
- 10 **Гулев, А. Г., Сихимбаев, М. Р., Боярский, В. Г.** Трёхмерное моделирование в среде «AutoCAD 2004» – Караганда : изд-во КарГТУ, 2010. – 84 с.
- 11 **Ахмедиев, С. К., Безкоровайный, П. Г., Ганюков, А. А., Свиридова Д.** Расчет и конструирование массивных железобетонных плит – [http:// www.rus-nauka.com / 9_KPSN_2011 / Tecnic / 2_83913.doc.htm](http://www.rus-nauka.com/9_KPSN_2011/Tecnic/2_83913.doc.htm).

Материал поступил в редакцию 11.05.16.

К. М. Жәңібекова

Соңғы артылыстағы серпінді емес темірбетон пластиналарын есептеу

Л. Н. Гумилев атындағы Еуразиялық ұлттық университеті, Астана қ.
Материал 11.05.16 баспаға түсті.

К. М. Zhanybekova

Calculation of concrete inelastic plates in finite increments

L. N. Gumilyov Eurasian National University, Astana
Material received on 11.05.16.

Бұл мақалада әр түрлі факторлар әсер еткен физикалық сызықтық және схемаларын астындағы кресті ескере отырып, анизотропты орган ретінде темірбетон қадамдық жалпы деформация моделін құрылысын талқылайды. Кезең-кезеңмен линеаризация әдісі пайдаланылады. Бұл жағдайда біз екі тәсілдерді қарастырамыз. Түрлі жазық кеңістікте есептеу үшін орташа құн, физикалық қарым-қатынастағы толық темірбетон жүйесі алынған.

This article discusses the construction of incremental total deformation model of reinforced concrete as the anisotropic body, taking into account various factors that influence physical nonlinearity and cracking under various schemes. There was used the method of stepwise linearization. In this case we consider two approaches. There was obtained a complete system of physical relationships in the finite increments for the calculation of the various planar spatial reinforced concrete structures.

УДК 629.463

А. К. Каракаев¹, Р. Ю. Зарипов²

¹д.т.н., профессор, ²магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
e-mail: ¹ramis.zaripov@mail.ru

КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ В ГРУЗОВОМ ВАГОНОСТРОЕНИИ

В работе проведен анализ анизотропных материалов, выявлены их конструкционные свойства и проанализировано их применение в конструкции железнодорожных вагонов. В качестве объектов исследования были выбраны грузовой вагон-цистерна для светлых нефтепродуктов и вагон-хopper для зерна.

Ключевые слова: вагон, цистерна, котел цистерны, намотка, стеклопластик, сталь, хopper, загрузочный люк, формование.

ВВЕДЕНИЕ

Полимерные композиционные материалы (ПКМ) на протяжении 70 лет находят применение в различных областях техники, в том числе и в транспортном машиностроении. Отличаясь рядом выгодных свойств, они успешно конкурируют с традиционными сталями и цветными сплавами, а в некоторых отраслях промышленности являются практически незаменимым материалом. Эффект их использования столь высок, что в высокоразвитых в промышленном отношении странах существует устойчивая тенденция сокращения выпуска стали и увеличения производства полимерных материалов.

Диапазон применяемых в настоящее время композиционных материалов достаточно широк: стеклопластики, поликарбонаты, термопласты. По виду армирующего наполнителя композиты разделяют на:

- волокнистые (армирующий компонент – волокнистые структуры);
- слоистые;
- наполненные пластики (армирующий компонент – частицы);
- насыпные (гомогенные);

- скелетные (начальные структуры, наполненные связующим).
- Основными достоинствами данных материалов являются:
 - высокая стойкость к химическому воздействию перевозимых грузов и окружающей среды;
 - удельная прочность, отнесенная к массе конструкции, близкая к характеристике стали;
 - возможность получения детали сложной геометрии за одну технологическую операцию;
 - возможность получения изделия, совместимого с химическими и пищевыми продуктами;
 - сохранение механических характеристик в течение всего срока службы при воздействии повышенных и пониженных температур;
 - отсутствие необходимости применения дорогих покрытий;
 - легкость ремонта.

Перечисленные преимущества послужили основанием для поиска вариантов применения неметаллических материалов в грузовом вагоне даже с учетом их высокой стоимости. Эффективность использования подвижного состава напрямую зависит от материалоемкости конструкции, ее долговечности, стоимости производства и эксплуатационных расходов. При этом основные параметры грузовых вагонов (масса тары, грузоподъемность, долговечность и т.п.), изготавливаемых из традиционных материалов, практически не имеют резерва для дальнейшего их совершенствования.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Применение композиционных материалов в элементах кузова грузового вагона способствует увеличению коррозионной стойкости без использования дорогостоящего покрытия, что позволяет снизить частоту проведения ремонтов либо избежать их. Помимо этого, применение новых материалов обеспечивает снижение массы тары вагона.

Себестоимость типичной волокнистой полимерной композиции в среднем в 3 раза больше себестоимости стального листа, но при этом эффективность применения композиционного материала выше благодаря его прочностным характеристикам. При изготовлении деталей, к которым предъявляются повышенные требования по механическим свойствам, экономия достигается за счет снижения толщины и массы детали по сравнению с металлическим изделием. В ходе изготовления деталей сложной формы затраты на обработку и окраску могут быть значительно ниже по сравнению с производством аналогичных комплектующих из стального листа. Стоимость производства волокнистой полимерной композиции в значительной степени определяется расходами на необходимое технологическое оборудование, которое в свою очередь зависит от количества изготавливаемых изделий. На формование детали обычно затрачивается больше времени, чем на штамповку стального листа. Однако суммарная стоимость обработки металла включает в себя ряд дополнительных

операций. Так, вследствие исключения в ряде случаев работ по сборке и окраске композиционный материал может иметь ценовое преимущество. Кроме того, при изготовлении конструкций из металла применяются дорогостоящие и трудоемкие операции по сварке и зачистке, нехарактерные для неметаллических материалов.

Стоимость оснастки для формования волокнистой полимерной композиции составляет около 10 % стоимости оборудования для обработки стального листа. При выпуске партии изделий общая экономия может быть тем более существенной, чем выше стоимость единичного изделия. В связи с этим умеренные затраты на оборудование в случае применения волокнистой полимерной композиции позволяют рассматривать композиционный материал как наиболее экономичный для изготовления деталей кузовов.

Внедрение композиционных материалов на железнодорожном транспорте возможно только при поэтапном решении комплекса следующих задач:

- разработка технико-экономического обоснования применения нового материала в конструкции вагона;
- определение нового материала и его характеристик, выбор технологии изготовления;
- разработка конструкции узлов вагона с применением нового материала.

На сети железных дорог Казахстана эксплуатируется большое количество разнотипных специализированных цистерн, предназначенных для перевозки разнообразных кислот, щелочей и других агрессивных химических продуктов, используемых в народнохозяйственном комплексе страны и эксплуатируемых за рубежом.

Перевозимые грузы размещаются в котле, представляющем собой специфическую форму кузова. Универсальные цистерны подразделяются на цистерны для перевозки светлых (бензин, керосин, лигроин и т.п.) и темных (нефть, минеральные масла и т.п.) наливных грузов.

Среди многочисленных синтетических материалов (наполнителей, пластификаторов, смазочных веществ, красителей и др.) в данном случае выбран стеклопластик.

Сырьевым материалом для стеклопластиков является стеклянное волокно и изделия из него, а также полиэфирные, эпоксидные и другие смолы.

Прочность стеклянных волокон очень высока и превышает прочность натуральных и синтетических волокон

Стеклянные волокна плавятся, но не сгорают. Благодаря отсутствию клеточного строения, волокна не поглощают влагу так, как волокна органического происхождения, и не подвергаются гниению.

Стеклопластики на их основе обладают хорошими физико-механическими характеристиками. Недостатком полиэфирных смол является их горючесть и недостаточная теплостойкость.

Стеклопластики обладают высокой механической прочностью. Удельная прочность, т.е. прочность отнесенная к удельному весу материала, стеклотекстолита и анизотропных стекловолокнистых пластиков, не уступает, а иногда и превышает удельную прочность стали, дюралюминия и титана.

Недостатками стеклопластиков являются сравнительно небольшая жесткость и небольшое значение предела прочности при сжатии вдоль слоев.

Стеклопластики обладают высокой способностью поглощать энергию вибрации, превышающую таковую для металлов в 3-4 раза. Это качество выгодно отличает их от металлов.

Они хорошо противостоят действию ударных и динамических нагрузок и обладают большой демпфирующей способностью.

В вагоностроении наиболее целесообразным является применение стеклопластиков на основе эпоксидных смол, обладающих относительно небольшим объемным весом при высокой прочности. Они трудновоспламеняемы, негигроскопичны, не поддаются гниению.

Также отмечается высокая атмосферостойчивость эпоксидных пластиков, что подтверждается эксплуатацией этих материалов в реальных условиях.

Применение стеклопластиков для изготовления котлов цистерн может существенно снизить эксплуатационные расходы за счет стойкости стеклопластиков к воздействию агрессивных грузов, более низкой теплопроводности по сравнению со сталью и достаточно высокой механической прочностью при значительно меньшей собственной массе. В свою очередь, экономия массы котла за счет использования в его конструкции стеклопластика может позволить увеличить полезную грузоподъемность каждой подвижной единицы на 35 %.

Необходимо также отметить, что котлы из стеклопластика вследствие высокой чистоты и гладкости, а также плохой смачиваемости внутренней поверхности стенок меньше загрязняются перевозимыми грузами [3].

Для производства таких цистерн необходимо выбрать метод изготовления стеклопластика. Целесообразным методом производства котла из стеклопластика является метод намотки.

Намотка – процесс изготовления высокопрочных армированных изделий, форма которых определяется вращением произвольных образующих. По способу совмещения различают «сухую» и «мокрую» намотку. В способе «мокрой» намотки смола наносится на армирующий волокнистый материал в процессе самой намотки. На рисунке 1 показана схема мокрой намотки.

В случае «мокрой» намотки требуется более низкое усилие при натяжении арматуры, что позволяет применять оборудование меньшей мощности и оправки меньшей жесткости. «Мокрая» намотка обеспечивает лучшую формуемость изделий, поэтому преимущественно применяется при изготовлении крупногабаритных оболочек сложной конфигурации и сосудов высокого давления.

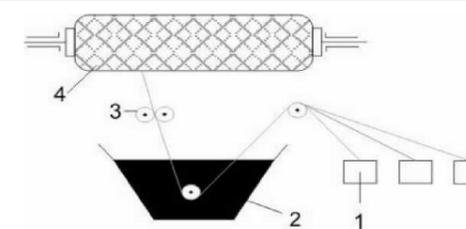


Рисунок 1 – Схема «мокрой» намотки: 1 – шпулярник с армирующим волокном; 2 – пропиточная ванна со связующим; 3 – отжимные ролики; 4 – вращающаяся оправка

«Сухая» намотка основана на использовании препрегов. Она обеспечивает равномерное содержание связующего, задаваемого при изготовлении препрегов, и, следовательно, стабильность прочностных свойств изделий. Коэффициент трения при «сухой» намотке практически в 2 раза выше, чем при «мокрой», что позволяет формировать более сложные формы этим способом. При использовании «сухого» метода повышается культура производства и увеличивается производительность. Однако при этом методе необходимо обеспечивать значительное натяжение арматуры.

Конструкции, намотанные по поверхностям вращения, могут быть получены в виде гладких цилиндров, труб или тьюбингов диаметром от нескольких сантиметров до нескольких десятков сантиметров. Намоткой можно формировать также изделия сферической, конической и геодезической формы. По рисунку укладки арматуры существует несколько способов намотки [4, с. 5].

Для получения надежного сцепления стеклопластика со сталью и алюминием эти металлы предварительно покрывают травящей грунтовкой на основе фосфорной кислоты. Такие грунтовки выпускают фирмы «Крода» и «Пайрини». Через короткий промежуток времени эти грунтовки нужно смыть, иначе их воздействие на металл будет продолжаться даже под слоем смолы. Лучше всего использовать травящую грунтовку, которая сообщает материалу и антикоррозионные свойства.

Слоистый стеклопластик, изготовленный на основе полиэфирной смолы, эластичнее многих металлов: при сопоставимой прочности он эластичнее стали в двадцать раз и алюминия в шесть раз. (Не путайте прочность и жесткость: стальная проволока прочна, но эластична, скорлупа яйца жестка, но непрочна). Как правило, первоочередным является требование обеспечения жесткости, а не максимальной прочности. Однако не следует считать, что стеклопластик как материал похож на резину. Его эластичность близка к эластичности дерева, и он скорее напоминает упругую фанеру, чем мягкую, гибкую резину. Иными словами, стеклопластиковая конструкция обладает прочностью и толщиной металлической конструкции, а эластичностью деревянной, при этом по массе она ближе к конструкции из дерева, чем из металла

Стеклопластик можно сверлить, обрабатывать напильниками, распиливать, шлифовать и полировать, но он не поддается обработке ударами молотка; вырубка или вырезка деталей из него также вызывает трудности. Полученную однажды

исходную форму заготовки изменить невозможно, а смола, являющаяся составной частью материала, хрупка и склонна к выкрашиванию.

Стеклопластик можно обрабатывать на токарном станке, но при этом не следует допускать его выкрашивания и перегрева. После распиловки, обточки, шлифовки или обработки шлифовальной шкуркой поверхность материала становится матовой, и отполировать ее невозможно, пока она снова не будет подрыта смолой. Механическая обработка не полностью отвержденной формованной конструкции затруднительна вследствие ее повышенной вязкости.

Стоит оценить экономическую эффективность данного производства. Любая попытка сопоставления стоимости материалов будет бессмысленной, если не учитывать стоимость формования. Дерево и сталь могут быть дешевле как исходные материалы, но для получения из них конструкции требуемой формы необходим большой объем обработки. Более высокая стоимость армированных пластиков полностью компенсируется исключительной простотой и легкостью изготовления из них конструкций и незначительным объемом производственных отходов. Прежде всего наблюдается значительный эффект от снижения объема капитальных затрат: капитальные вложения на создание производственной мощности, необходимой для выпуска 1 тонны стеклопластиков будет, по предварительным данным, примерно в 1,5 раза меньше, чем для 1 тонны стали.

Для изготовления малогабаритных элементов конструкции вагона хоппера – крышек загрузочных люков – был отобран наполненный полиуретан на основе термопластичного связующего. Применительно к проектированию крышки загрузочного люка на данном этапе выбор был сделан в пользу волнообразной формы подкрепляющих ребер, а в качестве технологии производства – вакуумная формовка листов на основе термопластичной матрицы с наполнителем (рисунок 2).

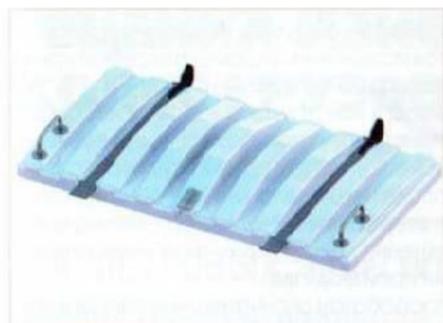


Рисунок 2 – Крышка люка вагона-хоппера

По результатам проведенных исследований в качестве окончательного варианта материалом для крышки был выбран наполненный поликарбонат. Его физико-механические характеристики обеспечивают выполнение обозначенных выше требований. По своей структуре он является нейтральным к пищевым и другим типам грузов и не выделяет вредных веществ.

Изготовление малогабаритных элементов конструкции выполняется на вакуум-формовочной машине (ВФМ). Сам процесс формования (рисунок 3) включает в себя несколько этапов:

- установка и уплотнение полимерного листа на ложементе ВФМ;
- нагрев листа до высокоэластического состояния;
- предварительное пневмоформование (выдувка купола);
- подъем формы, вакуумное формование.

