



ISSN 2308-9865

№1,
2018

МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Ғылыми журналды



Научный журнал

МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ



Scientific Journal

MECHANICS & TECHNOLOGIES



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

«М.Х. ДУЛАТИ атындағы
ТАРАЗ МЕМЛЕКЕТТІК УНИВЕРСИТЕТІ»
ШЖҚ РМК



МЕХАНИКА ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛАР

ISSN 2308-9865

Ғылыми журнал
1994 жылдың қаңтарынан бастап шығады
Жылына төрт рет шығады

№ 1 (59)
Қаңтар-наурыз
2018 ж

Бас редактор И.И. Бекбасаров

Редакция алқасы: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекұлы, К.И. Баданов,
И.И. Бекбасаров, Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская,
Г.Е. Жидекулова, М.Т. Кейкиманова, Б.А. Койайдаров,
С.М. Койбаков, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко, А. Нурлыбаева,
Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин, А.А. Сагындыков,
Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев, А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова,
Е.С. Спандияров, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор және компьютерлік беттеу Е.И. Атенов

Редакция мекен-жайы:

080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Тіркеу куәлігі №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж
(08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Басуға қол қойылған күн 30.03.2018. Форматы 70×180/16. Шартты баспа
табағы 17,0. Тираж 300 дана. Тапсырыс 128.

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университетінің «Тараз
университеті» баспасы. 080012, Тараз қаласы, Төле би көшесі, 60.

© М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

РГП на ПХВ
«ТАРАЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени М.Х. ДУЛАТИ»



МЕХАНИКА И ТЕХНОЛОГИИ

ISSN 2308-9865

Научный журнал
Издается с января 1994 года
Выходит четыре раза в год

№ 1 (59)
Январь-март
2018 г.

Главный редактор И.И. Бекбасаров

Редакционная коллегия: Н.А. Абиев, Б. Абзалбекулы, К.И. Баданов,
И.И. Бекбасаров, Ю.Л. Винников, Н.А. Горбатовская,
Г.Е. Жидекулова, М.Т. Кейкиманова, Б.А. Койайдаров,
С.М. Койбаков, М.М. Мукимов, М.И. Никитенко, А. Нурлыбаева,
Г.Е. Омарова, С.А. Орынбаев, А.В. Пилягин, А.А. Сагындыков,
Х.Р. Садиева, А.С. Сейтказиев, А.Н. Семернин, Н.А. Смирнова,
Е.С. Спандияров, А.Г. Шлейкин, Я. Шульц

Корректор и компьютерная верстка Е.И. Атенев

Адрес редакции:

080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

Тел.: 8 7262 45-35-10, факс: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Свидетельство о регистрации №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999),
№4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Подписано в печать 30.03.2018. Формат 70×180/16. Усл. печ. л. 17,0. Тираж
300 экз. Заявка 128.

Издательство «Тараз университеті» Таразского государственного
университета им. М.Х. Дулати. 080012, г. Тараз, ул. Толе би, 60.

© Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, 2018

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



TARAZ STATE UNIVERSITY
named after M.Kh. DULATI

MECHANICS & TECHNOLOGIES

ISSN 2308-9865

Scientific Journal

Published since January 1994

Published four times a year

№ 1 (59)

January-March
2018

Editor in chief I.I. Bekbasarov

Editorial board: N.A. Abiev, B. Abzalbekuly, K.I. Badanov,
I.I. Bekbasarov, N.A. Gorbatovskaya, M.T. Keikimanova,
B.A. Koiaidarov, S.M. Koibakov, M.M. Mukimov, M.I. Nikitenko,
A. Nurlybayeva, G.E. Omarova, S.A. Orynbayev, A.V. Pilyagin,
Kh.R. Sadieva, A.A. Sagyndykov, J. Schulz, A.S. Seitkazyev,
A.N. Semernin, N.A. Smirnova, Y.S. Spandiyarov,
A.G. Shleikin, Yu.L. Vinnikov, G.Y. Zhidekulova

Press-corrector and computer page makeup Ye.I. Atenov

Editorial address:

080012, Taraz, Tole bi street, 60.

Tel.: 8 7262 45-35-10, fax: 8 7262 43-24-02.

<http://mit.zhambyl.kz> E-mail: bekbasarov.isabai@mail.ru

Registration certificate №1193 (23.11.1993), №560-Ж (4.02.1999), №4244-Ж (08.10.2003), №13521-Ж (15.04.2013)

Signed in print 30.03.2018. Form 70×180/16. Cond. print. sh. 17,0. Edition 300 copies. Application 128.

Printing House «Taraz University» of Taraz State University
named after M.Kh. Dulati. 080012, Taraz, Tole bi street, 60.

© Taraz State University named after M.Kh. Dulati, 2018

МАЗМУНЫ / СОДЕРЖАНИЕ / CONTENT

МЕХАНИКА И МАШИНОСТРОЕНИЕ

Доненбаев Б.С., Шеров К.Т. Конечно-элементное исследование и оптимизация геометрических параметров деталей ротационно-фрикционного инструмента	7
Қойайдаров Б.А., Жұмағұлов Б.Б. Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқышты есептеу	16
Абиев Н.А., Кайрлиева Д.Б. Компьютерная интерпретация бифуркаций сингулярно возмущенных уравнений	28
Абиев Н.А., Кайрлиева Д.Б. Компьютерная оценка толщины пограничного слоя в сингулярно возмущенных дифференциальных уравнениях	36
Сазамбаева Б.Т., Маханов М. Расчет ленточных трубчатых конвейеров	45

ТЕХНОЛОГИИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Горбатовская Н.А., Дильдабаева А.С. Оптимизация технологических процессов тестоведения с учетом газообразующей способности муки	50
Ivannikova N.V., Gorbatovskaya N.A. The use of spirulina in vegetable juices	55
Алтайұлы С., Жақұпова Г.Н., Исқаков А.С. Разработка технологии производства кисломолочного продукта на основе использования пробиотических препаратов	60
Алтайұлы С., Темирова И.Ж. Получение пищевых лецитинов из сафлоровых масел	65

ТРАНСПОРТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Семернин А.Н., Аязбай М.Д., Бөріханұлы А., Исқаков А.Н., Тукусбаев Б.А. Методика определения годовых объемов работ по технологическим воздействиям в автотранспортных предприятиях	68
Семернин А.Н., Аязбай М.Д., Бөріханұлы А., Исқаков А.Н., Тукусбаев Б.А. Методика планирования годовой программы автопредприятия	74
Имандосов А.Т., Жаманбаев Б.У., Алмаханова Э.А., Сатаева Ж.Б., Жетібаева Б.Б. Қалалық жолаушы көлігі жүйесінің аялдама пункттерін зерттеу	81
Жаманбаев Б.У., Алмаханова Э.А., Имандосов А.Т., Раимбаев А.Т., Аяққан Ж.Н., Әбдіғапар А.Р. Автобус түрі мен санын оптимизациялау моделі	91

ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- Кулбаева Д.А., Сейтбекова Г.А., Нурлыбаева А.Н.,
Кулажанова А.С., Кудайберген А.А.**
Использование обогащенного сырья для получения аммофоса 96
- Дяденко М.В., Маскевич В.В., Гундилович Н.Н.**
Стекла, ослабляющие электромагнитное излучение СВЧ-диапазона 103

ЭНЕРГЕТИКА

- Орынбаев С.А., Мейркулов Н.**
Анализ влияния различных параметров на электрические характеристики монокристаллических и поликристаллических солнечных батарей 112

ТЕХНОЛОГИИ В СФЕРЕ СТРОИТЕЛЬСТВА

- Карабаев Н.Т., Нурпеисов С.К., Уызбаев М.М.**
Композиционные материалы на основе эпоксидных смол и техногенных отходов для гидротехнического строительства 116
- Карабаев Н.Т., Усенбаев Б.У., Макажанов Ж.Р.**
Усиление зданий старой постройки при капитальном ремонте 122

ТЕХНОЛОГИИ ТЕКСТИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

- Кадирова Д.Н., Хабибуллаев Х.**
Проектирование новых ассортиментов костюмных тканей из смесей хлопчатобумажных и полиэфирных нитей 130
- Қойгелдиева Ә.Ж., Байешов Б.Т.**
Дәнеркерлеушілерге арналған ылғал мен ыстыққа төзімді арнайы киім материалының қасиеттерін жетілдіру 135
- Қойгелдиева Ә.Ж., Байешов Б.Т., Байешов Б.Б.**
Қауіпті өндірісітік факторларға төзімді арнайы киім формасын жетілдіру 139

ФИЗИКА И МАТЕМАТИКА

- Бижігітов Т., Соболев В.Р., Құрманбаева Г.А.**
1n мұз түрінің 300 МПа және 500 МПа қысымдардағы жылулық көлемдік ұлғаю коэффициенттерінің температураға тәуелділігі 143
- Абиев Н.А., Асанов О.Ж.**
Ли алгебраларының классификацияларын бірыңғай жүйеге келтіру 147
- Асанов О.Ж.**
Ли алгебралары сызықтық бейнелеулерінің кейбір қасиеттері туралы 154
- Крахмалева Ю.Р., Рай Г.А.**
Marle математикалық пакетінде екі тәуелсіз айнымалы дербес туындылы екінші ретті квазисызықты дифференциалдық теңдеуді канондық түрге келтіру және зерттеу 159

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Жидекулова Г. Е., Абишев Н.Н. Проектирование информационно-программного комплекса безопасной передачи информации	165
Жидекулова Г.Е., Нахипбеков О.К. Проектирование технических объектов предприятий на основе ГИС технологий	171
Джунисбеков М.Ш., Шедреева И.Б., Жүніс С. 5G байланыс желісін ақпараттық қамтамасыз ету	177
Наш юбиляр <i>Карынбаеву А.К. – 60 лет</i>	182

Механика и машиностроение

УДК 621.9.02

Б.С. Доненбаев¹, К.Т. Шеров²

¹Докторант, ²Д-р техн. наук, профессор

Карагандинский государственный технический университет,

г. Караганда, Республика Казахстан

Электронная почта: ¹bahytshan09@mail.ru, ²shkt1965@mail.ru

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДЕТАЛЕЙ РОТАЦИОННО-ФРИКЦИОННОГО ИНСТРУМЕНТА

В статье приводятся результаты исследования и оптимизации параметров ответственных деталей корпуса и державка специального ротационно-фрикционного инструмента для растачивания больших отверстий. Использован метод оптимизации параметров деталей с целью экономии времени и рассмотрения наибольшего количества вариантов с учетом разброса параметров, тем самым обеспечив устойчивость решения к внешним факторам при обработке. При получении проекции сил резания, возникающих в процессе обработки отверстий ротационно-фрикционным растачиванием, в качестве критерия разрушения конечных элементов (КЭ) сетки использован модель Джонсона-Кука. Проведены виртуальные эксперименты, в которых указан возможный диапазон изменения основных размеров и заданы критерии оптимизации параметров.

В результате выбраны оптимальные параметры конструкции инструмента из представленных вариантов. Применение метода оптимизации позволяет, изменить традиционный цикл проектирования, который является дорогостоящим и длительным из-за проведения этапа испытаний прототипов и последующей их доработки.

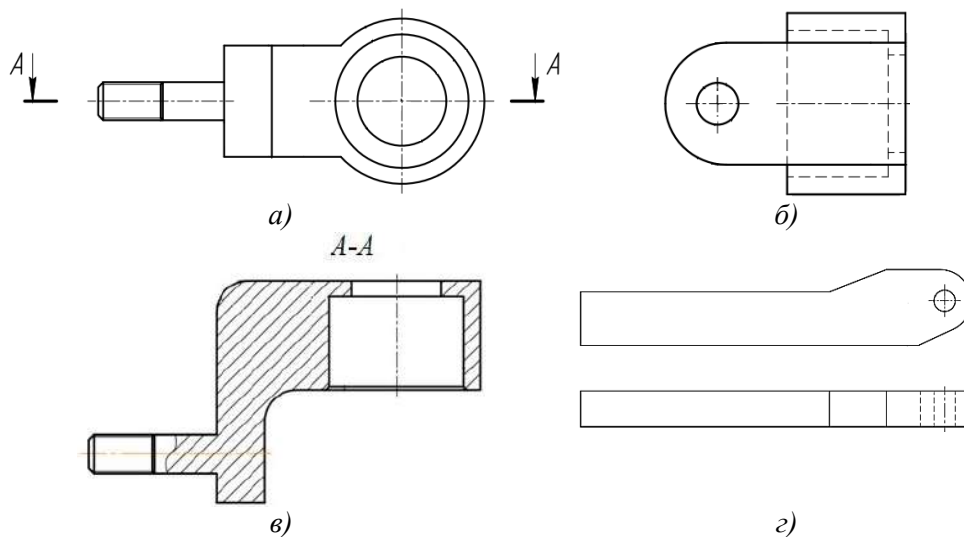
Ключевые слова: ротационно-фрикционный инструмент, виртуальный эксперимент, метод оптимизации, напряжения, расчетная модель.

Введение и актуальность исследования. В современном машиностроении одной из актуальных проблем является обработка больших отверстий крупногабаритных и корпусных деталей, к которым предъявляются высокие требования по точности размера, формы и расположения. Особенно это выявляется, если деталь имеет несколько функционально взаимосвязанных отверстий.

Для решения данной проблемы в рамках выполнения грантовой темы № 2162/ГФ4 (Per. №0215РК02401) авторами были исследованы и разработаны ресурсосберегающие комбинированные способы термофрикционной обработки [1-4], в частности ротационно-фрикционного растачивания больших отверстий [5, 6].

Для осуществления ротационно-фрикционного растачивания больших отверстий были разработаны специальные конструкции ротационно-фрикционных инструментов с самовращающимися чашечными резцами.

На рисунке 1 показаны эскизы ответственных деталей конструкций ротационно-фрикционного инструмента для растачивания больших отверстий крупногабаритных и корпусных деталей.



а – вид корпуса спереди; *б* – вид корпуса с боку; *в* – сечение *A-A*; *г* – державка.

Рис. 1. Сборочный чертеж ротационно-фрикционного инструмента

Результаты выполненных экспериментальных исследований показали, что на обеспечение качества и точности обработки непосредственное влияние оказывает правильный выбор параметров и размеров инструмента. В связи с этим определение оптимальных параметров и размеров предлагаемого специального ротационно-фрикционного инструмента с самовращающимся чашечным резцом является актуальной задачей.

Методика параметрической оптимизации и создание расчетной модели. Проектирование конструкции инструмента – это объемный процесс, при котором параметры конструкции постоянно меняются, пока не станут отвечать критериям работоспособности, при этом масса должна быть минимальной при низкой себестоимости. Начальная схема конструкции ответственных деталей, в частности детали корпуса и державка (см. рис. 1) претерпевает множество доработок и совершенствований, прежде чем будут определены оптимальные геометрические параметры. Стадии проектирования является дорогостоящими и длительными. Из-за ограничений по времени и стоимости решение принимается исходя из наиболее удовлетворительного варианта и опыта проектирования.

Для современных задач предлагается использовать методы оптимизации с целью экономии времени и рассмотрения наибольшего количества вариантов с учетом разброса параметров, тем самым обеспечить устойчивость решения к внешним факторам. Идея параметрической оптимизации состоит в проведении нескольких виртуальных экспериментов, в которых будут учтены разброс входных параметров (геометрических параметров инструмента), т.е. произведен учет возможного диапазона изменения основных размеров. Установлена взаимосвязь между входными и

выходными параметрами (напряжения). Затем из расчетных данных, задавшись критериями оптимизации, выбираются оптимальные параметры конструкции инструмента из представленных вариантов. Процедура оптимизации состоит из следующих этапов [7]: создание расчётной модели; определение параметров, планирование эксперимента; построение поверхностей отклика; построение оптимизационной модели; запуск оптимизации; просмотр результатов. На каждом этапе могут потребоваться дополнительные настройки, которые могут существенно повлиять на результаты расчета. Для создания расчетной модели сначала определяются спрогнозированные составляющие силы резания, при наихудшем положении чашечного резца, которое составило 20 градусов, как контактные силы в процессе растачивания отверстия большего диаметра в детали, изготовленного из стали 30ХГСА. Расчет был произведен методом конечных элементов. В качестве критерия разрушения сетки КЭ выбрана наиболее широко используемая модель Джонсона-Кука (Johnson-Cook) [8].

Данные проекции силы резания получены для следующего режима резания: частота вращения шпинделя – $n = 660$ об/мин, подача – $s = 0,42$ мм/об, глубина резания – $t = 1,0$ мм. Следует обратить внимание на то, что действительно, вследствие дискретной модели, спрогнозированная сила резания не является определенной, а испытывает некоторые колебания в процессе ротационно-фрикционного растачивания. Поэтому значение проекции силы резания будем осуществлять по среднему значению.

Достоверность модели подтверждает чувствительность силы и температуры резания к изменению скорости резания в соответствии с современными представлениями: с увеличением скорости резания сила резания уменьшается, а температура повышается.

Определение параметров, планирование эксперимента. Для выполнения оптимизационного расчета используется пакет прикладных программ для ЭВМ.

Выберем план планирования виртуального эксперимента. В планировании эксперимента необходимо указать диапазон изменения каждого параметра и выбрать схему. В нашей задаче выбран основной комплексный проект (рис. 2). При выборе расчетных точек с набором параметров используем эту схему планирования эксперимента, что позволяет улучшить эффективность расчетов.

	A	B
1	Property	Value
2	Design Points	
3	Preserve Design Points After DX Run	Central Composite Design Optimal Space-Filling Design Box-Behnken Design Custom Custom + Sampling Sparse Grid Initialization Latin Hypercube Sampling Design
4	Failed Design Points Management	
5	Number of Retries	
6	Design of Experiments	
7	Design of Experiments Type	Central Composite Design
8	Design Type	Rotatable
9	Template Type	Standard

Рис. 2. План планирования виртуального эксперимента

В данной задаче задавались следующие разбросы параметров: радиус посадки подшипника – от 15 до 25 мм; ширина выступа – от 5 до 20 мм; высота выступа, также дискретно от 3 до 8 мм.

Для расчета, используя основной комплексный проект, получилось 75 расчетных точек, которые будут определены методом конечных элементов. Этот момент очень важно учесть при оптимизации.

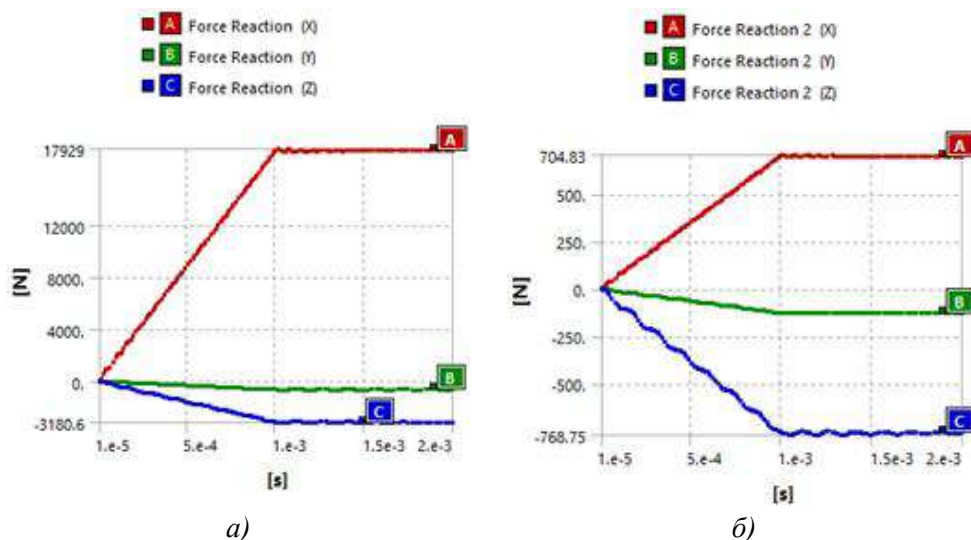
Построение поверхностей отклика и оптимизационной модели. Поверхности отклика – функции различной природы, которыми выходные параметры описываются в зависимости от входных. Поверхности отклика представляют аппроксимированные значения выходных параметров во всем анализируемом пространстве без необходимости полного расчета во всех точках.

Существуют несколько видов поверхностей отклика: полином второго порядка, Кригинг, непараметрическая регрессия, нейронная сеть, разреженная сетка [7, 8].

Чтобы удостовериться в верности выбора аппроксимации расчетных данных, нужно использовать метод оценки распределения проектных точек на поверхности отклика, а также коэффициенты: коэффициент детерминации (*R-квадрат*) (показывает, насколько хорошо поверхность отклика отражает изменчивость выходного параметра), среднеквадратическая ошибка, относительная среднеквадратическая ошибка, относительная ошибка абсолютного максимума. В нашем случае наиболее подошла аппроксимация Кригинга.

Оптимизационный подход – подход, при котором происходит поиск «наилучшего» возможного варианта конструкции с учетом ограничений на набор параметров [8].

Переходим к созданию расчетной модели корпуса инструмента (подшипника), используя составляющие опорных реакций из прочностного расчета, получаем расчетную схему подшипникового узла (рис. 3).

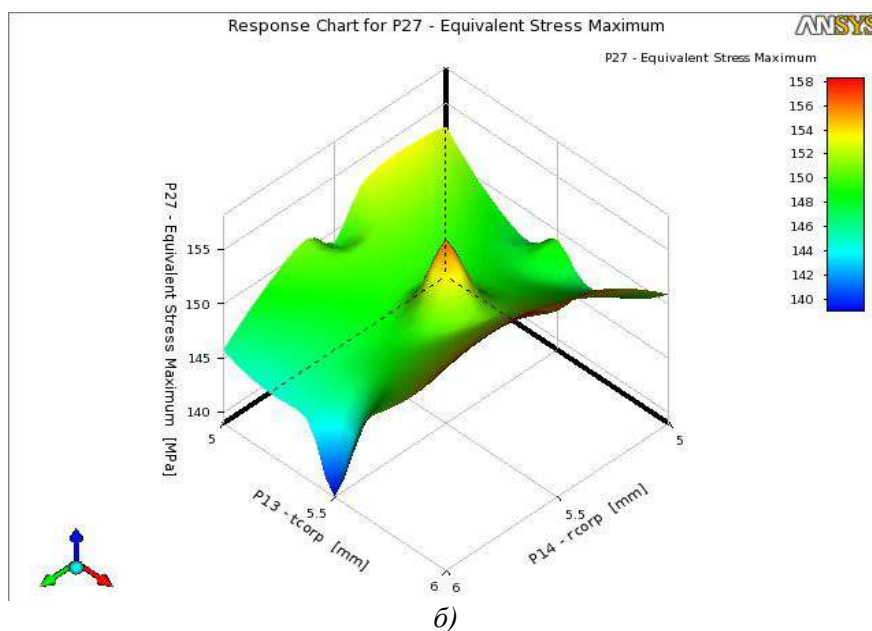
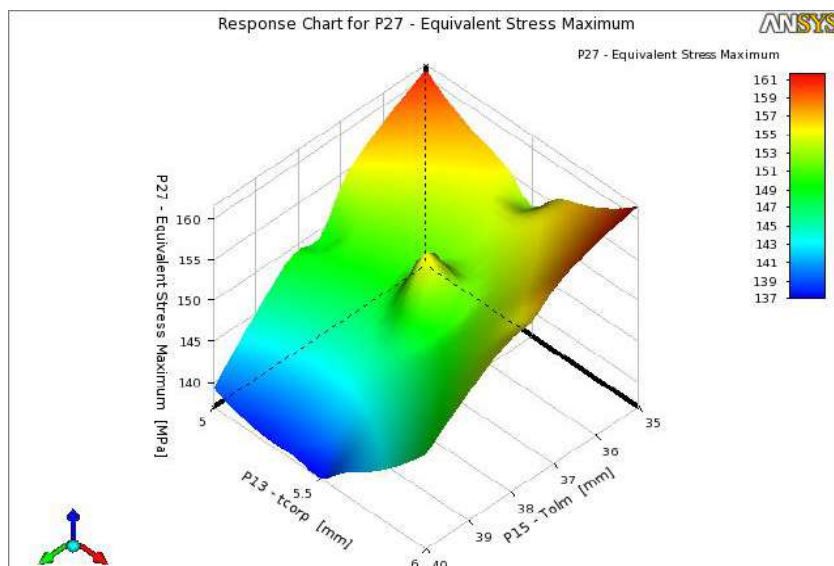


а – первого подшипника; б – второго подшипника

Рис. 3. График сил реакции

В соответствии с усилиями (см. рис. 3) в опорах вала принимаем радиально-упорные конические подшипники марки 2007905А.

По такому же алгоритму определим поверхности отклика (максимальные напряжения по Мизесу) от основных параметров (рис. 4).



a – от толщины дна и толщины шейки; *б* – от толщины дна и стенки

Рис. 4. Поверхности отклика

Ниже из представленных вариантов наиболее оптимальным является первый вариант, так как в нем входные параметры – размеры корпуса инструмента минимизированы и результирующее напряжение входит в заданный предел допускаемых значений (рис. 5). Концентрации напряжений

наблюдаются на месте перехода, вызванные усилиями, возникающими в процессе обработки. Напряжения в данном участке можно варьировать, изменяя радиус перехода, который составил 10 мм.

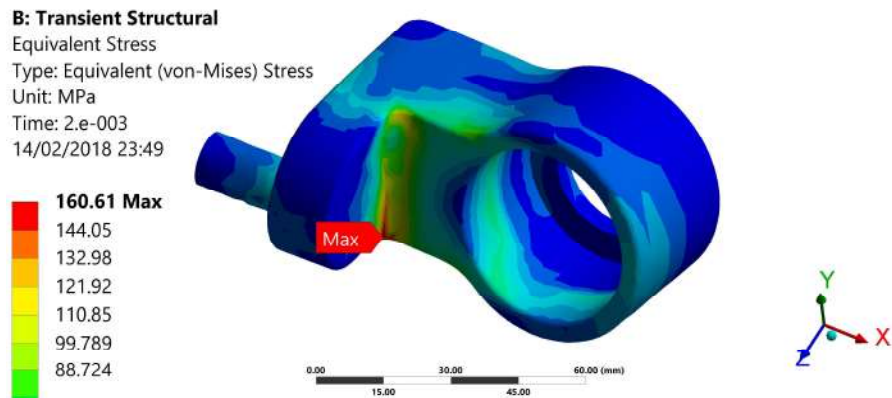


Рис. 5. Напряжение по Мизесу в корпусе после оптимизации

Данная «детальная методика» расчета, позволяет намного уплотнить сетку КЭ, тем самым давая возможность значительно сократить узкие места. В расчетную схему также можно включать все детали ротационно-фрикционного инструмента, но в такой задаче необходимо будет учесть все контактные зоны не говоря уже о моделировании работы подшипников, что приводит к большим погрешностям и длительному использованию машинного времени. Используемая нами методика идеализованная.

Также отметим, что КЭ исследование и оптимизация геометрических параметров не заменит натурный эксперимент, учитывающий влияние эксплуатационных и реальных условий, возникающих в процессе растачивании отверстия, а лишь поможет проектировщику оценить влияние таких условий на стадии проектирования или при совершенствовании производства с целью сокращения материальных затрат.

Получив конечные геометрические параметры корпуса инструмента, учтем силы и моменты, возникающие в контакте с державкой (рис. 6 и 7).

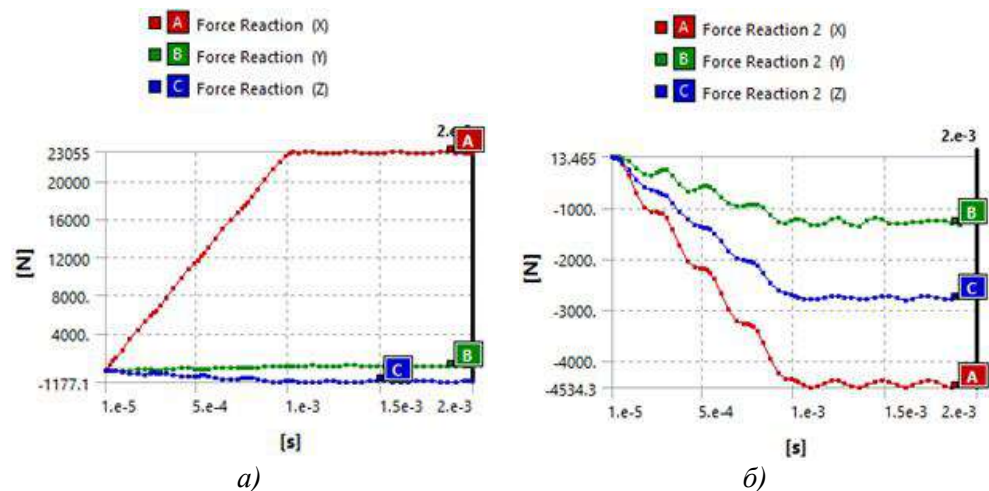


Рис. 6. Компоненты моментов (а, б) реакции, действующие на державку

Силы в осевом направлении в контакте корпуса с державкой имеют максимальные значения и изменяются, как усилия действующие в опорах вала (см. рис. 6).

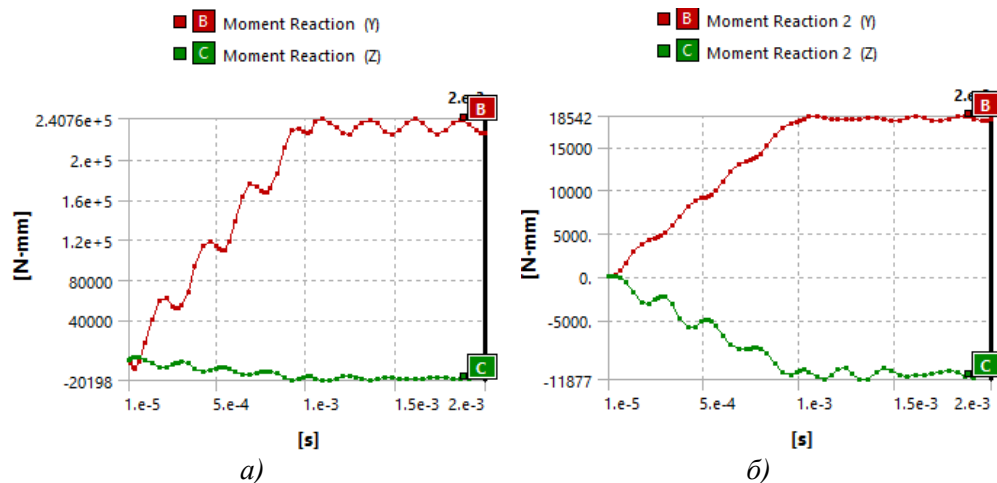


Рис. 7. Компоненты сил (а, б) реакции, действующие на державку

Изначально точка контакта заготовки с режущей чашкой была сконструирована таким образом, чтобы исключить возникновения опрокидывающих моментов, то есть линии действия компонент сил резания проходят относительно оси смены положения режущего узла, о чем свидетельствует отсутствие моментов относительно оси X (рис. 7).

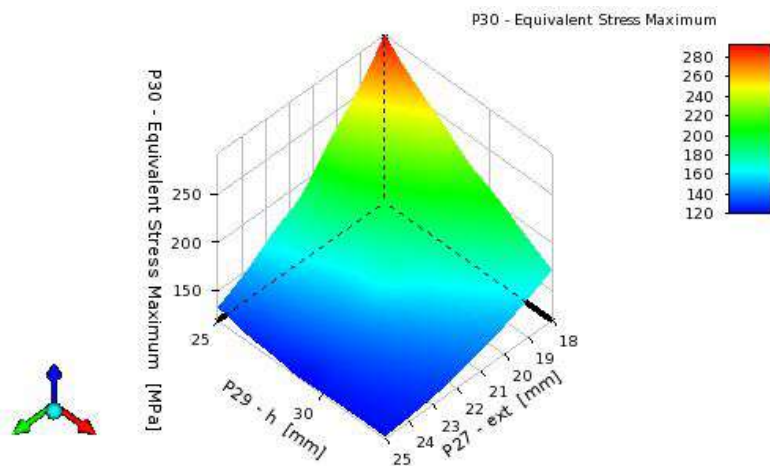


Рис. 8. Отклик поверхности в державке

Из рисунка 8 очевидно, что при увеличении размеров поперечных сечений державки максимальное напряжение уменьшается. Нами приняты те параметры, в которых напряжение составило 153,49 МПа (рис. 9).

Таким образом, часть (существенно влияющая на напряженное состояние) параметров конструкции инструмента для растачивания отверстия была оптимизирована, отвечая задачам прочности.

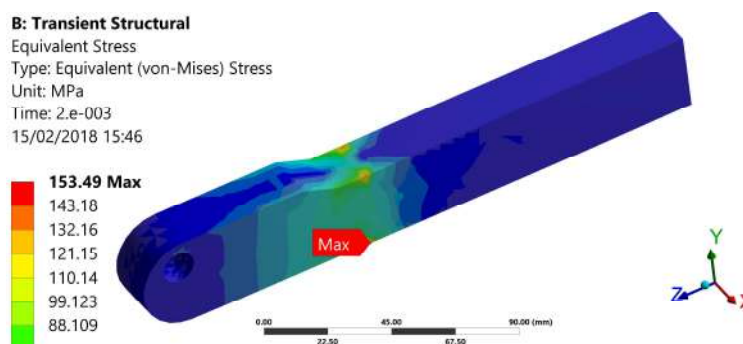


Рис. 9. Напряженное состояние в державке после оптимизации

Выводы:

1) Используя в качестве критерия разрушения сетки КЭ, модель Джонсона-Кука (Johnson-Cook), получены проекции сил резания, возникающие в процессе обработки отверстий ротационно-фрикционным растачиванием;

2) Идея параметрической оптимизации состояла в проведении нескольких виртуальных экспериментов, в которых указан возможный диапазон изменения основных размеров и заданы критерии оптимизации, выбраны оптимальные параметры конструкции инструмента из представленных вариантов;

3) Метод оптимизации позволяет, обходит цикл проектирования, который является дорогостоящим и длительным из-за проведения этапа испытаний прототипов и последующей их доработки;

4) Идея конструирования ротационного инструмента заключалась в том, чтобы избежать возникновения момента относительно оси смены положения режущего узла, который достигнут нами в данной задаче, о чем свидетельствует отсутствие моментов относительно оси X (см. рис. 7).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sherov K.T., Rakishev A.K. Chip formation rotational-frictional turning cylindrical surfaces of agricultural machinery parts / Modern science success journal, Belgorod, Vol. 1 No. 5 (2017) pp. 104-111.
2. Sherov K.T., Mazdubay A.V., Rakishev A.K., Donenbayev B.S. and etc. Mathematical modeling of thermofrictional milling process using ANSYS WB software / Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, Vol. 47 No. 2 (2017) pp. 24-33.
3. Шеров, К.Т. Исследование ротационно-фрикционного способа точения цветных материалов [Текст] / К.Т. Шеров, А.К. Ракишев // Механика и технологии. – 2017. – №2. – С.16-24.
4. Sherov K.T., Mazdubay A.V., Donenbayev B.S. and etc. The research of the temperature impact in tool - workpiece contact on the quality of the cut at thermofrictional cutting / Mechanics and Mechanical Engineering, Lodz, Poland, Vol. 21, No. 3 (2017) pp.755–762.
5. Шеров, К.Т. Способ обработки крупногабаритных деталей [Текст] / К.Т. Шеров, Б.С. Доненбаев // Инновационные технологии в машиностроении: сборник трудов VIII Международной научно-практической конференции / ЮТИ. – Томск : Изд-во ТПУ, 2017. – С.71-74.

6. Sherov K.T., Donenbayev B.S., Ainabekova S. and etc. Experimental Research of Rotational-and-Frictional Boring of Big Holes in Large Parts / Journal of Theoretical and Applied Mechanics, Sofia, Vol. 47 No. 4 (2017) pp.23-36.
7. Бруйка, В.А. Инженерный анализ в Ansys Workbench [Текст]: учебное пособие / В.А. Бруйка, В.Г. Фокин, Я.В. Курвева. – Самара: СГТУ, 2013. – 148 с.
8. Криворучко, Д.В. Моделирование процессов резания методом конечных элементов: методологические основы [Текст]: монография / Д.В. Криворучко, В.А. Залого; под общ. ред. В.А. Залого. – Сумы: Университетская книга, 2012. – 496 с.

Материал поступил в редакцию 06.03.18.

Б.С. Дөненбаев, К.Т. Шеров

Қарағанды мемлекеттік техникалық университеті, Қарағанды қ., Қазақстан

РОТАЦИЯЛЫҚ-ФРИКЦИЯЛЫҚ ҚҰРАЛ ТЕТІКТЕРІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН ОҢТАЙЛАНДЫРУ ЖӘНЕ СОҢҒЫ ЭЛЕМЕНТТІК ЗЕРТТЕУ

Мақалада үлкен тесікті өңдейтін арнайы айналмалы үйкелісті құралдың жауапты корпус және ұстағыш тетіктері параметрлерін зертеу және оңтайландыру нәтижелері келтірілген. Тетіктер параметрлерін оңтайландыру әдісі уақытты үнемдеу және параметрлердің таралуын есепке ала отырып, бірнеше нұсқаларын қарастыра пайдаланылды, сол арқылы өңдеу кезінде сыртқы факторлар шешімінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Ротациялық-фрикциялық кеңейте жону арқылы үлкен тесіктерді өңдеу кезінде пайда болатын кесу күштерінің проекциясын алу үшін, соңғы элементтердің қирау критерийі ретінде Джонсон-Кук моделі қолданылды. Негізгі өлшемдерінің ықтималды өзгеру диапазоны көрсетіліп және параметрлерді оңтайландыру критерийлері беріле отырып виртуалды эксперименттер жүргізілді. Нәтижесінде көрсетілген нұсқалар ішінен құралдың оңтайлы параметрлері таңдалды. Оңтайландыру әдісі түпнұсқалы сынақтан және кейіннен нақтыланатын қымбат және уақытты талап ететін жобалау циклын қолданудан бас тарту мүмкіндігін береді.

Тірек сөздер: ротациялық-фрикциялық құрал, виртуалды эксперимент, табақшалы кескіш, параметрлік оңтайландыру әдісі, кернеу, есептік модель.

B.S. Donenbaev, K.T. Sherov

Karaganda State Technical University, Karaganda, Republic of Kazakhstan

FINAL-ELEMENT RESEARCH AND OPTIMIZATION OF GEOMETRIC PARAMETERS OF DETAILS OF ROTATIONAL-FRICTION INSTRUMENT

This article presents the results of research and optimization of the parameters of the critical parts of the body and the holder of a special rotational-friction tool for boring large holes. The method of optimizing the parameters of

parts was used to save time and consider the largest number of options, taking into account the spread of parameters, thereby ensuring the stability of the solution to external factors during processing. When obtaining the projection of cutting forces arising during the processing of holes by rotational friction boring, the Johnson-Cook model was used as a criterion for the destruction of grid elements. Virtual experiments were conducted in which the possible range of variation of the main dimensions was indicated and the criteria for optimizing the parameters were set. As a result, the optimal parameters are selected for tool design from the presented variants.

Application of the optimization method allows you to bypass the design cycle, which is expensive and time-consuming due to prototyping and subsequent modification of prototypes.

Keywords: rotational-friction tool, virtual experiment, optimization method, stresses, design model.

ӘОЖ 621.311.24

Б.А. Қойайдаров¹, Б.Б. Жұмағұлов²

¹Техн. ғылымдарының канд., доцент, ²Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

РАДИАЛЬДЫ ЖЕЛДЕТКІШТЕН ҚҰРЫЛҒАН ЖЕЛҚОЗҒАЛТҚЫШТЫ ЕСЕПТЕУ

Радиальды желдеткіштен желқозғалтқыш құру мүмкіндігі қарастырылған.

Тірек сөздер: желдеткіш, желқозғалтқыш, жұмысшы дөңгелек, жел, қалақ, құбыр, қуат.

Өндірістік желдеткішті желқозғалтқыш ретінде пайдалануға ұсыныстар жасалған [1, 2]. Бірақ, желдеткішті желқозғалтқыш ретінде пайдалану жолдары айқындалмаған және тиісті деңгейде зерттелмеген.

Құрылысына және жұмыс жасау принциптеріне қарай желдеткіштер радиальды және өсті болып бөлінеді [3].

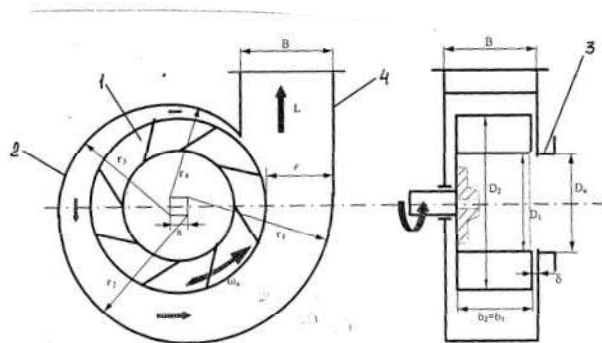
Радиальды желдеткіштің құрылымдық сұлбасы 1-суретте көрсетілген. Ол қалақты жұмысшы дөңгелектен (1), корпусан (2), корпусың жел кіретін құбырынан (3) және корпусың жел шығатын құбырынан (4) тұрады. Корпус (2) жел шығатын құбырға қарай кеңейіп, спиральды пішінді келеді.

Радиальды желдеткішке желқозғалтқыш функциясын орындату үшін, оны керісінше пайдаланған тиімді. Ол үшін жел шығатын құбырына (4) жел легін жіберіп жел кіретін құбырынан (3) сыртқа шығарады. Сонда, жел легі жол жөнекей желдеткіштің жұмысшы дөңгелегінен өтеді. Жұмысшы дөңгелектің қалақтары жел легінің жүрісіне кедергі жасайды. Сондықтан, кірген жел легі қуатының бір бөлігі жұмысшы дөңгелекке өтеді де, қалғаны сыртқа шыққан желде болады.

Радиальды желдеткіштің корпусының жел шығатын құбырына (4) жіберілген жел легінің қуаты келесідей болады [4]

$$N_1 = 0,5 \cdot \rho \cdot S_1 \cdot V_1^3, \quad (1)$$

мұнда: $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$ – желдің тығыздығы; S_1 – жел легі кіретін құбырдың көлденең қимасының ауданы, м^2 ; V_1 – кірген жел легінің жылдамдығы, м/с .



Сурет 1. Радиальды желдеткіштің құрылымдық сұлбасы

Радиальды желдеткіштің корпусының жел шығатын құбырының (4) көлденең қимасының формасы квадрат. Осы квадраттың қабырғасының ұзындығы [3]

$$B = 0,886 \cdot D_1, \quad (2)$$

мұнда: $D_1 = 0,5 \cdot D_2$ - жұмысшы дөңгелектің ішкі диаметрі; D_2 - жұмысшы дөңгелектің сыртқы диаметрі.

Сонда

$$B = 0,443 \cdot D_2. \quad (3)$$

Корпусының (2) жел шығатын құбырының (4) көлденең қимасының ауданы

$$S_1 = B^2 = (0,443 \cdot D_2)^2,$$

$$S_1 = 0,2 \cdot D_2^2. \quad (4)$$

Осы (4) формуланы (1) теңдеуге қойып желдеткішке кіретін желдің қуатының формуласын аламыз

$$N_1 = 0,1 \cdot \rho \cdot D_2^2 \cdot V_1^3 \quad (5)$$

Желдеткішке кірген жел легінің қуаты (N_1), энергияның сақталу заңы бойынша, келесі қуаттарға бөлінеді (басқа шығындар жоқ кезде)

$$N_1 = N_p + N_2 \quad (6)$$

мұнда: N_p - желдеткіштің жұмысшы дөңгелегіне өткен қуат; N_2 - желдеткіштен шыққан желдің қуаты.

Желқозғалтқыштың желден алған қуатының (N_p) кірген жел легінің қуатына (N_1) қатынасы жел энергиясын пайдалану коэффициенті болады [4]

$$C_p = \frac{N_p}{N_1}, \quad (7)$$

Сонда, желдеткіштің жұмысшы дөңгелегінің желден алған қуаты келесідей болады

$$N_p = 0,1 \cdot \rho \cdot C_p \cdot D_2^2 \cdot V_1^3 \quad (8)$$

Желдөңгелектің желдің энергиясын алу мүмкіншілігі шектелген [4]

$$C_{p \max} = 0,593.$$

(6) теңдеуден (7) формуланы ескеріп желдеткіштен сыртқа шығатын жел легінің қуатын табуға болады

$$N_2 = (1 - C_p) \cdot N_1;$$

(5) теңдеуді ескергенде

$$N_2 = (1 - C_p) \cdot 0,1 \cdot \rho \cdot D_2^2 \cdot V_1^3, \quad (9)$$

Желдеткіштен сыртқа шығатын жел легінің қуатын, желдің қуатының жалпы теңдеуі бойынша, келесі түрде жазуға болады

$$N_2 = 0,5 \cdot \rho \cdot S_2 \cdot V_2^3, \quad (10)$$

мұнда: S_2 - желдеткіштің жел кіретін құбырының (3) көлденең қимасының ауданы, m^2 ; V_2 - желдеткіштен шығатын желдің жылдамдығы, м/с.

Желдеткіштің жел кіретін құбырының (3) көлденең қимасының ауданы

$$S_2 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4},$$

мұнда $D_1 = 0,5 \cdot D_2$, сонда

$$S_2 = \frac{\pi \cdot 0,25 \cdot D_2^2}{4} = 0,2 \cdot D_2^2;$$

$$S_2 = 0,2 \cdot D_2^2 \quad (11)$$

Соңғы (11) формуланы ескеріп, (10) теңдеуді (9) теңдеуге қойып желдеткіштен шығатын желдің жылдамдығын табамыз:

$$0,1 \cdot \rho \cdot D_2^2 \cdot V_2^3 = (1 - C_p) \cdot 0,1 \cdot \rho \cdot D_2^2 \cdot V_1^3,$$

осыдан

$$V_2 = V_1 \cdot \sqrt[3]{1 - C_p} \quad (12)$$

Радиальды желдеткіштің корпусының жел шығатын құбырынан (4) кіретін жел легінің мөлшері (Q_1):

$$Q_1 = S_1 \cdot V_1;$$

(4) формуланы ескергенде

$$Q_1 = 0,2 \cdot D_2^2 \cdot V_1; \quad (13)$$

Радиальды желдеткіштің жел кіретін құбырынан (3) сыртқа шығатын жел легінің мөлшері (Q_2):

$$Q_2 = S_2 \cdot V_2;$$

(11) және (12) формулаларды ескергенде

$$Q_2 = 0,2 \cdot D_2^2 \cdot V_1 \cdot \sqrt[3]{1 - C_p} \quad (14)$$

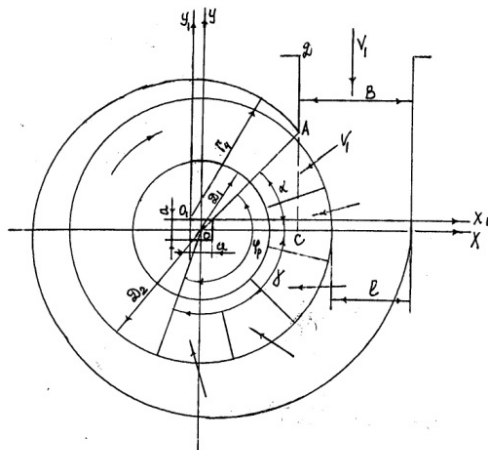
Радиальды желдеткіштің жұмысшы дөңгелегін (1) айналысқа келтіретін жел легінің мөлшері (Q_p):

$$Q_p = Q_1 - Q_2;$$

(13) және (14) теңдеулерді ескергенде

$$Q_2 = 0,2 \cdot D_2^2 \cdot V_1 \cdot (1 - \sqrt{1 - C_p}) \quad (15)$$

Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың есептеу сұлбасы 2-суретте келтірілді.



Сурет 2. Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың есептеу сұлбасы

Желдеткіш корпусының құбырынан кірген жел легінің қысымы (q_1) [5]

$$q_1 = q_a + q_d = q_a + \frac{p \cdot V_1^2}{2},$$

мұнда: q_a - атмосфералық қысым; q_d - динамикалық қысым; $p = 1,25 \text{ кг/м}^3$ - желдің тығыздығы; V_1 - желдің кіру жылдамдығы, м/с.

Желдеткіштің корпусының екінші құбырындағы (3) қысым $q_2 = q_a$.

Желдеткішке кірген желдің қысымы (q_1) жел сыртқа шығатын құбырдағы қысымнан (q_2) үлкен

$$\Delta q = q_1 - q_2 = q_d = \frac{p \cdot V_1^2}{2} \quad (16)$$

Сондықтан, желдеткішке кірген жел жұмысшы дөңгелектің қуысына бағытталады (2-сурет)

$$Q_1 = 0,5 \cdot D_2 \cdot \varphi_p \cdot \nu \cdot V_1 \quad (17)$$

(13) формуланы ескеріп (17) теңдеуден жұмысшы дөңгелектің жел легі кіретін секторының бұрышын (φ_p) анықтаймыз:

$$0,2 \cdot D_2^2 \cdot V_1 = 0,5 \cdot D_2 \cdot \varphi_p \cdot \nu \cdot V_1;$$

осыдан

$$\varphi_p = \frac{0,4 \cdot D_2}{\nu}, \quad (18)$$

мұнда $\nu = 0,15 \cdot D_2$ - жұмысшы дөңгелектің ені [3].

Сонда

$$\varphi_p = \frac{0,4 \cdot D_2}{0,15 \cdot D_2} = 2,67 \text{ радиан};$$

$$\varphi_p = \frac{180^0}{\pi} = 2,67 = 153^0; \varphi_p = 153^0.$$

Жұмысшы дөңгелекте оның қалақтарының орналасуының бұрыштық адымы

$$\varphi_t = \frac{2\pi}{Z_\pi}, \quad (19)$$

мұнда Z_π - жұмысшы дөңгелектегі қалақтар саны.

Жұмысшы дөңгелектің жел кіретін секторындағы қалақтардың арасындағы қуыстар саны:

$$Z_t = \frac{\varphi_p}{\varphi_t};$$

(18) және (19) формулаларды ескергенде

$$Z_t = \frac{0,4 \cdot D_2 / \epsilon}{2\pi \cdot Z_\pi} = 0,064 \cdot \frac{D_2 \cdot Z_\pi}{\epsilon}; Z_t = 0,064 \cdot \frac{D_2 \cdot Z_\pi}{\epsilon} \quad (20)$$

Жұмысшы дөңгелекті айналысқа келтіретін жел легінің мөлшері (Q_p) жел кіретін сектордағы қалақтардың арасындағы қуыстарға біркелкі бөлінеді деп есептесек (2-сурет)

$$\frac{Q_p}{Z_t} = \frac{D_2 \cdot D_1}{2} \cdot \epsilon \cdot V_p \quad (21)$$

Осы шарттан жұмысшы дөңгелектің орта диаметріндегі шеңберлік жылдамдықты анықтауға болады

$$V_p = \frac{2 \cdot Q_p}{Z_t \cdot (D_2 - D_1) \cdot \epsilon}$$

(15) және (20) формулаларды ескергенде

$$V_p = \frac{0,4 \cdot D_2^2 \cdot V_1 \cdot (1 - \sqrt{1 - C_p})}{0,064 \cdot \frac{D_2 \cdot Z_\pi}{\epsilon} \cdot (D_2 - D_1) \cdot \epsilon};$$

мұндағы $D_1 = 0,5 \cdot D_2$ екенін ескеріп келесі формуланы аламыз

$$V_p = 12,5 \cdot \frac{V_1}{Z_\pi} \cdot (1 - \sqrt{1 - C_p}) \quad (22)$$

Жұмысшы дөңгелектің орташа диаметрі (1-сурет)

$$D_{cp} = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{0,5 \cdot D_2 + D_2}{2} = 0,75 \cdot D_2;$$

$$D_{cp} = 0,75 \cdot D_2 \quad (23)$$

Жұмысшы дөңгелектің айналым саны:

$$V_p = \frac{\pi \cdot D_{cp} \cdot n_p}{60};$$

осыдан

$$n_p = \frac{60 \cdot V_p}{\pi \cdot D_{cp}} = \frac{60 \cdot V_p}{\pi \cdot 0,75 \cdot D_2};$$

$$n_p = 25,5 \cdot \frac{V_p}{D_2};$$

(22) теңдеуді ескергенде

$$n_p = 25,5 \cdot \frac{12,5 \cdot \frac{V_1}{Z_\pi} \cdot (1 - \sqrt{1 - C_p})}{D_2};$$

$$n_p = 319 \frac{V_1 \cdot (1 - \sqrt{1 - C_p})}{Z_\pi D_2}. \quad (24)$$

Жұмысшы дөңгелектің жел кіретін секторының орналасу қалпын анықтау үшін корпустың «А» нүктесінің орнын анықтау керек. Ол корпустың радиусы « Γ_4 » шеңбері мен СД түзуінің қиылысу нүктесі (2-сурет).