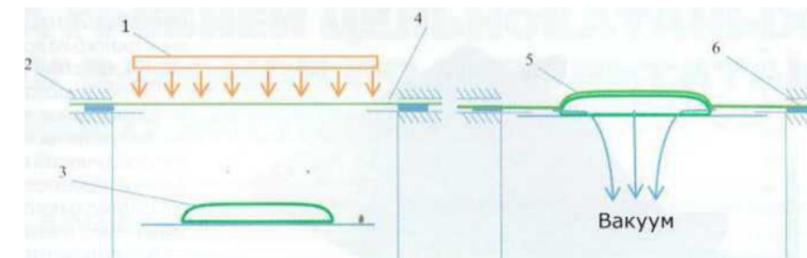


Рисунок 3 – Схема процесса термовакуумного формования: 1 – нагревательный элемент; 2 – ложемент ВФМ; 3 – листовый полимерный материал; 4 – листовый полимерный материал; 5 – отформованное изделие; 6 – уплотнение ложемент ВФМ

Стол с формой поднимается в верхнее положение, под раздутый купол, где кромка стола прижимается к уплотнителю на нижней части ложемент (к уплотнителю на верхней части ложемент прижат лист полимера, который вместе с драпирующим столом образует герметичную формовочную камеру). Из формовочной камеры выкачивается воздух – производится вакуумирование. В результате под действием разности давлений между атмосферным воздухом и давлением в формовочной камере разогретая заготовка принимает контуры формы, находящейся на драпирующем столе; охлаждение изделия; подготовка и съем готового изделия.

В качестве материала для изготовления крупногабаритного элемента – крыши вагона-хоппера – был выбран стеклонаполненный ПКМ на основе терморезистивного связующего с трехслойной структурой композита (внешние слои из стеклопластика на основе терморезистивного связующего и пенного наполнителя внутри), содержащей подкрепляющие металлические закладные элементы.

При производстве крыши используется технология напыления и ручной выкладки, которая путем изменения ориентации слоев армирующего материала, типа и свойств пенного наполнителя, параметров технологии позволяет варьировать в широком диапазоне параметры структуры материала.

В результате работы получена подробная схема структуры композиционного материала и элементов конструкции в целом (количество, тип и требуемые свойства слоев стеклопластика, параметры и требуемые свойства пенного наполнителя, схемы расположения закладных элементов).

Крыша должна иметь цельнонесущую конструкцию и дополнительно жестко связывать стенки кузова вагона. Помимо этого, необходимо обеспечивать выполнение требований безопасности при перевозке пищевых грузов. Требуемые

прочностные показатели конструкции соблюдены благодаря применению композита с сэндвич-структурой, пенным наполнителем и закладной металлической рамой [3].

Технология изготовления крупногабаритных элементов конструкции заключается в размещении на оснастке слоеформирующего материала с последующей их ручной пропиткой термореактивным связующим или же в механизированном смешивании и напылении рубленого стекловолокна и связующего.

При напылении ровинг армирующего материала рубится на отрезки и смешивается со смолой и отвердителем в специальном смесителе (пистолете). Нанесенный на оснастку материал также отверждается при комнатной температуре и атмосферном давлении.

Технологии ручной выкладки и напыления позволяют в процессе формования размещать внутри изделия закладные элементы (металлические каркасы, вспененные материалы, крепежные детали и т.п.) из различных материалов, необходимых для усиления и последующей сборки конструкции, установки дополнительных элементов облицовки кузова вагона-хоппера.

Также была выполнена разработка моделей изделий с помощью программных систем трехмерного моделирования. Их использование позволяет рассматривать множество вариантов исполнения конструкции при относительно малых трудозатратах.

На первой стадии осуществлен синтез конструкции с целью получения исходной геометрии, обладающей определенными свойствами (например, теоретический контур изделия, присоединительные размеры и т.д.). Исходными данными в этом случае выступили технические требования к изделию.

На второй стадии выполнялось моделирование первоначальной версии конструкции методом конечных элементов. На рисунке 4 представлено изображение деформированного состояния одного из вариантов исполнения разрабатываемой крышки при действии эксплуатационной нагрузки.

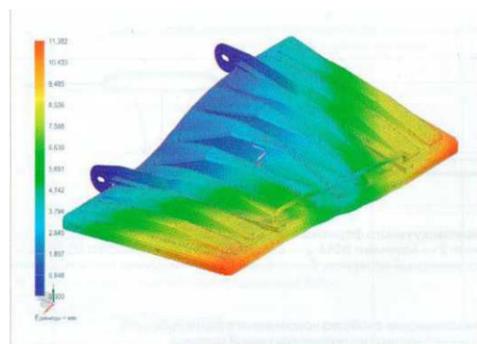


Рисунок 4 – Напряженно-деформированное состояние крышки люка

Для крышки загрузочного люка на данном этапе откорректированы радиусы скруглений, углы наклона вертикальных поверхностей, толщина. Исходя из технологичности производства, выбран процент наполнения матриц. Для крышки вагона-хоппера внесены уточнения геометрических параметров сэндвич-структуры.

ВЫВОДЫ

Проведенное исследование подтвердило целесообразность использования композиционных материалов в конструкции грузового вагона.

Дальнейшее исследование на предмет использования композиционных материалов возможно применительно к следующим элементам конструкции грузовых вагонов:

- крыша крытого вагона;
- съемные устройства вагона-платформы для защиты грузов от атмосферных осадков:
- сдвижные двери крытого вагона;
- поручни, подножки, переходные площадки, лестницы;
- крышки разгрузочных люков;
- покрытие кузова для защиты от воздействия солей и абразивного износа.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Лукин, В. В., Шадур, Л. А., Хохлов, А. А., Анисимов, П. С. Конструирование и расчет вагонов /; Под ред. В. В. Лукина. – М. : УМК МПС России, 2000. – 731 с.

2 Шадур, Л. А., Казанский, Г. А., Спиваковский, А. Л., Девятков, В. Ф. Вагоны: Учебник для вузов ж.-д. трансп. /; Под ред. Л. А. Шадура. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1980. – 439 с.

3 Стеклопластики: информационный портал. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.stroimsamolet.ru/057.php>, 2013 – 24 с.

4 Статьи: информационный портал. [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <http://www.ref.by/refs/93>, 2006. – 51 с.

Материал поступил в редакцию 11.05.16.

А. К. Қарақаев, Р. Ю. Зарипов

Жүк вагонын құрастырудағы композиттік материалдар

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 11.05.16 баспаға түсті.

A. K. Karakayev, R. U. Zaripov

Composite materials in cargo wagon building

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 11.05.16.

Жұмыста анизотропты материалдарға зерттеу жүргізілген, олардың теміржол вагон құрылымдарында қолданылуы талданып, құрылымдық қасиеттері анықталды. Зерттеу жұмысының нысаны ретінде ашық түсті мұнай өнімдеріне цистерна вагоны, ал астық үшін хоппер вагоны таңдалып алынды.

In the work the anisotropic materials are analyzed, their structural properties are revealed and their use in the construction of railway cars is examined. The objects of the research were a freight car – tank car for light oil products and a hopper car for grain.

А. С. Қадыров¹, К. Г. Балабекова²

¹т.ғ.д., ² докторант, Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ.
e-mail: 06_03_92@mail.ru

**МОБИЛЬДІ КӨПІР ӨТПЕСІНІҢ ЖЕТІЛГЕН МОДУЛІНІҢ
СӘЙКЕСТІРІЛГЕН ЭЛЕМЕНТТЕРІН ЕСЕПТЕУ ЖӘНЕ
КОНСТРУКТОРЛЫҚ ШЕШУ**

Мақала жол кептелісін азайтатын, жаңа мобильді жол өтпесінің конструкциясына арналған. Көпір түрлері суреттеліп, олардың оңтайлы ұзындықтары анықталып, конструкцияның құрылысына есептеу жасалған.

Кілтті сөздер: автокөлік кептелісі, мобильді жол өтпесі, шеткі элемент әдісі, айырма элемент әдісі, ортоплита.

КІРІСПЕ

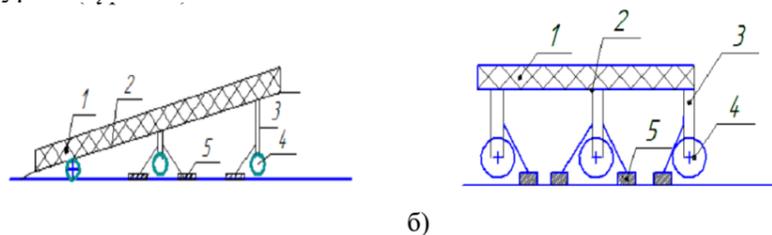
Автокөліктердің қарқынды қозғалысының әсерінен кез келген жолда кептеліс туындауы мүмкін. Осындай жағдайларда жол кептелісінің болдырмау үшін, жол қозғалысын реттейтін әр түрлі әдістер мен әр түрлі биіктіктегі жол өтпелері жоспарланып жасалады.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Бізбен ұсынылып отырған мобильді жол өтпесі, кептеліс кезінде немесе әр түрлі қоғамдық мерекелер мен төтенше жағдайларда тез арада жиналатын конструкция. Мобильді жол өтпесі доңғалақпен жабдықталған, көлденең және тік модульдерден құралған жылжымалы сүйеулерден тұрады. Қажет жағдайда модульдер қиылысқа жеткізіліп, өзара қармау арқылы бір конструкцияға айналады. Осы кезекте жылжымалы сүйеулер негізге сүйенеді.

Мобильді жол өтпелерінің әсері жол салғыштардан айырмашылығы, жол жағдайының барлық жағдайын қанағаттандырады, яғни биіктігі 4,5 м аса, бір бағыттағы көлік жолағының ені 3,5 м құрайды.

Мобильді жол өтпесі негізгі екі модульден тұрады: еңіс (сурет 1а) және көлденең (сурет 1б).



Сурет 1 – а – жол өтпенің еңіс модулі, б – жол өтпенің көлденең модулі

Конструкцияның негізгі элементтері болып: 1 – қоршау; 2 – тақта; 3 – сүйеу; 4 – дөңгелек қозғалтқыш; 5 – сүйеу және оны көтеріп, түсіретін жүйе.

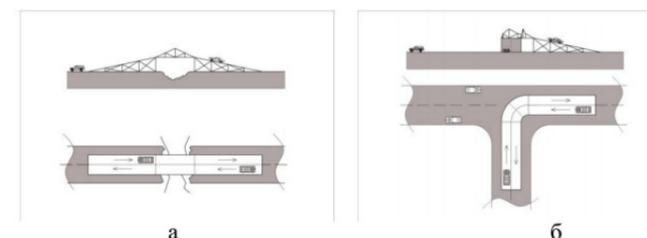
Ұсынылған мобильді жол өтпесінің конструкциясына патент алынған [1].

Құралған конструкция автокөліктердің қозғалысын тік жол үстімен қозғалуына мүмкіндік береді, және модульдерінің өлшемін өзгертуге болатындықтан, оны кез келген қиылыста қолдануға болады (сурет 2).



Сурет 2 – Мобильді жол өтпесі

Жеке жағдайларда мобильді жол өтпесін жол жөндеу жұмыстары немесе су басу кезінде жолдың бұзылу уақытында қолдануға болады (сурет 3а). Сонымен қоса тік қиылыстарда ғана емес, басқа типті қиылыстарда тік модульдерді қолданбауға болады (сурет 3б).



Сурет 3 – а – жол жөндеу кезінде мобильді жол өтпесін орнату; б – мобильді жол өтпесін Y, X типті қиылыстарда орнату

Мобильді жол өтпесін бірінші уақытта жобалау кезінде екі тапсырма туындады:

– Метал құраманың салмағын аз қылдырып, жол жағдайының өлшемдерін сақтап, белгілі ұзындық кезінде модульдер саны мен мобильді жол өтпенің ұзындығын анықтау.

– Конструкция жұмысына негізгі тік модульді есептеу және тепе-теңдік жағдайдан шығуы.

Бірінші тапсырманы шешу кезінде модульдің салмағы оның ұзындығына x өлшемдес деп, тіреу саны n дөңгелек қозғалтқышпен q болса, онда жалпы салмағы G келесідей анықталады:

$$G = kx + \frac{L \cdot n}{x} \cdot q, \quad (1)$$

мұнда: k – бір метр ұзындықтағы жол өтпенің салмағы, Н/м;

L – жол өтпесінің ұзындығы, м;

n – тіреу саны;

q – бір тіреудің салмағы, Н;

$\frac{L}{x}$ – модуль саны;

Жол өтпенің салмағының туындысы келесідей түрде болады:

$$G' = kx - \frac{L n q}{x^2}, \quad G'' = \frac{2 L n q}{x^3}; \quad (2)$$

Сын меже нүкте (минимакс нүктесі) $C' = 0$ кезінде:

$$k = \frac{L n q}{x}; \quad x_{sp} = \sqrt{\frac{L n q}{k}}; \quad (3)$$

Солайынан G'' нөлден үлкен болғанда x_{sp} ұзындығы жалпы жол өтпесінің ұзындығы жағдайында оңтайлы ұзындықты анықтайды.

Мысалы ұзындығы 30м жол өтпесі әрбір модульде 4 тіреуден болып, әрбір тіреудің салмағы $1,5 \cdot 10^4$ Н және құрылымның бір аралық метрге $3 \cdot 10^4$ Н келсе, оңтайлы ұзындық келесідей болады:

$$x_{sp} = \sqrt{\frac{30 \cdot 4 \cdot 1,5 \cdot 10^4}{3 \cdot 10^4}} = \sqrt{60} = 7,74 \text{ м}.$$

Құрылымды есептеу кезінде (екінші тапсырма) толықтай металдан жасалған ортогоналды бағытталған модуль алынды, ол төрт жақтан тік тіреуі бар кеңістікті қаңқадан және екі бойлық, жеті көлденең арқалықтан алынды.

Өту жолағы үшін қаңқа бетіне көлденең және бойлық қырын нығайтып, болат төсем төселінеді.

Жақтау құрылымына салмақ түсетін кеңістікті жұмыстар жағдайы кезінде, оның элементтері центрлік емес қысылу, иілгіштік, бұралу түрлі қиын кернеу жағдайға ұшырауы, тік тұрулардың, көлденең және бойлық сүйеулердің көлденең қиылу құрамдарының конструкциясы белгіленген, жұқа қабырғалы құбырдан тұратын, бұрыштарында төрт тіктөшкелермен көмкерілген.

Жақтаулардың элементтерінің геометриялық ұзындығы автокөлік құрылысының жол нормалары мен жол қозғалысын ұйымдастыру талаптарын сақтау қажерт.

Құрылымның салмақ түсетін жақтаулардың кеңістік күштік және тұрақтылығы құрылымның бойлық және көлденең байланыста шешілген. Көлік қозғалыс құрамының динамикалық пайдасы тәжірбиелі сарапшыл әдіспен тағайындалған динамикалық коэффициентті ендіру арқылы есептеледі ($K_d = 1,3$).

Салмақ түсетін элементтердің беріктіктігін, қаттылығын және тұрақтылық, жетілдірілген модульдің шарттарын қамтамасыз ету үшін жүргін бөліктің тақтасына және Евронорм [2] талаптарына сай кеңістік жақтаудың пайдалы тиеуінің көлденең пайдалануы есептелді. Модульдің есептелуі келесі ретте келтірілген:

Жүргін бөліктің тақтасын есептеу

Тікбұрышты тақта $L \times B$ тақта өлшемінде өзінде құрылымды – ортотропты пластинаны құрайды, ол $L/6$ қадамда көлденең қадамда және қабырғасы $B/4$ қадамды құрайды.