Корпустың радиусы « Γ_4 » шеңберінің УОХ жүйесіндегі теңдеуі [6]

$$(x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 = \Gamma_4^2, \quad (25)$$

мұнда: $x_0 = 0,5 \cdot a$ - радиусы « Γ_4 » шеңбердің центрінің (O_1) абсциссасы; $y_0 = 0,5 \cdot a$ - шеңбердің (Γ_4) центрінің (O_1) ординатасы; $\Gamma_4 = 0,5(D_2 + a)$ - шеңбердің радиусы; $a = 0,25 \cdot l$ - квадраттың қабырғасы (1-сурет); $l = 0,3 \cdot D_2$ - корпустың жел шығатын құбырының өлшемі (1-сурет).

x_0, y_0 және Γ_4 мәндерін (25) теңдеуге қоямыз:

$$(x - 0,5 \cdot a)^2 + (y - 0,5 \cdot a)^2 = [0,5(D_2 + a)]^2;$$

осыдан

$$x^2 + y^2 - a(x + y) - 1,5 \cdot a^2 = 0,25 \cdot D_2(D_2 + 2a);$$

мұнда

$$a = 0,25 \cdot l = 0,25 \cdot 0,3 \cdot D_2 = 0,075 \cdot D_2;$$

$$a = 0,075 \cdot D_2;$$

осыны ескергенде

$$x^2 + y^2 - 0,075(x + y) - 1,5 \cdot a^2 = 0,25 \cdot D_2(D_2 + 2a)$$

$$x^2 + y^2 - 0,075 \cdot D_2(x + y) - 0,00844 \cdot D_2^2 = 0,29 \cdot D_2^2;$$

$$x^2 + y^2 - 0,075 \cdot D_2(x + y) - 0,3 \cdot D_2^2 = 0. \quad (26)$$

Корпустың ДС түзуінің теңдеуі (2-сурет)

$$x = 0,5 \cdot D_2 + l - B = 0,5 \cdot D_2 + 0,3 \cdot D_2 - 0,443 \cdot D_2;$$

$$x = 0,36 \cdot D_2. \quad (27)$$

Корпустың «А» нүктесінің ординатасын анықтау үшін (27) формуланы (26) теңдеуге қоямыз:

$$(0,36 \cdot D_2)^2 + y^2 - 0,075 \cdot D_2 \cdot (0,36 \cdot D_2 + y) - 0,3 \cdot D_2^2 = 0;$$

$$0,13 \cdot D_2^2 + y^2 - 0,027 \cdot D_2^2 - 0,075 \cdot D_2 \cdot y - 0,3 \cdot D_2^2 = 0;$$

$$y^2 - 0,075 \cdot D_2 \cdot y - 0,2 \cdot D_2^2 = 0;$$

$$y_{1,2} = \frac{0,075 \cdot D_2}{2} \pm \sqrt{\frac{0,0056 \cdot D_2^2}{4} + 0,2 \cdot D_2^2};$$

$$y_{1,2} = 0,0375 \cdot D_2 \pm 0,45 \cdot D_2;$$

$$y = 0,49 \cdot D_2. \quad (28)$$

«ОА» сызығының ұзындығы

$$OA = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{0,13 + 0,24} \cdot D_2 = 0,61 \cdot D_2;$$

$$OA = 0,61 \cdot D_2. \quad (29)$$

OA сызығының жұмысшы дөңгелектің горизонталь осіне көлбеу бұрышы (2-сурет)

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{y}{x} = \frac{0,49 \cdot D_2}{0,36 \cdot D_2} = 1,361;$$

$$\alpha = 53^{\circ}40' \approx 54^{\circ}.$$

Жұмысшы дөңгелектің жел кіретін секторының орналасуы (2-сурет)

$$\varphi_p = \alpha + \gamma;$$

$$\gamma = \varphi_p - \alpha = 153 - 54 = 99^{\circ};$$

$$\gamma = 99^{\circ}.$$

Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың қуатының (N_p) жел энергиясын пайдалану коэффициентіне (C_p) тәуелді өзгеруі (8) теңдеумен есептеліп, 1-кестеде келтірілді. Есептеу келесі шартқа жүргізілді: $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$; $V_1 = 15 \text{ м/с}$.

$$D_2 = 0,50 \text{ м}.$$

Кесте 1

Желқозғалтқыш қуаты

C_p	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
N_p , Вт	11	21	32	42	53

Желқозғалтқыштың қуатының (N_p) кіретін жел легінің жылдамдығына (V_1) тәуелді өзгеруі 2-кестеде келтірілді:

$$C_p = 0,3; \rho = 1,25 \text{ кг/м}^3; D_2 = 0,50 \text{ м}.$$

Кесте 2

Желқозғалтқыштың қуаты

V_1 , м/с	5	10	15	20	25
N_p , Вт	1,2	9,4	31,6	75	146,5

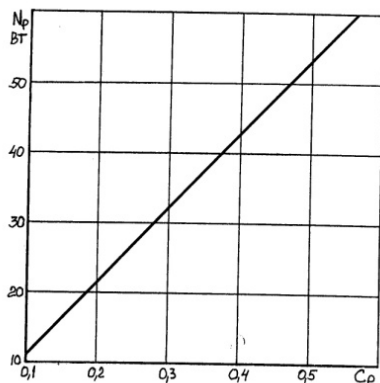
Желқозғалтқыштың қуатының (N_p) желдеткіштің жұмысшы дөңгелегінің сыртқы диаметріне (D_2) тәуелді өзгеруі 3-кестеде көрсетілді: $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$; $C_p = 0,3$; $V_1 = 15 \text{ м/с}$.

Кесте 3

Желқозғалтқыштың қуаты

D_2 , м	0,10	0,20	0,40	0,50	0,63
N_p , Вт	1,3	5,1	20,3	31,6	50,2

Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыш қуатының (N_p) желдің энергиясын пайдалану коэффициентіне (C_p) тәуелділік графигі 3-суретте келтірілді.



Сурет 3. Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыш қуатының графигі

Желқозғалтқыштың қуаты сызықтың заңдылықпен өседі $N_p = K_1 \cdot C_p$, мұнда

$$K_1 = \frac{\Delta N_p}{\Delta C_p} = \frac{11}{0,1} = 111 - \text{сызықтық теңдеудің бұрыштық коэффициенті [6].}$$

Сонда

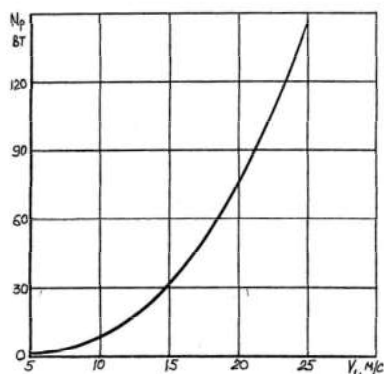
$$N_p = 111 \cdot C_p. \quad (30)$$

Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың қуатының (N_p) кірген желдің жылдамдығына (V_1) тәуелділік графигі 4-суретте келтірілді. Желқозғалтқыштың қуаты куб парабола заңдылығымен өседі

$$N_p = K_2 \cdot V_1^3 \quad (31)$$

Мұнда $K_2 = 0,1 \cdot \rho \cdot C_p \cdot D_2^2$ – куб парабола теңдеуінің коэффициенті.

Желқозғалтқышқа кіретін желдің жылдамдығы $V_1 > 15$ м/с болғаны тиімді.



Сурет 4. Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың қуатының графигі

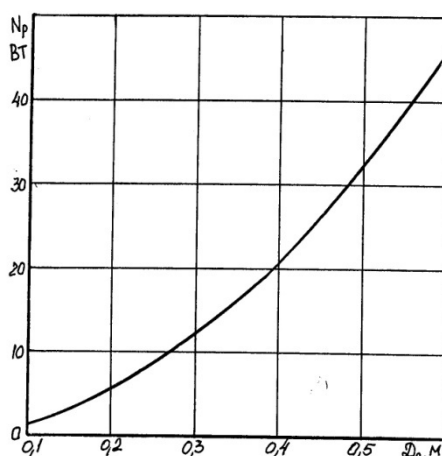
Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың қуатының (N_p) жұмысшы дөңгелектің диаметріне (D_2) тәуелділік графигі 5-суретте келтірілді. Желқозғалтқыштың қуаты квадрат парабола заңдылықпен өседі.

$$N_p = K_3 \cdot D_2^2, \quad (32)$$

мұнда

$$K_3 = 0,1 \cdot \rho \cdot C_p \cdot V_1^3 - \text{квадрат парабола теңдеуінің коэффициенті.}$$

Жұмысшы дөңгелектің диаметрі $D_2 > 50$ м болғаны тиімді.



Сурет 5. Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың қуаты

Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың жұмысшы дөңгелегінің айналым санының (n_p) желдің энергиясын пайдалану коэффициентіне (C_p) тәуелді өзгеруі (24) теңдеумен есептеліп, 4-кестеде келтірілді. Есептеу жүргізілген шарт:

$$\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3; D_2 = 0,50 \text{ м}; Z_\pi = 12; V_1 = 15 \text{ м/с.}$$

Кесте 4

Жұмысшы дөңгелектің айналым саны

C_p	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
n_p , айн/мин	28	56	88	128	168

Жұмысшы дөңгелектің айналым санының (n_p) желқозғалтқышқа кірген желдің жылдамдығына (V_1) тәуелді өзгеруі 5-кестеде келтірілді:

$$\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3, D_2 = 0,50 \text{ м}; Z_\pi = 12; C_p = 0,3.$$

Кесте 5

Жұмысшы дөңгелектің айналым саны

V_1 , м/с	5	10	15	20	25
n_p , айн/мин	29	59	88	117	146

Жұмысшы дөңгелектің айналым санының (n_p) оның диаметріне (D_2) тәуелді өзгеруі 6-кестеде келтірілді: $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$; $V_1 = 15 \text{ м/с}$; $C_p = 0,3$; $Z_\pi = 12$.

Кесте 6

Жұмысшы дөңгелектің айналым саны

D_2 , м	0,10	0,20	0,40	0,50	0,63
n_p , айн/мин	439	220	110	88	70

Жұмысшы дөңгелектің айналым санының (n_p) оның қалақтарының санына (Z_π) тәуелді өзгеруі 7-кестеде келтірілді:

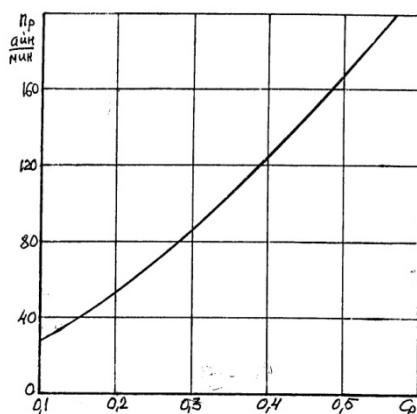
$$\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3; V_1 = 15 \text{ м/с}; C_p = 0,3; D_2 = 0,50 \text{ м.}$$

Кесте 7

Жұмысшы дөңгелектің айналым саны

Z_π	4	6	12	24	36
n_p	263	176	88	44	29

Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың жұмысшы дөңгелегінің айналым санының (n_p) желдің энергиясын пайдалану коэффициентіне (C_p) тәуелділік графигі 6-суретте келтірілді. Жұмысшы дөңгелектің айналым саны қисық сызықтың заңдылықпен өседі. Мұның себебі, желдің энергиясын пайдалану артқан сайын жұмысшы дөңгелекті айналдыратын жел легінің мөлшері өседі.



Сурет 6. Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың жұмысшы дөңгелегінің айналым санының графигі

Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың жұмысшы дөңгелегінің айналым санының (n_p) желқозғалтқышқа кірген желдің жылдамдығына (V_1) тәуелділік графигі 7-суретте көрсетілді. Жұмысшы дөңгелектің айналым саны сызықтың заңдылықпен өседі

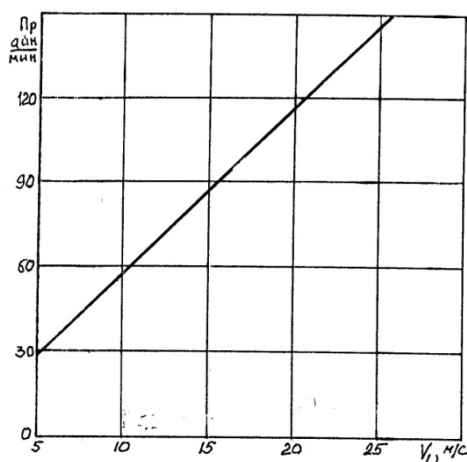
$$n_p = K_4 \cdot V_1 \text{ айн/мин,}$$

мұнда

$$K_4 = \frac{\Delta n_p}{\Delta V_1} = \frac{30}{5} = 6 - \text{сызықтық теңдеудің коэффициенті}$$

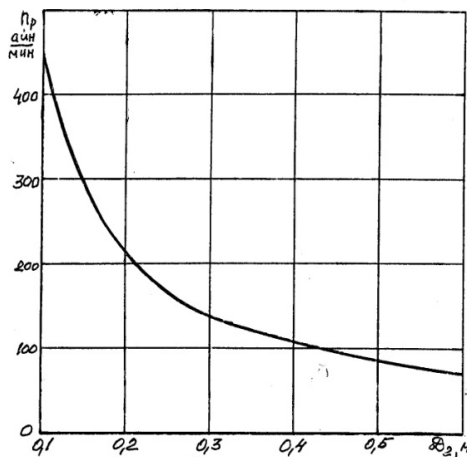
Сонда

$$n_p = 6 \cdot V_1 \text{ айн/мин.} \quad (33)$$



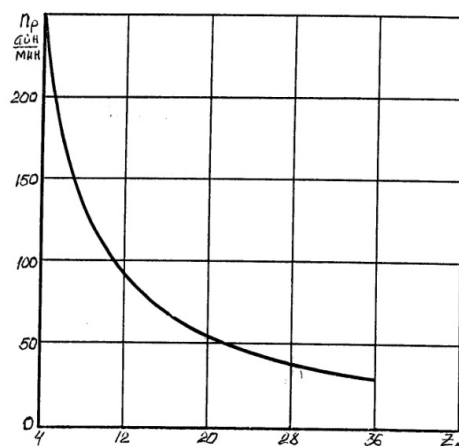
Сурет 7. Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың жұмысшы дөңгелегінің айналым санының графигі

Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың жұмысшы дөңгелегінің айналым санының (n_p) оның диаметріне (D_2) тәуелділік графигі 8-суретте келтірілді. Жұмысшы дөңгелектің айналым саны қисық сызықты заңдылықпен төмендейді.



Сурет 8. Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың жұмысшы дөңгелегінің айналым санының графигі

Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың жұмысшы дөңгелегінің айналым санының (n_p) оның қалақтарының санына (Z_n) тәуелділік графигі 9-суретте келтірілген. Жұмысшы дөңгелектің айналым саны қисық сызықты заңдылықпен төмендейді. Мұның себебі, жұмысшы дөңгелекті айналдыратын жел легінің мөлшері қалақтарға бөлінеді.



Сурет 9. Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқыштың жұмысшы дөңгелегінің айналым санының графигі

Радиальды желдеткіштің ерекшелігі желдің кіруі және шығуы өзара перпендикуляр орналасқан құбырлармен жүреді. Кірген жел жұмысшы дөңгелектің ішінен өтеді.

Радиальды желдеткішті желқозғалтқыш сапасында пайдалану үшін желді кері бағытта жіберу керек, сонда тіке бағытпен салыстырғанда жел легінің жүру траекториясы тиімді болады.

Радиальды желдеткішке желді тіке бағытта жіберсе, кірген жел жұмысшы дөңгелектің қуысына өту үшін бағытын 90° өзгерту керек, сондықтан тежеліп, қуатын жоғалтады және кіретін желге тосқауыл жасайды.

Радиальды желдеткішке желді кері бағытта жібергенде, жел легі жұмысшы дөңгелектің қуысына оның жел келетін жақтағы бұрышы 160° секторының бойында өтеді, ары қарай корпустың қуысын қуаламайды.

Жұмысшы дөңгелектің қуысына кірген жел легін оның қалақтары екіге бөледі, бір бөлігі қалақтарға күш түсіру арқылы жұмысшы дөңгелекті айналдырады, ал екінші бөлігі жұмысшы дөңгелектің қуысынан тіке өтіп, оның орталық құбыры арқылы сыртқа шығады.

Жұмысшы дөңгелекке өтетін жел легінің қуаты желқозғалтқыштың қуаты болады, ол жел энергиясын пайдалану коэффициентіне тәуелді.

Радиальды желдеткіштер түрлерінің жел энергиясын пайдалану коэффициенті тәжірибе жүзінде анықталады.

Желқозғалтқыш сапасында жұмысшы дөңгелегінің диаметрі 500 мм үлкен радиальды желдеткішті пайдалануға болады. Радиальды желдеткіштен құрылған желқозғалтқышқа жіберілетін желдің жылдамдығы 15 м/с кем болмау керек.

Жұмысшы дөңгелегінің диаметрі үлкен және қалақтары көп радиальды желдеткіштер жай жүрісті желқозғалтқыш құрады. Радиальды желдеткіштен кіші қуатты желқозғалтқыш құруға болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Патент ВУ4952 U2008 712730 [?].
2. Қойайдаров, Б.А. Желдеткіштік желэнергетикалық қондырғы [Мәтін] / Б.А. Қойайдаров, Л.Х. Юсупова // III Үркімбаев оқулары ғылыми-тәжірибелік конференцияның материалдары. – II том. – Тараз: Тараз университеті, 2015. – Б.70-72.

3. Пятибрат, В.П. Упрощенные способы расчета нагнетателей [Текст] / В.П.Пятибрат. – Ухта: УГТУ, 2013. – 22 с.
4. Қойайдаров, Б.А. Желдің қуатын желдөңгелекпен алу [Мәтін] / Б.А. Қойайдаров // Механика және технологиялар. – 2017. – №3. – Б.6-11.
5. Кострюков, В.А. Основы гидравлики и аэродинамика [Текст] / В.А. Кострюков. – М.: Высшая школа, 1975.
6. Фильчаков, П.Ф. Справочник по высшей математике [Текст] / П.Ф. Фильчаков. – Киев: Наукова Думка, 1974.

Материал редакцияға 25.01.18 түсті.

Б.А. Койайдаров, Б.Б. Жумагулов

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

РАСЧЕТ ВЕТРОДВИГАТЕЛЯ, ВЫПОЛНЕННОГО ИЗ РАДИАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

Рассмотрены вопросы возможного использования радиального вентилятора в качестве ветродвигателя.

Ключевые слова: вентилятор, ветродвигатель, рабочее колесо, ветер, лопасть, труба, мощность.

В.А. Koyaydarov, В.В. Zhumagulov

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

CALCULATION OF THE WIND TURBINE, IMPLEMENTED FROM THE RADIAL FAN

The questions of the possible use of a radial fan as a wind turbine are considered.

Keywords: fan, wind turbine, impeller, wind, turbine blade, pipe, power.

УДК 517.938

Н.А. Абиев¹, Д.Б. Кайрлиева²

¹Канд. физ.-мат. наук., доцент, ²Магистрант

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, Тараз, Казахстан

КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ БИФУРКАЦИЙ СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫХ УРАВНЕНИЙ

Изучение бифуркаций векторных полей является одной из важных задач теории динамических систем. Работа посвящена вопросам компьютерной интерпретации качественного поведения решений системы сингулярно возмущенных нелинейных автономных дифференциальных уравнений, полученных из осциллятора Ван дер Поля. Такая система имеет единственную особую точку, которая является гиперболической. Более того, эта точка может быть только либо узлом, либо фокусом. Цель работы – подтвердить такие известные результаты на компьютере.

Ключевые слова: сингулярно возмущенная система, особая точка, бифуркация.

Введение. Дана система дифференциальных уравнений

$$\frac{d\bar{x}(t)}{dt} = f(\bar{x}, \bar{a}), \quad (1)$$

зависящая от параметра $\bar{a} := (a_1, \dots, a_n) \in R^n$, где $\bar{x} := (x_1, \dots, x_n) \in R^n$.

Точка $\bar{x}^0 = \bar{x}^0(\bar{a})$, удовлетворяющая условию $f(\bar{x}^0, \bar{a}) = 0$ называется *особой точкой (singular point)* [2, 3].

Ясно, что точки $\bar{x}^0 = \bar{x}^0(\bar{a})$, удовлетворяющие условию $f(\bar{x}, \bar{a}) = 0$ зависят от значения вектора \bar{a} . По определению, когда тип особой точки $\bar{x}^0 = \bar{x}^0(\bar{a})$ быстро меняется в точке \bar{a}^0 , значение $\bar{a} = \bar{a}^0$ называется *бифуркационным значением (bifurcation value)* системы (1).

К тому же, зависимость $\bar{x}^0 = \bar{x}^0(\bar{a})$ может быть не непрерывной. В статье рассматривается следующая сингулярная возмущенная система [1], полученная из уравнения Ван дер Поля:

$$\frac{dx_1}{dt} = f = \alpha \left(x_1 + x_2 - \frac{x_1^3}{3} \right), \quad (2)$$

$$\frac{dx_2}{dt} = g = -\frac{x_1}{\alpha},$$

где α – вещественный числовой параметр. Также исследуются бифуркации системы (2) зависящие от параметра α .

Матрица $J = J(x_1^0, x_2^0) = \begin{pmatrix} f_{x_1} & f_{x_2} \\ g_{x_1} & g_{x_2} \end{pmatrix} \Big|_{(x_1, x_2) = (x_1^0, x_2^0)}$ называется *матрицей*

Якоби (Jacobian matrix) системы (2) в точке (x_1^0, x_2^0) .

Собственные значения матрицы $J = J(x_1^0, x_2^0)$ можно вычислить по следующей формуле [3]:

$$\lambda_{1,2} = \frac{\rho \pm \sqrt{\sigma}}{2}, \quad (3)$$

где $\sigma := \rho^2 - 4\delta$, число $\delta := \det(J)$ – определитель матрицы J , число $\rho := \text{trace}(J)$ – след матрицы J . Пусть (x_1^0, x_2^0) особая точка системы (2), т.е. $f(x_1^0, x_2^0) = g(x_1^0, x_2^0) = 0$. Остановимся на известных теоретических результатах, касающихся классификации особых точек (см. [2]):

Невырожденная (non degenerate) особая точка ($\lambda_1 \neq 0$, $\lambda_2 \neq 0$). Значит, $\delta = \lambda_1 \lambda_2 \neq 0$. Такая точка может быть либо седловой (saddle), либо узловой (node), либо фокусом (focus), либо центром (center). Если у собственных значений λ_1, λ_2 вещественные части $\text{Re } \lambda_1$, $\text{Re } \lambda_2$ не равны нулю, то точка (x_1^0, x_2^0) называется *гиперболической (hyperbolic) особой точкой* системы (2).

Вырожденная (degenerate) особая точка ($\delta = 0$):

а) Полугиперболическая (*semi-hyperbolic*) особая точка ($\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 \neq 0$). Значит, $J \neq 0$, $\rho = \lambda_1 + \lambda_2 \neq 0$, $\sigma > 0$. Такая точка будет либо седловой, либо узловой, либо седло-узловой.

б) Нильпотентная (*nilpotent*) особая точка ($\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 = 0$, $J \neq 0$). Значит, $\rho = 0$, $\sigma = 0$. Здесь встречаются 13 видов фазовых портретов.

в) Линейная нулевая (*linearly zero*) особая точка ($J = 0$). Здесь $\rho = 0$, $\sigma = 0$. В этом случае, как доказано в работе [4], встречаются 65 видов фазовых портретов.

Основные результаты. В систему аналитических вычислений Maple 17 введем правые части дифференциальной системы (2):

$$> f := \alpha \cdot \left(x_1 + x_2 - \frac{x_1^3}{3} \right); g := -\frac{x_1}{\alpha};$$

$$f := \alpha \left(x_1 + x_2 - \frac{1}{3} x_1^3 \right)$$

$$g := -\frac{x_1}{\alpha}$$

Также, заметим, что система (2) имеет единственную особую точку $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$:

$$> solve(\{f, g\}, \{x_1, x_2\});$$

$$\{x_1 = 0, x_2 = 0\}$$

Теперь найдем матрицу Якоби системы (2):

$$> j_{11} := diff(f, x_1); \quad j_{12} := diff(f, x_2); \quad j_{21} := diff(g, x_1); \quad j_{22} := diff(g, x_2);$$

$$j_{11} := \alpha (-x_1^2 + 1)$$

$$j_{12} := \alpha$$

$$j_{21} := -\frac{1}{\alpha}$$

$$j_{22} := 0$$

$$> J := Matrix([[j_{11}, j_{12}], [j_{21}, j_{22}]])$$

$$J := \begin{bmatrix} \alpha(-x_1^2 + 1) & \alpha \\ -\frac{1}{\alpha} & 0 \end{bmatrix}$$

$$\text{т.е. } J := J(x_1, x_2) = \begin{pmatrix} \alpha(1 - x_1^2) & \alpha \\ -\frac{1}{\alpha} & 0 \end{pmatrix}.$$

Значит, ясно, что собственные значения матрицы Якоби в точке $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ имеют вид:

$$\lambda_1 = \frac{1}{2}\alpha + \frac{1}{2}\sqrt{\alpha^2 - 4},$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{2}\alpha - \frac{1}{2}\sqrt{\alpha^2 - 4},$$

> eig := Eigenvalues(subs(x1 = 0, J))

$$\text{eig} := \begin{bmatrix} \frac{1}{2}\alpha + \frac{1}{2}\sqrt{\alpha^2 - 4} \\ \frac{1}{2}\alpha - \frac{1}{2}\sqrt{\alpha^2 - 4} \end{bmatrix}$$

В случае $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$, $\delta = 1$, $\rho = \alpha$, $\sigma = \alpha^2 - 4$, так как

>

$\delta := \text{Determinant}(\text{subs}(x_1 = 0, J)); \rho := \text{Trace}(\text{subs}(x_1 = 0, J)); \sigma := \rho^2 - 4 \cdot \delta$

$\delta := 1$

$\rho := \alpha$

$\sigma := \alpha^2 - 4$

Тогда, особая точка $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ системы (2) не зависит от параметра α .

Однако, покажем, что тип этой точки зависит от параметра α . Для этого разберем формулу (3).

Так как $\delta = 1 > 0$, особая точка $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ никогда не может быть седловой [3]. К тому же, из условия $\delta = 1 > 0$ заранее заключаем, что особая точка может быть гиперболического типа, т.е. могут иметь место случаи: *узел, фокус и центр*. Теперь рассмотрим эти случаи более подробно.

Случай $\alpha = 0$. В этом случае система (2) не определена. Особая точка типа *центр* согласно теории должна получаться, когда $\rho = 0$. Однако, из того, что $\rho = \alpha$, в системе (2) не может быть центра.

Случай $\alpha \neq 0$, $|\alpha| < 2$. Из условия $\sigma = \alpha^2 - 4 < 0$ заметим, что собственные числа будут комплексными числами. Значит по результатам работы [3] особая точка $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ будет особой точкой типа *фокус*. К тому же, из того, что $\rho = \alpha$, когда $\alpha < 0$, фокус будет устойчивым, а когда $\alpha \geq 0$ не устойчивым. Это можно заметить из рисунков 1 и 2, когда $\alpha = \alpha_0 = -1$. Готовим графическое окно:

> x_min := -1; x_max := 1; y_min := -1; y_max := 1;

x_min := -1

x_max := 1

y_min := -1

y_max := 1

Обозначим через E_1 особую точку $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$. Точку E_1 можно выразить в виде графика:

>

sing_point := plot(Vector([0]), Vector([0]), style=point, symbol=diamond, symbolsize=20,

legend=[E1], color=blue);

sing_point := PLOT(...)

Когда $\alpha = \alpha_0 = -1$ система (2) имеет следующий вид:

$$\alpha_0 := -1$$

$$\alpha_0 := -1$$

>

$$deq := \frac{d}{dt}x_1(t) = \text{subs}(x_1 = x_1(t), x_2 = x_2(t), \text{subs}(\alpha = \alpha_0, f)), \frac{d}{dt}x_2(t) = \text{subs}(x_1 = x_1(t), x_2 = x_2(t), \text{subs}(\alpha = \alpha_0, g)));$$

$$deq := \frac{d}{dt}x_1(t) = -x_1(t) - x_2(t) + \frac{1}{3}x_1(t)^3, \frac{d}{dt}x_2(t) = x_1(t)$$

Полученный таким образом фазовый портрет можно выразить в виде графика:

>

$$d_plot := DEplot([deq], [x_1(t), x_2(t)], t = -20..20, x_1 = x_min..x_max, x_2 = y_min..y_max, axes = framed, linecolor = blue, numpoints = 1500, color = magenta, scaling = constrained);$$

$$d_plot := PLOT(...)$$

Тогда команда

$$\text{display}(d_plot, \text{sing_point}, \text{view} = [x_min..x_max, y_min..y_max]) :$$

выводит в монитор рисунок 1:

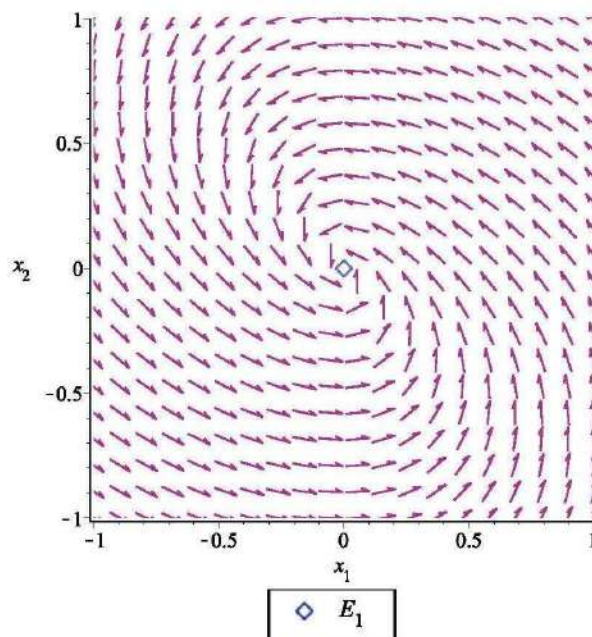


Рис. 1. Фазовый портрет системы (2) при $-2 < \alpha < 0$

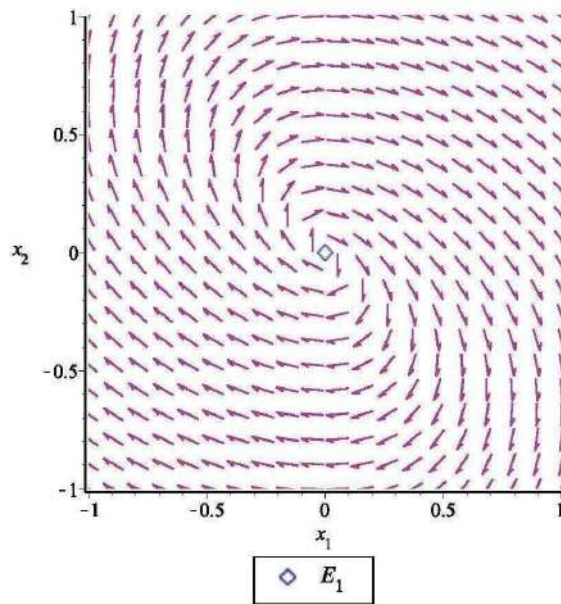


Рис. 2. Фазовый портрет системы (2) при $0 < \alpha < 2$

Случай $|\alpha| \geq 2$. Здесь, из того, что $\sigma = \alpha^2 - 4 \geq 0$, $(x_1^0, x_2^0) = (0,0)$ будет узлом. К тому же, из того, что $\rho = \alpha$, фокус устойчивый, если $\alpha < 0$, а когда $\alpha > 0$, то – неустойчивый. Это можно заметить из рисунков 3 и 4.

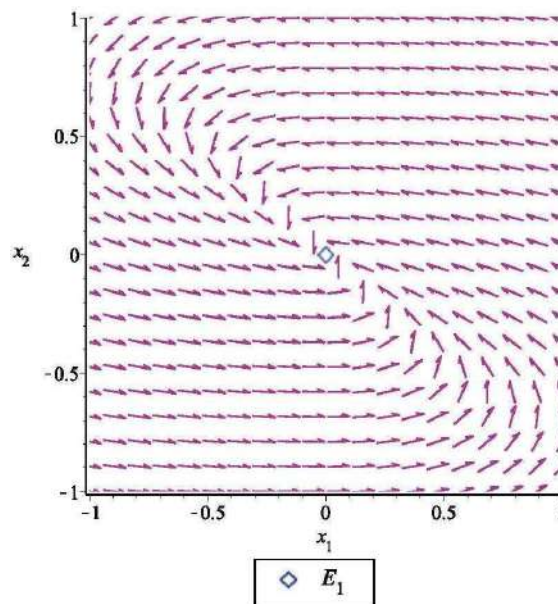
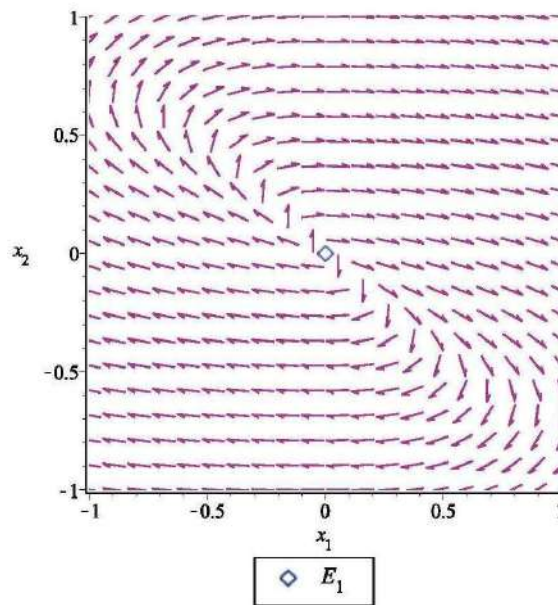


Рис. 3. Фазовый портрет системы (2) при $\alpha \leq -2$

Рис. 4. Фазовый портрет системы (2) при $\alpha \geq 2$

Так как особая точка $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ гиперболического типа, в этой точке имеет место теорема Хартмана-Гробмана, т.е. в произвольной окрестности точки $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ найдется гомеоморфизм, отображающий траектории системы (2) в траектории линейной системы

$$\frac{dx_1}{dt} = \alpha(x_1 + x_2), \quad (4)$$

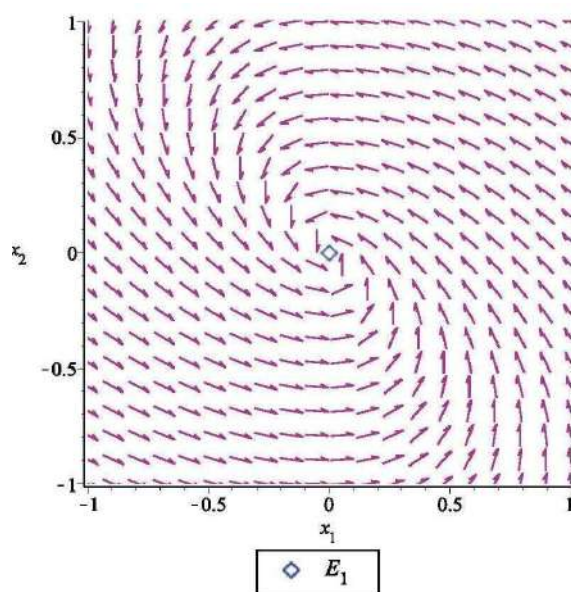
$$\frac{dx_2}{dt} = -\frac{x_1}{\alpha}.$$

Вывод фазового портрета системы (4) осуществляется следующими командами:

```

> alpha := -1
alpha := -1
>
leq := d/dt x1(t) = subs(alpha = alpha_0, alpha * x1(t) + alpha * x2(t)), d/dt x2(t) = subs(alpha = alpha_0, -1/alpha * x1(t));
leq := d/dt x1(t) = -x1(t) - x2(t), d/dt x2(t) = x1(t)
>
d_plot := DEplot([ leq ], [ x1(t), x2(t) ], t=-20 ..20, x1=x_min ..x_max, x2=y_min ..y_max, axes
=framed, linecolor=blue, numpoints=1500, color=magenta, scaling=constrained);
d_plot := PLOT(...)

```

Рис. 5. Фазовый портрет системы (4) когда $-2 < \alpha < 0$

Таким образом, стало ясно, что $\alpha = 0$ и $\alpha = \pm 2$ для системы (2) является бифуркационными значениями. Точнее, особая точка $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ системы (2) является устойчивым узлом, если $\alpha \leq -2$, а когда $-2 < \alpha < 0$, то – устойчивый фокус. Точно также, когда $0 < \alpha < 2$ тип этой точки будет неустойчивым фокусом. Особая точка $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ будет неустойчивым узлом, если $\alpha \geq 2$. Выше доказано, что ни при каких значениях α в системе (2) не будет седловых точек и центров.

Закключаем, что в малой окрестности точки $(x_1^0, x_2^0) = (0, 0)$ нелинейная система (2) и линейная система (4) имеют топологически эквивалентные фазовые портреты. Это можно заметить, сравнивая рисунки 1 и 5, когда $-2 < \alpha < 0$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Berglund, N. Perturbation Theory of Dynamical Systems. Switzerland, Zurich, 2001. Also available at: <https://arxiv.org/abs/math/0111178v1>.
2. Dumortier, F., Llibre, J., Artes, J. Qualitative Theory of Planar Differential Systems. Universitext. Springer-Verlag, Berlin, 2006. 298 p.
3. Perko, L. Differential Equations and Dynamical Systems. Texts in Applied Mathematics, 7. Springer, New York, 2001. 555 p.
4. Jiang, Q., Llibre, J. Qualitative classification of singular points // Qualitative Theory of Dynamical Systems. – 2005. – V.6, – No.1. – P. 87-167.

Материал поступил в редакцию 31.01.18.

Н.А. Абиев, Д.Б. Қайрлиева

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ТЕҢДЕУЛЕР
БИФУРКАЦИЯЛАРЫНЫҢ КОМПЬЮТЕРЛІК
ИНТЕРПРЕТАЦИЯЛАНУЫ**

Динамикалық жүйелер теориясында ерекше нүктелердің бифуркациясын зерттеу маңызды мәселелердің қатарына жатады. Жұмыс Ван дер Поль осцилляторынан алынатын сингулярлы ауытқыған сызықсыз автономды дифференциалдық теңдеулер жүйесі шешімдерінің сапалық жүріс-тұрысын компьютерде интерпретациялау сұрақтарына арналған. Аталған система гиперболалық типтегі жалғыз ерекше нүктеге ие болады. Сонымен бірге, мұндай нүкте тек түйін немесе фокус болуы мүмкін. Жұмыс осындай белгілі нәтижелерді компьютерде растаудың мақсатын көздейді.

Тірек сөздер: сингулярлы ауытқыған жүйе, ерекше нүкте, бифуркация.

N.A. Abiev, D.B. Kairliyeva

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**COMPUTER INTERPRETATION OF BIFURCATIONS
OF SINGULARLY PERTURBED EQUATIONS**

The study of parametric bifurcations of vector fields is an important problem in the theory of dynamical systems. The present work is devoted to the computer interpretation of qualitative behavior of solutions of a system of singularly perturbed nonlinear autonomous differential equations obtained from the Van der Pol oscillator. The system under consideration has a unique singular point which is of the hyperbolic type. Moreover, that point can be either nodes or foci only. The aim of the present work is to confirm these well-known results on computer.

Keywords: singularly perturbed system, singular point, bifurcation.

УДК 517.938

Н.А. Абиев¹, Д.Б. Кайрлиева²

*¹Канд. физ.-мат. наук, доцент, ²Магистрант
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

**КОМПЬЮТЕРНАЯ ОЦЕНКА ТОЛЩИНЫ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ
В СИНГУЛЯРНО ВОЗМУЩЕННЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ
УРАВНЕНИЯХ**

Асимптотический анализ решений сингулярно возмущенных дифференциальных уравнений является одной из актуальных задач в теории и ее приложениях. Настоящая работа посвящена компьютерной оценке толщины пограничного слоя в дифференциальных уравнениях с малым параметром при старших производных. Была разработана Maple программа осуществления асимптотического разложения для модельного уравнения первого порядка. Получена оценка остаточного члена такого разложения. Целью работы является демонстрация преимуществ инструментария Maple.

Ключевые слова: сингулярно возмущенное уравнение, асимптотическое разложение, пограничный слой.

Введение. Пусть даны два уравнения:

$$L_0 u = f_0, \quad (1)$$

$$L_0 u + \varepsilon L_1 u = f_0 + \varepsilon f_1, \quad (2)$$

где L_0, L_1 - операторы, f_0, f_1 - данные функции, $\varepsilon > 0$ - малая величина, u - искомая функция, $x \in D \subseteq R^n$. Задача (2) называется *регулярно возмущенной (regularly perturbed)* [1, 2], если при $\varepsilon \rightarrow 0$ выполняется условие

$$\sup_D \|u_\varepsilon(x) - u_0(x)\| \rightarrow 0. \quad (3)$$

В противном случае эта задача называется *сингулярно возмущенной (singularly perturbed)*. Значит, в регулярно возмущенном случае при $\varepsilon \rightarrow 0$ решение u_ε задачи (2) стремится к решению u задачи (1) в каждой точке области D . Поэтому, если задача (2) сингулярно возмущена, то в какой-то части области D решение u_ε будет отклоняться от решения u .

В статье рассматривается сингулярно возмущенная модельная задача Коши [1]

$$\begin{aligned} \varepsilon \frac{du}{dx} &= -u(x) + x, \quad 0 \leq x \leq 1, \\ u(0) &= 1. \end{aligned} \quad (4)$$

При $\varepsilon = 0$ получается задача

$$0 = -u(x) + x, \quad 0 \leq x \leq 1 \quad (5)$$

Ясно, что последняя задача не удовлетворяет начальному условию задачи (4).

Основные результаты. В систему аналитических вычислений Maple 17 введем данные задачи (4):

```
restart : with(DEtools) : with(plots) : with(plottools) :
```

```
> deq := ε ·  $\frac{d}{dx} u(x) = -u(x) + x$ ; init := u(0) = 1
```

```
deq := ε  $\left( \frac{d}{dx} u(x) \right) = -u(x) + x$ 
```

```
init := u(0) = 1
```

Задача (4) имеет решение $u_\varepsilon(x) = -\varepsilon + x + e^{-x/\varepsilon} (1 + \varepsilon)$:

```
>  $u_\varepsilon := rhs(dsolve(\{deq, init\}))$ 
```

```
 $u_\varepsilon := -\varepsilon + x + e^{-\frac{x}{\varepsilon}} (1 + \varepsilon)$ 
```

Теперь найдем разницу $d_\varepsilon(x) = u_\varepsilon(x) - u(x)$:

$$> d := u_\varepsilon - x;$$

$$d := -\varepsilon + e^{-\frac{x}{\varepsilon}}(1 + \varepsilon)$$

Отсюда выходит, что

$$\sup_{x \in [0,1]} \|d_\varepsilon(x)\| = \sup_{x \in [0,1]} \|u_\varepsilon(x) - u_0(x)\| = \sup_{x \in [0,1]} \|(1 + \varepsilon)e^{-x/\varepsilon} - \varepsilon\| = 1,$$

т.е. задача (4) сингулярно возмущена. Это можно увидеть из рисунка 1. Для этого подготовим графическое окно:

$$> x_min := 0; x_max := 1; y_min := 0; y_max := 1;$$

$$x_min := 0$$

$$x_max := 1$$

$$y_min := 0$$

$$y_max := 1$$

Тогда следующие команды выводят нам рисунок 1:

>

$$d3 := \text{plot}\left(\text{subs}\left(\varepsilon = \frac{1}{2^3}, |d\right), x = 0 \dots x_max, \text{legend} = ["\varepsilon=0.125"], \text{color} = \text{red}, \text{numpoints} = 1500, \text{thickness} = 2\right):$$

>

$$d4 := \text{plot}\left(\text{subs}\left(\varepsilon = \frac{1}{2^4}, |d\right), x = 0 \dots x_max, \text{legend} = ["\varepsilon=0.0625"], \text{color} = \text{green}, \text{numpoints} = 1500, \text{thickness} = 2\right):$$

>

$$d5 := \text{plot}\left(\text{subs}\left(\varepsilon = \frac{1}{2^5}, |d\right), x = 0 \dots x_max, \text{legend} = ["\varepsilon=0.03125"], \text{color} = \text{blue}, \text{numpoints} = 1500, \text{thickness} = 2\right):$$

$$> \text{display}(d3, d4, d5, \text{view} = [x_min \dots x_max, y_min \dots y_max])$$

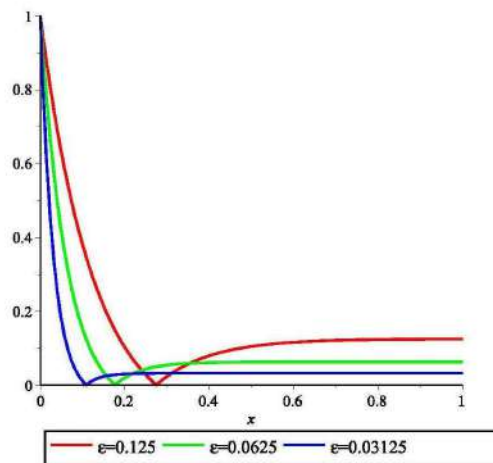


Рис. 1. Графики величины $|d_\varepsilon(x)|$ при разных значениях параметра ε

Отсюда можно заметить такую закономерность: в малой окрестности начального значения $x_0 = 0$ аргумента x разница $d_\varepsilon(x) = u_\varepsilon(x) - u(x)$ будет достаточно большой. Это объясняется поведением величины $e^{-x/\varepsilon}$ при $x \approx \varepsilon$: когда $\varepsilon \rightarrow 0$ стремлению к нулю величины

$$d_\varepsilon(x) = -\varepsilon + e^{-x/\varepsilon}(1 + \varepsilon)$$

будут мешать значения $x \approx 0$. Иначе говоря, в произвольном интервале $0 \leq x \leq \delta$ даже при малых значениях величины ε решение u_ε задачи (4) не будет приближаться к решению u задачи (5). Такой интервал $[0, \delta]$ называется *пограничным слоем*. Теперь приступим к исследованию этого пограничного слоя.

Зададимся таким вопросом: при каких значениях аргумента x число $\sup_{x \in [0,1]} \|d_\varepsilon(x)\| = \sup_{x \in [0,1]} \|u_\varepsilon(x) - u_0(x)\|$ не меньше, чем заданное число $\Delta > 0$?

Более того, нас интересует вопрос, как будет зависеть число $\sup_{x \in [0,1]} \|d_\varepsilon(x)\|$ от величины ε . Обозначая через δ решение уравнения $d_\varepsilon(x) = \Delta$, решаем его:

$$> \delta := \text{solve}(d - \Delta, x)$$

$$\delta := -\ln\left(\frac{\Delta + \varepsilon}{1 + \varepsilon}\right) \varepsilon$$

Выберем следующее значение числа Δ :

$$> \Delta_0 := 0.1$$

$$\Delta_0 := 0.1$$

Пусть для величины ε

$$> \varepsilon_0 := \frac{1}{2^3}$$

$$\varepsilon_0 := \frac{1}{8}$$

Тогда соответствующее значение $\delta = \delta_0$ будет равно следующему:

$$> \delta_0 := \text{evalf}(\text{subs}(\varepsilon = \varepsilon_0, \Delta = \Delta_0, \delta))$$

$$\delta_0 := 0.2011797390$$

Следующие команды выводят в графический редактор решения задач (5), (4) и фазовый портрет задачи (4):

>

```
non_per := plot(x, x=x_min ..x_max, color = "Teal", linestyle = solid, numpoints = 1500, thickness = 1, scaling = constrained)
```

>

```
per := plot(subs(ε = ε_0, u_ε), x=x_min ..x_max, color = blue, linestyle = solid, numpoints = 1500, thickness = 3, legend = ["ε=0.125"], scaling = constrained)
```

```
>
d_plot := DEplot(subs(ε = ε_0, deq), u(x), x=x_min ..x_max, u=y_min ..y_max, [init], linecolor
= blue, numpoints = 1500, thickness = 3, scaling = constrained)
```

Прямая $x = \delta_0$, соответствующая значению δ_0 :

```
>
x_vert := implicitplot([x - δ_0], x=x_min ..x_max, y=y_min ..subs(x = δ_0, ε = ε_0, u_ε), grid = [500,
500], linestyle = solid, color = "SteelBlue")
```

Пусть прямая $x = \delta_0$ пересечет прямую $u = 0$ и графики решений задач (5), (4) в точках P, Q, R . Тогда точки P, Q, R находятся следующим образом:

```
>
P := plot(Vector([δ_0]), Vector([0]), style = point, symbol = asterisk, symbolsize = 20, legend
= ["P"], color = blue)
```

```
>
Q := plot(Vector([δ_0]), Vector([δ_0]), style = point, symbol = diamond, symbolsize = 20, legend
= ["Q"], color = blue)
```

```
>
R := plot(Vector([δ_0]), Vector([subs(x = δ_0, ε = ε_0, u_ε)]), style = point, symbol = circle,
symbolsize = 20, legend = ["R"], color = blue)
```

В конце команда

```
>
display(non_per, per, d_plot, x_vert, P, Q, R, view = [x_min ..x_max, y_min ..y_max])
```

Выводит в монитор рисунок 2:

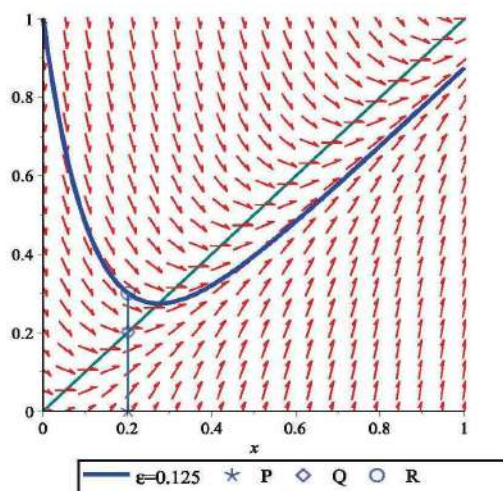


Рис. 2. Фазовый портрет при $\varepsilon = 0.125$ уравнения (4)

Значит, при $\varepsilon = \frac{1}{2^3}$ в интервале $0 \leq x \leq \delta = 0.2011797390$ (пограничный слой) расстояние между решениями u_ε задачи (4) и u задачи (5) будет не меньше числа $\Delta = 0.1$:

$$\sup_{x \in [0,1]} \|d_\varepsilon(x)\| \geq \Delta.$$

При $\varepsilon = \frac{1}{2^4}$ и $\varepsilon = \frac{1}{2^5}$ полученные результаты изображены на рисунках 3 и 4.

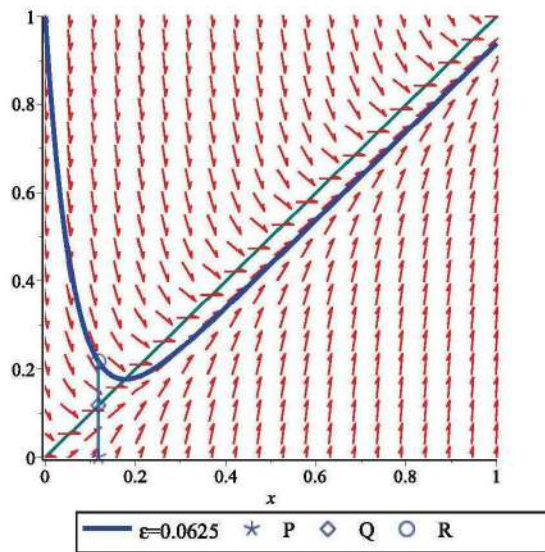


Рис. 3. Фазовый портрет при $\varepsilon = 0.0625$ уравнения (4)

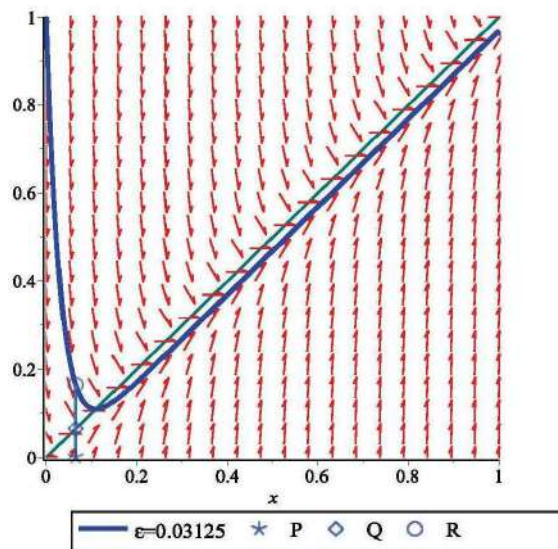


Рис. 4. Фазовый портрет при $\varepsilon = 0.03125$ уравнения (4)

Вывод такой, что при $\varepsilon = \frac{1}{2^4}$ пограничный слой, определенный условием $\sup_{x \in [0,1]} \|d_\varepsilon(x)\| \geq \Delta$, описывается числом $\delta = 0.1173563687$, а при $\varepsilon = \frac{1}{2^5}$ числом $\delta = 0.06441946988$. Отсюда можно заметить, что при уменьшении ε , толщина пограничного слоя $\delta = \delta(\varepsilon)$ также уменьшается. Это подтверждает следующую теоретическую гипотезу

$$\delta(\varepsilon) = -\varepsilon \ln\left(\frac{\Delta + \varepsilon}{1 + \varepsilon}\right) = -\ln(\Delta)\varepsilon + O(\varepsilon^2) \rightarrow 0.$$

При $\Delta = \Delta_0 = \text{const}$ и $\varepsilon \rightarrow 0$.