Есептеу өрнектерінің әмбебаптығы үшін келесі геометриялық және қаттылық сипаттамалары, көлденең тіреулердің сипаттамасы келтірілген:

$$\alpha_2 = \frac{l_2}{l_1}; \quad \alpha_3 = \frac{l_3}{l_1}; \quad g_2 = \frac{EJ_2}{EJ_1}; \quad g_{2k} = \frac{EJ_{2k}}{EJ_2}; \quad g_3 = \frac{EJ_3}{EJ_1}; \quad g_{3k} = \frac{EJ_{3k}}{EJ_1}; \quad (4)$$

мұнда l_i – тіреу элементтерінің ұзындығы ($i = 1, 2, 3$);

EJ_i – олардың иілу қаттылығы;

GJ_i – айналу қаттылығы;

Бұл кезде: α_2, α_3 - өлшемсіз бойлық ұзындығының және көлденең беларқа жақтаудың бағананың ұзындығына қатынасы;

Тақтаның күштік жағдайын анықтауды есептеу мақсатында анизотропты тілім ретінде, шеткі элементтері мен шеткі айырмасы сандық әдістермен жасалған [3].

Шеткі айырма әдісімен есептеу ($n_x \times n_y$) торлы қоюлық кезінде стандартты «Matcad» бағдарламасын қолданумен жасалған.

Шеткі элемент әдісімен есептеу пластина бетін төрт тікбұрышты элементке бөлу арқылы есептелген.

Екі симметрияның есебімен (x, y осьтері) белгісіз ауысусандары: 12 – шеткі айырма бойынша; 3 – шеткі элемент әдісін құрайды. Бірақ бұл кезде пластинаның майысуы нәтижесінде жақсы түйісуі байқалған, екі әдіс бойынша алынған мәліметтердің нақтылығын көрсетеді.

Ішкі әсер бойынша M_x, M_y, M_{xy} тақтаның жүктелген сәті зерттелген, яғни жүктелген $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ білік және тақтаның төзімділігі тексерілген:

$$\sigma_x = \frac{6M_x}{t^2}; \quad \sigma_y = \frac{6M_y}{t^2}; \quad \tau_{xy} = \frac{6M_{xy}}{t^2}; \quad Kd(\sigma_{\max}) \leq R, \quad (5)$$

мұнда $t = 20$ мм – төсеу қалыңдығы;

σ_{\max} – үлкен жүктелу;

M_{xy} – айналу моменті;

M_x - x өсі бойынша бүгілу моменті;

M_y – y өсі бойынша бүгілу моменті;

$Kd = 1,3$ – динамикалық коэффициент.

$R = 300\text{МПа}$ – 09Г2С маркалы болаттың бүгілу қарсыласының есептемесі. Сонымен қатар беріктік шарттары сақталған (бүгілу бойынша):

$$\left(\frac{1}{W_{\max}} = \frac{1}{2150}\right) < \left[\frac{1}{W} = \frac{1}{1000}\right] \quad (6)$$

мұнда W_{\max} – тақтаның максималды бүгілуі;

$\left[\frac{1}{W}\right]$ – тақтаның нормаларға сәйкес жететін бүгілуі.

Алгебралық теңестірілген ұзындық жүйесі шеткі айырылу әдісі бойынша келесідей:

$$A \cdot \vec{w} = \vec{R}_p \quad (7)$$

мұнда \vec{w} - белгісіз түйін ауыстыруының векторы;

\vec{R}_p - жүктелген тақтаға әсер етілген есептескіш бос мүшелерінің векторы;

n ретті A – квадраттық матрицасы. Бұл матрица жалпы түрде келтірілген.

Теңдікті орындауға мысал ретінде $(L \times B) = (7,5 \times 3,5)$ м, өлшемді тақта, тор қоюлығы $(n_x \times n_y) = (8 \times 6)$ алынған.

Осы ретте тордағы түйіннің иілу мәні ретінде келесі мәліметтер алынған:

$$W_k = (k = 1, 2, \dots, 12); \quad (8)$$

$$W_1 = 0,809 / D_x; \quad W_2 = 1,079 / D_x; \quad W_3 = 1,145 / D_x; \quad W_4 = 1,151 / D_x; \\ W_5 = 1,744 / D_x; \quad W_6 = 2,401 / D_x; \quad W_7 = 2,578 / D_x; \quad W_8 = 2,604 / D_x;$$

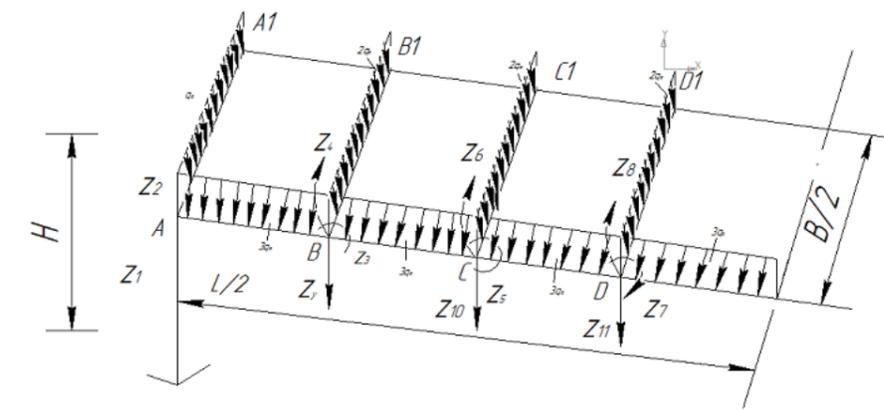
$$W_9 = 2,122 / D_x; \quad W_{10} = 2,497 / D_x; \quad W_{11} = 3,175 / D_x; \quad W_{12} = 3,212 / D_x; \\ W_{\max} = 3,212 / D_x;$$

$$D_x = \frac{Et^3}{12(1-\nu^2)}; \quad (9)$$

Тақтаның ұзындық бойы жүктелуінің иілуі «L».

Кеңісті қаңқаны есептеу

Тік тіреулерден, көлденең және бойлық беларқадан тұратын, қаңқаны есептеу орынауыстырудың аналитикалық әдісімен жасалады [2]. Қаңқаның есептеу сурет 4 келтірілген екі симметрия есебімен жасалады.



Сурет 4 – Кеңістік қаңқаны есептеу сұлбасы

Қаңқаның төрт түйінінің (A, B, C, D) белгісіз бұрыштық және ұзындықтарының жалпы саны он бірге тең $(z_i = 1, 2, \dots, 11)$.

Орын ауыстыру әдісінің каноникалық теңдігі:

$$z_{k1}Z + z_{k2}Z + \dots + z_{k11}Z + R_{kp} = 0 \quad (10)$$

мұнда $k = 1, 2, \dots, n$

Матрицалық түрде теңдік келесі түрде:

$$A \cdot \vec{z} + \vec{R}_p = 0, \quad (11)$$

мұнда A – 11 ретті квадраттық матрицада келтірілген).

Белгісіз түйіндердің орын ауыстыруын есептеген соң, моменттердің эпюрасы келесі формуламен есептеледі:

$$M = \left(\sum_{k=1}^1 M_k z_k \right) + M_p \quad (12)$$

Көлденең күштердің (Q) және бойлық күштердің (N) моменттерінің эпюрасы кәдімгі құрылыс теориясындағыдай салынады [2].

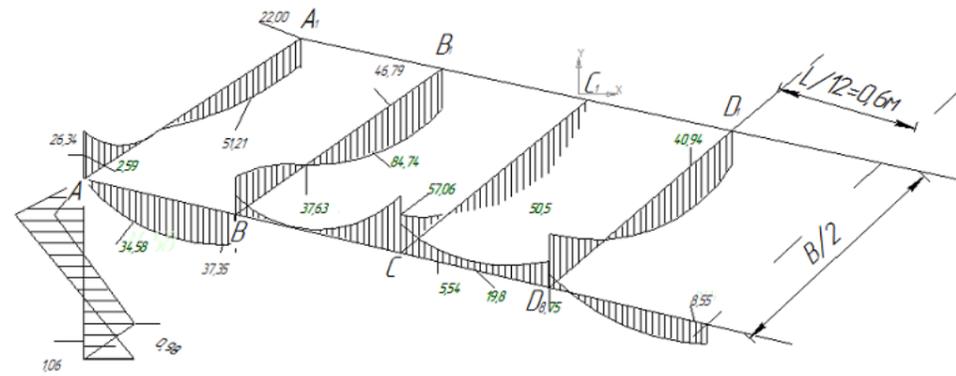
2 кесте мәліметері бойынша тесттік тапсырма ретінде кеңістік рамасының есептеуі келесі мәліметтерде жасалған:

$$L = 7,2\text{м}; \quad B = 3,5\text{м}; \quad l_1 = H = 4,7\text{м}; \quad l_2 = \frac{L}{6} = 1,2\text{м}; \quad l_3 = \frac{B}{4} = 0,875\text{м}; \\ \alpha_2 = \frac{1,2}{4,7} = 0,255; \quad \alpha_3 = \frac{0,875}{4,7} = 0,186; \quad EJ_1 = 16,35 \cdot 10^6 (H \cdot \text{м}^2); \quad G_{1,k} = 0,022 \cdot 10^6; \\ EJ_2 = 61,8 \cdot 10^6 (H \cdot \text{м}^2); \quad G_{2,k} = 0,1367 \cdot 10^6; \quad EJ_3 = 19,86 \cdot 10^6 (H \cdot \text{м}^2); \quad G_{3,k} = 0,0799 \cdot 10^6; \\ g_2 = 3,780; \quad g_{2,k} = 0,00836; \quad g_3 = 1,2147; \quad g_{3,k} = 0,00836;$$

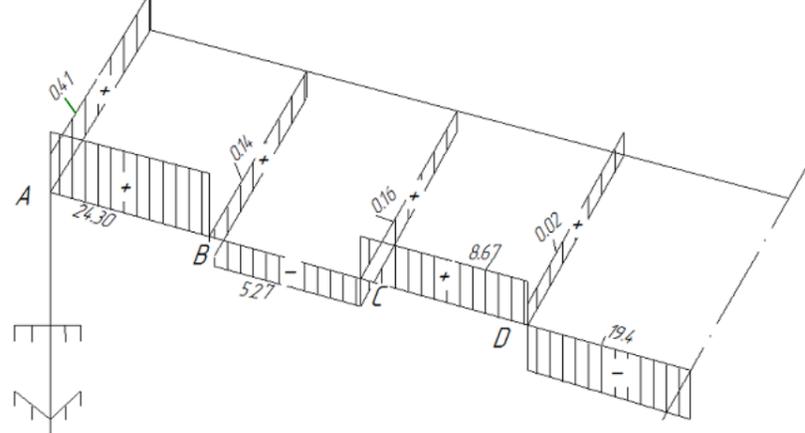
Осы мәліметтер бойынша түйіндердің орын ауыстыру мәліметтері есептелген (сурет 4).

$$z_1 = 0,527/i_0; \quad z_2 = 0,487/i_0; \quad z_3 = -0,101/i_0; \quad z_4 = 0,939/i_0; \quad z_5 = -0,12/i_0; \quad z_6 = 0,53/i_0;$$

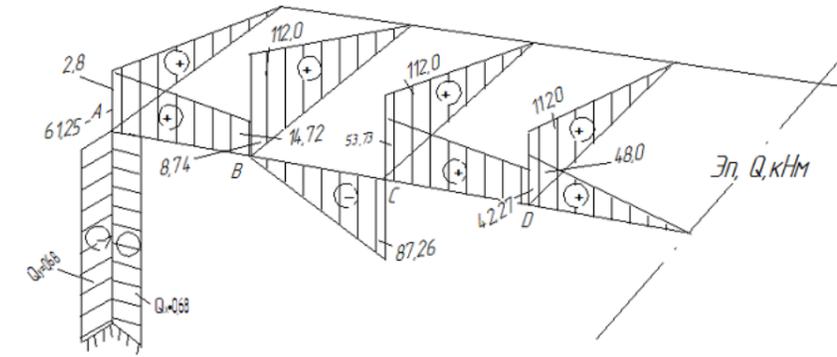
$$z_7 = 0,015/i_0; \quad z_8 = 1,139/i_0; \quad z_9 = 0,342/i_0; \quad z_{10} = 0,024/i_0; \quad z_{11} = 0,135/i_0;$$



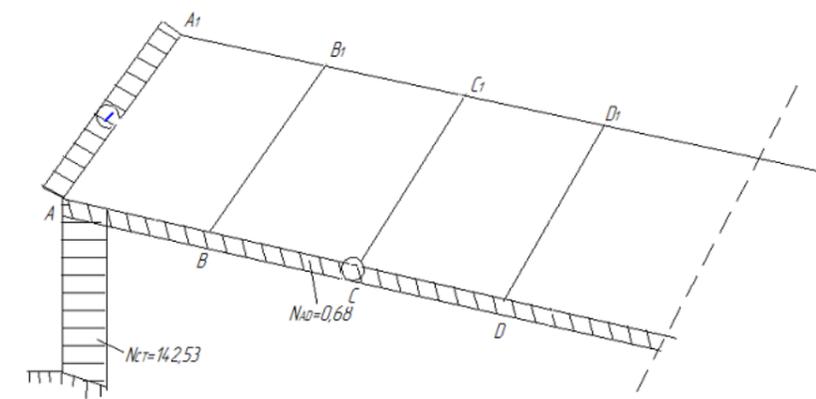
Сурет 5 – Иілу моменттерінің есептік эпюрасы



Сурет 6 – Айналу моментінің есептік эпюрасы

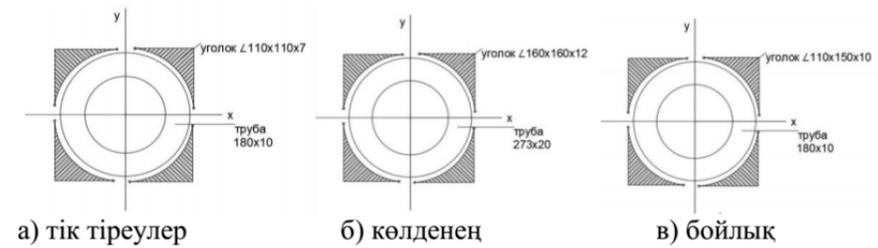


Сурет 7 – Көлденең күштердің есептік эпюрасы



Сурет 8 – Бойлық күштердің есептік эпюрасы

Кеңістік раманың күштік жағдайының шешімдері нәтижесінде (сурет 5-8) көпір өтпесінің салмақ түсетін құрылымының тұрақтылығы мен беріктілік жағдайының шарттары зерттелген. Көлденең қиылу ретінде құбыр мен қоршалған бұрыштардан қиу қабылданған (сурет 9).



Сурет 9 – Кеңістік жақтау элементтерінің көлденең қиылуы

Кеңістік жақтау элементтерінің тұрақтылығы мен беріктік жағдайы материалдың кедергісі әдісі бойынша жасалды [3], қиын орталық емес қысылуға, бүгілу және айналуға жұмыс жасайтын құрылым ретінде.