Действительно

$$\begin{aligned} &> \text{series}(\delta, \varepsilon, 2) \\ &-\ln(\Delta)\varepsilon + O(\varepsilon^2) \end{aligned}$$

Теперь будем искать решение задачи (4) разложением в асимптотический ряд. Для этого формальный ряд

$$u(x, \varepsilon) = \sum_{n=0}^{\infty} \varepsilon^n u_n(x) \quad (6)$$

подставим в уравнение (4), приравняем соответствующие члены при ε^k в обеих частях уравнения:

$$\begin{aligned} &> \\ G &:= \text{collect}\left(\varepsilon \cdot \frac{d}{dx}\left(u_0(x) + \varepsilon \cdot u_1(x) + \varepsilon^2 \cdot u_2(x) + \varepsilon^3 \cdot u_3(x) + \varepsilon^4 \cdot u_4(x)\right) + \frac{\left(u_0(x) + \varepsilon \cdot u_1(x) + \varepsilon^2 \cdot u_2(x) + \varepsilon^3 \cdot u_3(x) + \varepsilon^4 \cdot u_4(x)\right)}{1} - x, \varepsilon\right); \\ G &:= \left(\frac{d}{dx} u_4(x)\right) \varepsilon^5 + \left(\frac{d}{dx} u_3(x) + u_4(x)\right) \varepsilon^4 + \left(u_3(x) + \frac{d}{dx} u_2(x)\right) \varepsilon^3 + \left(u_2(x) + \frac{d}{dx} u_1(x)\right) \varepsilon^2 + \left(\frac{d}{dx} u_0(x) + u_1(x)\right) \varepsilon + u_0(x) - x \end{aligned}$$

Отсюда

$$\begin{aligned} &> u_0 := x \\ &u_0 := x \\ &> u_1 := -\frac{d}{dx} u_0 \\ &u_1 := -1 \\ &> u_2 := -\frac{d}{dx} u_1 \\ &u_2 := 0 \end{aligned}$$

Ясно, что остальные члены равны нулю. Значит, находим остаточный член $\xi(x, \varepsilon) = u_\varepsilon(x) - u(x, \varepsilon)$ асимптотического разложения:

$$> \xi := u_\varepsilon - (u_0 + \varepsilon \cdot u_1 + \varepsilon^2 \cdot u_2);$$

$$\xi := e^{-\frac{x}{\varepsilon}} (1 + \varepsilon)$$

С помощью следующих команд при значениях $\varepsilon = \frac{1}{2^3}$, $\varepsilon = \frac{1}{2^4}$, $\varepsilon = \frac{1}{2^5}$ получаются графики остаточного члена $\xi(x, \varepsilon)$ (см. рис. 5):

```
>
as3 := plot( subs( ε = 1/2^3, ξ ), x = 0 .. x_max, legend = ["ε=0.125"], color = red, numpoints
= 1500, thickness = 2 ):
>
as4 := plot( subs( ε = 1/2^4, ξ ), x = 0 .. x_max, legend = ["ε=0.0625"], color = green, numpoints
= 1500, thickness = 2 ):
>
as5 := plot( subs( ε = 1/2^5, ξ ), x = 0 .. x_max, legend = ["ε=0.03125"], color = blue, numpoints
= 1500, thickness = 2 ):
> display(as3, as4, as5, view = [x_min .. x_max, y_min .. y_max])
```

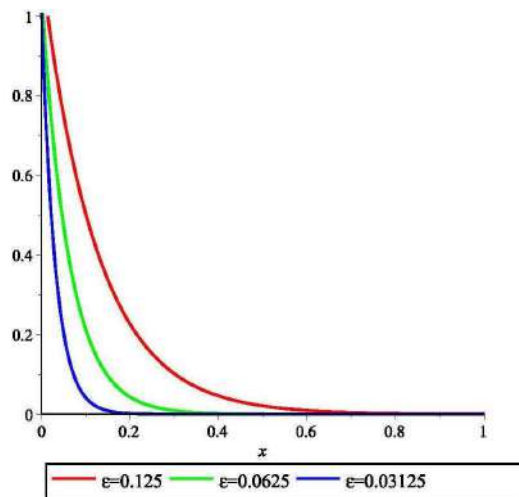


Рис. 5. Остаточный член $\xi(x, \varepsilon)$ асимптотического разложения (6) решения уравнения (4)

Ясно, что функция $\xi(x, \varepsilon) = e^{-x/\varepsilon}(1 + \varepsilon)$ при $x > \delta$ и $\varepsilon \rightarrow 0$ стремится к нулю равномерно. Однако, в пограничном слое $0 \leq x \leq \delta$ при $\varepsilon \rightarrow 0$ не имеет места $\xi(x, \varepsilon) \rightarrow 0$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Berglund, N. Perturbation Theory of Dynamical Systems. Switzerland, Zurich, 2001. Also available at: <https://arxiv.org/abs/math/0111178v1>.
2. Васильева, А.Б. Асимптотические методы в теории сингулярных возмущений [Текст] / А.Б. Васильева, В.Ф. Бутузов. – М.: Высшая школа, 1990. – 208 с.

Материал поступил в редакцию 31.01.18.

Н.А. Абиев, Д.Б. Қайрлиева

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

СИНГУЛЯРЛЫ АУЫТҚЫҒАН ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕНДЕУЛЕРДЕГІ ШЕКАРАЛЫҚ ҚАБАТТЫҢ ҚАЛЫҢДЫҒЫН КОМПЬЮТЕРДЕ БАҒАЛАУ

Сингулярлы ауытқыған дифференциалдық тендеулердің асимптотикалық талдануы теория мен оның қолданыс салаларының маңызды мәселелерінің бірі болып табылады. Бұл жұмыс жоғары туындылары аз параметрлі дифференциалдық тендеулердегі шекаралық қабаттың қалыңдығын компьютерде шамалау сұрақтарына арналған. Бірінші ретті модельдік тендеудің асимптотикалық жіктеуін іске асыратын Maple бағдарламасы әзірленген, осындай жіктеудің қалдығы бағаланған. Жұмыс Maple бағдарламасының артықшылығын көрсету мақсатын көздейді.

Тірек сөздер: сингулярлы ауытқыған жүйе, асимптотикалық жіктеу.

N.A. Abiev, D.B. Kairliyeva

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

COMPUTER ESTIMATIONS OF THICKNESS OF BOUNDARY LAYER IN SINGULARLY PERTURBED DIFFERENTIAL EQUATIONS

Asymptotical analysis of solutions of singularly perturbed differential equations is one of important problems of the theory and its applications. The present work is devoted to the computer estimation of thickness of boundary layer in differential equations with a small parameter at high derivatives. Maple program for asymptotic expansion was prepared for a model equation of first order. An estimation of a residual term of such expansion was obtained. The aim of the present work is to demonstrate advantages of Maple tools.

Keywords: singularly perturbed equation, asymptotic expansion, boundary layer.

УДК 621.869

Б.Т. Сазамбаева¹, М. Маханов²

*¹Д-р техн. наук, профессор, ¹Канд. техн. наук, профессор
Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан
Электронная почта: ¹a.sazambaeva_1@mail.ru, ²m.mahanoff@yandex.ru*

РАСЧЕТ ЛЕНТОЧНЫХ ТРУБЧАТЫХ КОНВЕЙЕРОВ

В статье рассматривается ленточный трубчатый конвейер, участок закручивания ленты транспортирующей груз, определение параметров трубчатого ленточного конвейера. Проведен расчет распределенных сил сопротивления движению ленты трубчатого конвейера. Выполнен анализ влияния натяжения ленты на силы сопротивления. Определены силы давления на роликоопоры трубчатого конвейера.

Ключевые слова: трубчатый ленточный конвейер, лента, заворачивание в трубу, роликоопора.

Обзор научно-технической литературы в области трубчатых ленточных конвейеров показал, что отсутствуют какие-либо научно-обоснованные рекомендации по тяговому расчету ленточных трубчатых конвейеров (ЛТК), исследованию устойчивости движения, по выбору конструктивных параметров ЛТК, в частности, таких как целесообразная скорость ленты при заданной производительности, расстояние между роликоопорами и диаметры роликов на грузовой и порожней ветвях, по расчету пусковых и тормозных режимов ЛТК и др. [1].

Результаты исследований, приведенные в данной работе и направленные на решение некоторых из отмеченных выше задач, могли бы стать основой для обоснования основных конструктивных решений при создании конструкций ЛТК.

ЛТК устанавливается на опорные металлические конструкции для прочностного расчета, которые необходимо располагать нагрузками, передаваемыми на них со стороны става конвейера. Одной из существенных составляющих этих нагрузок на криволинейных трассах конвейера является натяжение ленты. Натяжение ленты состоит из статической и динамической составляющей. Известно, что динамическая составляющая натяжения возникает в конвейерной ленте при нестационарных процессах, т.е. при пуске и торможении конвейера, которое длится некоторое время и затем заканчивается. Однако их учет при определении суммарных нагрузок на опорные элементы в конвейере необходим. Кроме того, в теории транспортирующих машин рассматриваются параметры, при которых обеспечивается функциональная работоспособность конвейера. Для нахождения основных закономерностей нагружения ленты предлагается грузовую ветвь конвейера рассматривать как нелинейную систему. Расчетная динамическая система должна удовлетворять двум главным требованиям, во-первых, она должна быть адекватной реальной системе, во-вторых, – должна быть не очень сложной.

Трудности в выборе расчетных положений и сочетаний нагрузок, по которым с большей степенью достоверности можно вести расчет на прочность, определяются также следующими причинами:

- напряжения в элементах тягового органа (ленты) зависят от величины и направления сопротивления движению ленты, от положения роlikоопор вокруг ленты и относительно друг друга;

- основная внешняя нагрузка на тяговый орган – сопротивление движению ленты – погонный вес груза, ленты и роlikоопор, максимальные натяжения в различных контурных точках [3].

Схема ленточного трубчатого конвейера с узлами загрузки, разгрузки, грузовой верхней и нижней ветвями, с поддерживающими ленту в трубообразной форме представлена на рисунке 1.

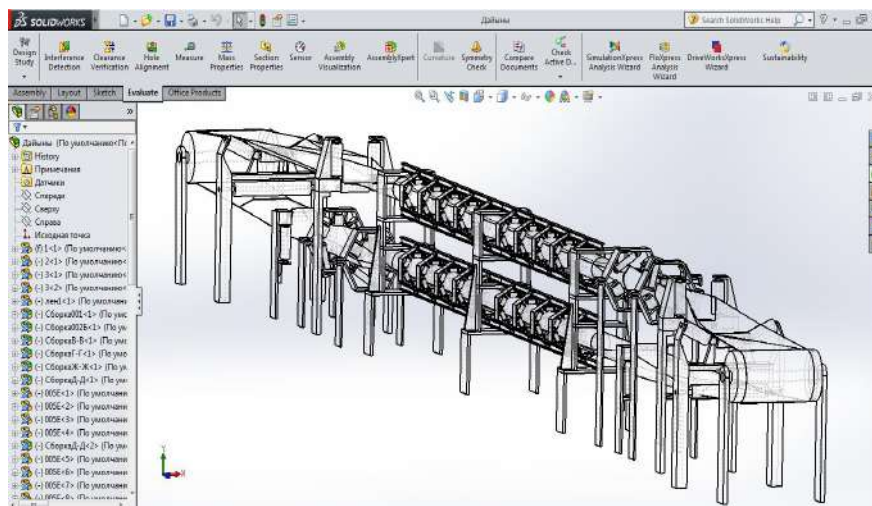


Рис. 1. Схема ленточного трубчатого конвейера в 3D

За основу расчета распределенных сил сопротивления движению ленты трубчатого конвейера принят подход, основанный на изучении силы сопротивления на единичной роlikоопоре с последующим интегрированием этой силы по длине конвейера [2].

Сила сопротивления движению на единичной опоре F состоит из трех составляющих: силы сопротивления от вращения роlikов $F_{вр}$, силы сопротивления движению от вдавливания роlikов в нижнюю обкладку ленты $F_{вд}$ и силы сопротивления от деформирования груза и ленты $F_{деф}$, т.е.

$$F = F_{вр} + F_{вд} + F_{деф}. \quad (1)$$

Выражение для силы сопротивления от вращения шести роlikов современной конструкции на грузовой ветви получено в виде

$$F_{вр} = \frac{1,9}{D_{р2}} (1 + 0,2v_{л}) \psi(\xi), \quad (2)$$

где $D_{р2}$ – диаметр ролика грузовой ветви, м; $\psi(\xi)$ – коэффициент, учитывающий зависимость свойств применяемого смазочного материала от температуры θ .

Суммарная сила сопротивления движению от вдавливания шести роlikов грузовой ветви в нижнюю обкладку ленты записана в виде

$$F_{\delta\theta} = \varphi(\xi) f(\delta_c) \sqrt[3]{\frac{\Delta_n}{E_n D_{pc}}} \cdot 2,73 B_n^{-0,4} [(q_z + q_n)l'_p]^{1,23}, \quad (3)$$

где Δ_n, E_n – толщина и модуль упругости нижней обкладки ленты, $\varphi(\xi)$ – коэффициент, учитывающий зависимость модуля упругости резины от температуры; $f(\delta_c)$ – коэффициент, учитывающий реологические свойства ленты.

$$F_{\delta\theta} \approx 2,2 \cdot 10^{-10} [(q_z + q_n)l'_p]^{2,6} \left[1 + 4,37 \frac{(q_z + q_n)l'_p}{S} \right] \cdot (1 + 0,17 v_n^2). \quad (4)$$

Соответственно для порожней ветви ЛТК (при наличии на конвейере устройства для поворота ленты)

$$F_{\theta} = 11,5 \varphi(\theta) f(\delta_c) \sqrt[3]{\frac{\Delta_n}{E_n D_{pn}^2}} \cdot (q_n l''_p) B_n^{-1/3}, \quad (5)$$

где D_{pn} – диаметр роликов порожней ветви, м.

Опорная роlikоопора ЛТК состоит из шести роликов, образуя кольцо. На подшипник роликов действуют нагрузки от давления транспортируемого грунта, веса вращающихся частей роликов, веса ленты и ее изгиба на роlikоопоре. Давление от груза по поперечному сечению распределено следующим образом [1]

$$P^1(\varphi, \alpha) = R \cdot \rho q \int C(\alpha) d\alpha, \quad (6)$$

где: $C(\alpha) = (\cos 2\varphi + \cos \alpha) \cdot (\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha / m)$ – для пассивного давления; $C(\alpha) = (\cos 2\varphi + \cos \alpha) (\cos^2 \alpha + m \sin^2 \alpha)$ – для активного давления; φ – угол, характеризующий степень заполнения поперечного сечения ленты; m – степень подвижности груза; α – текущий угол наклона рассматриваемой площадки к трубообразной ленте.

Каждое давление действует на половине пролета l_p , поэтому удельное давление распределенной нагрузки равно

$$P_{\text{пас}}(\alpha) = P^1_{\text{пас}} l_p / 2 = 1/2 R q l_p \int C_{\text{пас}}(\alpha) d\alpha; \quad (7)$$

$$P_{\text{акт}}(\alpha) = P^1_{\text{акт}} l_p / 2 = 1/2 R q l_p \int C_{\text{акт}}(\alpha) d\alpha, \quad (8)$$

Тогда суммарное уравнение нагрузки

$$\Sigma(\alpha) = P_{\text{пас}}(\alpha) + P_{\text{акт}}(\alpha) = 1/2 R q l_p \int (C_{\text{пас}}(\alpha) + C_{\text{акт}}(\alpha)) d\alpha, \quad (9)$$

И эквивалентная сосредоточенная нагрузка действует на ролик от груза в пределах угла $\Delta\alpha$, что на участке ленты по ширине $\Delta B = R \Delta\alpha$ (рис. 1), на нижний ролик действует сила

$$P_{p1} = 2\pi/6 R^2 \rho q l_p^1 \int_0^{\pi/6} (C_{\text{пас}}(\alpha) + C_{\text{акт}}(\alpha)) d\alpha = 2 \frac{\pi}{6} * R^2 \rho g \frac{l_p^1}{2}$$

На боковые нижние ролики действуют нагрузки

$$P_{p2} = P_{p6} = \pi/3 R^2 \rho q l_p^1 / 2 \int_{\pi/6}^{\pi/2} (C_{\text{пас}}(\alpha) + C_{\text{акт}}(\alpha)) d\alpha, \quad (10)$$

$$P_{p3}=P_{p5}=\pi/3R^2\rho q|_{p/2}^{\pi/2} [C_{\text{пас}}(\alpha)+C_{\text{акт}}(\alpha)d\alpha \quad (11)$$

В работе выполнен анализ влияния натяжения ленты S на силу сопротивления $U_{\text{деф}}$, который показал, что для конвейеров производительностью свыше 500 т/ч натяжение ленты $S = 50 \div 70$ кН. На графике показаны следующие силы давления на роликоопоры (рис. 2).

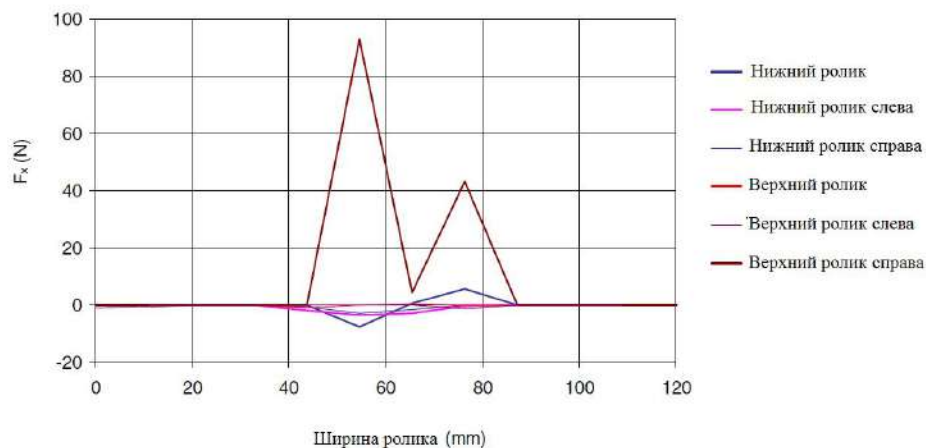


Рис. 2. Зависимость силы давления на роликоопоры от площади контакта

График показывает силы на первом направляющем ролике, на котором лента уже свернута в трубу. В процессе работы, эта роликоопора подвержена максимальной нагрузке, так как лента, которая на него опирается, плоская с одной стороны, затем сворачивается в трубу. Поэтому самые большие силы сопротивления движению ленты присутствуют на роликоопоре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дмитриев, В.Г. Методика тягового расчета ленточного трубчатого конвейера [Текст] / В.Г. Дмитриев, Н.В. Сергеева. – М.: МГТУ, 2011. – 228 с.
2. Сазамбаева, Б.Т. К вопросу моделирования ленточных трубчатых конвейеров [Текст] / Б.Т. Сазамбаева, Г.И. Куанышев // Вестник КазНУ. – 2017. – №1.
3. Сазамбаева, Б.Т. К вопросу исследования трубчатых ленточных конвейеров для транспортирования экологически вредных грузов [Текст] / Б.Т. Сазамбаева, Г.И. Куанышев, Г.И. Хадеев, М.А. Жуманов // Материалы XI международной научно-практической конференции SCIENCE WITHOUT BORDERS-2015, Technical sciences. Sheffield, England S1 4LR, 2015. – Vol.23. p.60-66.

Материал поступил в редакцию 07.03.18.

Б.Т. Сазамбаева, М. Маханов

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

ЛЕНТАЛЫ ҚҰБЫР ТӘРІЗДЕС КОНВЕЙЕРЛЕРДІ ЕСЕПТЕУ

Мақалада құбыр тәріздес конвейер, тасымалдайтын жүктің айналмалы таспасының учаскесі, құбыр тәріздес таспалы конвейердің параметрлерін анықтау қарастырылған. Құбыр тәріздес таспаның қозғалысына кедергіге бөлінетін күштер есептелген. Кедергі күштеріне таспаның тартылу әсері талданған. Құбыр тәріздес конвейердің роликті тіреуішіне түсетін қысым күші анықталған.

Тірек сөздер: құбырлы таспалы конвейер, таспа, құбырдағы орау, роликті мойынтірек.

B.T. Sazambayeva, M. Makhanov

Eurasia National University named after L.N. Gumilev, Astana, Kazakhstan

CALCULATION OF BAND TAPE CONVEYORS

The paper considers a belt-shaped conveyor belt, a twisting section of a conveyor belt, the parameters of a tubular conveyor belt. The calculation of the distributed forces of resistance to the movement of the belt of a tubular conveyor is carried out. The influence of tape tension on the resistance forces is analyzed. The pressure forces on the roller bearings of the tubular conveyor are determined.

Keywords: tubular conveyor belt, tape, wrapping in pipe, roller bearing.

Технологии продовольственных продуктов

УДК 664.7 : 664.66: 664:68

Н.А. Горбатовская¹, А.С. Дильдабаева²

*¹Канд. техн. наук, профессор, ²Магистрант,
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
Электронная почта: ¹gna.06@mail.ru*

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕСТОВЕДЕНИЯ С УЧЕТОМ ГАЗООБРАЗУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МУКИ

Представлены данные, позволяющие установить оптимальные режимы брожения теста и его расстойки по показателям прибора, определяющего газообразующую способность муки – важного технологического показателя. Проанализированы исследования по определению газообразующей способности муки пяти торговых марок.

Полученные данные позволяют рекомендовать к внедрению в лаборатории хлебопекарных предприятий прибор реофементометр F3, который без значительных погрешностей может установить продолжительность созревания теста, окончательной расстойки и брожения для конкретного вида муки, от которых зависит ход технологического процесса, интенсивность брожения, накопление и образование веществ, оказывающих влияние на продолжительность выпечки, вкус, запах и окраску хлеба.

Ключевые слова: мука, газообразующая способность муки, созревание, брожение теста, время поднятия теста, пористость, удерживающий объем, оптимизация, хлеб.

В предыдущей статье, мы отметили, что одним из важных факторов приготовления хлеба являются операции брожения и расстойки теста, определяемые показателем газообразующая способность муки [1].

Газообразующая способность муки тесно связана с другими хлебопекарными показателями, как количество и качество клейковины, газодерживающей способностью муки, которая зависят от углеводно-амилазного и белково-протеиназного комплексов.

Целью данного исследования является изучение газообразующей способности муки, на основе которой можно определить продолжительность важных в технологическом процессе операций брожения и расстойки.

Для проведения исследований было взято 5 образцов муки первого сорта различных производителей. Качество муки соответствовало требованиям стандарта на муку первого сорта ГОСТ 52189-2003 Мука пшеничная хлебопекарная по зольности, крупности помола, количеству и качеству клейковины. При этом наиболее высокие значения по количеству важного хлебопекарного показателя установлены для муки «Пионер» и «Патша» – 32 и 34% соответственно.

Методы исследования общеприняты. Эксперименты проведены в аккредитованной испытательной лаборатории «Пищевая инженерия» научно-исследовательской лаборатории инженерного профиля «Наноинженерные методы исследований» им. А.С. Ахметова на современном оборудовании зарубежных производителей, таких как Швеция, Франция, Италия, Польша и Россия.

Газообразующую способность муки определяли по используемому в основном методу Яго-Островского. За показатель газообразующей способности муки принималось общее количество миллилитров углекислого газа, выделившегося за 5 ч брожения теста. При этом, для выполнения более точного анализа фиксировали количество газа, выделившегося после каждого часа брожения, что дало возможность оценить кинематику газообразования [2,3].

Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели газообразующей способности муки по методу Яго-Островского

Образцы муки	Количество выделившегося углекислого газа (мл) в течении 5 часов					
	1	2	3	4	5	Итого
Пионер	1060	1530	1615	1690	1750	1750
	1060	(+470)	(+85)	(+75)	(+60)	
Патша	770	970	1120	1240	1380	1380
	770	(+200)	(+150)	(+120)	(+140)	
Role	1150	1550	1700	-	-	1700
	1150	(+)	(+)			
Алтын Дэн	1100	1530	1640	1690	1700	1700
	1100	(+430)	(+110)	(+50)	(+10)	
Корона	1340	1810	-	-	-	1810
	1340	(+470)				

Второй способ определения газообразующей и газодерживающей способности муки устанавливали, используя прибор Реоферментометр F3 фирмы Chorin (Франция), который соответствует стандартам, и служит для анализа процессов, протекающих в образце теста, помещенном в специальную емкость прибора. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2

Показатели газообразующей и газодерживающей способности муки пшеничной 1 сорта различных торговых марок на Реоферментометр F3

Наименование показателей	Мука пшеничная хлебопекарная 1 сорта торговых марок				
	Пионер	Патша	Rola	Алтын Дэн	Корона
1	2	3	4	5	6
Время, за которое поднятие теста достигает максимума, мин	70	82	69	88	61
Максимальное значение газовыделения, мм	50,9	41,9	46,4	38,4	49,0
Максимальная высота теста под нагрузкой, мм	31,6	34,6	38,8	34,1	34,4

Продолжение табл. 2

1	2	3	4	5	6
Высота поднятия теста в конце проведения анализа, мм	31,6	34,1	38,8	33,7	34,4
Газообразующая способность муки, мл	1076	883	1034	743	1032
Газоудерживающая способность (объем выделившегося CO ₂), мм	145	86	187	71	173
Удерживающий объем, мл	931	798	847	672	859
Коэффициент удержания газа, %	86,5	90,3	81,9	90,4	83,2

Как видно из данных таблиц 1 и 2 наиболее полную картину процесса газообразования и газоудерживания, а также других показателей, как время, за которое поднятие теста достигает максимума, максимальное значение газовыделения, высота поднятия теста в конце проведения анализа, удерживающий объем, коэффициент удержания газа, которые могут в определенной степени оценить хлебопекарные свойства каждого вида муки и оптимизировать процессы брожения теста, расстойки и выпечки хлеба, что рационально скажется на процессе приготовления хлеба и хлебобулочных изделий в целом.

Метод Яго-Островского не дает полной оценки хлебопекарных достоинств муки, так как необходимо дополнительно проводить анализы по газоудерживающей способности теста, формоустойчивости, требующие дополнительного времени, навыка лаборанта.

Используя данные таблиц 1 и 2, провели пробную выпечку хлеба по показателям газообразующей и газоудерживающей способности муки: стандартным методом, методом Яго-Островского, прибором Реоферментометр F3.

Количество муки (400 г), температуру муки (18±2°C), температуру воды (38-40°C), количество дрожжей (4 г), соли (6 г), массу кусков теста (330 г) принимали для всех образцов муки одинаково. В результате эксперимента установили для каждого образца муки конкретные показатели продолжительности брожения, расстойки и выпечки, которые представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты выпечки хлеба по показателям газообразующей и газоудерживающей способности муки, полученной разными способами

Образец муки	Выпечка хлеба по показателям газообразующей способности	Наименование параметров и показатели				
		количество воды, мл	продолжительность, мин			масса хлеба, г
			брожения	расстойки	выпечки	
1	2	3	4	5	6	7
Пионер	Стандартный метод выпечки	277	150	60	30	280
	Метод Яго-Островского	277	60	30	30	293
	Прибор Реоферментометр F3	277	70	30	30	290

Продолжение табл. 3

1	2	3	4	5	6	7
Патша	Стандартный метод выпечки	266	150	60	30	286
	Метод Яго-Островского	266	60	30	30	292
	Прибор Реоферментометр F3	266	82	30	30	278
Rola	Стандартный метод выпечки	276	150	60	30	279
	Метод Яго-Островского	276	60	30	30	284
	Прибор Реоферментометр F3	276	69	30	30	287
Алтын Дэн	Стандартный метод выпечки	255	150	60	30	279
	Метод Яго-Островского	255	60	30	30	285
	Прибор Реоферментометр F3	255	60	30	30	285
Корона	Стандартный метод выпечки	258	150	60	30	280
	Метод Яго-Островского	258	60	30	30	297
	Прибор Реоферментометр F3	258	60	30	30	297

Из данных таблицы видно, что время брожения различно для всех образцов муки. Время определяемого в стандартной методике выпечки хлеба практически в 2-2,2 раза выше. Время по методу Яго-Островского и на приборе Реоферментометр F3 более близки по значениям, однако различны для каждого образца муки.