а) Тік тіреулердің беріктік жағдайын тексеру (болаттың пластикалық жұмысын ескергенде):

$$Kd\left[\left(\frac{N}{AR}\right)^2 + \frac{M_x}{W_x \cdot R} + \frac{M_y}{W_y \cdot R}\right] \leq 1, \quad (13)$$

мұнда ($Kd = 1,3$) – динамикалық коэффициент;

($R=300\text{МПа}$) – 09Г2С маркалы болаттың есептік кедергісі;

A, W_x, W_y - көлденең қиылу кедергісінің моменті мен ауданы;

б) Момент әсеріне барлық тіреудің тұрақтылығын тексеру $M=M_x$:

$$Kd\left(\frac{N}{\varphi_x^{em} \cdot A}\right) \leq R_b, \quad (14)$$

$\varphi_x^{em} = f(\lambda_x, m_{1x})$ - орталық емес көлденең иілу коэффициенті;

в) Барлық тіреулердің әсер етуші моменттің тұрақтылығын тексеру $M=M_x$:

$$Kd\left(\frac{N}{c\varphi_y A}\right) \leq R, \quad (15)$$

$c\varphi_y$ - кеңістік коэффициентінің тұрақтылығы;

г) көлденең және бойлық бағаналардың беріктік жағдайын тексеру (III – беріктік теориясы бойынша)

$$Kd\left(\sigma_{сед} = \frac{N}{A} + \frac{M_{экс}}{W_x}\right) = R, \quad (16)$$

$$M_{экс} = \sqrt{M_u^2 + M_k^2},$$

$$\begin{cases} M_u - \text{Иілу моменті;} \\ M_k - \text{Айналу моменті;} \end{cases}$$

д) көлденең және бойлық бағаналардың беріктік жағдайын қиылуға тексеру:

$$\left(\tau = \frac{Q \cdot S_1}{J_x \cdot \delta_{сг}}\right) Kd \leq R_{ср}. \quad (17)$$

мұнда Q – көлденең күш;

$$R_{ср} = 130$$

МПа – қиуға есептік кедергі.

ҚОРЫТЫНДЫ

Ұсынылып отырған мобильді жол өтпесінің құрылымы жолдардағы автокөлік кептелісінің мәселесін шешуге мүмкіндік береді.

Берілген жұмыста көпір өтпесінің жүргін бөлігі үшін ортотропты тақтаның құрылымын есептеудің пайдалылығы көрсетілген. Мәліметтердің дұрыстығы иілу мөңдерінің түйісуімен сәйкес келеді;

Есепте алынған салмақ көтергіш құрылым мен болат төсемнің қосылған қабырғаларының геометриялық және физика – механикалық сипаттамалары оның беріктігін қамтамасыз етеді

Төсемнің алынғағ 20мм қалыңдығы жолөтпенің жүргін бөлігінің автоқұрылыс нормаларын қамтамасыз етіп, құрылымның жоғарғы беріктігін қамтамасыз етеді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1 **Богданов, Б. И., Владимирский, С. Р.** Проектирование мостов и труб. Металлические мосты [Текст]: научное издание / Ю. Г. Кузьмина. – М. : Маршрут, 2005. – 460 с. : ил. ISBN 5-89035-159-1

2 **Владимирский, С. Р.** Современные методы проектирования мостов [Текст]: – М. : Транспорт, 1966 – 664 с. :ил. – ISBN 5874721789

3 **Дархов, А. В., Шаношников, Н. Н.** Строительная механика [Текст]: – В. : Выш. шк., 1986. – 607с. :ил. ISBN 9785811405763

Материал 11.05.16 баспаға түсті.

A. S. Kadyrov, K. G. Balabekova

Конструктивное решение и расчёт элементов унифицированного модуля мобильного мостового переезда

Карагандинский государственный технический университет, г. Караганда.

Материал поступил в редакцию 11.05.16.

A. S. Kadyrov, K. G. Balabekova

Design solution and calculation of cell module mobile in unified bridge crossing

Karaganda State Technical University.

Material received on 11.05.16.

Статья посвящена новой конструкции – мобильному путепроводу, предназначенному для уменьшения дорожных пробок. Описываются варианты путепроводов, определяется их оптимальная длина, производится расчет конструкции.

The article is devoted to the new design – mobile overpass, designed to reduce traffic congestion. It describes the options of overpasses, defined by their optimal length, calculates the design.

УДК 666.973.6

Н. А. Сактаганова

магистр технических наук, PhD докторант, Кызылординский государственный университет имени Коркыт Ата, г. Кызылорда

НЕАВТОКЛАВНЫЙ ЯЧЕИСТЫЙ БЕТОН С ДОБАВКОЙ – ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ

В статье рассмотрены особенности производства неавтоклавного ячеистого бетона. Разработаны технологические параметры производства неавтоклавного ячеистого бетона на основе барханного песка и поверхностно-активной добавки. Приведены результаты экспериментальных работ по определению физико-технических свойств ячеистого бетона.

Ключевые слова: неавтоклавный ячеистый бетон, сухие строительные смеси, прочность, плотность, влажность, морозостойкость, усадка, водопоглощение, поры, структура, долговечность.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время потребность строительной индустрии в высокоэффективных строительных материалах, особенно теплоизоляционного и теплоизоляционно-конструкционного назначения обуславливается необходимостью дальнейшего развития технологии неавтоклавного ячеистого бетона, хотя более эффективным способом является получение качественного ячеистого бетона автоклавного твердения, но это требует определенных повышенных теплоэнергетических затрат, что в современных рыночных условиях экономически не оправдано.

Управление физическими и механическими свойствами ячеистого бетона с целью улучшения их свойств возможно путем изменения структуры материала за счет реализации определенных технологических приемов, обеспечивающих получение рациональной структуры твердой фазы и структуры ячеистого бетона в целом. Важным условием для стабилизации производственных ритмов и оптимального протекания технологических процессов является использование тонкомолотой сухой смеси, т.е. ее подготовка, хранение, а также точное дозирование всех составляющих смесей.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Перспективность применения сухих строительных смесей для производства неавтоклавного ячеистого бетона в настоящее время обусловлена курсом на малоэтажное строительство. Учитывая рассредоточенность больших и малых поселений на территории Казахстана, использование сухих смесей для производства стеновых блоков и монолитных стен индивидуальных домов, особенно в сельской местности, представляется наиболее целесообразным способом реализации этого проекта. Неавтоклавный ячеистый бетон является строительным материалом, получаемый из доступного и недорогого сырья. Недостатками являются его структурная прочность и влажностные характеристики, уступающие автоклавному бетону. Хотя металлоемкость и энергозатраты производства последнего намного выше [1].

Одним из путей решения этих задач является принцип производства ячеистого бетона из предварительно приготовленных сухих смесей. Их основными достоинствами являются высокая точность дозирования, а также высокая степень гомогенизации всех компонентов, обеспечивающих стабильность технологических и эксплуатационно-технических свойств ячеистого бетона. Нами были оптимизированы технологические параметры, обеспечивающие получение ячеистого бетона на основе тонкомолотых сухих смесей. Применение многокомпонентных сухих смесей позволит повысить физико-механические свойства ячеистого бетона. Это происходит благодаря однородности сырьевых компонентов. Возможно, расширить сырьевую базу, т.к. при производстве тонкомолотых сухих смесей можно так подобрать такое сочетание компонентов сырьевой смеси, при котором устраняются недостатки одних и усиливаются положительные влияния других, а также можно организовать дешевые предприятия по выпуску качественных изделий из ячеистых бетонов [2, 3].

Использование тонкомолотых сухих смесей дает возможность производства ячеистобетонных изделий и монолитных конструкций по простой технологии: смешивание с водой и заливка ячеистобетонной смеси в формы или опалубку и непосредственно на строительной площадке. В результате ожидается значительное сокращение продолжительности строительного процесса и снижается себестоимость готового объекта.

В результате исследований были определены оптимальные составы и технологические параметры изготовления неавтоклавного ячеистого бетона на основе ТМС (тонкомолотых сухих смесей). При плотности 800 кг/м^3 прочность неавтоклавного ячеистого бетона составило 4,1 МПа.

Влажность ячеистого бетона при плотности 800 кг/м^3 после запаривания составила 18-20 %. С увеличением влажности до 40-50 % прочность газобетона значительно снижается.

Сорбция ячеистого бетона плотностью 800 кг/м^3 протекала при влажности воздуха 98 % и достигла 8-10 %. Как показали эксперименты, сорбционное увлажнение ячеистого бетона зависит от его плотности и температурно-влажностных условий окружающей среды. Проанализировав полученные данные можно заключить, что водопоглощение наиболее интенсивно происходит в течение первых двух часов эксперимента и через 144 часа значение последнего достигает 35 % при плотности материала 800 кг/м^3 . Таким образом, для неавтоклавного ячеистого бетона на основе тонкомолотых смесей с добавкой ПАВ и нефтешлама характерно меньшее значение водопоглощения.

Усадку устанавливают на образцах-призмах размером $40 \times 40 \times 160 \text{ мм}$. Значения усадочных деформаций образцов ячеистых бетонов составило 2,20 мм/м.

Морозостойкость определяли по методике ГОСТ 10060.1 – 95 «Бетоны. Базовый метод определения морозостойкости». Для испытания образцы после 28-суточного твердения в нормальных влажностных условиях подвергали попеременному замораживанию и оттаиванию. В результате проведенных испытаний ячеистого бетона установлены, что через первые 25 циклов попеременного

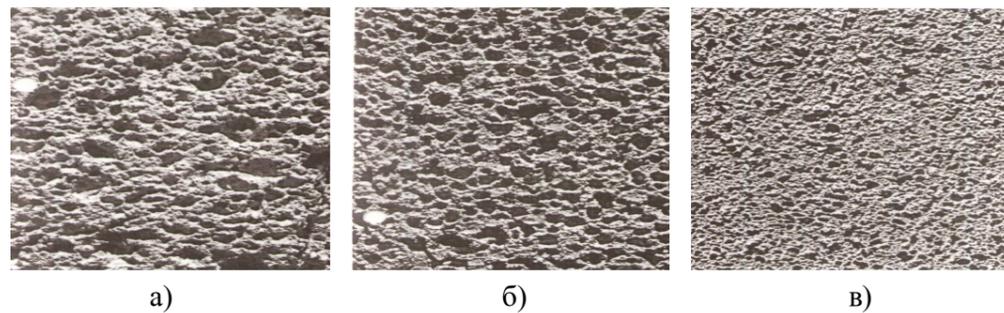
замораживания и оттаивания прочность всех образцов снизилась на 2-3 %, через 35 циклов – 8 % и через 50 циклов прочность снизилась на 13,5 %.

Для определения степени влияния влагосодержания на теплопроводность ячеистого бетона, эксперимент проводили на высушенных и увлажненных образцах. Анализируя экспериментальные данные можно отметить, что теплоизоляционная эффективность ячеистого бетона характеризуется низкими значениями коэффициентов теплопроводности, чем ячеистый бетон той же плотности на основе тонкомолотых сухих смесей с добавкой ПАВ. Это обусловлено макropористой структурой газобетонов, преобладанием в структуре мелких замкнутых пор. Коэффициент теплопроводности для образца из неавтоклавного ячеистого бетона на основе ТМС составило 0,217 Вт/(м*°C).

Долговечность ячеистого бетона очень тесно связана с его структурой. Структура ячеистого бетона неоднородна. Затвердевший ячеистый бетон состоит из замкнутых и открытых макропор и межпоровых стенок, содержащих, в свою очередь, микропоры и микрокапилляры (рис 1а).

В идеале поры должны иметь правильную сферическую форму, должны быть закрытыми и равномерно распределяться в объеме бетона. Однако, обычно в ячеистых бетонах наряду со сферическими присутствуют макропоры неправильной формы, с рваными краями, встречаются цепочки из 2-3 пор длиной 5-6мм.

Равномерное распределение частиц алюминия в бетонной смеси способствует образованию более однородной поровой структуры, а возросшая реакционная способность алюминиевого порошка - увеличению объема выделяющегося газа и, как следствие, снижению плотности ячеистого бетона (рис 1б).



а) – неавтоклавный ячеистый бетон;
 б) – неавтоклавный ячеистый бетон с добавкой ПАВ;
 в) – неавтоклавный ячеистый бетон на основе ТМС

Рисунок 1 – Макроструктура образцов неавтоклавного ячеистого бетона

Создание более однородной поровой структуры, а также стабилизация стенок газовых пор с помощью пены, позволяющая ячеистобетонной массе достичь такой пластической прочности, при которой уже невозможна ее осадка, способствуют небольшому (на 15 %) повышению прочности ячеистого бетона (рис 1в).

ВЫВОДЫ

Для того чтобы предотвратить процесс поглощения водяных паров из воздуха и взаимодействие их с тонкомолотой смесью, необходимо обеспечить герметичное хранение полученных сухих смесей. Как показывают проведенные испытания, при соблюдении условия хранения, основные показатели качества сухой смеси не изменяются в течение длительного времени.

Исследование свойств сухой смеси после 6 месяцев хранения показали, что вспениваемость растворной смеси снижается на 3 %, а прочность ячеистого бетона уменьшилась на 3 %. Следует отметить, что вопрос о недостаточном объеме ячеистой массы в данном случае снимается при увеличении продолжительности приготовления ячеистого бетона.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 **Бисенов, К. А.** Ресурсосберегающая технология монолитного газобетона на основе барханных песков // Жилищное строительство. – 1995. – № 7. – С. 18-20.
 2 **Хозин, В. Г., Красникова, Н. М., Магдеев, У. Х.** Сухая смесь для получения пенобетона // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2008. – № 2 – С. 32-33.
 3 **Красникова, Н. М., Хохряков, О. В.** Сухая механоактивированная смесь для получения неавтоклавного пенобетона // Материалы международного конгресса «Наука и инновации в строительстве», Современные проблемы строительного материаловедения и технологии. – т. 1. – книга 1. – Воронеж: ВГАСУ, 2008. – С. 267-271.

Материал поступил в редакцию 11.05.16.

Н. А. Сактаганова

Беттік белсенді заттар негізіндегі автоклавсыз ұялы бетон

Қорқыт Ата атындағы Қызылорда мемлекеттік университеті, Қызылорда қ.
 Материал 11.05.16 баспаға түсті.

N. A. Saktaganova

Not autoclave cellular concrete with the additive – surface-active substances

Korkyt Ata Kyzylorda State University, Kyzylorda.
 Material received on 11.05.16.

Ұсынылып отырған ғылыми мақалада автоклавты емес ұялы бетонды өндірудің ерекшеліктері қарастырылған. Шағыл құмы мен беттік белсенді қоспалар негізінде автоклавты емес газдыбетонды өндірудің технологиялық параметрлері жасалған. Ұялы бетонның физика техникалық қасиеттерін анықтау бойынша экспериментальдық нәтижелер келтірілген.

In the article the features of production of not autoclave cellular concrete are considered. Technological parameters of production of not autoclave cellular concrete on the basis of barkhan sand and a surface-active additive are developed. Results of experimental works on determination of physics and technology properties of cellular concrete are given.

А. А. Умаров¹, А. Р. Умаров², Е. Камбаров³

¹ст. преподаватель, Международный Казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави,

²почетный радист СССР, инженер-наладчик, АО Казахтелеком, ³студент, 4 курс,

Международный Казахско-турецкий университет имени Х. А. Ясави, г. Туркестан

e-mail: ¹uaa_77@mail.ru

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ В ДИНАМИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

Настоящая статья посвящена описанию задачи идентификации модели объекта управления в динамическом режиме. Для решения задачи применяется метод наименьших квадратов. Проверка адекватности полученной модели реализуется с помощью критерия Фишера. В качестве инструмента для исследования статической модели используется САПР VisSIM. Результаты исследования могут быть использованы в учебном процессе технических вузов по специальности «Автоматизация и управление» и «Электроэнергетика»

Ключевые слова: Система автоматического регулирования (САР), синтез, анализ, идентификация, статическая характеристика, Система автоматического проектирования (САПР), объект управления, линеаризация, регрессионная модель, аппроксимация, Метод наименьших квадратов, Критерий Фишера, VisSIM.

ВВЕДЕНИЕ

Синтезу и проектированию систем автоматического регулирования (САР) должно предшествовать изучение (исследование) объекта управления [1, 2].

Свойства объектов управления достаточно полно могут быть отражены в статических и динамических характеристиках, на основании которых рассчитывают регуляторы. Другими словами, чтобы обосновать выбор регулятора к объекту, необходимо построить его математическую модель, описывающую статический и динамический режим работы системы [3, 4].

Польза статического режима работы объекта и системы управления состоит в том, что он позволяет в очень доступной и наглядной форме представить и понять причинно-следственные связи управляемых величин и воздействий. В случае объекта управления такие связи выражаются нелинейной функцией двух переменных, а в случае САР выражение еще проще: это линейное алгебраическое уравнение. Последнее позволяет описать в первом приближении такую сложную систему, как САР всего двумя параметрами: коэффициентами чувствительности управляемой величины к заданию и возмущению соответственно [1-3].

Статические характеристики позволяют ответить на два важнейших вопроса. Первый: если известно входное воздействие, то какая будет реакция (выход) объекта? Второй: если известна реакция системы, требуется определить входное воздействие. Первая и вторая задачи относятся к задаче анализа. А если известны и входное воздействие и реакция системы на эти входные воздействия, то возникает задача идентификации [1, 3, 5].

Напомним, что идентификацией системы (объекта) называют совокупность методов для построения математических моделей системы (объекта) по данным наблюдений в статическом или динамическом режиме [1, 4].

В настоящей работе описана задача идентификации модели объекта управления в статическом режиме. Для решения задачи применяется метод наименьших квадратов (МНК). Проверка адекватности полученной модели реализуется с помощью критерия Фишера. Расчет параметров модели реализуется с помощью программ САПР VisSIM, Excel.

В [6] описана задача идентификации по частотным характеристикам. Некоторые задачи анализа, синтеза и идентификации объектов управления были рассмотрены авторами в трудах [7-10]. Учебные прикладные задачи проектирования систем автоматики и телемеханики были описаны в [11].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1. Метод наименьших квадратов и задача аппроксимации. Процессы, происходящие в ходе эксплуатации САР, как правило, определяются большим числом одновременно и совокупно действующих факторов. В связи с этим возникает задача исследования зависимости одной зависимой переменной Y от нескольких объясняющих переменных (факторов) X_1, X_2, \dots, X_p . Эта задача решается с помощью множественного регрессионного анализа [2, 5].

Обозначим i -е наблюдение зависимой переменной y_i , а объясняющих переменных – $x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip}$. Тогда дискретную модель множественной регрессии можно представить в виде:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip} \quad (1)$$

где $i=1, 2, \dots, n$; n – общее количество опытов, p – число факторов,

x_i – дискретная входная независимая (эндогенная) переменная,

y_i – дискретная выходная зависимая (экзогенная) переменная или реакция системы.

В общем случае зависимость любого отклика от факторов $y = f(x_1, x_2, \dots, x_p)$ достаточно сложна, и вид ее заранее неизвестен. Поэтому в ходе эксперимента пытаются искать приближенную регрессионную зависимость $\hat{y}_{x_i} \cong f(x_1, x_2, \dots, x_p)$. Метод поиска подобной зависимости называется аппроксимацией. Для этой цели применяется метод наименьших квадратов (МНК):

$$S^2 = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_{x_i} - y_i)^2 = \sum_{i=1}^n e_i^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

2. Постановка задачи

Как известно, управляемая величина y объекта управления в статике является функцией двух аргументов: управляющей или задающей $x_{зад}$ и возмущающей $x_{возм}$ величин:

$$y = f(x_{возм}, x_{зад}) \quad (3)$$

С учетом (3) модель множественной регрессии (1) примет вид:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_{i \text{ возм}} + \beta_2 \cdot x_{i \text{ зад}} \quad (4)$$

где $x_{i \text{ зад}}$ и $x_{i \text{ возм}}$ – дискретные случайные величины; $i=1,2,\dots,n$ – номер опыта; $p=2$ – количество факторов (факторы: задание и возмущение).

Начальные и граничные условия для задания $x_{0 \text{ зад}} = 0$; $x_{k \text{ зад}} = 30$;

$x_{i \text{ зад}} \in [x_{0 \text{ зад}}; x_{k \text{ зад}}]$; количество опытов по каналу задание $k=7$;

Начальные и граничные условия для возмущения $x_{0 \text{ возм}} = 0$; $x_{l \text{ зад}} = 5$;

$x_{i \text{ возм}} \in [x_{0 \text{ возм}}; x_{l \text{ возм}}]$; количество опытов по каналу возмущение $l=6$.

Т р е б у е т с я:

1) построить статические характеристики объекта управления:

– по каналу «задание – управляемая величина» (параметр – возмущение);

– по каналу «возмущение – управляемая величина» (параметр – задание);

2) определить линейную регрессионную зависимость объекта управления, то есть построить линеаризованную модель объекта управления в рабочей точке;

3) дать оценку адекватности полученной линеаризованной модели.

3. Алгоритм решения задачи

Построение статических характеристик объекта управления

Реализуем для независимых эксперимента:

- по каналу «задание – управляемая величина» (параметр – возмущение);

- по каналу «возмущение - управляемая величина» (параметр – задание).

В первом случае на вход объекта подается управляющее воздействие или задание $x_{i \text{ зад}}$, влияние которого на выходное или управляемую величину y_i и необходимо определить. Возмущения $x_{i \text{ возм}}$ – фиксированные (дискретные). Здесь задание и возмущение – причины, управляемая величина – следствие.

Во втором случае на вход объекта подается возмущение $x_{i \text{ возм}}$, влияние которого на выходное воздействие y_i необходимо определить. Задания $x_{i \text{ зад}}$ – фиксированные (дискретные). Здесь задание и возмущение – причины, управляемая величина – следствие.

1.1 Вычисление шага по заданию и возмущению $h_{\text{зад}}$ и $h_{\text{возм}}$:

$$h_{\text{зад}} = x_{k \text{ зад}} - x_{0 \text{ зад}}; h_{\text{возм}} = x_{l \text{ зад}} - x_{0 \text{ возм}}.$$

1.2 Вычисление задания и возмущение $x_{i \text{ зад}}$ и $x_{i \text{ возм}}$:

$$x_{i \text{ зад}} = x_{i \text{ возм}} + x h_{\text{зад}}; x_{i \text{ возм}} = x_{0 \text{ возм}} + x h_{\text{возм}}.$$

1.3 Заполнение таблиц вычисленными данными $x_{i \text{ зад}}$ и $x_{i \text{ возм}}$:

Таблица 1 – Задание $x_{i \text{ зад}}$

i	1	2	3	4	5	6	7
$x_{i \text{ зад}}$	0	5	10	15	20	25	30

Таблица 2 – Возмущение $x_{i \text{ возм}}$

i	1	2	3	4	5	6
$x_{i \text{ возм}}$	0	1	2	3	4	5

1.4 Создание виртуального лабораторного стенда с помощью программы VisSIM и получение статических характеристик объекта

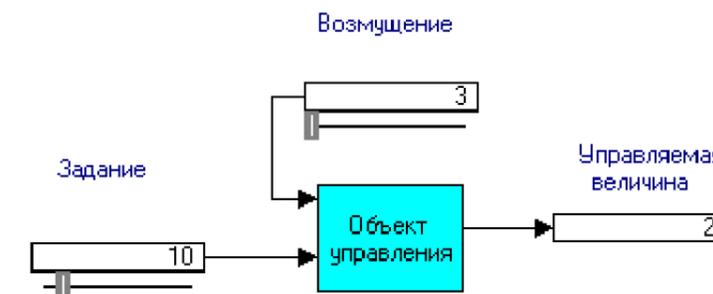


Рисунок 1 – Виртуальный лабораторный стенд для определения статических характеристик объекта управления

Лабораторный стенд (рис. 1) включает объект управления, генераторы сигналов воздействий (ползунки) для задания и возмущения, соответственно; три цифровых индикатора для задания, возмущения и управляемой величины, соответственно. Значения задания и возмущения задаются на основе данных $x_{i \text{ зад}}$ и $x_{i \text{ возм}}$ (табл. 1 и 2). Значение управляемой величины автоматически отображается на индикаторе, оно зависит от передаточной функции объекта управления.

Таблица 3 – Значения семейства статических характеристик объекта управления по каналу «задание – управляемая величина»

Возмущение $x_{i \text{ возм}}$	Задание $x_{i \text{ зад}}$						
	0	5	10	15	20	25	30
0	0	2,5	5	7,5	10	12,5	15
1	0	1,66	3,33	5	6,66	8,33	10
2	0	1,25	2,5	3,75	5	6,25	7,5
3	0	1	2	3	4	5	6
4	0	0,83	1,66	2,5	3,33	4,16	5
5	0	0,71	1,43	2,14	2,86	3,57	4,28

Таблица 4 – Значения семейства статических характеристик объекта управления по каналу «возмущение – управляемая величина»

Задание $x_{i \text{ возм}}$	Возмущение $x_{i \text{ зад}}$					
	0	1	2	3	4	5
0	0	0	0	0	0	0
5	2,5	1,66	1,25	1	0,83	0,71
10	5	3,3	2,5	2	1,66	1,43
15	7,5	5	3,75	3	2,5	2,14
20	10	6,66	5	4	3,33	2,86
25	12,5	8,33	6,25	5	4,16	3,57
30	15	10	7,5	6	5	4,28

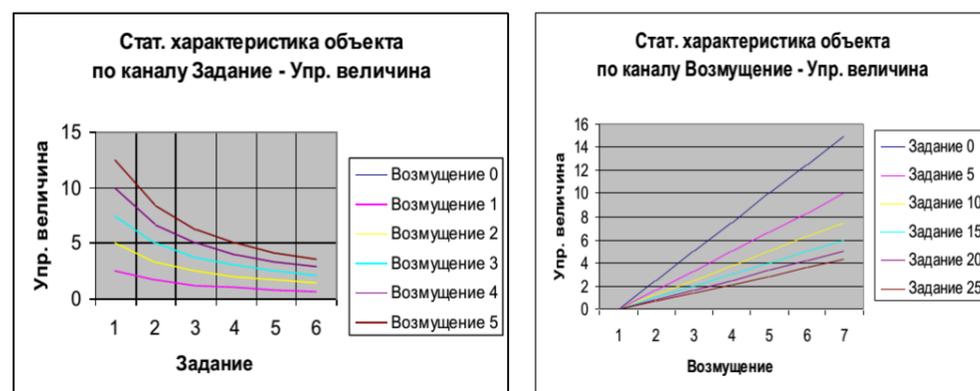


Рисунок 2 – Графики статических характеристики объекта управления по каналу «задание – управляемая величина» и по каналу «возмущение – управляемая величина» соответственно.

1.5 Построение графиков статических характеристик объекта управления

Графики статических характеристик объекта (рис. 2) иллюстрируют линейный характер сигнала по каналу «задание – управляемая величина» и нелинейный характер сигнала каналу «возмущение – управляемая величина».

2) Определение линейной регрессионной зависимости объекта управления, то есть построение ее линеаризованной модели в рабочей точке

2.1 Получение двухфакторного регрессионного ряда $y_i(x_{i \text{ зад}}, x_{i \text{ возм}})$

Объединим экспериментальные данные таблиц 3 и 4 в общую таблицу, и тем самым, получим двухфакторный регрессионный ряд (пространственную выборку) эмпирической нелинейной функции $y_i(x_{i \text{ возм}}, x_{i \text{ зад}})$ управляемой величины объекта управления:

Таблица 5. Двухфакторные регрессионные ряды эмпирической $y_i(x_{i \text{ возм}}, x_{i \text{ зад}})$ и расчетной $\hat{y}_i(x_{i \text{ возм}}, x_{i \text{ зад}})$ функции

Номер опыта i	$x_{i \text{ возм}}$	$x_{i \text{ зад}}$	$y_i(x_{i \text{ возм}}, x_{i \text{ зад}})$	$\hat{y}_i(x_{i \text{ возм}}, x_{i \text{ зад}})$
1	0	0	0	2,502049
2	0	5	2,5	3,829371
3	0	10	5	5,156692
4	0	15	7,5	6,484014
5	0	20	10	7,811335
6	0	25	12,5	9,138656
7	0	30	15	10,46598
8	1	0	0	1,500825
9	1	5	1,66	2,828146
10	1	10	3,33	4,155468
11	1	15	5	5,482789
12	1	20	6,66	6,810111
13	1	25	8,33	8,137432
14	1	30	10	9,464753
15	2	0	0	0,4996
16	2	5	1,25	1,826922
17	2	10	2,5	3,154243
18	2	15	3,75	4,481565
19	2	20	5	5,808886
20	2	25	6,25	7,136207
21	2	30	7,5	8,463529
22	3	0	0	-0,50162
23	3	5	1	0,825697
24	3	10	2	2,153019
25	3	15	3	3,48034
26	3	20	4	4,807662
27	3	25	5	6,134983
28	3	30	6	7,462304
29	4	0	0	-1,50285
30	4	5	0,83	-0,17553
31	4	10	1,66	1,151794
32	4	15	2,5	2,479116

33	4	20	3,33	3,806437
34	4	25	4,16	5,133759
35	4	30	5	6,46108
36	5	0	0	-2,50407
37	5	5	0,71	-1,17675
38	5	10	1,43	0,15057
39	5	15	2,14	1,477891
40	5	20	2,86	2,805213
41	5	25	3,57	4,132534
42	5	30	4,28	5,459855

Как видим из таблицы 5, общее количество опытов n равно произведению k на l, то есть n = 42. Количество факторов p = 2.

2.2 Определение линейной регрессионной зависимости $\hat{y}_i(x_{i\text{ возм}}, x_{i\text{ зад}})$

Линейная регрессионная зависимость $\hat{y}_i(x_{i\text{ возм}}, x_{i\text{ зад}})$ получается из эмпирической нелинейной функции $y_i(x_{i\text{ возм}}, x_{i\text{ зад}})$ путем решения задачи аппроксимации методом МНК [1, 4]. Результаты вычислений добавлены в последний столбец табл. 5.

2.3 Определение линейной модели объекта управления

Вычисленные параметры (коэффициенты) аппроксимирующей функции объекта управления будут равны: $\beta_0=2,502$; $\beta_1=-1,001$; $\beta_2=0,265$. Подставляя полученные параметры в уравнение линейной регрессии (4), получим линейную модель объекта управления:

$$\hat{y}_i = 2,502 - 1,001 \cdot x_{i\text{ возм}} + 0,265 \cdot x_{i\text{ зад}} \tag{5}$$



Рисунок 3 – Графики экспериментальной (эмпирической) и расчетной функции объекта управления

По графикам экспериментальной и расчетной (аппроксимирующей) функции объекта управления можно увидеть их близость (рис. 3).

Вычисляя среднеквадратическое отклонение (дисперсию) по формуле (2), определяем значение $S = 8,92$. Определим также коэффициент корреляции двух факторов $x_{i\text{ возм}}$ и $x_{i\text{ зад}}$. $K = 0$. Это говорит о том, что эти факторы являются взаимно независимыми, то есть некоррелированы.

По уравнению (5) нетрудно построить и линейную модель объекта управления в VisSIM (рис. 5).

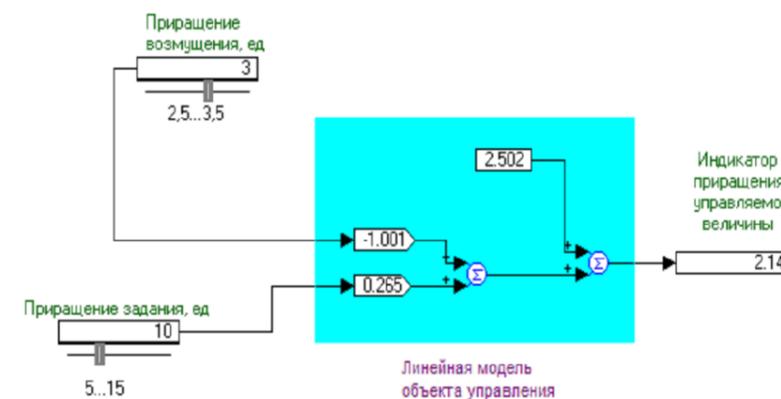


Рисунок 4 – Линейная модель объекта управления

Проверим модель (рис. 4), подав на соответствующие входы сигналы задания и возмущения. Для этого выберем параметры рабочей точки объекта: $x_{\text{возм}} = 3$; $x_{\text{зад}} = 10$.