Качество хлеба, выпечка которого осуществлялась по оптимальным показателям газообразующей способности, полученных разными методами и способами определения, имеет отличительные особенности (табл. 4), в частности по объему и пористости, что важно для оценки качества хлеба. Качество хлеба, выпеченного по данным прибора Реоферментометр F3 более высокие по сравнению с показателями газообразующей способности, определяемые другими способами, что подчеркивает точность определения и многосторонность.

Таблица 4

Показатели качества хлеба

Образец муки	Выпечка хлеба по показателям газообразующей способности	Наименование параметров и показатели			
		объем хлеба, мл	кислотность, град		пористость, %
			начальная	конечная	
1	2	3	4	5	6
Пионер	Стандартный метод выпечки	799,5	4,4	4,6	74
	Метод Яго-Островского	809,7	4,0	4,4	75
	Прибор Реоферментометр F3	846,7	4,0	4,2	75

Продолжение табл. 4

1	2	3	4	5	6
Патша	Стандартный метод выпечки	748,6	4,0	4,2	69
	Метод Яго-Островского	770,1	4,0	4,2	74
	Прибор Реоферментометр F3	859,0	4,0	4,2	76
Рола	Стандартный метод выпечки	823,0	4,2	4,4	72
	Метод Яго-Островского	835,6	3,0	4,0	73
	Прибор Реоферментометр F3	873,9	3,0	4,0	73
Алтын Дән	Стандартный метод выпечки	626,2	4,0	4,4	65
	Метод Яго-Островского	775,5	4,0	4,2	73
	Прибор Реоферментометр F3	779,9	4,0	4,2	73
Корона	Стандартный метод выпечки	646,5	4,2	4,4	68
	Метод Яго-Островского	664,1	4,0	4,2	73
	Прибор Реоферментометр F3	698,2	4,0	4,2	75

Следовательно технолог хлебозавода может точно определить время брожения и расстойки теста для каждой партии муки, поступающей на хлебозавод, что позволит оптимизировать процесс тестоведения с помощью прибора Реоферментометра F3 и получить хлеб заданного качества.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбатовская, Н.А. Газообразующая способность муки – важный технологический показатель [Текст] / Н.А. Горбатовская, А.С. Дильдабаева, Е.Н. Шоя, Ш.Д. Умирбаева // Механика и технологии. – 2017. – №3. – С.59-65.
2. Ауэрман, Л.Я. Технология хлебопекарного производства [Текст] / Л.Я. Ауэрман. – М.: Пищевая промышленность, 1972. – 512 с.
3. Шепелев, А.Ф. Товароведение и экспертиза продовольственных товаров [Текст]: учеб. пособие / А.Ф. Шепелев, И.А. Печенежская. – М., 2004. – 992 с.

Материал поступил в редакцию 27.03.18

Н.А. Горбатовская, А.С. Дильдабаева

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**ҰННЫҢ ГАЗ ТҮЗУ ҚАБІЛЕТІН ЕСКЕРЕ ОТЫРЫП ҚАМЫР
ДАЙЫНДАУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҮРДІСТЕРІН
ОҢТАЙЛАНДЫРУ**

Ұнның маңызды технологиялық көрсеткіші – газ түзу қабілетін анықтайтын құралдың көмегімен қамырдың ашуы мен жетілуінің оңтайлы режимдерін анықтауға болатын мәліметтер келтірілген. Бес түрлі сауда маркалы ұндарының газ түзу қабілеттерін анықтау бойынша зерттеулер жүргізілді.

Алынған мәліметтерге сүйене отырып, наубайха кәсіпорындарының зертханаларында реоферментометр F3 құралын енгізуге ұсыныс жасауға болады. Аталған құрал ұнның белгілі бір түріне байланысты айтарлықтай қателіксіз қамырдың жетілу, көтерілу және ашу ұзақтықтарын анықтауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде нанның пісу ұзақтығына, дәміне, иісі мен реңіне жағымды әсер ететін технологиялық үрдістерді оңтайландыруға, ашу қарқынын реттеуге және пайдалы заттардың жинақталуына жол ашады.

Тірек сөздер: ұн, ұнның газ түзу қабілеті, жетілу, қамырдың ашуы, қамырдың көтерілу уақыты, кеуектілік, қалып ұстағыш көлем, оңтайландыру, нан.

N.A. Gorbatovskaya, A.S. Dildabayeva

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF PASTRY DOUGH WITH WITH CONSIDERING OF GAS-FORMING ABILITY OF FLOUR

Paper presents data that allow to establish the optimal modes of fermentation of the dough and its proofing by the parameters of the device that determines the gas-forming ability of flour - an important technological indicator. Studies on the determination of the gas-forming ability of flour of five trademarks are analyzed.

The obtained data make it possible to recommend the use of the Rheophementometer F3 in the laboratory of bakery enterprises, which, without significant errors, can determine the duration of maturing of the dough, final proofing and fermentation for a particular type of flour, on which the course of the technological process, fermentation intensity, accumulation and formation of substances influencing for the duration of baking, taste, smell and color of bread.

Keywords: flour, gas-forming ability of flour, maturing, fermentation of dough, time of raising dough, porosity, retaining volume, optimization, bread.

UDC 582:663.81

N.V. Ivannikova¹, N.A. Gorbatovskaya²

*¹Master, Teacher, ²Candidate of Technical Sciences, Professor
Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan
E-mail: ¹natika.77@mail.ru, ²gna.06@mail.ru*

THE USE OF SPIRULINA IN VEGETABLE JUICES

Consider the possibility of using spirulina of the vegetable juices production. The basic formulation of the drink for preventive purpose with spirulina has been developed. A series of experimental experiments was carried out, directed to inserting dry spirulina.

Keywords: juice industry, spirulina, vegetable drinks, functional food.

Nowadays the quality and safety of food products are one of the most urgent problems. Food should not only meet the body's nutritional and energy needs, but also perform preventive and curative functions. Up to date, there is a lack of products that increase the resistance of the human body to various diseases.

According to the concept of a healthy lifestyle and nutrition in the Republic of Kazakhstan, one of the negative consequences for the transition period were increasing the population proportion, for whom full consumption of pure food products is unavailable; a volume decrease of agricultural production and a massive supply of new, often low-quality imported goods to the domestic market. The nutritional deficiency is mainly related to meat, dairy and fruit and vegetable food categories, which leads to insufficient intake of animal protein, vitamins C, A, E and a number of microelements (iron, selenium).

Along with the deficit of basic food products consumption, the tendency of transition to "heavy" and unbalanced diets with a predominance of saturated fats, carbohydrates, insufficient vitamins and microelements, with high energy value is preserved among certain population groups. The latter contributes to the growth of morbidity and mortality from cardiovascular pathology, obesity, diabetes, etc.

One of the undeniable priorities of Kazakhstan Republic state policy in the field of population's healthy nutrition is the technology development for the production of qualitatively new food products with a directed change in the chemical composition, including products of therapeutic and prophylactic use [1].

Of special interest are beverages on vegetable basis using a number of enrichment additives. One of these additives is a unique plant product - spirulina. The use of spirulina enriches the diet with valuable ingredients in the most optimal proportions. Long ago, many people used spirulina for food. However, the triumph of this plant came about 20 years ago, after numerous studies of the effects of spirulina on the animals' and humans' body.

Spirulina has a unique biological composition. It consists of almost 70% of proteins - it is much more than in other natural foods. Its protein is perfect - and this means that it contains all the necessary amino acids. Most animal proteins are saturated with fat, accompanied by a large number of calories and cholesterol. Spirulina contains only 5% fat and a gram accounts for less than 4 calories, and also practically does not contain cholesterol. The protein spirulina is easily digested and absorbed. Other plants consist of cells with solid cellulose walls that are difficult to digest, while the walls of spirulina cells are composed of soft mucopolysaccharides, which make it easily digestible. Digestibility is a very important factor, especially for weakened and convalescent people, as well as for the elderly people too [2].

Regular use of spirulina (1-2 grams per day) reduces the risk of many diseases to almost zero. The most important fact is that spirulina, is the same organism as higher plants (dill and carrot), the use of which in food, unlike artificial drugs, does not entail side effects.

The purpose of scientific work is the scientific and theoretical justification of the manufacturing technology and the development of beverages using spirulina.

To achieve this goal, the following research objectives are defined:

- scientifically substantiate the selection and use of spirulina for the beverages production for preventive purposes;
- study the chemical composition, properties, quality indicators and safety of raw materials;
- determine the regularity of spirulina effect on the organoleptic properties of finished products;
- to develop a drink recipe for prophylactic purposes with spirulina;
- determine the nutritional value of beverages enriched with spirulina.

The objects of research are algal spirulina and vegetables. Spirulina - a key product in the preparation of a preventive-based drink vegetable juice. Due to its natural origin, spirulina easily gives its useful properties to the body. This product is quickly digested, contains little fat and ballast substances, is easily absorbed by the body and has no contraindications. Spirulina is available in frozen form, in the form of tablets, flakes and powder [3].

A tableted Spirulina is a pressed powder of dried algae. The tableted form of this alga has a very wide range of uses, which is evident from its richest composition. The product is produced in the form of a biologically active additive and is not a medicinal product. 65% of the composition of the tablet "Spirulina" - a protein that contains a complete set of amino acids, macro-and micronutrients, vitamins. Only 1 g of spirulina replaces the 1 kilogram of vegetables intake. This is very important, as we do not always consume them in sufficient quantities.

Table 1 shows the nutrients' content of dried seaweed spirulina (calories, protein, fat, carbohydrates, vitamins and minerals) per 100 grams of edible portion.

Table 1

Content of dried seaweed Spirulina nutrients

Nutrient	Amount	Macronutrients	Amount
1	2	3	4
Caloric value	290 KCal	Potassium, K	1363 mg
Proteins	57.47 g	Calcium, Ca	120 mg
Fats	7.72 g	Magnesium, Mg	195 mg
Carbohydrates	23.9 g	Sodium, Na	1048 mg
Dietary fiber	3.6 g	Phosphorus, Ph	118 mg
Water	4.68 g	Trace Elements	
Ash	6.23 g	Iron, Fe	28.5 mg
Vitamins		Manganese, Mn	1.9 mg
Vitamin A	29 mcg	Copper, Cu	6100 mcg
Beta Carotene	0.342 mg	Selenium, Se	7.2 mcg
Vitamin B1, thiamine	2.38 mg	Zinc, Zn	2 mg
Vitamin B2, riboflavin	3.67 mg	Essential amino acids	
Vitamin B4, choline	66 mg	Arginine	4.147 g
Vitamin B5, Pantothenic acid	3.48 mg	Valine	3.512 g
Vitamin B6, Pyridoxine	0.364 mg	Histidine	1.085 g
Vitamin B9, folates	94 mcg	Isoleucine	3.209 g
Vitamin C, Ascorbic acid	10.1 mg	Leucine	4.947 g
Vitamin E, alpha tocopherol	5 mg	Lysine	3.025 g
Vitamin K, phylloquinone	25.5 mcg	Methionine	1.149 g
Vitamin PP, nicotinic acid	12.82 mg	Threonine	2.97 g

The ratio of proteins, fats and carbohydrates in the composition of dry spirulina is represented in the diagram (figure 1).

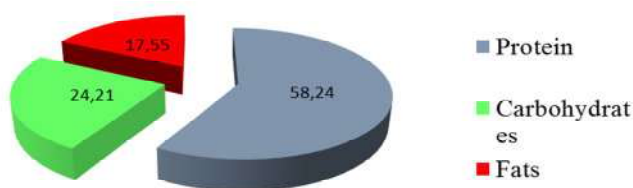


Figure 1. The ratio of proteins, fats and carbohydrates in the composition of dry spirulina

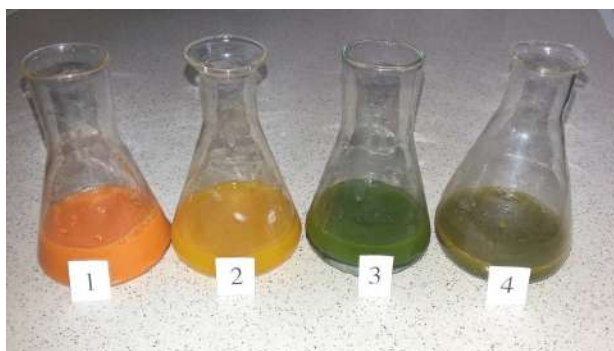
The following vegetables were taken as research objects: table carrot, beetroot, pumpkin and sweet pepper. Beetroot has a wide applicability in traditional medicine, due to its useful and healing properties. Beet contains fiber, carbohydrates, amino acids, proteins, potassium, magnesium, zinc, calcium, phosphorus, cobalt, iron and vitamins B1, B5, B6, PP, C, E, provitamin A and folic acid.

Series of experimental studies were carried out in the research laboratory of the engineering profile "Nanoengineering methods of research" aimed at developing formulas for the production of beverages with spirulina. During the experimental studies, a beverage formulation was selected with the addition of spirulina in two compositions: 1% (2.5 g) and 2% (5 g) spirulina. Spirulina was applied in dry form (powdery mass).

On the basis of the experiment, composite mixtures of vegetable raw materials for the preparation of a drink with spirulina, and a formulation that made it possible to obtain a finished beverage with high biological value were chosen. It was found that the minimum (1%) application of dry spirulina in carrot juice leads to a change in organoleptic characteristics (color, taste, aroma). Carrot juices containing 1%, 2% spirulina did not meet the requirements of USS (GOST) R 52184-2003 for organoleptic indices [4].

One of the variations for inserting spirulina in vegetable juices was carrot - beet juice. The results of the quality indicators are as follows: the physicochemical parameters have changed slightly, the content of dry soluble substances increased to 2.2%, and acidity decreased to 1.6%. The ready-made drink has acquired a natural, well-pronounced flavor peculiar for used vegetables. In carrot-beet juice with 2% spirulina content, a significant change in the color gamut is observed.

Figure 2 clearly shows the experimental samples of juices.



1 – carrot juice; 2 – pumpkin juice; 3 – pumpkin juice with spirulina; 4 – pumpkin-carrot juice with spirulina.

Figure 2. Experimental samples of juices

During the experiments, the optimum component ratio was determined, based on the improvement of the physico-chemical and organoleptic characteristics of the beverages. Organoleptic and physico-chemical indicators were determined by conventional methods in accordance with the requirements of the state standard. The physicochemical properties of juices were determined by instruments: a refractometer and a pH meter.

The quality and safety problem of food products is one of the most urgent problems in the modern world. Food should not only meet the body's nutritional and energy needs, but also perform preventive and curative functions.

Therefore, studies aimed at solving an important problem, with the creation of qualitatively new functional drinks for prophylactic purpose, enriched with spirulina are relevant and of socio-economic importance.

REFERENCES

1. The concept of a healthy lifestyle and healthy nutrition of the Republic of Kazakhstan // The state of nutrition of the population. – 2000. – № 7. – P.710-714.
2. S.A. Kedik, E.I. Yartsev, N.V. Gulyaeva. Spirulina – food of the XXI century. – Moscow: Science, 2006. – p. 6-10.
3. Hajiyev, T.I. Prospects for the development of canning of fruits and vegetables in Kazakhstan // Food and processing industry in Kazakhstan. – 2005. – № 1. – p. 19-20.
4. Strategy of industrial and innovative development of the Republic of Kazakhstan for 2003-2015 years.

Material received 15.03.18.

Н.В. Иванникова, Н.А. Горбатовская

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

СПИРУЛИНАНЫ КӨКӨНІС ШЫРЫНДАРЫН ӨНДІРУДЕ ҚОЛДАНУ

Көкөніс шырындарын өндіруде спирулинаны қолдану мүмкіндігі қарастырылған. Спирулина қосылған профилактикалық мақсаттағы сусын рецептурасы келтірілген. Құрғақ спирулинаны енгізу ерекшеліктерін айқындайтын эксперименттер сериясының нәтижелері баяндалған.

Тірек сөздер: шырын өндірісі, спирулина, көкөніс сусындары, функционалды тамақтану.

Н.В. Иванникова, Н.А. Горбатовская

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПИРУЛИНЫ В ОВОЩНЫХ СОКАХ

Рассмотрена возможность применения спирулины в производстве овощных соков. Описана разработанная рецептура напитка профилактического назначения со спирулиной. Представлены результаты серии экспериментов, направленных на выявление особенностей введения сухой спирулины.

Ключевые слова: соковая промышленность, спирулина, овощные напитки, функциональное питание.

УДК 664.85 (075.8)

С. Алтайұлы¹, Г.Н. Жақупова², А.С. Исаков³

¹Д-р техн. наук, доцент, ²Канд. техн. наук, доцент, ³Магистрант
Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г. Астана, Казахстан
Электронная почта: ¹sagimbek@mail.ru, ²gulmira-zhak@mail.ru

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ

Рассмотрены вопросы применения новых видов молочнокислых пробиотических заквасок в производстве кисломолочных продуктов. Данные экспериментальных исследований показывают, что пробиотические закваски по своим физико-химическим и микробиологическим показателям способствуют повышению способности хранения готовой продукции.

Ключевые слова: молоко, кисломолочные продукты, молочнокислые бактерии, пробиотики.

Одной из приоритетных задач пищевой отрасли является создание новых продуктов с питательными и лечебно-профилактическими свойствами. Важную роль в рациональном питании человека играет молочные продукты. Создаются новые и популярные молочные продукты, которые призваны улучшить здоровье потребителя и уменьшить риск заболеваний. Благодаря своим питательным свойствам молочная продукция имеет широкие тенденции в своем развитии. Несмотря на то, что продукты здорового питания не являются лекарствами и не могут излечивать, но их употребление помогает предупредить болезни и старение организма в сложившейся экологической обстановке.

В основе получения кисломолочных продуктов лежит направленная и регулируемая деятельность определенных видов молочнокислых бактерий. В результате жизнедеятельности молочнокислых микроорганизмов молоко изменяется и приобретает новые вкусовые, диетические, биологические и лечебные свойства. Кисломолочные продукты лучше и быстрее усваиваются. Если обычное молоко через час после потребления усваивается на 32%, то кефир, простокваша усваиваются на 91%.

При сквашивании молока в основном используют молочнокислые бактерии. Молчнокислые бактерии – это общее название бактерий семейства *Lactobacillaceae*, главным свойством которых является способность образовывать молочную кислоту в качестве основного продукта брожения [1].

Молочная кислота положительно влияет на перистальтику кишечника человека, уменьшает метеоризм, а также способна оказывать стимулирующее действие на секреторную деятельность слюнных желез; в ее присутствии улучшается усвоение кальция, фосфора и железа [2].

В настоящее время известны разнообразные положительные эффекты молочнокислых пробиотических бактерий, подтвержденные многочисленными клиническими исследованиями. Прежде всего, необходимо отметить, что эти бактерии играют важную роль в поддержании колонизационной резистентности, т.е. оказывают выраженную

антагонистическую активность в отношении патогенных микроорганизмов, продуцируя различные органические кислоты, перекись водорода, антибиотики и бактериоцины [3]. Некоторые представители молочнокислых пробиотических бактерий (например, *L.acidophilus*) вырабатывают высокоактивную перекись водорода, благодаря чему оказывают выраженное вирусоцидное действие в отношении вируса иммунодефицита человека [4].

Несмотря на то, что еще в начале прошлого века Мечников И.И. [5] предположил, что молочнокислые бактерии способны повышать устойчивость организма человека к различным заболеваниям, лишь в последние десятилетия была доказана теория об иммуномодулирующем влиянии этих микроорганизмов. Было установлено, что некоторые штаммы молочнокислых бактерий способны оказывать иммуностимулирующее действие, способствуя выработке в кишечнике цитокинов (в том числе интерлейкинов-1,6,10, фактора некроза опухоли альфа), антител, стимулировать синтез интерферона гамма лимфоцитами, а также повышать активность фагоцитов и естественных клеток-киллеров (NK-клеток) [6]. Таким образом, была доказана способность пробиотиков усиливать устойчивость организма человека к определенным заболеваниям. Так, молочнокислые пробиотические бактерии эффективны для профилактики широко распространенных зимних инфекций, обусловленных различными респираторными вирусами. Существуют данные, что при употреблении *L.bulgaricus* OLL1073R-1 в составе йогуртов снижается риск заражения простудными заболеваниями у пожилых людей, так как этот штамм дополняет естественную активность NK-клеток [7].

Прием молочнокислых пробиотических бактерий эффективен и при диареех. Так, в восьми рандомизированных плацебо-контролируемых исследованиях с общим числом участников 988 человек была изучена эффективность продуктов питания, содержащих *L.rhamnosus* GG, при острых кишечных инфекциях (ОКИ). Было получено достоверное сокращение сроков проявления клинических симптомов ОКИ в среднем с 3,5 до 2,5 дней, по сравнению с группой пациентов, получавших плацебо [8]. В работах профессора А.В. Горелова показана клиническая эффективность *L. casei* DN-114001 (Actimel) в комплексной терапии ОКИ у детей старше 3 лет – длительность лихорадки, диарейного синдрома и сроки госпитализации у детей, употреблявших его, были достоверно меньше по сравнению с детьми, получавшими плацебо [9].

Молочнокислые пробиотические бактерии положительно влияют на уровень холестерина в сыворотке крови – в некоторых исследованиях показано, что при их употреблении происходит снижение общего холестерина и липопротеинов низкой плотности, улучшение функции печени [9].

Таким образом, молочнокислые пробиотические бактерии можно широко использовать для профилактики и лечения больных с различными заболеваниями (острыми и хроническими заболеваниями желудочно-кишечного тракта, дыхательных путей, для восстановления кишечного микробиоценоза и др.).

Цель данной работы – разработка технологии производства пробиотического кисломолочного продукта.

Для заквашивания было выбрано сырое молоко, которое имеет следующий химический состав, приведенный в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав молока

Показатели	Характеристика
Жирность, %	3,2
Плотность, г/см ³	1,028
Кислотность, °Т	17
Содержание общего белка, %	5,24
Содержание казеина, %	17

Сырьем для производства пробиотического нежирного творога является молоко коровье сырое (ГОСТ 31449-2013) и лиофилизат молочнокислых бактерий пробиотиков *Lactococcus (lactis subsp., subsp. cremoris, subsp., lactis biovar. diacetylactis.)*, *Lactobacillus (casei, brevis, rhamnosus)* и *Bifidobacterium (lactis, bifidum)* производства ООО «ВИВО-АКТИВ», соответствующий требованиям ТУ 15.5-3060300036-001.2009. На базе экспериментального молочного цеха КазАТУ им.С.Сейфуллина получена опытная партия нового продукта, заквашенного на пробиотическом препарате «Симбилакт». В полученных образцах определена органолептическая оценка. Данные приведены в таблице 2.

Результаты органолептической оценки указывают на приятный вкус и соответствующую консистенцию нового продукта. Пробиотический препарат хорошо ассимилирован.

Таблица 2

Органолептическая оценка творога
с добавлением пробиотического препарата

Показатели	Опытный образец	Контрольный образец
Консистенция и внешний вид	Консистенция мягкая, мелкозернистая	Консистенция мягкая, но более сухая и рассыпчатая чем в пробиотическом твороге
Вкус и запах	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Для продукта из восстановленного молока с привкусом сухого молока	Чистые, кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. Для продукта из восстановленного молока с привкусом сухого молока
Цвет	Белый, однородный	Белый, однородный

С целью более полного анализа в полученном твороге проведена микробиологическая оценка. Результаты микробиологических опытов отображены в таблице 3.

Из представленных данных видно, что по микробиологическим показателям оба образца соответствуют требованиям ФЗ №88 «Технический регламент на молоко и молочные продукты» и СанПиН 2.3.2.1078-01.

Готовый продукт подвергнут физико-химическим исследованиям. Результаты анализов приведены в таблице 4.

Представленные данные в таблице показывают, что готовый продукт по своим физико-химическим показателям соответствует требованиям, массовая доля жира и белка аналогична контрольному образцу.

Положительным моментом является показатель по титруемой кислотности, который меньше контроля на 8 °Т, что может придать мягкость во вкусе готовому продукту, а также имеет возможность увеличить срок хранения творога на основе добавления пробиотического препарата.

Таблица 3

Микробиологические показатели творога
с добавлением пробиотического препарата

Показатель	Фактическое значение		Норма
	Творог нежирный (контроль)	Пробиотический творог	
Количество молочнокислых микроорганизмов в 1,0 см ³ продукта на конец срока годности, КОЕ/см ³	1×10 ⁶	1×10 ⁷	Не менее 1×10 ⁶
Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы в 25 см ³ продукта	не обнаружено		25
Staphylococcus aureus в 1,0 см ³ продукта	не обнаружено		1,0
Дрожжи, КОЕ/см ³ (г), не более	не обнаружено		50
Плесени, КОЕ/см ³ (г), не более	не обнаружено		50

Таблица 4

Физико-химические показатели творога
с добавлением пробиотического препарата

Наименование показателей	Фактическое значение показателей	
	Опытный образец	Контрольный образец
Массовая доля жира, %	2,7	2,8
Массовая доля белка, %	18,4	18,4
Титруемая кислотность, норма, °Т	175	183
Фосфатаза	отсутствует	отсутствует
Температура при выпуске с предприятия, °С	4±2	4±2

Учитывая результаты проведенных исследований, разработанный продукт можно рекомендовать в качестве диетического и лечебно-профилактического питания для широких слоев населения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еремина, И.А. Микробиология молочных продуктов [Текст]: учебное пособие / И.А. Еремина. – Кемерово: КемТИПП, 2004. – 80 с.
2. Сафроненко, Л.В. Микробиология молока и молочных продуктов [Текст]: учебное пособие / Л.В. Сафроненко, А.А. Куклянский. – Минск: БЕЛНИКТИММП, 2001. – 24 с.
3. Шендеров, Б.А. Пробиотики, пребиотики и синбиотики. Общие и избранные разделы проблемы [Текст] / Б.А. Шендеров // Пищевые ингредиенты. Сырьё и добавки. – 2005. – №2. – С. 23-27.
4. Горбатова, К.К. Химия и физика молока [Текст] / К.К. Горбатова. – Спб.: ГИОРД, 2004. – 281 с.

5. Мечников, И.И. Этюды оптимизма [Текст] / И.И. Мечников. – М.: Наука, 1988. – 328 с.
6. Бондаренко, В.М. Иммуностимулирующее действие лактобактерий, используемых в качестве основы препаратов пробиотиков [Текст] / В.М. Бондаренко, В.А. Рубакова // Журнал микробиологии. – 1998. – №5. – С.107-112.
7. Барановский, А.Ю. Дисбактериоз и дисбиоз кишечника [Текст] / А.Ю. Барановский, Э.А. Кондрашина. – СПб, 2000. – 209 с.
8. Isolauri E., Juntunen M., Rautanen T. et al. A human Lactobacillus strain (Lactobacillus Casei sp strain GG) promotes recovery from acute diarrhea in children // Pediatrics. 1991; 88: 90-97.
9. Горелов, А.В. Пробиотики: механизмы действия и эффективность при инфекциях желудочно-кишечного тракта [Текст] / А.В. Горелов, Д.В. Усенко // Эпидемиология и инфекционные болезни. – 2006 – №4. – С.53-57.

Материал поступил в редакцию 25.11.18.