Диапазон изменений сигнала возмущения $x_{\text{возм}} \in [2,5 \div 3,5]$; $x_{\text{зад}} \in [5 \div 15]$. При выбранной рабочей точке расчетное значение линейной модели составляет $y = 2,149$ вместо 2. Абсолютная ошибка равна 0,149 (7 % от 2).

Таким образом, полученная линеаризованная в рабочей точке модель объекта управления является адекватной. Проверим это утверждение (например, принята нулевая гипотеза, подтверждающая адекватность полученной модели) с помощью критерия Фишера.

3) Проверка адекватности полученной модели объекта управления

Точность аппроксимации с помощью прямой (аппроксимирующей линейной функции) зависит от степени разброса данных. Оценка адекватности определяется на основе процедуры проверки гипотез. Критерий Фишера (F – распределение) определяет степень разброса двух случайных рядов с различными степенями свободы.

3.1 Вычисление $F_{\text{расч}}$:

$$F_{\text{расч}} = \left[\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \hat{y}_{\text{сред}})^2 \right] \cdot (n-p-1) / (p \cdot \left[\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2 \right]) \tag{6}$$

Полученное значение $F_{\text{расч}} = 102,60$. Количество факторов $p = 2$. Общее количество опытов n равно произведению k и l, то есть n = 42.

3.2 Вычисление $F_{табл}$ и проверка гипотезы

Для вычисления $F_{табл}$ с помощью (6) используем программу Excel. Параметры табличной функции Фишера: уровень значимости $\alpha = 0,05$, степени свободы $n-p = 40$. Полученное значение $F_{табл} = 2,02$. Принятая гипотеза подтверждается, если удовлетворяется условие [4]:

$$F_{расч} > F_{табл} \quad (7)$$

В нашем случае $102,60 > 2,02$, то есть условие (7) выполнено. Таким образом, принятая нулевая гипотеза подтверждается и, полученная нами линейная модель является адекватной. То есть, модель (5) адекватно отражает реальный объект исследования.

ВЫВОДЫ

В настоящей работе описывается задача идентификации модели объекта управления с учетом влияния двух факторов: задающего (управляющего) и возмущающего воздействий.

Для решения задачи реализуется двухфакторный эксперимент, в результате чего были получены статические характеристики объекта управления. Проведен статистический анализ объекта управления. Определена линейная регрессионная функция $\hat{y}_i(x_i^{возм}, x_i^{зад})$ и построена линейная модель объекта управления в рабочей точке (в номинальном режиме работы).

Результаты анализа показывают, что рассматриваемый объект управления линеен по каналу задание – управляемая величины (управляемая величина пропорциональна заданию) и нелинеен по каналу возмущение – управляемая величины.

Выполнена проверка адекватности полученной модели объекта управления на основе критерия Фишера. С вероятностью 0,95 можно утверждать, что полученная модель объекта управления является адекватной в номинальном режиме работы.

Использование САПР для проведения эксперимента позволяет получить нужную информацию об объекте быстро, наглядно, без лишних затрат.

Использованную методику и результаты исследования САП с помощью виртуального стенда можно применять в учебном процессе технических вузов для подготовки бакалавров по специальности «Автоматизация и управление» и «Электроэнергетика».

Выражаю искреннюю благодарность д.ф.-м.н., профессору Калымбетову Б. Т. за ценные советы по улучшению качества полученных результатов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Мартыненко, И. И., Лысенко, В. Ф. Проектирование систем автоматики. – М. : Агропромиздат, 1990. – 243 с.
 2 Пантелеев, А. В., Бортаковский, А. С. Теория управления в примерах и задачах: учеб. пособие. – М. : Высш.шк., 2003. – 583 с.

3 Федосов, Б. Т. Теория автоматического управления. Юнита 1. Математическое описание линейных систем и их элементов: Электронный интерактивный учебник в формате chm, 1.1 МБ. Рудный, 2008. www.model.exponenta.ru/bt/bt_cont_3_Met.html#31

4 Алгазинов, Э. К., Сирота, А. А. Анализ и компьютерное моделирование информационных процессов и систем. – М. : Диалог-МИФИ, 2009. – 416 с.

5 Ягубов, З. Х., и др. Компьютерные методы анализа и синтеза одноконтурных линейных систем автоматического регулирования: учеб. пособие. – Ухта : УГТУ, 2011. – 66 с.

6 Шумихин, А. Г., Бояршинова, А. С. Идентификация сложного объекта управления по частотным характеристикам, полученным экспериментально на его нейросетевой динамической модели // Автоматика и телемеханика, 2015. Выпуск 4, – С. 125-134.

7 Умаров, А. Р., Умаров, А. А. О создании программы Preslej // Труды междунаучной конференции «Инновационное обучение физике, математике, и информатике: актуальные вопросы и перспективы». – Шымкент, 2004. – С. 415-417.

8 Тукубаев, З. Б., Умаров, А. А. Программа имитационного моделирования и анимации гауссовского процесса // Труды международной конференции «Роль и значение телекоммуникации и информационных технологий в современном обществе». – ТУИТ. – Ташкент, 2005.

9 Тукубаев, З. Б., Умаров, А. А. Модель управления качеством образования в ВУЗе // Управление большими системами. ИПУ РАН, 2012, вып. 37, – С. 95-144.

10 Умаров, А. Р., Умаров, А. А., Тукубаев, З. Б. Авторское свидетельство Республики Казахстан. Программная система оценки качества образования в ВУЗе на основе рейтинга ГПС/студентов (PS-7). №0007766 от 09/01/2012. – Астана6 – Бюл. №18.

11 Умаров, А. Р., Умаров, А. А. Автоматика және телемеханика жүйелерін жобалау : оқу құралы / ЖОО «Автоматтандыру және басқару» мамандықтары үшін. – Түркістан : ХҚТУ баспаханасы, 2014. – 256 б. : ил.

Материал поступил в редакцию 11.05.16.

A. A. Umarov¹, A. R. Umarov², E. Kambarov¹

Басқару объектісін динамикалық тәртіпте сәйкестендіру

¹Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық Қазақ-түрік университеті, Түркістан қ.

²Қазақтелеком АҚ, Түркістан қ.

Материал 11.05.16 баспаға түсті.

A. A. Umarov¹, A. R. Umarov², E. Kambarov¹

Identification of the control object in the static mode

¹A. Yesevi International Kazakh-Turkish University, Turkestan

²Kazakhtelecom corporation, Turkestan

Material received on 11.05.16.

Мақала басқару объектісінің динамикалық режимдегі сәйкестендіру есебі келтірілген. Есепті шешу үшін кіші квадраттар әдісі қолданылады. Алынған модельдің ақиқаттылығын тексеру үшін Фишер критерийі пайдаланылады. Статикалық зерттеу құралы ретінде VisSIM жүйесі қолданылады. Зерттеу нәтижелерін «Автоматтандыру және басқару» және «Электр энергетикасы» мамандықтары бойынша техникалық ЖОО-ң оқу процесіне пайдалануға болады.

This article describes the problem of identification of the control object model in the dynamic mode. To solve this problem the method of least squares is used. The adequacy of the resulting model is verified using Fisher's exact test. A tool for the study of the static model was CAD VisSIM. Results of the study can be used in the educational process of technical colleges that train bachelors on specialty «Automation and Control» and «Electro energy».

ӘОЖ 666.97.033.16

Е. М. Утениязов

магистрант, С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
e-mail: rusya_ak2be@mail.ru

БЕТОН ҚОСПАСЫН ТЫҒЫЗДАУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАЛПЫЛАУ ЖӘНЕ ТАЛДАУ

Бұл мақалада автор бетон қоспасын тығыздау технологиясының дірілдету әдісіне жалттылама талдау береді.

Түйінді сөздер: бетон қоспасы, дірілдету әдісі.

КІРІСПЕ

Заманауи құрылысты бетонсыз түсіндіру мүмкін емес. Бұл бірден-бір көлемді құрылыс материалы болып, өркендеп дамудың деңгейін көрсетеді. Сонымен бірге, бетон – өте күрделі, ерекше қасиетке ие болатын жасанды композициялы материал. Әр түрлі пайдалану жағдайымен ерекшеленіп, бетон қоршаған ортада жақсы байланыс тауып, үздіксіз шикізат пен арзан материал көзі ретінде сипатталады.

Бетон қатаюға дейін – рационалды таңдап алынған және өте ұқыпты араластырылған минералды байланыстырғыш (цемент), су, толтырғыштар, және қажетті жағдайда қоспалар, пластификаторлар, қатаюды жеделдеткіштерден (түрлі реакцияларды) құралатын жасанды құрылыс материалы болып табылады.

Бетонның бірден-бір маңызды қасиеттерінің бірі – өз массасының әсерінен немесе түсірілген салмақтың әсерінен пластикалық жайылу қабілетіне ие болуы. Бұл - бетоннан әр түрлі қалыптағы өлшемдермен бұйымдарды дайындауға мүмкіндік беріп, тығыздаудың түрлі әдістерін пайдаланып, оңтайлы жолмен бұйымдар жасауға мүмкіндік береді. Сондықтан тығыздау әдісі мен қоспаның құрамы (жылжымалығы мен аққыштығы) бір-бірімен тығыз байланысты. Сонымен қатар, жылжымалығы мен аққыштығы нашар қоспалар тығыздау кезінде энергияны көп қажет ететіндіктен, оларға интенсивті дірілдетуді немесе салмақпен қысу арқылы тығыздауды жүргізеді.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

Құрылыстағы жұмыстарда бетон қоспаларын дайындап, тығыздауда және оларды қалыптауда көптеген күштік әдістер қолданады. Оларды атап өтер болсақ: қысыммен, соққымен, қағып соғу, толқындық қозғалыспен бетон қоспаларын тығыздаймыз. Қоспаны тығыздап дайындау барысында сыртқы әсер ету күштерінен басқа ішкі де күштер (жабысу күші, құрғақ үйкеліс, молекулааралық байланыс, капиллярлық қысым және т.б.) әсер етеді. Бетон қоспасының физико-механикалық қасиеттеріне сонымен қатар реологиялық қасиеттері де жақсы әсер етеді. Бетон қоспасының жақсы бекініп, байланысы мықты болу үшін оның негізгі реологиялық қасиеті жақсы әсер етеді. Қоспа ішіндегі тартылыс күштері мен толтырғыштардың байланысы жақсы болу керек сол кезде ғана бетон қоспасы берік болады. Бетон құралымдарының мықты болу үшін арматура мен бетон қоспасының байланысы жабысқақ болу тиіс, сол кезде ғана бір-біріне кірігіп мықты байланыс құрайды. Бетон қоспаларының жақсы тығыздалуы және қалыпталуы үшін олардың, яғни, қоспаның жылжымалылығы мен қоспа түйіршіктерінің бір-біріне тартылыс күшімен байланысуы керек. Сондықтан бетон қоспасының берік болу үшін көптеген параметрлер қажет болады бізге. Қоспаны алдын ала қалыптап және оны тығыздау үшін алдымен сыртқы күштердің әсеріне ғана көңіл бөліп қана емес, оның ішкі байланысына (молекулааралық, текстуралық) да жақсы назар аудару керек. Бетон қоспасын дірілдету кезінде қалыптау мен тығыздау қоспаның жылжығыштығы да басты назар аударылуы қажет, яғни, ол аз жылжымалы қатты қоспаның сұйықтылығын қажет етеді.

Дірілдету жұмысы бұл – бетон қоспасын тығыздау мен қалыптаудың ең басты негізі (жұмысы). Бастапқы дірілдету кезінде бетон қоспасының құрамы (күйылған қалпында) қарапайым болады. Себебі, қоспа өте бос және ешқандай механикалық әсерге ұшырамаған күйде болады. Бетон қоспасы сыртқы күштердің әсерінсіз бос және борпылдақ күйде болады. Байланыстырғыш пен толтырғыштардың арасы еркін болғандықтан әлсіз әсерлесуде болады. Сол байланысты қатайту және берік әсерге әкелу үшін сыртқы еріксіз күштерді байлаланып, құрам қоспасын, текстурасын өзгертіп толтырғыштардың әсерлесуін күшейтеміз. Қоспа толтырғыштары мен байланыстырғышының бір-біріне тартылыс күшінің әсерінен бекініп нығаяды. Дірілдету кезінде цемент қоспасы мен толтырғыштардың араларына кіріп, өте ыңғайлы байланыс түзеді, сонымен қатар қоспа құрамындағы су көпіршіктері дірілдету кезінде бетон қоспасының бетіне шығып, артық су жойылады. Осындай процестің жалғасуынан қоспа құрамындағы артық су орнын жойып, берік байланыстың пайда болуына себепші болады.

Дірілдету әдісінің толқындарының бетон қоспасына берілуіне байланысты:

- а) бетон қоспасы дірілдету алаңында орнатылған қалыппен дірілдетіледі;
- б) дірілдету толқындары бетон қоспасына арнайы вибраторға бекітілген солқылдақ элемент арқылы беріліп, тығыздалады;
- в) бетон қоспасына дірілдету толқындары беттік беріледі, плита, штамп деп аталатын вибраторлармен қоспаға толқындар жоғарыдан төменге қарай беріледі;

г) дірілдету бетон қоспасына вибраторды енгізу арқылы немесе қалыпқа дірілдеткішті алдын ала орнатумен жасалады;

Виброөңдеу бұл бетон қоспасын қалыптап тығыздауда аз ғана уақыт ішінде жасалуына байланысты, ең тиімді тәсілдің бірі болып табылады. Бетонды тығыздау кезінде негізгі қолданылатын анықтама, бұл – тығыздау коэффициенті. Тығыздау коэффициенті дегеніміз – бетон қоспасының нақты көлемдік салмағының теориялық көлемдік салмағына қатынасын айтамыз. Виброөңдеудің ең маңызды белгісі бұл – қалыптың әр қабырғасы бойынша тең әсерлі дірілдетуді жүргізу болып табылады.

Виброқысу (вибропрессование) – бұл жартылай құрғақ (қатты) бетон қоспасын тығыздаудың әдісі, бұл жерде қоспа пресс қалыпта дірілдету күшімен төменге қарай түсіріледі немесе пресс қалыптың қапталдан біруақытта жоғарғы қысым беру арқылы жүргізіледі. Бұл жай ғана динамикалық жүктеу болуы мүмкін. Біз дірілдетіп престеуді (қысу) айтқанда, әр түрлі құралымдарда дірілдету престерін пайдаланғанда олардың қуаты мен қызметіне түсінік береміз. Бұл әдіс жоғарғы өнімділікті, жоғары механикаландырылған және автоматтандырылған, сонымен бірге қатты бетон қоспасын (қаттылығы 30с және одан жоғары) пайдалануға мүмкіндік беріп, бетон бұйымдарының жоғары беріктігі (М 100 және одан жоғары) және аязғатөзімділігін (МРЗ 200 және одан көп цикл) қамтамасыз етеді.

Дірілдете құю – бетон қоспасын қалыпқа салып дірілдету үстелінде тығыздалады, аз өнімді, автоматтандыру мүмкіндігі аз болғандықтан көп жағдайда қымбат қол күшін қажет етеді. Су цемент қатынасын жоғары болуына байланысты бұйымның аязғатөзімділігі азаяды, соған байланысты қоспадағы цемент көлемін арттырып, қымбат модификаторлар және пластификаторлар қосып, өзіндік құнын едәуір жоғарлатамыз.

Дірілді прокат – бетон қоспасын бір уақытта немесе бірінғай ретпен дірілдете отырып, валка мен прокатка діріл беріп, бетонның беріктігі мен тығыздығын жоғарлату мақсатына арналған әдістің бірі болып табылады. Бұл кезде сығылуда бетонның тығыздығы 1 %-ға, ал беріктігі 5 %-ға артады. Дірілді прокат әр түрлі сызбалармен түсіндіріледі:

1 Алдын-ала тығыздалатын бетон қоспасы қозғалмалы конвейрдің лентасының астында орналасқан дірілбалка арқылы өтіп, қозғалмайтын прокатты валканың ортасына түсіп, тербелуші бөлікке өтеді (Н. Я. Козлованың дірілпрокатты стан жүйесімен).

2 Қозғалмайтын матрицада бетон қоспасын тығыздау, бекітілген дірілдеткіш жүйе төменге және үстінен бір уақытта тығыздау қозғалмалы прокатты станның валкасының көмегімен жүргізіледі.

3 Қозғалмалы қалыптағы дірілдеткіш валкамен кезекті өте отырып бетон қоспасы тығыздалады.

4 Алдын-ала бетон қоспасы прокатты станның валкасы арасынан кезекті өте отырып, және тығыздаушы дірілбетте әр түрлі жыліктегі дірілбалкадағы қалыпта тығыздалады.

Дірілдіте ұру – бетон қоспасын немес топырақтың бетін тығыздайды. Дірілдеткіштің жұмысшы бөлігі топырақтан үздікті тербеліп, соғу арқылы тығыздап тегістейді. Бұл жағдайда топырақ қағып-сілкіліп, құрамындағы су еркін бетке өтіп, содан келіп топырақтың сыртқы күшке қарсыласуы төмендейді. Дірілдетіп тығыздаудың көптүрлігімен, осы әдісті ауыстыра отырып, катокпен тығыздау да жасалады, бұл кезде тығыздау вертикалды тербелумен жүреді. Тығыздаудың техникалық және экономикалық жағынан неғұрлым тиімді түрі дірілдету болып табылады.

Дірілдету – бетон қоспасын үздіксіз қайталанатын қажетті тербелісті бере отырып, қағып-сілку арқылы тығыздау. Дірілдету кезінде бетон қоспасының бөлшектері бір-бірінен ажырайды. Кезекті әрекет етулердің нәтижесінен бетон қоспасының бөлшектері төменге қарай өзінің массасымен құлап, тығыздалып, тербеліс соққысынан тығыз бір-біріне кірігеді. Дірілдете тығыздалған қоспа тығыз болып, талаптарға жауап береді, және одан тығыз бетон қоспасы алынады. Бетон қоспасын тығыздау кезінде екінші себептің бірі ол сыртқы күштердің әсер етуінен тиксотропиялық құрылымына дірілдету әсері байқалады. Дірілдету кезінде сұйық күйдегі бетон қоспасы жайыла бастайды, қалыпты пішініне келеді, және өзіндік массасының әсерінен тығыздалады. Тығыздаудың үшінші себебі бетонның жоғарғы техникалық қасиетін анықтайды. Дірілдетіп бетон қоспасын жоғарғы дәрежеде тығыздау жабдықтардың аз шамадағы қуатын қажет етеді. Мысалға, бірнеше шаршы метрлік қалыптағы бетон қоспасы 1-1,5 кВт қуатты ғана қажет ететін дірілдеткішпен тығыздалады. Бетон қоспасын дірілдетіп тығыздау кезінде тербелістің бетонға берілуіне байланысты әр түрлі әдістері бар: бетон қоспасы дірілдету алаңшасында (білдекті дірілдету) орналасқан қалыппен бірге дірілдетіледі; бетон қоспасына тербеліс, вертикаль орналасқан (қаптал қабырға, түбінен) иілгіш элементке мықты бекітілген дірілдеткіштер арқылы беріледі; бетон қоспасына тербеліс тікелей, қалыпталатын бұйымның ашық бетіне орантылған дірілдеткіш қалқан, такта, қалып арқылы беріледі; бетон қоспасын дірілдету қалыпқа алдын ала орнатылған, немесе қоспаға сұғып тығылған дірілдеткіш арқылы тығыздалады.

Дірілдеткіш, гармоникалық тербеліс жасай отырып, бетон қоспасына тікелей қалқан және қабырға арқылы тербеліс энергиясын бойлық толқындар түрінде таратуы. Осы толқындардың әсерінен бетон қоспасының бөлшектері тұрақсыз тепе-теңдікте периодты тербелуін тоқтатады, яғни тығыздалады. Гармоникалық дірілдетіп тербелу ерекше қасиетке ие, тербеліс қалыбының тігінен және айнала қозғалуынан жылдамдықпен жоғары қарай шеткі нүктесінен кері төмен қарай төменгі нүктеге түсу арқылы жүреді. Осыған байланысты дірілдету алаңшасына орнатылған қалыппен оның жұмысы гармоникалық тербелістің параметрлеріне бағынады. Қалыпқа салынған бетон қоспасы қалыппен бірге жылдамдық алып, инерциялық күшпен бірге қозғала отырып, гавитациялық күшпен теңескенше тербеледі.

Бетон қоспасындағы симметриялық (синусоидалды) режимдегі дірілдету тербелістерінің шамасы төмен (20-33 Гц), орташа (50 Гц), және жоғарғы (50-100

Гц) жиіліктермен көрсетіледі. Қалыптау процесінің ұзақтығы бетон қоспасының құрамы мен қолданылатын дірілдеткіш бұйымның сипаттамасына байланысты.

ҚОРЫТЫНДЫ

Қуысты блоктарды дайындау үшін, бетон қоспасын тығыздап және тегістеу кезінде вертикаль және горизонталь орналасқан пуансондарды орнатудың бірнеше типі бар. Олардың ішіндегі тиімді әдістің бірі дірілді пуансон арқылы беру болып табылады. Бетонды тығыздау кезінде дірілдеткіш пуансонмен бірге дірілді алаңшаны қолдану қажет. Бұл дірілдеткіштен тербелісті тікелей бетон қоспасына берілуіне, және қалып пен раманы артық дірілдетуге энергия шығынын үнемдейді. Нәтижесінде бетон қоспасын тығыздау және тегістеу уақыты қысқарады, процестің энергия сыйымдылығы азаяды, және артық дірілдету мен шу азайып, жұмыс орнындағы жұмыс жағдайы жақсарады. Дірілдеткіштер пуансондарға жеке-жеке бекітіледі немесе барлық пуансондар өз ішіне бірігіп, жалпы дірілдеткіш денені құрайды. Бірақ, бір айта кетерлік нәрсе бар, бұндай жағдайда бірге орнатылған бірнеше пуансондарды ажыратуда қиындау болады.

Дірілдету арқылы қалыптау өзінің әмбебаптылығымен ерекшеленеді. Оның көмегімен барлық бетон бұйымдарын қалыптауға және қажетті сапалы өнімдер шығаруға болады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 **Гусев, Б. В., Зазимко, В. Г.** Вибрационная технология бетона. – К. : Будивильник, 1991. – 160 с.
- 2 **Баженев, Ю. М.** Технология бетона. – М. : АСВ, 2003. – 500 с.
- 3 **Нецветаев В. Г.** Бетоны: Учебное пособие дп. – М.: Феникс, 2013. – 381 с.
- 4 Бетон [Электронный ресурс] – Режим доступа : <http://www.betony.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
- 5 Монолит [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.monolit.ru>, свободный. – Загл. с экрана.
- 6 **Райхель, В. Конрад, Д.** Бетон: В 2-х частях. Часть 1. Свойства. Проектирование. Испытания. Пер. с нем. / Под ред В. Б. Ратинова – М.: Стройиздат, 1979. – 111 с.
- 7 **Райхель, В. Глатте, Т.** Бетон: В 2-х частях. Часть 2 Изготовление, производство работ, твердение. Пер. с нем. / Под ред В. Б. Ратинова – М. : Стройиздат, 1981. – 112 с.

Материал 11.05.16 баспаға түсті.

Утениязов Е. М.

Обобщенный анализ технологии уплотнения бетонной смеси

Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
Материал поступил в редакцию 11.05.16.

E. M. Uteniyzov

A pooled analysis of concrete compaction technology

S. Toraighyrov Pavlodar State University, Pavlodar

Material received on 11.05.16.

В настоящей статье автор дает обобщенный анализ технологии уплотнения бетонной смеси, методом вибрации.

In the given article the author analyzes the technology of compression of concrete mixture by the method of vibration.

УДК 697.329

Р. М. Утениязов

магистрант, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, г. Павлодар
e-mail: gusya_ak2be@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ НА ТЭЦ

В настоящей статье автор рассматривает перспективы применения тепловых насосов нового поколения с использованием нетрадиционных источников энергии для производства дополнительной тепловой энергии на ТЭЦ

Ключевые слова: источники энергии, энергоэффективные здания, тепловые насосы.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из перспективных направлений эффективного использования тепло насосных технологий в Республике Казахстан является направление, связанное с утилизацией низкотемпературных тепловых отходов технологических процессов промышленных предприятий (сбросные воды предприятий, вода из системы оборотного водоснабжения и т.п.) с целью снижения вредных выбросов в атмосферу и одновременным получением теплоты более высоких параметров.

В Республике Казахстан действует около 40 ТЭЦ, на которых в существующих системах оборотного водоснабжения сбрасывают с охлаждающей водой 45-55 % энергии топлива. Иногда решающим фактором в выборе площадки для строительства ТЭС оказывается наличие естественных водоемов, способных без особого ущерба воспринять значительный объем бросовой теплоты (например, Усть-Каменогорская ТЭЦ, Согринская ТЭЦ и др.), тем самым осуществляя тепловое загрязнение этих водоемов.

Также промышленные предприятия (металлургия, нефтехимия, машиностроение и др.) потребляют в градирнях огромное количество воды для охлаждения машин и рабочих тел в различных технологических процессах.

Эти «тепловые реки» имеют круглый год температуру 20-40 °С, практически не позволяющую использовать теплоту непосредственно, и охлаждаются в градирнях, прудах-охладителях, реках, отдавая в атмосферу вместе с теплотой часть воды.

При мировых тенденциях экономии топливных ресурсов, сбросное тепло в градирнях (прудах-охладителях, реках) необходимо полезно использовать.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Уже существует определенный зарубежный опыт в этом направлении (КНР, Россия и др.), который продемонстрировал, что применение ТН на ТЭЦ выгодно не только технологически (улучшается вакуум в конденсаторе и повышается выработка электроэнергии), но и экономически (реальная экономия топлива или повышение тепловой мощности ТЭЦ без дополнительных расходов на топливо и излишних капитальных затрат).

В настоящее время только на ТЭС РАО «ЕЭС России» системой охлаждения технической воды (СОТВ) сбрасывается в окружающую среду не менее 140-150 млн. Гкал, что эквивалентно 24-26 млн. т. у. т. непроизводительного расхода топлива. Только в системе АО «Мосэнерго» выбросы в СОТВ на ТЭЦ Москвы составляют 45...50 млн. Гкал в год, что равносильно потере 7,2...8 млн. т условного топлива в год. Суммарная величина сбросного тепла на городских и прилегающих к Москве ТЭЦ в период с ноября по март отопительного сезона составляет 1600-2000 Гкал/ч. Технически возможна утилизация до 45 % низко потенциальной теплоты (около 10 % от количества отпускаемой теплоты).

При разработке тепловой и технологической схемы тепло насосной установки (ТНУ) на ТЭЦ-28 АО «Мосэнерго» (1999 г.) принималось во внимание, что на первом этапе внедрения ТНУ наибольший интерес представляет использование в качестве низкотемпературного источника теплоты для ТНУ сбросной теплоты циркуляционной воды после конденсатора турбины (в градирню) и ее передача в теплосеть.

Как известно, экономия (замещение) органического топлива с помощью ТН происходит за счет полезного вовлечения выбросов низко потенциальной теплоты на тепловых электростанциях.

Это достигается двумя способами:

- прямым использованием охлаждающей технической воды ТЭЦ в качестве источника низко потенциальной теплоты (ИНТ) для тепловых насосов (вместо реконструкции градирен);

- использованием в качестве ИНТ для тепловых насосов обратной сетевой воды, возвращаемой на ТЭЦ, температура которой снижается до 20...25 °С.

Технически возможна утилизация до 45 % низко потенциальной теплоты (НПТ), при этом обеспечивается:

- прирост электрической мощности (на 6-10 %) от установленной мощности теплофикационной турбины без затрат топлива на этот прирост;

- прирост тепловой мощности на величину утилизируемой теплоты, ранее выбрасываемой в систему охлаждения технической воды;

- возрастание отопительной нагрузки (на 15-20 %) при том же расходе первичной сетевой воды и снижение дефицита в сетевой воде на ЦТП в удаленных от ТЭЦ микрорайонах;

- появление резервного источника для покрытия пиковых тепловых нагрузок.

Прямое использование тепла технической воды, охлаждающей конденсаторы ТЭЦ в качестве источника низко потенциальной теплоты (ИНТ) для ТН нового поколения (в обход градирни) дает возможность вернуть большую часть этой сбросной теплоты в тепловую схему станции (около 50-60 %). При этом:

- на производство этой теплоты не надо затрачивать дополнительной теплоты топлива;

- улучшается экологическая ситуация;

- за счет понижения температуры циркуляционной воды в конденсаторе турбин существенно улучшится вакуум и повысится электрическая выработка с турбин;

- сократятся потери циркуляционной воды и затраты на ее перекачку

Однако, все известные в мире типы ТН, работающие на традиционном тепло насосном цикле Ренкина, обеспечивают подогрев теплоносителя только до 62 °С, в то время как предлагаемые в данном проекте ТН нового поколения, работающие на более эффективном, с термодинамической точки зрения треугольном цикле Лоренца, дают возможность подогрева воды в системе до 80 °С и выше, с более высоким коэффициентом преобразования и другими показателями.

В настоящее время по результатам многолетних исследований учеными России (ЗАО «Энергия, г. Новосибирск) и Республики Казахстан разработаны ТН нового поколения, работающие при больших разностях температур кипения и конденсации, с достаточной высокой эффективностью (коэффициент преобразования энергии $j > 4$), высокой температурой воды для отопления до 80 °С (а не 55-62 °С, как у всех видов, производимых в мире тепловых насосов) и с увеличенным ресурсом работы. Эффективность такого цикла Лоренца значительно превосходит эффективность традиционного тепло насосного цикла Ренкина, по которому в настоящее время работают все пароконденсационные тепловые насосы в мире.

По данной разработке подана заявка на инновационный патент РК и получен патент РФ на изобретение «Способ горячего водоснабжения и способ отопления с его использованием».

Внедрение тепло насосных технологий нового поколения на действующих и запроектированных к строительству ТЭЦ, АЭС Республики Казахстан позволит обеспечить прирост теплогенерирующих мощностей, не увеличивая при этом потребления первичного топлива (угля, мазута), снижая выбросы в окружающую среду.

Важнейшей предпосылкой для применения ТН нового поколения являются огромные выбросы низко потенциальной теплоты (НПТ), прежде всего системой охлаждения технической воды на ТЭЦ, увеличивающиеся в период снижения тепловой нагрузки в неотапительный период.

Перспективным представляется реализация пилотного инновационного энергосберегающего проекта в г. Актобе с использованием в ТН нового поколения теплоты циркуляционной воды ТЭЦ г. Актобе для теплоснабжения строящихся объектов столицы. Объем оборотной воды ТЭЦ г. Актобе, поступающей для охлаждения на градирни с температурой 20-35 г. С составляет до 32 000 м / час.