С. Әлтайұлы, Г.Н. Жақупова, А.С. Искаков

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., Қазақстан

ПРОБИОТИКАЛЫҚ ПРЕПАРАТТАРДЫ ҚОЛДАНУ НЕГІЗІНДЕ СҮТҚЫШҚЫЛДЫ ӨНІМДЕРДІ ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫН ЖАСАУ

Мақалада сүтқышқылды өнімдерді өндіруде сүтқышқылды пробиотикалық ұйытқылардың жаңа түрлерін қолдану мәселесі қарастырылған. Жүргізілген эксперименталдық зерттеулер нәтижесінде пробиотикалық ұйытқылар физикалық-химиялық және микробиологиялық көрсеткіштері бойынша дайын өнімнің сақтау қабілеттілігін арттыратыны анықталды.

Тірек сөздер: сүт, сүтқышқылды өнім, сүтқышқылды бактериялар, пробиотиктер.

S. Altayuly, G.N. Zhakupova, A.S. Iskakov

S. Seifullin Kazakh Agro Technical University, Astana, Kazakhstan

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF PRODUCTION FOR FERMENTED MILK PRODUCT ON THE BASIS OF USE OF PROBIOTIC PREPARATIONS

Proposed article considers the application of new types of lactic acid probiotic starter cultures in the production of fermented milk products. The data of experimental studies show that the probiotic leavens, by their physicochemical and microbiological indices, contribute to an increase in the ability to store finished products.

Keywords: milk, fermented milk products, lactic acid bacteria, probiotics.

УДК 665.37.02:547.953

С. Алтайұлы¹, И.Ж. Темирова²¹Д-р техн. наук, и.о. профессора, ²Магистрант

Казахский агротехнический университет им.С.Сейфуллина, г. Астана, Казахстан

Электронная почта: ¹sagimbek@mail.ru, ²indira_t85@mail.ru**ПОЛУЧЕНИЕ ПИЩЕВЫХ ЛЕЦИТИНОВ ИЗ САФЛОРОВЫХ МАСЕЛ**

В статье рассматривается получение пищевых лецитинов из сафлоровых масел для пищевой промышленности. Представлены технологические аспекты производства лецитинов. Определены основные показатели качества сафлоровых лецитинов.

Ключевые слова: лецитины, фосфатиды, фосфатидные концентраты, обезжиривание.

Лецитины – это обобщающий термин, используемый в настоящее время в отношении материала, получаемого как побочный продукт рафинации растительных масел путём гидратации. Лецитин представляет собой сложную смесь, содержащую 65-75% фосфатидов вместе с триглицеридами и небольшим количеством других веществ. Наиболее известны промышленные лецитины, благодаря своей одновременно липофильной и гидрофильной структуре обладающие уникальными технологическими свойствами. Эмульгирующие свойства лецитинов делают их незаменимыми во многих производственных процессах, где нужно смешать жирную и водную фазы. Новые формы лецитинов – жидкие и порошковые, вместо традиционного вязкого, упрощают их использование в производственном процессе и расширяют области их применения: кондитерская промышленность, крекеры, хлебобулочные изделия, экструдированный корм. Лецитин – широко распространенный агент для инстантизации сухих смесей, без него быстрорастворимый шоколад или сухое молоко плохо растворяются в воде. Органический лецитин позволяет создавать органические продукты питания без использования химически синтезированных пищевых добавок. Отдельные фракции лецитина используются при изготовлении липосом для защиты неустойчивых или плохо усвояемых веществ, таких как витамины, в том числе при изготовлении косметических препаратов.

Лецитин в промышленности получают путем обезжиривания фосфатидных концентратов изопропиловым спиртом, но более привлекательным является использование этанола в качестве экстрагента. Максимальное количество лецитина (фосфатидилхолина) – 24%, содержится в составе фосфатидов соевого масла, далее в подсолнечном – 18%. Поэтому пищевой лецитин преимущественно получают из соевого, реже подсолнечного масел [1].

Между тем фосфатиды содержатся практически во всех масличных культурах. Так, из всех видов масличных культур, произрастающих в РК, перспективным сырьем для промышленного получения пищевых лецитинов являются семена сафлора. Сафлор выращивали в основном в южных регионах Казахстана. Благодаря своей неприхотливости и засухоустойчивости сафлор, в настоящее время, возделывается в северных и западных областях Казахстана.

Сафлор может заменить подсолнечник как масличную культуру в засушливых степных районах. Ранее сафлор выращивали ради цветков, для окраски тканей и пищевых продуктов, а также для медицинских целей [2].

В семянках сафлора содержится 33-38% полувывсыхающего высококачественного растительного масла, не уступающего по вкусовым качествам подсолнечному, а по содержанию незаменимых аминокислот и витаминов приравнивается к оливковому. Семена, а также жмых, шрот, солома являются хорошим кормом для скота и птицы.

Несмотря на эффективность и перспективность, сафлор до настоящего времени не нашел широкого распространения. В этой связи видится перспективным увеличение производства выработки сафлорового масла, а также разработка инновационной технологии получения пищевых лецитинов из сафлоровых масел. Поэтому актуальной темой является разработка технологии производства пищевых лецитинов.

Технологические аспекты производства лецитинов заключаются в следующем: для получения продукта необходимо обезжиривание ацетоном. Исследование стадий обезжиривания сафлоровых фосфатидов и равновесие в системе «фосфатиды-нейтральные липиды-ацетон» осуществляли путем постепенного введения нагретых сафлоровых фосфатидов в ацетон при непрерывном перемешивании лабораторной мешалкой с последующей экспозицией системы в течение 72 часов при температуре 25°C. Результаты исследования обезжиривания сафлоровых фосфатидов показали, что достижение требуемой полноты обезжиривания при минимальном расходе растворителя и максимальном сохранении нативных свойств обеспечивается при организации обезжиривания в 4 ступени, при температуре 55°C и соотношении ацетон:фосфатиды, 3:1. Далее необходимо добавить расчетное количество этилового спирта с дальнейшим фракционированием и разделением двух фаз с получением двух фракций: обогащенную фосфотидилхолинами, и фосфотидилэтаноламинами. Удаление этилового спирта из спирторастворимой фракции фосфатидов осуществляли на ротационном испарительном аппарате, с последующей сушкой.

Основными показателями качества лецитинов являются: массовая доля веществ, не растворимых в ацетоне, и содержание веществ, нерастворимых в толуоле. Была проведена оценка физико-химических показателей полученных лецитинов.

Результаты исследований по оценке физико-химических показателей качества сафлоровых лецитинов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-химические показатели пищевых лецитинов

Наименование показателя	Значение показателя	
	сафлоровый лецитин	требования ГОСТ Р 53970-2010
1	2	3
Массовая доля влаги и летучих веществ, %	0,1-0,8	не более 1,0
Цветное число 10% раствора в толуоле	74-78	не более 80
Массовая доля веществ, не растворимых в ацетоне, %	53,9-60,3	не менее 60
Массовая доля веществ, нерастворимых в толуоле, %	0,28-0,3	не более 0,3

Продолжение табл. 1

1	2	3
Кислотное число, мг КОН/г	14,5-27,5	не более 36,0
Перекисное число, ммоль активного кислорода/ кг	0,5-1,8	не более 10,0

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что полученные лецитины соответствуют требованиям ГОСТ Р 53970-2010 «Добавки пищевые. Лецитины Е 322. Общие технические условия». На основе результатов исследований качественных показателей рекомендуется технология производства лецитинов с повышенным содержанием функциональных групп фосфолипидов из сафлоровых фосфатидных концентратов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пашенко, В.Н. Разработка инновационной технологии получения жидких лецитинов [Текст]: автореферат дисс... канд. техн. наук / В.Н. Пашенко. – Краснодар, 2013. – 25 с.
2. Osorio, Fernandez-Martinez J., Mancha M., Garcés R. Mutant sunflower with high concentration of saturated fatty acids in the oil // Crop Sci.– 1995. – Vol.35. – P.739-742.

Материал поступил в редакцию 09.11.17.

С. Әлтайұлы, И.Ж. Темирова

С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті, Астана қ., Қазақстан

МАҚСАРЫ МАЙЫНАН ТАҒАМДЫҚ ЛЕЦИТИН ӨНДІРУ

Тағамдық лецитиндерді мақсары майынан өндіру технологиясын әзірлеу бойынша зерттеу нәтижелері қарастырылған. Лецитиндерді өндірудің технологиялық аспектілері келтірілген. Мақсары майынан алынған лецитиннің негізгі сапалық көрсеткіштері анықталған.

Тірек сөздер: лецитин, фосфатид, фосфатид концентраттары, майсыздандыру.

S. Altayuly, I.Zh. Temirova

S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University, Astana, Kazakhstan

PRODUCTION OF FOOD LECTITINES FROM SAFLUOR OILS

The article considers the preparation of food lecithins from safflower oils for the food industry. The technological aspects of the production of lecithins are presented. The main quality indicators of safflower lecithins are determined.

Keywords: lecithins, phosphatides, phosphatide concentrates, degreasing.

Транспортные технологии

УДК 629.1.031

А.Н. Семернин¹, М.Д. Аязбай²,
А. Бөріханұлы³, А.Н. Исакаев³, Б.А. Тукусбаев³

*¹Канд. техн.наук, профессор, ²Канд.техн.наук, доцент, ³Магистранты
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан*

Электронный адрес: ¹semernin1954@mail.ru

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОДОВЫХ ОБЪЕМОВ РАБОТ ПО ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ В АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

В работе представлена методика определения годовых объемов работ по технологическим воздействиям: по техническому обслуживанию, диагностированию и текущему ремонту транспортной техники предприятия. Корректирование нормативных трудоемкостей осуществляют при помощи коэффициентов. Корректирование нормативов трудоемкостей производится в зависимости от категории условий эксплуатации, типа подвижного состава, природно-климатических условий, пробега автомобилей.

Ключевые слова: техническое обслуживание, диагностика, текущий ремонт, автотранспортное предприятие.

Годовой объем работ по технологическим воздействиям АТП определяется в чел-ч. и состоит из объемов работ по техническому обслуживанию (ЕО, ТО-1, ТО-2), диагностированию (Д-1, Д-2), текущему ремонту (ТР) и самообслуживанию предприятия.

Для расчета годовых объемов работ необходимо скорректировать нормативы трудоемкости по видам технических воздействий для подвижного состава проектируемого АТП.

Корректирование нормативных трудоемкостей осуществляют при помощи коэффициентов [1]. Нормативы трудоемкостей по ТО и ТР установлены для I категории условий эксплуатации по типу подвижного состава [2]. Эти нормативы рассчитаны на АТП с количеством 150-300 единиц подвижного состава одного типа при пробеге с начала эксплуатации равном 50-75% от пробега до капитального ремонта (КР), расположенные в умеренной природно-климатической зоне и оснащенные средствами механизации согласно таблице гаражного оборудования.

Корректирование указанных нормативов трудоемкостей производится в зависимости от категории условий эксплуатации, типа подвижного состава, природно-климатических условий, пробега автомобилей с начала эксплуатации и размера АТП [2].

При применении на ЕО механизированных моечных установок, а также при механизации других выводов работ ЕО, например, уборочных, обтирочных (использование воздуха для обдува автомобилей) трудоемкость работ ЕО должна быть уменьшена.

Расчетную трудоемкость ЕО, реализуемую путем ручной обработки t_{EO} , при поточном методе производства можно определить из следующего выражения [2]:

$$t_{EO} = t_{EO}^H \cdot K_4 \cdot K_M; \quad K_M = 1 - M / 100, \quad (1)$$

где t_{EO}^H – нормативная трудоемкость ЕО, чел.-ч. (табл. 1); K_4 – коэффициент учитывающий размер АТП; $K_M = 0,35-0,75$ – коэффициент, учитывающий снижение трудоемкости за счет механизации работ ЕО.

Значение M , в зависимости от степени механизации отдельных операций ЕО может быть выбрано исходя из распределения трудоемкости ЕО по видам работ. При полной механизации уборочно-моечных работ необходимо предусматривать трудоемкость для работы оператора по управлению механизированными установками (примерно 10% от трудоемкости t_{EO}).

Нормативная скорректированная трудоемкость ТО (ТО-1, ТО-2) для подвижного состава проектируемого АТП определяется:

$$t_i = t_i^H \cdot K_4, \quad (2)$$

где t_i^H – нормативная трудоемкость ТО-1 и ТО-2, чел.-ч. (табл. 1).

Удельная нормативная скорректированная трудоемкость текущего ремонта [3]:

$$t_{TP} = t_{TP}^H K_1 K_2 K_3 K_4, \quad (3)$$

где t_{TP}^H – нормативная трудоёмкость ТР, чел.-ч./1000 км (табл. 1); K_1 ; K_2 ; K_3 ; K_4 – коэффициенты, учитывающие соответственно категорию условий эксплуатации, климатические условия, пробег автомобилей с начала эксплуатации и размер АТП.

Пример корректирования нормативов трудоемкостей целесообразно проводить по форме, приведенной в таблице 2.

Таблица 1

Нормативы трудоемкости ТО и ТР для I категории условий эксплуатации

Подвижной состав	Нормативная трудоемкость			
	ЕО чел-ч.	ТО-1 чел-ч.	ТО-2 чел-ч.	ТР чел-ч. 1000
1	2	3	4	5
Автомобили легковые:				
- особо малого класса (рабочий объем двигателя от 1,2 до 1,8 л, снаряженная масса до 850 кг);	0,2	2	7,5	2,5
- малого класса (рабочий объем двигателя от 1,2 до 1,8 л, снаряженная масса от 850 до 1150 кг);	0,30	2,3	9,2	2,80
- среднего класса (рабочий объем двигателя от 1,8 до 3,5 л, снаряженная масса от 1150 до 1500 кг).	0,5	2,90	11,7	3,2

Продолжение табл.1

1	2	3	4	5
Автобусы с бензиновым двигателем: - особо малого класса (длина до 5 м); - малого класса (длина 6,0-7,5 м); - среднего класса (длина 8,0-9,5 м); - большого класса (длина 10,5-12,0 м).	0,5 0,7 0,80 1,00	4,00 5,5 5,80 7,50	15,00 18,00 24,00 31,50	4,50 5,50 6,20 6,80
Автобусы с дизельным двигателем: - среднего класса (длина 8,0-9,5 м); - большого класса (длина 10,5-12,0 м); - особо большого класса (длина 16,5-18,0 м).	0,80 1,40 1,80	5,80 10,0 13,50	24,00 40,0 47,00	6,20 9,0 11,0
Грузовые автомобили с бензиновым двигателем				
Бортовые автомобили грузоподъемностью, т: - 0,4; - 1,0; - 2,5; - 4,0; - 5,0; - 7,5.	0,20 0,30 0,42 0,45 0,50 0,55	2,20 2,40 2,9 3,0 3,5 3,8	7,30 7,60 10,8 10,9 12,6 16,5	2,8 2,90 3,60 3,7 4,00 6,0
Автомобили тягачи. Масса полуприцепа с грузом, т: - 6,5- 10; - 12; - до 18,5.	0,35 0,45 0,55	4,1 4,15 4,2	11,6 11,9 18,8	4,6 4,8 6,6
Автомобили-самосвалы, грузоподъемностью, т: - 3,0-3,5; - 5,0-5,8	0,48; 0,8	2,5; 3,1	10,5 12,4	4,3 4,6
Грузовые автомобили с дизельным двигателем				
Бортовые автомобили, грузоподъемностью, т: - 8,0; - 12,0; 20,0 и более.	0,75 0,67 1,65	3,4 3,6 27,1	13,8 14,7 53,6	6,7 6,7 16,4
Автомобили тягачи. Масса полуприцепа с грузом, т: - 17,75; - 19,1; - 26,0.	0,35 0,67 0,67	3,2 3,74 3,85	12,5 15,95 16,17	6,0 6,35 6,82
Автомобили-самосвалы, грузоподъемностью, т: - 8,0; - 10,0; - 12,0; - 27,0; - 40,0.	0,50 0,55 0,55 0,6 0,6	3,91 3,91 4,04 13,5 13,7	15,87 16,67 16,91 60,5 60,7	6,9 9,77 7,13 20,35 24,95
Прицепы				
Одноосные, грузоподъемностью до 3 т	0,1	0,4	2,1	0,4
Двухосные, грузоподъемностью, т: - до 8,0; - 8,0 и более.	0,3 0,4	1,0 1,6	5,5 6,1	1,4 2,0
Полуприцепы, грузоподъемностью, т: - 11,5; - 13,5; 20,0.	0,3 0,3 0,3	0,9 1,0 1,0	4,5 4,5 5,0	1,3 1,4 1,45

Таблица 2

Пример корректирования трудоемкостей ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР

Вид обслуживания	Подвижной состав	Нормативная трудоемкость для I категории	Коэфф. изменения трудоемкости ТР в зависимости от:			Коэфф. изменения трудоемкости ТО и ТР в зависимости от:	Коэфф. изменения трудоемкости ЕО	Скорректированная трудоемкость для проектируемого АТП чел.-ч.
			К ₁	К ₂	К ₃			
ЕО	КамАЗ-5320	0,4	-	-	-	0,95	0,5	0,38 +
ЕО	ГКБ-8350	0,15	-	-	-	0,95	0,5	0,027 = 0,41
ТО-1	КамАЗ-5320	5,0	-	-	-	0,95	-	4,75 + 1,71
ТО-1	ГКБ-8350	1,8	-	-	-	0,95	-	= 6,46
ТО-2	КамАЗ-5320	20,0	-	-	-	0,95	-	19 + 6,84 =
ТО-2	ГКБ-8350	7,2	-	-	-	0,95	-	25,84
ТР	КамАЗ-5320	5,5	1,2	1,1	1,3	0,95	-	8,97 + 2,93
ТР	ГКБ-8350	1,8	1,2	1,1	1,3	0,95	-	= 11,9

Примечание: Пример корректирования приведен для АТП эксплуатирующих автомобили с прицепами, работающими в III категории условий эксплуатации, умеренно холодном климатическом районе, имеющим пробег с начала эксплуатации 1,2 L_к и 220 единиц подвижного состава.

При диагностировании Д-1, выполняемом на отдельных постах (выделенное диагностирование), трудоемкость $t_{д-1}$ с выполнением регулировочных работ составляет примерно 25% от нормативной трудоемкости ТО-1 t_1 :

$$t_{д-1} = 0,25 \cdot t_1, \text{ чел.} - \text{ч.} \quad (4)$$

При этом 10% составляют диагностические работы Д-1 и 15% – регулировочные работы, выполняемые на постах Д-1 после обнаружения неисправностей в результате диагностирования Д-1.

Поскольку регулировочные работы фактически являются работами, входящими в объем ТО-1, расчетную трудоемкость ТО-1 t_1 при организации Д-1 на отдельных постах следует уменьшить на 15%:

$$t_1' = 0,85 \cdot t_1, \text{ чел.} - \text{ч.} \quad (5)$$

В случае совмещения диагностирования Д-1 с процессом ТО-1, общая трудоемкость этих работ $t_{1+д-1}$ увеличивается на 10% за счет включения в технологию дополнительных операций по проверке тормозов, переднего моста, систем зажигания и питания на стендах:

$$t_{1+д-1} = 1,10 \cdot t_1, \text{ чел.} - \text{ч.} \quad (6)$$

Диагностирование Д-2, в основном, выполняется на отдельных постах. При этом трудоемкость Д-2 $t_{д-2}$ составляет от 10 до 20% от нормативной скорректированной трудоемкости ТО-2:

$$t_{д-2} = (0,10 \dots 0,20) t_2, \text{ чел.} - \text{ч.} \quad (7)$$

Значение 0,10 принимается для автобусов и грузовых автомобилей большой грузоподъемности, а 0,20 – для легковых автомобилей и грузовых автомобилей средней и малой грузоподъемности.

$$t_{co} = \frac{\delta_{CO}}{100} \cdot t_2, \text{ чел.-ч.} \quad (8)$$

где δ_{CO} – доля работ CO, от трудоемкости ТО-2, % (50% – для холодного и жаркого районов, 30% – для умеренно-холодного, 20% – для остальных районов).

Расчет годовых объемов работ по ТО, диагностированию и ТР осуществляют аналогично.

Годовой объем работ по техническому обслуживанию, диагностированию и текущему ремонту определяются в чел.-ч. отдельно по каждому типу подвижного состава:

$$\text{По ЕО} \quad T_{EOz} = \sum N_{EOz} \cdot t_{EO}, \text{ чел. - ч} \quad (9)$$

$$\text{По Д-1} \quad T_{\partial-1z} = \sum N_{\partial-1z} \cdot t_{\partial-1}, \text{ чел. - ч.} \quad (10)$$

$$\text{По ТО-1} \quad T_{1z} = \sum N_{1z} \cdot t_1^1, \text{ чел. - ч.} \quad (11)$$

Для АТП с количеством автомобилей до 150 ТО-1 выполняется совместно с Д-1, от 150 и более отдельно.

$$\text{По ТО-1 с Д-1} \quad T_{1+\partial-1z} = \sum N_{1z} \cdot t_{1+\partial-1} + (0,1 \sum N_{1z} + \sum N_{2z}) \cdot t_{\partial-1}, \text{ чел. - ч.} \quad (12)$$

$$\text{По Д-2} \quad T_{\partial-2z} = \sum N_{\partial-2z} \cdot t_{\partial-2}, \text{ чел.-ч.} \quad (13)$$

$$\text{По ТО-2} \quad T_{TO-2z} = \sum N_{2z} \cdot t_2 + 2 \cdot A_u \cdot t_{co}, \text{ чел. - ч.} \quad (14)$$

$$\text{По ТР} \quad T_{TP} = \frac{L_z \cdot A_u}{1000} \cdot t_{TP}, \text{ чел. - ч.} \quad (15)$$

Годовой объем производственных работ определяется из выражения:

$$T_{PP} = T_{EOz} + T_{\partial-1z} + T_{1z} + T_{\partial-2z} + T_{2z} + T_{TP} \quad (16)$$

При выполнении ТО-1 совместно с Д-1 вместо объемов T_{1z} и $T_{\partial-1z}$ в выражение подставляют объем $T_{1+\partial-1z}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дидманидзе, О.Н. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] / О.Н. Дидманидзе. – М.: ООО «Спектр», 2010. – 70 с.

2. Хрянин, В.Н. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий: метод. указания для практических заданий, курсового и дипломного проектирования [Текст] / В.Н. Хрянин, А.А. Железнов. – Новосибирск, 2011. – 52 с.
3. Кухарь, В.С. Техника транспорта, обслуживание и ремонт [Текст] / В.С. Кухарь. – Костанай: КИИЭУ, 2012. – 29 с.

Материал поступил в редакцию 10.01.18.

А.Н. Семернин, М.Д. Аязбай, А. Бөріханұлы, А.Н. Исаков, Б.А. Тукусбаев

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

АВТОКӨЛІК КӘСІПОРЫНДАРЫНДА ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӘСЕР ЕТУДІҢ ЖЫЛДЫҚ ЖҰМЫС КӨЛЕМІН АНЫҚТАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Ғылыми еңбекте көліктерге технологиялық әсер етудің, яғни: кәсіпорынның көліктеріне техникалық қызмет көрсетудің, диагностикалаудың және ағымдағы жөндеу жүргізудің жылдық жұмыс көлемдерін анықтау әдістемесі ұсынылған. Нормативтік еңбек ауқымдылығын коррекциялау түзету коэффициенттерінің көмегімен жүзеге асырылады. Еңбек ауқымдылығының мәндері көлікті пайдалану жағдайларының санатына, жылжымалы құрамның түріне, климаттық жағдайларға және автокөліктердің жүрісіне байланысты түзетіледі.

Тірек сөздер: техникалық қызмет көрсету, диагностика, ағымдағы жөндеу, автокөлік кәсіпорны.

A.N. Semernin, M.D. Ayazbay, A. Borihanuly, A.N. Isakov, B.A. Tukusbayev

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

METHODOLOGY FOR DETERMINING ANNUAL WORKING VOLUMES ON TECHNOLOGICAL IMPACTS IN MOTOR TRANSPORT ENTERPRISES

The paper presents a methodology for determining the annual scope of work for technological impacts: maintenance, diagnostics and routine maintenance of the transport equipment of the enterprise. Correction of normative labor-intensities is carried out by means of coefficients. Correction of specifications of labor intensity is made depending on the category of operating conditions, type of rolling stock, climatic conditions, mileage of cars.

Keywords: maintenance, diagnostics, current repair, motor transport enterprise.

УДК 629.1.032

А.Н. Семернин¹, М.Д. Аязбай²,
А. Бөріханұлы³, А.Н. Искаков³, Б.А. Тукусбаев³

¹Канд. техн.наук, профессор, ²Канд.техн.наук, доцент, ³Магистранты
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
Электронный адрес: ¹semernin1954@mail.ru

МЕТОДИКА ПЛАНИРОВАНИЯ ГОДОВОЙ ПРОГРАММЫ АВТОПРЕДПРИЯТИЯ

В работе представлена методика для планирования годовой программы при проектировании новых автопредприятий. При проектировании новых предприятий расчёт производится только на новые, не прошедшие капитальный ремонт автомобили. При реконструкции необходимо учитывать как новые, так и прошедшие капитальный ремонт автомобили, а также пробег различных групп подвижного состава к моменту ввода предприятия в эксплуатацию.

Ключевые слова: техническое обслуживание, диагностика, текущий ремонт, капитальный ремонт, автотранспортное предприятие.

Для планирования годовой программы автопредприятия проводят работы по планированию технического обслуживания (ТО) и ремонта автомобилей, затем осуществляют расчёт производственной программы по ТО и ремонту, определяют периодичности ТО и ремонта, а также числа ТО и капитальных ремонтов (КР) на один автомобиль за ремонтный цикл, и на основании этих расчетов определяют числа ТО и КР на один автомобиль и на весь парк за год.

Производственную программу или число ТО при проектировании и планировании рассчитывают обычно аналитически за цикл, период времени, соответствующий пробегу единицы подвижного состава (автомобиля) в км, от начала эксплуатации до КР (или между капитальными ремонтами) с последующим пересчётом программы на год.

При проектировании новых предприятий расчёт производится только на новые, не прошедшие КР автомобили. При реконструкции необходимо учитывать как новые, так и прошедшие КР автомобили, а также пробег различных групп подвижного состава к моменту ввода предприятия в эксплуатацию.

Техническое состояние парка автомобилей может быть учтено при наличии специальных указаний в задании [1].

При разнотипном составе парка (2-3 марки) расчёт производственной программы по ТО и ремонту ведётся отдельно по каждой группе одномарочного состава или на весь парк по средневзвешенным расчётным величинам.

ТО автопоездов обычно производится без расцепки тягача и прицепа. Поэтому число ТО и КР для автопоездов рассчитывают, как для целой единицы подвижного состава аналогично расчету для одиночных автомобилей.

При расчётах применяются следующие обозначения[2]:

$A_{и}$ – инвентарное (списочное) количество подвижного состава данной марки;

l_{cc} – среднесуточный пробег единицы подвижного состава, км;
 L – пробег до ремонта или ТО единицы подвижного состава, км;
 N – число КР или ТО на единицу подвижного состава за цикл;
 D – число дней простоя единицы подвижного состава (автомобиля, автопоезда, прицепа) на ремонте или ТО.