Предлагается применение тепловых насосов (ТН) нового поколения в технологической схеме ТЭЦ с использованием в качестве источника низко потенциальной теплоты (ИНТ) воды из конденсаторов турбин с температурой до +350 С, направляемой вместо градирен (прудов-охлаждителей, рек) на испарители ТН, что позволит:

- обеспечить получение в отопительный период до 15 % дополнительной электроэнергии, т.к. в этом случае отпадает необходимость в теплофикационных отборах, и весь пар будет использоваться для производства электроэнергии;
- утилизировать низко потенциальную теплоту (НПТ) системы охлаждения технической воды (СОТВ) для подогрева сырой и химочищенной воды, поступающей на восполнение потерь сетевой воды;
- получить экономию (замещение) органического топлива с помощью ТН, что, в конечном итоге, происходит за счет полезного вовлечения выбросов НПТ на ТЭЦ.

Разработанные максимально приспособленные к работе в суровых климатических условиях Казахстана и России (до -45 °С) технология и схемы применения ТН нового поколения с использованием в качестве ИНТ воды из конденсаторов турбин планируется внедрять в крупных городах, где имеются ТЭЦ, большинстве регионов страны для повышения эффективности работы теплоэнергетического оборудования станций, что, в целом, даст государству значительную экономию бюджетных средств, уменьшит выбросы парниковых газов в атмосферу, улучшит экологическую обстановку.

В рамках реализации Меморандума о совместной работе между Казахстанскими учеными и ЗАО «Энергия» (г. Новосибирск), в 2-4 кварталах 2016 года продолжены дальнейшие исследования по перспективам применения ТН нового поколения, работающего по схеме более эффективного, по сравнению с обратным циклом Ренкина, цикла Лоренца, с целью получения теплоты высоких параметров на станции путем охлаждения циркуляционной воды ТЭЦ г. Актобе.

Согласно, Протокола совместного совещания с руководством «Актобе – Энергия» (14.02.2016 года) продолжены расчетно-теоретические работы по возможности применения тепло насосных технологий нового поколения с использованием в качестве низкотемпературного источника теплоты циркуляционной воды ТЭЦ (г. Актобе).

ПТО ТЭЦ г. Актобе предоставлена вся необходимая информация: производственные показатели работы станции, включающие в себя параметры теплоносителя, данные по суточной и ежемесячной выработке пара, электроэнергии, баланс теплоносителей по ТЭЦ и т.д.

По результатам проведенных исследований в 2-4 кварталах 2016 года выполнены расчетные обоснования по многоступенчатой тепло насосной станции

(ТНС) для системы горячего водоснабжения (ГВС) на объекте ТЭЦ г. Актобе, состоящей из 5 пароконденсационных тепловых насосов ПКТН-3000 с переменными температурами конденсации и постоянными температурами кипения.

На реальном промышленном объекте впервые в мире предлагается использовать для утилизации сбросного тепла градирен станции принципиально новые тепловые насосы (ТН) нового поколения.

Суммарная тепло производительность 5 ПКТН-3000 составила 17,545 Гкал/час.

Приведенный расчет пятиступенчатого теплового насоса является уникальным, так как термодинамический цикл, по которому работает этот пятиступенчатый ПКТН– 3000 (№ 1 – № 5) есть, ни что иное, как смоделированный треугольный цикл Лоренца.

Результаты расчета пятиступенчатого ПКТН-3000 подтверждают это утверждение. В частности, полученное при расчетах пятиступенчатого ПКТН-3000 (№ 1 – № 5) значение коэффициента преобразования ($\phi=8,3$) является весьма высоким, что позволяет достигнуть экономической эффективности, превосходящей эффективность теплоснабжения от ТЭЦ, работающей в теплофикационном режиме.

1 Для подтверждения значительного превосходства ПКТН–3000 (№ 1 – № 5), работающего по циклу, максимально приближенному к треугольному циклу Лоренца по сравнению с работой ПКТН–3000, работающей по обратному тепло насосному циклу Ренкина, в работе также проведен сравнительный расчет одноступенчатого ПКТН с тепловой мощностью, равной суммарной мощности 5 ПКТН-3000. Произведен расчет определения стоимости полученного тепло насосного тепла. Получено, что стоимость полученного тепло насосного тепла будет в 1,833 раза ниже стоимости тепла от ТЭЦ.

2 Проведено исследование энергетической, экономической и экологической эффективности применения ТН нового поколения с использованием теплоты циркуляционных вод конденсаторов турбин действующей ТЭЦ г. Актобе.

ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенные исследования подтвердили, что применение ТН нового поколения в схеме ТЭЦ с использованием в качестве источника низко потенциальной теплоты (ИНТ) воды из конденсаторов турбин с температурой до +35 °С, направляемой вместо градирен на испарители ТН, позволит обеспечить подачу в схему ТЭЦ воды с температурой до 80 °С и выше, обеспечить достаточно высокую эффективность (средний коэффициент преобразования энергии $j=8,3$).

Полученные результаты планируется использовать при разработке технико-экономического обоснования проекта внедрения ТН нового поколения на крупнейшей действующей ТЭЦ г. Актобе и проведении запланированных опытно-промышленных испытаниях ТНС (2017-2019 годы).

1 Соколовский, Е. И. Тепловые насосы. Принцип действия и сферы применения. // Экологические системы. – 2005. – №6. – С. 23-28.

2 Вишневецкий, Е. П. Особенности обеспечения эффективной работы пластинчатых теплообменников рекуперативного типа в суровых климатических условиях // С.О.К. – 2005. – № 1.

3 Попов, А. В. Анализ эффективности различных типов тепловых насосов. // Проблемы энергосбережения. – 2005. – №1–2. С. 12-18.

4 Бум, Д. Рынок тепловых насосов в Европе. // VI конференция международного энергетического Агенства по тепловым насосам. – Берлин, 1999. – С. 143-148.

5 Табунчиков, Ю. А., Бродач, М. М., Шилкин, Н. В. Энергоэффективные здания. – М. : Издательство АВОК-ПРЕСС, 2003. – 200 с.

Материал поступил в редакцию 11.05.16.

R. M. Uteniyazov

Жылулық сорғылардың жаңа буынын пайдалана отырып, бейдәстүрлі энергия көздері ретінде ЖЭО-да қосымша жылу энергиясын өндіру үшін қолданудың келешегі

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті, Павлодар қ.
Материал 11.05.16 баспаға түсті.

R. M. Uteniyazov

Prospects of application of heat-pumps of new generation with the use of unconventional energy sources for production of additional thermal energy on CHP

S. Toraihyrov Pavlodar State University, Pavlodar.
Material received on 11.05.16.

Бұл мақалада автор жылулық сорғылардың жаңа буынын пайдалана отырып, бейдәстүрлі энергия көздері ретінде ЖЭО-да қосымша жылу энергиясын өндіру үшін қолдану келешектерін қарастырады

In the given article, the author analyzes to prospects of application of heat-pumps of new generation with the use of unconventional energy sources for production of additional thermal energy on CHP.

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям в 1 экземпляре, набранные на компьютере, напечатанные на одной стороне листа с полями 30 мм со всех сторон листа, электронный носитель со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для WINDOWS».

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы не должен превышать **10-12 страниц печатного текста**. *Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).*

Статья должна содержать:

1. **УДК** по таблицам универсальной десятичной классификации;

2. **Инициалы и фамилия** (-и) автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (*прописными буквами, жирным шрифтом, абзац 1 см по левому краю, см. образец*);

3. **Ученую степень, ученое звание, место работы** (учебы), **город** (страна для зарубежных авторов);

4. E-mail;

5. **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (*не более 12 слов, заглавными прописными буквами, жирным шрифтом, абзац 1 см по левому краю, на трех языках: русский, казахский, английский, см. образец*);

6. **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском языках (*рекомендуемый объем аннотации – 30-150 слов, прописными буквами, нежирным шрифтом 12 кегль, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец*);

7. **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (*оформляются на языке публикуемого материала: кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 3 см.*). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (*см. образец*);

8. **Основной текст статьи** излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

– слово **ВВЕДЕНИЕ** / КІРІСПЕ / INTRODUCTION (*нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре см. образец*).

Необходимо отразить результаты предшествующих работ ученых, что им удалось, что требует дальнейшего изучения, какие есть альтернативы (если нет предшествующих работ – указать приоритеты или смежные исследования). Освещение библиографии позволит отгородиться от признаков заимствования и присвоения чужих трудов. Любое научное изыскание опирается на предыдущие (смежные) открытия ученых, поэтому обязательно ссылаться на источники, из которых берется информация. Также можно описать методы исследования, процедуры, оборудование, параметры измерения, и т.д. (*не более 1 страницы*).

– слова **ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ** / НЕГІЗГІ БӨЛІМ / MAIN PART (*нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре*).

Это отражение процесса исследования или последовательность рассуждений, в результате которых получены теоретические выводы. В научно-практической статье описываются стадии и этапы экспериментов или опытов, промежуточные результаты и обоснование общего вывода в виде математического, физического или статистического объяснения. При необходимости можно изложить данные об опытах с отрицательным результатом. Затраченные усилия исключают проведение аналогичных испытаний в дальнейшем и сокращают путь для следующих ученых. Следует описать все виды и количество отрицательных результатов, условия их получения и методы его устранения при необходимости. Проводимые исследования предоставляются в наглядной форме, не только экспериментальные, но и теоретические. Это могут быть таблицы, схемы, графические модели,

графики, диаграммы и т.п. Формулы, уравнения, рисунки, фотографии и таблицы должны иметь подписи или заголовки (не более 10 страниц).

– слово ВЫВОДЫ / ҚОРЫТЫНДЫ / CONCLUSION (нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре).

Собираются тезисы основных достижений проведенного исследования. Они могут быть представлены как в письменной форме, так и в виде таблиц, графиков, чисел и статистических показателей, характеризующих основные выявленные закономерности. Выводы должны быть представлены без интерпретации авторами, что дает другим ученым возможность оценить качество самих данных и позволит дать свою интерпретацию результатов (не более 1 страницы).

9. **Список использованных источников** включает в себя:

– слово СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / ПАЙДАЛАНҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ / REFERENCES (Нежирными заглавными буквами, шрифт 14 кегль, в центре).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами для кругозора читателям, как смежные работы, проводимые параллельно. Рекомендуемый объем не более чем из 20 наименований (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). Статья и список литературы должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (см. образец).

10. **Иллюстрации, перечень рисунков** и подрисовочные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

11. **Математические формулы** должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

На отдельной странице (после статьи)

В бумажном и электронном вариантах приводятся **полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail** (для связи редакции с авторами, не публикуются);

Информация для авторов

Все статьи должны сопровождаться **двумя рецензиями** доктора или кандидата наук для всех авторов. Для статей, публикуемых в журнале «Вестник ПГУ» химико-биологической серии, требуется экспертное заключение.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи. При необходимости статья возвращается автору на доработку. За содержание статьи несет ответственность Автор. **Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.** Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления.

Периодичность издания журналов – четыре раза в год (ежеквартально).

Статью (бумажная, электронная версии, оригиналы рецензий и квитанции об оплате) следует направлять по адресу: **140008, Казахстан, г. Павлодар, ул. Ломова, 64, Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова, Издательство «Кереку», каб. 137.**

Тел. 8 (7182) 67-36-69, (внутр. 1147).

E-mail: kereku@psu.kz.

Оплата за публикацию в научном журнале составляет **5000 (Пять тысяч) тенге.**

РГП на ПХВ Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова РНН 451800030073 БИН 990140004654	РГП на ПХВ Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова РНН 451800030073 БИН 990140004654
АО «Цеснабанк» ИИК KZ57998FTB00 00003310 БИК TSEKZK A Кбе 16 Код 16 КНП 861	АО «Народный Банк Казахстана» ИИК KZ156010241000003308 БИК HSBKZKZKX Кбе 16 Код 16 КНП 861

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ:

УДК 316:314.3

А. Б. Есимова

к.п.н., доцент, Международный Казахско-Турецкий университет имени Х. А. Яссави, г. Туркестан
e-mail: ad-ad_n@mail.ru

СЕМЕЙНО-РОДСТВЕННЫЕ СВЯЗИ КАК СОЦИАЛЬНЫЙ КАПИТАЛ В РЕАЛИЗАЦИИ РЕПРОДУКТИВНОГО МАТЕРИАЛА

В настоящей статье автор дает анализ отличительных особенностей репродуктивного поведения женщины сквозь призму семейно-родственных связей.

Ключевые слова: репродуктивное поведение, семейно-родственные связи.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время отрасль мобильной робототехники переживает бурное развитие. Постепенно среда проектирования в области мобильной ...

Продолжение текста

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

На современном этапе есть тенденции к стабильному увеличению студентов с нарушениями в состоянии здоровья. В связи с этим появляется необходимость корректировки содержания учебно-тренировочных занятий по физической культуре со студентами, посещающими специальные медицинские группы в...

Продолжение текста публикуемого материала

ВЫВОДЫ

В этой статье мы представили основные спецификации нашего мобильного робототехнического комплекса...

Продолжение текста

Пример оформления таблиц, рисунков, схем:

Таблица 1 – Суммарный коэффициент рождаемости отдельных национальностей

	СКР, 1999 г.	СКР, 1999 г.
Всего	1,80	2,22

Диаграмма 1 – Показатели репродуктивного поведения

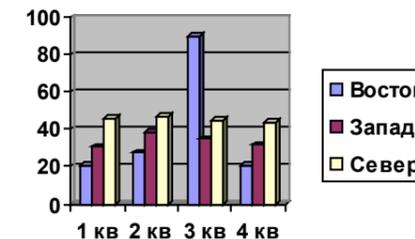




Рисунок 1 – Социальные взаимоотношения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Эльконин, Д. Б. Психология игры [Текст] : научное издание / Д. Б. Эльконин. – 2-е изд. – М. : Владос, 1999. – 360 с. – Библиогр. : С. 345–354. – Имен. указ. : С. 355–357. – ISBN 5-691-00256-2 (в пер.).

2 Фришман, И. Детский оздоровительный лагерь как воспитательная система [Текст] / И. Фришман // Народное образование. – 2006. – № 3. – С. 77–81.

3 Антология педагогической мысли Казахстана [Текст] : научное издание / сост. К. Б. Жарикбаев, сост. С. К. Калиев. – Алматы : Рауан, 1995. – 512 с. : ил. – ISBN 5625027587.

4 http://www.mari-el.ru/mmlab/home/AI/4/#part_0.

A. B. Yessimova

Отбасылық-туысты қатынастар репродуктивті мінез-құлықты жүзеге асырудағы әлеуметтік капитал ретінде

Қ. А. Ясауи атындағы Халықаралық казах-түрік университеті, Түркістан қ.

A. B. Yessimova

The family-related networks as social capital for realization of reproductive behaviors

A. Yesevi International Kazakh-Turkish University, Turkestan.

Бұл мақалада автор Қазақстандағы әйелдердің отбасылық-туыстық қатынасы арқылы репродуктивті мінез-құлқында айырмашылықтарын талдайды.

In the given article the author analyzes distinctions of reproductive behavior of married women of Kazakhstan through the prism of the kinship networks.

Басуға 23.05.2015 ж. қол қойылды.

Форматы 297*420/2. Кітап-журнал қағазы.

Көлемі шартты 5,0 б.т. Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген М. Б. Касенова

Корректорлар: З. С. Исақова, А. Р. Омарова

Тапсырыс № 2866

«КЕРЕКУ» баспасынан басылып шығарылған

С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов көш., 64, 137 каб.

«КЕРЕКУ» баспасы

С. Торайғыров атындағы

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

67-36-69

e-mail: kereku@psu.kz