При величинах L , N и D применяются индексы, характеризующие вид ремонта и ТО: К, КР – капитальный ремонт; ЕО – ежедневное техническое обслуживание; 1 – первое техническое обслуживание; 2 – второе техническое обслуживание.

Затем определяют периодичности ТО и ремонта автомобилей. Для расчета числа ТО и ремонтов необходимо предварительно установить цикловой пробег автомобиля и периодичность ТО и ремонта или пробег автомобиля между одноимёнными видами ТО и ремонта.

Нормы пробега подвижного состава до КР и периодичность ТО определяют на основании действующих нормативов.

Нормируемые пробег автомобиля до КР L_K и периодичности ТО (ТО-1, ТО-2) L_i для данных условий эксплуатации корректируются так [3]

$$L_K = L_{KH} K_1 K_2 K_3; L_i = L_{iH} K_1 \quad (1)$$

где: L_{KH} – нормативный пробег автомобиля до КР, км; L_{iH} – нормативная периодичность ТО, км; K_1 , K_2 , K_3 – коэффициенты, учитывающие соответственно категорию условий эксплуатации, тип и модификацию подвижного состава и природно-климатические условия.

Для удобства составления графика ТО и ремонта и последующих расчётов значения пробега между отдельными видами ТО и ремонта должны быть скорректированы со среднесуточным пробегом. Корректировка заключается в подборе численных значений периодичности пробега в км для каждого вида ТО и ремонта, кратных между собой и среднесуточному пробегу и близких по своей величине к установленным нормативам.

После определения периодичности ТО и ремонта автомобилей определяют числа ТО и КР на один автомобиль за ремонтный цикл.

В соответствии с принятыми обозначениями расчёт числа ремонтов и ТО на один автомобиль за ремонтный цикл представляется в следующем виде [3]:

$$N_K = \frac{L_K}{L_K} = 1 \quad (2)$$

$$N_2 = \frac{L_K}{L_2} - N_K \quad (3)$$

$$N_1 = \frac{L_K}{L_1} - (N_K + N_2) \quad (4)$$

$$N_{EO} = \frac{L_K}{L_{EO}} = \frac{L_K}{l_{cc}} \quad (5)$$

Числовое значение N_{EO} при данном расчёте включает полное число EO и те уборочно-моечные работы, которые выполняют перед очередными ТО-1 и ТО-2.

Определение числа ремонтов и ТО на один автомобиль за ремонтный цикл дает нам возможность определить числа ТО и КР на один автомобиль и весь парк за год. Так пробег автомобиля за цикл может быть больше или меньше, чем пробег за год, а производственную программу предприятия обычно рассчитывают за годичный период, необходимо сделать соответствующий перерасчёт с помощью коэффициента перехода от цикла к году η_r . Для этого предварительно определяют коэффициент технической готовности α_T .

Применительно к ремонтному циклу α_T автомобиля определяют из соотношения [2]

$$\alpha_T = \frac{D_{эц}}{D_{эц} + D_{рц}} \quad (6)$$

где $D_{эц}$ – число дней нахождения автомобиля за цикл в технически исправном состоянии; $D_{рц}$ – число дней простоя автомобиля на ТО-2; ТР и КР за цикл.

В данном расчёте $D_{эц}$ принято равным числу дней его эксплуатации за цикл, т.е. без учёта простоев подвижного состава по организационным причинам. Поэтому $D_{эц}$ за ремонтный цикл может быть определено из соотношения [3]:

$$D_{эц} = \frac{L_K}{l_{cc}} \quad (7)$$

Число дней простоя автомобиля на ТО-2, ТР и КР за цикл

$$D_{рц} = D_K + D_2 N_2 + D_{ТР} \frac{L_K}{1000} \quad (8)$$

где D_K – простой автомобиля в КР, дни; D_2 – простой автомобиля на ТО-2, дни; $D_{ТР}$ – удельный простой автомобиля в ТР на 1000 км пробега, дни.

Однако, учитывая что продолжительность простоя автомобиля на ТО и ТР предусматривается общей удельной нормой на 1000 км пробега, которая корректируется в зависимости от пробега автомобиля с начала эксплуатации коэффициентом K_4 число дней простоя автомобиля в ремонте за цикл $D_{рц}$ выражается в следующем виде:

$$D_{рц} = D_K + D_{ТОиТР} \frac{L_K}{1000} K_4 \quad (9)$$

где $D_{ТОиТР}$ – удельный простой автомобиля на ТО и ТР в днях на 1000 км пробега.

При необходимости простой только в ТР может быть определён из следующего выражения:

$$D_{рц} = D_{ТОиТР} K_4 - 1000 \frac{D_2}{L_2} K_4 \quad (10)$$

Для автопоездов дни простоя в КР D_k принимаются, как для одиночных грузовых автомобилей, так как нормы простоя автомобилей превышают нормы простоя прицепов и полуприцепов.

Удельный простой на ТО и ТР для автомобилей, работающих с прицепами, принимается, как для одиночных грузовых автомобилей, так как прицеп отделяется от автомобиля и ремонтируется отдельно. Для автомобилей- тягачей, работающих с полуприцепами, простой принимается с учётом времени простоя полуприцепов в ТР (ТО-2 автомобиля-тягача и полуприцепов в основном производится одновременно без расцепки).

При определении численного значения D_k необходимо учитывать, что простой автомобиля в КР предусматривает общее количество календарных дней вывода автомобиля из эксплуатации, т.е.

$$D_K = D'_K + D_T \quad (11)$$

где D'_K – простой авто в КР на автотранспортном заводе, дней; D_T – время на транспортирование автомобиля из автотранспортного на авторемонтное предприятие и обратно, дней.

Время D_T , затрачиваемое на транспортировку при КР, зависит от расстояния между автотранспортным и ремонтным предприятиями и времени на оформление и сдачу в ремонт.

При отсутствии фактических данных это время ориентировочно может быть принято 10-20% от продолжительности простоя в КР по нормативным данным.

На основании рассчитанного значения α_T определяют возможный годовой пробег автомобиля

$$L_T = D_{раб.Г} \alpha_T l_{cc} \quad (12)$$

где $D_{раб.Г}$ – количество дней работы предприятия в году; l_{cc} – суточный пробег автомобиля, км.

Полученное выражение даёт возможность, в свою очередь, определить коэффициент перехода от цикла к циклу η_p , представляющий собой отношение пробега автомобиля за год к пробегу его за цикл

$$\eta_p = \frac{L_r}{L_k} \quad (13)$$

Подставляя в формулу значения L_T и L_k будем иметь

$$\eta_T = \frac{D_{раб.Г} \alpha_T l_{cc}}{D_{эц} l_{cc}} = \frac{D_{раб.Г}}{D_{эц}} \alpha_T \quad (14)$$

Если в формулу для η_T подставить теперь выражение для α_T , то получим

$$\eta_T = \frac{D_{раб.Г} \frac{D_{эц}}{D_{эц} + D_{рц}}}{D_{эц}} = \frac{D_{раб.Г}}{D_{эц} + D_{рц}} \quad (15)$$

т.е. η_T для данного числа дней работы в году может быть также определено через известные $D_{эц}$ и $D_{рц}$.

Годовое количество ТО и ремонтов в год на один списочный автомобиль определится так [4]

$$\left\{ \begin{array}{l} N_{K_r} = N_K \eta_{\Gamma}; N_{2_r} = N_2 \eta_{\Gamma} \\ N_{1_r} = N_1 \eta_{\Gamma}; N_{EO_r} = N_{EO} \eta_{\Gamma} \end{array} \right\} \quad (16)$$

где N_{2_r}, N_{K_r}, N_1 и N_{EO_r} соответственно число КР и ТО на один автомобиль в год.

Число КР и ТО на весь парк в год (одной марки) в год составит

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum N_{K_r} = N_K \eta_{\Gamma} A_{II}; \sum N_{2_r} = N_2 \eta_{\Gamma} A_{II} \\ \sum N_{1_r} = N_1 \eta_{\Gamma} A_{II}; \sum N_{EO_r} = N_{EO} \eta_{\Gamma} A_{II} \end{array} \right\} \quad (17)$$

где $\sum N_{K_r}, \sum N_{2_r}, \sum N_{1_r}, \sum N_{EO_r}$ – соответственно суммарное число КР, ТО-2, ТО-1, и ЕО одномарочных автомобилей по парку на весь год.

При известном годовом пробеге автомобиля число КР и ТО на весь парк автомобилей (одной марки) в год определится так

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum N_{K_r} = \frac{L_r A_{II}}{L_K}; \\ \sum N_{2_r} = \frac{L_r A_{II}}{L_2} - \frac{L_r A_{II}}{L_K} = L_r A_{II} \left(\frac{1}{L_2} - \frac{1}{L_K} \right); \\ \sum N_{1_r} = \frac{L_r A_{II}}{L_1} - (\sum N_{K_r} + \sum N_{2_r}); \\ \sum N_{EO_r} = \frac{L_r A_{II}}{L_{EO}} = \frac{L_r A_{II}}{l_{cc}} = \frac{D_{\text{раб.Г}} \alpha_T l_{cc} A_{II}}{l_{cc}} = A_{II} D_{\text{раб.Г}} \alpha_T \end{array} \right\} \quad (18)$$

Для определения числа диагностических воздействий Д-1 и Д-2 на весь парк за год в соответствии с «Руководством по диагностике подвижного состава автомобильного транспорта» при ТО-1 предусматривается диагностирование подвижного состава Д-1, которое проводится с периодичностью ТО-1. В тех случаях, когда работа подвижного состава осуществляется в условиях, повышенной опасности (в горных условиях, при перевозке пассажиров и др.), периодичность диагностирования Д-1 может быть уменьшена. Перед ТО-2 предусматривается диагностирование Д-2.

Число Д-1 на весь парк автомобилей за год $\sum N_{Д-1_r}$ определяется из выражения [3]

$$\sum N_{Д-1_r} = \sum N_{1_{Д-1}} + \sum N_{ТР_{Д-1}} + \sum N_{2_{Д-1}} \quad (19)$$

где $\sum N_{1_{Д-1}}, \sum N_{ТР_{Д-1}}, \sum N_{2_{Д-1}}$ – соответственно количество автомобилей за год, диагностируемых при ТО-1, при ТР по узлам и системам, обеспечивающим безопасность движения, и после ТО-2 по узлам и системам, обеспечивающим безопасность движения, для проверки качества работ и заключительных регулировок.

По нормам проектирования

$$\begin{aligned} \sum N_{1_{д-1}} &= \sum N_{1_r} \\ \sum N_{TP_{д-1}} &\cong 0,1 \sum N_{1_r}; \sum N_{д-1_r} \cong 1,1 \sum N_{1_r} + \sum N_{2_r} \\ \sum N_{2_{д-1}} &= \sum N_{2_r} \end{aligned} \quad (20)$$

Количество Д-2 на весь парк автомобилей за год $\sum N_{д-2_r}$

$$\sum N_{д-2_r} = \sum N_{2_{д-2}} + \sum N_{TP_{д-2}} \quad (21)$$

где $\sum N_{2_{д-2}}$, $\sum N_{TP_{д-2}}$ – соответственно количество автомобилей за год, диагностируемых перед ТО-2 и при ТР. Согласно нормативам

$$\begin{aligned} \sum N_{2_{д-2}} &= \sum N_{2_r} \\ \sum N_{TP_{д-2}} &\cong 0,2 \sum N_{2_r}; \sum N_{д-2_r} \cong 1,2 \sum N_{2_r} \end{aligned} \quad (22)$$

Определяем суточную программу парка по ТО и диагностике автомобилей. Суточную программу парка автомобилей по ТО (ЕО, ТО-1, ТО-2) и диагностике (Д-1, Д-2) можно определить из следующего выражения [2]:

$$N_{i_c} = \frac{\sum N_{i_r}}{D_{раб.Г_i}} \quad (23)$$

где N_{i_c} – суточное число ТО или диагностируемых автомобилей по каждому виду в отдельности; $\sum N_{i_r}$ – годовое число ТО или диагностируемых автомобилей по каждому виду в отдельности; $D_{раб.г}$ – число рабочих дней в году зоны, предназначенной для выполнения того или иного вида ТО и диагностики автомобилей.

При определении суточной программы по ТО-2 и Д-2 число рабочих дней зоны в году $D_{раб.г2}$ обычно принимается равным 253 (5 рабочих дней в неделю) или 305. Для ТО-1, ЕО и Д-1 (а иногда и для ТО-2) $D_{раб.г2}$ принимается в зависимости от режима работы автомобилей на линии, т.е. 253, 305, 357 или 365 дней.

Суточная программа по каждому виду обслуживания (ЕО, ТО-1, ТО-2) является критерием для выбора метода ТО.

Применение поточной организации обслуживания при ЕО становится целесообразным при минимальной суточной программе 100 обслуживаемых однотипных автомобилей, ТО-1 при 12-15 автомобилей. При меньшей суточной программе принимается метод обслуживания на универсальных постах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дидманидзе, О.Н. Технологическое проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] / О.Н. Дидманидзе. – М.: ООО «Спектр», 2010. – 70 с.

2. Хрянин, В.Н. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий: метод. указания для практических заданий, курсового и дипломного проектирования [Текст] / В.Н. Хрянин, А.А. Железнов. – Новосибирск, 2011. – 52 с.
3. Кухарь, В.С. Техника транспорта, обслуживание и ремонт [Текст] / В.С. Кухарь. – Костанай: КИНЭУ, 2012. – 29 с.

Материал поступил в редакцию 10.01.18.

А.Н. Семернин, М.Д. Аязбай, А. Бөріханұлы, А.Н. Исаков, Б.А. Тукусбаев

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

АВТОКӨЛІК КӘСІПОРЫНДАРЫНЫҢ ЖЫЛДЫҚ БАҒДАРЛАМАСЫН ЖОСПАРЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Мақалада жаңадан құрылған автокөлік кәсіпорындарының жылдық бағдарламасын жоспарлау әдістемесі ұсынылған. Жаңа кәсіпорындарды жобалау кезінде, жылдық бағдарламаны анықтау үшін тек күрделі жөндеуден өтпеген жаңа автомобильдер ғана ескеріледі. Кәсіпорынды қайта құру кезінде жаңа автомобильдермен қатар пайдалануда болған автомобильдерді де ескеру қажет, сонымен қатар жылжымалы құрамның түрлі топтарының жүрістері де ескерілуі тиіс.

Тірек сөздер: жөндеу, диагностика, ағымдағы жөндеу, күрделі жөндеу, автокөлік кәсіпорны.

A.N. Semernin, M.D. Ayazbay, A. Borihanuly, A.N. Isakov, B.A. Tukusbayev

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

METHOD OF PLANNING AN ANNUAL PROGRAM OF THE AUTOMOTIVE ENTERPRISE

The paper presents a methodology for planning an annual program for the design of new auto enterprises. When designing new enterprises, the calculation is made only for new cars that have not passed the CD. During the reconstruction it is necessary to take into account both new and past RS cars, as well as the mileage of different groups of rolling stock at the time of putting the plant into operation.

Keywords: maintenance, diagnostics, current repairs, major repairs, motor transport enterprise.

ЭОЖ 656.132

А.Т. Имандосов¹, Б.У. Жаманбаев², Э.А. Алмаханова³,
Ж.Б. Сатаева⁴, Б.Б. Жетібаева⁴

¹Техн. ғылымдарының канд., доцент, ²Докторант, аға оқытушы,

³Магистр, аға оқытушы, ⁴Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

Электрондық пошта: ²Zhaman78@mail.ru

ҚАЛАЛЫҚ ЖОЛАУШЫ КӨЛІГІ ЖҮЙЕСІНІҢ АЯЛДАМА ПУНКТТЕРІН ЗЕРТТЕУ

Мақалада қалалық жолаушы тасымалдаудың аялдау пунктерін модельдеу қарастырылған. Шешілетін мәселелер шеңбері келтірілген және қалалық жолаушы тасымалдау маршруттық жүйесін имитациялық модельдеу нәтижелері баяндалған.

Тірек сөздер: жолаушы, қалалық жолаушы тасымалдау, жолаушы ағыны, көлік құралдары, аялдау пунктері, қалалық жылжу, жылжымалы құрам сыйымдылығы.

Қалалық жолаушы көлігінің жұмысына көптеген факторлар әсер етеді, сондықтан тасымалдау процесінде болатын құбылыстарды аналитикалық жолмен сипаттап беру қиындық туғызады. Осыған байланысты, тұрғындарға көліктік қызмет көрсетудің көрсеткіштерін және қаланың қолданыстағы көлік торабының тиімділігін, алуан түрлі көптеген факторлардың әсерін ескере отырып, анықтау үшін, бұқаралық қызмет көрсету жүйесінің математикалық аппаратына негізделген имитациялық модельдерді пайдалану тиімдірек болып келеді.

Қалалық жолаушы тасымалдау көлік жүйесінің жұмыс процесі кезінде біркелкі еместік факторы анық байқалады. Бүкіл көлік жүйесінде болсын (тиісті жолаушы сыйымдылығына ие болатын және тиісті жол жүру тарифіне сәйкес келетін белгілі бір көлік түрінің жетіспеуі), сондай-ақ, қаланың түрлі аудандары бойынша (өмірде бар құрылымның талап етілетін құрылымға сәйкес келмеуі) көліктік қызмет көрсету деңгейіндегі дисбаланс әрдайым байқалып тұратыны рас.

Сонымен, аудандық шеңберде көліктік қолжетімділіктің деңгейін егжей-тегжейлі бағалау қажет болады. Мәселе төмендегі көрсеткіштердің сандық мәнін анықтауға келіп саяды [1]:

- көлікпен жүрудің басталуына дейінгі орташа күтіп тұру уақыты;
- көлік түрін таңдаудың жиілігі;
- көлік маршрутын таңдаудың жиілігі;
- маршруттың түрлі бөліктерінде көлік құралының жүктелу ықтималдығы;
- тәуліктің сағаттары бойынша маршрутпен жылжу уақыты;
- берілген уақыт аралығында қызмет көрсетілмей қалудың ықтималдығы.

Математикалық модельді құрастыру. Ол бірқатар көрсеткіштермен сипатталады:

- тұрғындардың саны;
- құрылыс ауданы;
- еңбек ету орындарының саны;
- көпшілік сауда орындарының бар болуы;

- демалу орындарының бар болуы;
- және тағы басқа факторлар.

Модельді құрастырғанда төмендегі болжамды қабылдаймыз: бір аудан шеңберіндегі барлық аялдамалар біртектес және бірдей сипаттамаға ие.

Аялдаманың қарастырылып отырған жұмыс процесі басқарылатын және көпқадамды болып табылады, яғни шешімді қабылдау процесін бірнеше (n) кадамға (этап) бөлуге болады. Модельдің негізінде төмендегі ситуация жатады: аялдамада көлік күтіп тұрған жолаушы өзі үшін сәйкес келетін көлік түріне және маршрутқа таңдау жасайды, сол таңдауға сәйкес ол өзі таңдаған маршрут бойынша жүретін көлік түрінің келуін күтеді, егер көлік құралында бос орын бар болса, онда аялдамада тұрған жолаушы көлікке отырып, аялдамадан жылжып кетеді, яғни оған қызмет көрсетіледі.

Аялдама пунктiнiң моделiн сипаттау үшiн ең қолайлысы модульдiк принциптi қолдану болып табылады. Имитациялық модельдiң негiзгi үш модуль бар: аялдамада жолаушы ағынын пайда ету модуль, жолаушы көлiк торабының параметрлерiн анықтау модуль, көлiк түрiн және маршруттың бағытын таңдау модуль.

Аялдамада жолаушы ағынын пайда ету модуль. Бұл модульді жасауға қала тұрғындарының әлеуметтік-экономикалық сипаттамасы және қалалық құрылыс факторлары елеулі әсер етеді [1].

Қала тұрғындарының әлеуметтік-экономикалық сипатының қоршаға орта факторына жататын себебі, оның өзгеруі ұзаққа созылады. Ол қаланың және мемлекеттің шаруашылығының жалпы тиімді ұйымдастырылуына, әлеуметтік-демографиялық ситуацияға тәуелді, сондықтан теориялық басқарылымдық тұрғысынан алғанда қысқа және орта ұзақтықтағы мерзім үшін бұл параметрді берілген деп қарастыра беруге болады.

Қала тұрғындарының әлеуметтік-экономикалық сипаты төмендегі жіктеуді қамтиды:

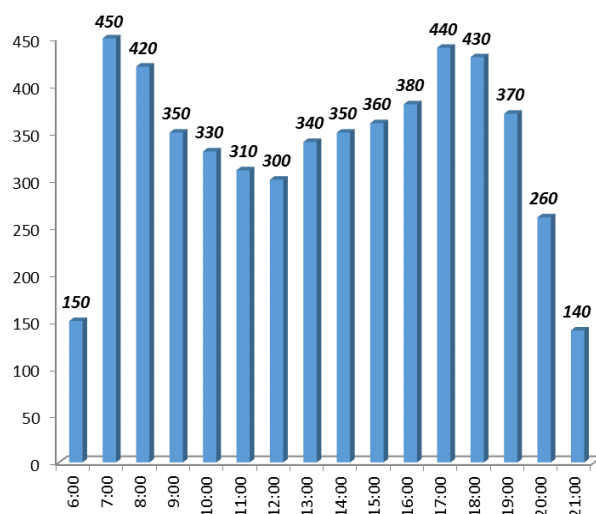
- тұрғындардың қамтылғандығы және шаруашылық ету түрі бойынша құрылымы;
- тұрғындардың жас ерекшеліктерінің тобы бойынша құрылымы;
- тұрғындардың табыс деңгейі бойынша құрылымы.

Қалалық құрылыс факторлары. Қалалық құрылыс факторлары ортаның факторы болып табылады, өйткені қаланың құрылысының өзгеруі ұзаққа созылатын процесс. Бұл факторлар тобына жататындар:

- аудан тұрғындарының саны;
- аудан көлемінің өлшемдері;
- емдеу, өнеркәсіптік және мәдени-тұрмыстық орталықтардың салыстырмалы орналасуы және т.б.

Жолаушы пайда етуші факторлар. Бұл факторлар қала құрылысы факторларының туындысы болып табылады, өйткені жолаушы ағынының пайда болуы тәуліктің сағаты бойынша өзгереді. Қаланың тыныш аудандарында көліктік қызмет көрсетуге тапсырыс көбінесе 6-9 сағаттар аралығына тура келеді. Қаланың еңбек етуші тұрғындары бар аудандары үшін де осы уақыт интервалын жолаушы қамтитын аймақ ретінде қабылдаймыз. Кешкі қарбалас сағаттарында жағдай өзгереді, яғни тапсырыстың басым бөлігі еңбек ету аймақтарында болады. Сауда көп жасалатын аймақтарда жолаушы ағыны көбірек пайда болады және осы сауда кешендерінің жұмыс уақыты кезінде ол жолаушы ауқымды аймақ ретінде қызмет етеді. Дәл осындай жағдай денсаулық нысандары орналасқан аймақтарда да кездеседі.

Жолаушы ағындарын зерттеу деректері бойынша құрастырылған жолаушы тасымалдау көлемінің таралу гистограммасы 1-суретте келтірілген.



Сурет 1. №29 маршрутындағы тәулік сағаттары бойынша жолаушы тасымалдау көлемінің бөлінуі

Сонымен, қалалық жылжуда – еңбек ету мақсатында қатынау, ал, мәдени-тұрмыстық жылжуда – «үйден» (тұрғылықты мекенінен басталатын), «үйден емес» қатынау (жұмыс орнынан немесе мәдени-тұрмыстық нысандардан) болып бөлінеді, сонымен қатар еңбектік жылжулар (еңбек ету орындарына қатынау), мәдени-көңіл көтеру орындарына (мұражайларға, кинотеатрларға және т.б.), мәдени-тұрмыстық нысандарға (базарлаға, дүкендерге), салауатты өмір салтын қалыптастыру мақсатында (ауруханаларға, емханаларға және т.б.), білім алу мақсатында (институттарға, университеттерге және басқа да жоғарғы оқу орындарына) қатынаулар да ажыратылады. Дегенмен, нақты деректердің мардымсыз болуына байланысты жылжудың кейбір түрлері ескерусіз қалып та жатады [1].

Жолаушыларды тасымалдауға арналған көлік торабы параметрлерінің модулі. Жолаушы тасымалдау көлігінің қозғалыс кестесіне әсер етуші модульдің параметрін құрастыруға (бастапқы деректер ретінде автобустық және электрлік көліктің тәулік бойындағы қозғалыс кестесі қызмет етеді, маршруттық таксилер үшін қарбалас сағаттары үшін 4 минут, қалған уақыттар үшін 7 минут) көлік құралдарының параметрлері, мысалы, жолаушы сыйымдылығы қабылданады (1-кесте).

Кесте 1

Маршруттағы қалалық жолаушы көлігінің жылжымалы құрамының маркалары бойынша жолаушы сыйымдылығы

Жылжымалы құрамның маркасы	Сыйымдылық=орындықтар+(N×S)			
	Номинальдық (орын саны)	Қалыпты жағдайда (N=3)	Толық (N=5)	Шекті (N=8)
Мерседес	28	58	80	111
ПАЗ-3205	27	49	45	59
МАН-240	45	78	100	133
Донг Фенг	18	28	35	42

Көліктің түрін және жүріс маршрутын таңдау модулі. Жүріс маршрутын төмендегіше негіздейміз: траекториясының бойында еңбек ету орнының және тұрғындардың саны тұрғысынан, сонымен қатар, басқа да аймақтардың бар екендігі тұрғысынан «тартымды» болған нысандар көбірек орналасқан жүріс маршруты таңдау ықтималдығы жоғары болатын жүріс маршруты болып табылады.

Көліктің түрін таңдауға әсер етуші факторлар ретінде жылжу уақытының ұзақтығын және көлікпен жылжу тарифының мөлшерін алуға болады. Әрине, маршруттық таксилер жылжу жылдамдығы тұрғысынан алғанда көлік нарығында қызмет көрсетуші қалған екі көлік түріне қарағанда басымдылыққа ие екендігі дау тудырмайды. Дегенмен, бұл модульде көлік құралын таңдауда көлікпен жылжу жылдамдығынан басқа көлікпен жылжудың жолақысының бағалық (құндық) сипаттамасын да ескеру қажеттігін ұмытпаған жөн. Жолақысының құнына байланысты ұсыныс пен сұраныстың балансы түрліше деңгейде қалыптасады, ал бұл қала тұрғындарының көлікпен қатынауының құрылымын өзгертеді. Жолақы бағасының өсуімен жолаушылар өздерінің табыс мөлшерінің деңгейіне және жылжу қашықтығына байланысты, қалалық жолаушы тасымалдау көлігінен жекеменшік көліктермен жылжуға және жаяу жүруге ауыса бастайды. Керісінше, көлікпен жылжу жолақы құнының төмендеуі қалалық жолаушы тасымалдау көлігін жолаушылар үшін тартымды ете түседі. Бұл жерде тартымдылық деңгейі жолақы құнының сұранысқа деген икемділігіне сәйкестік дәрежесіне байланысты болып келеді.

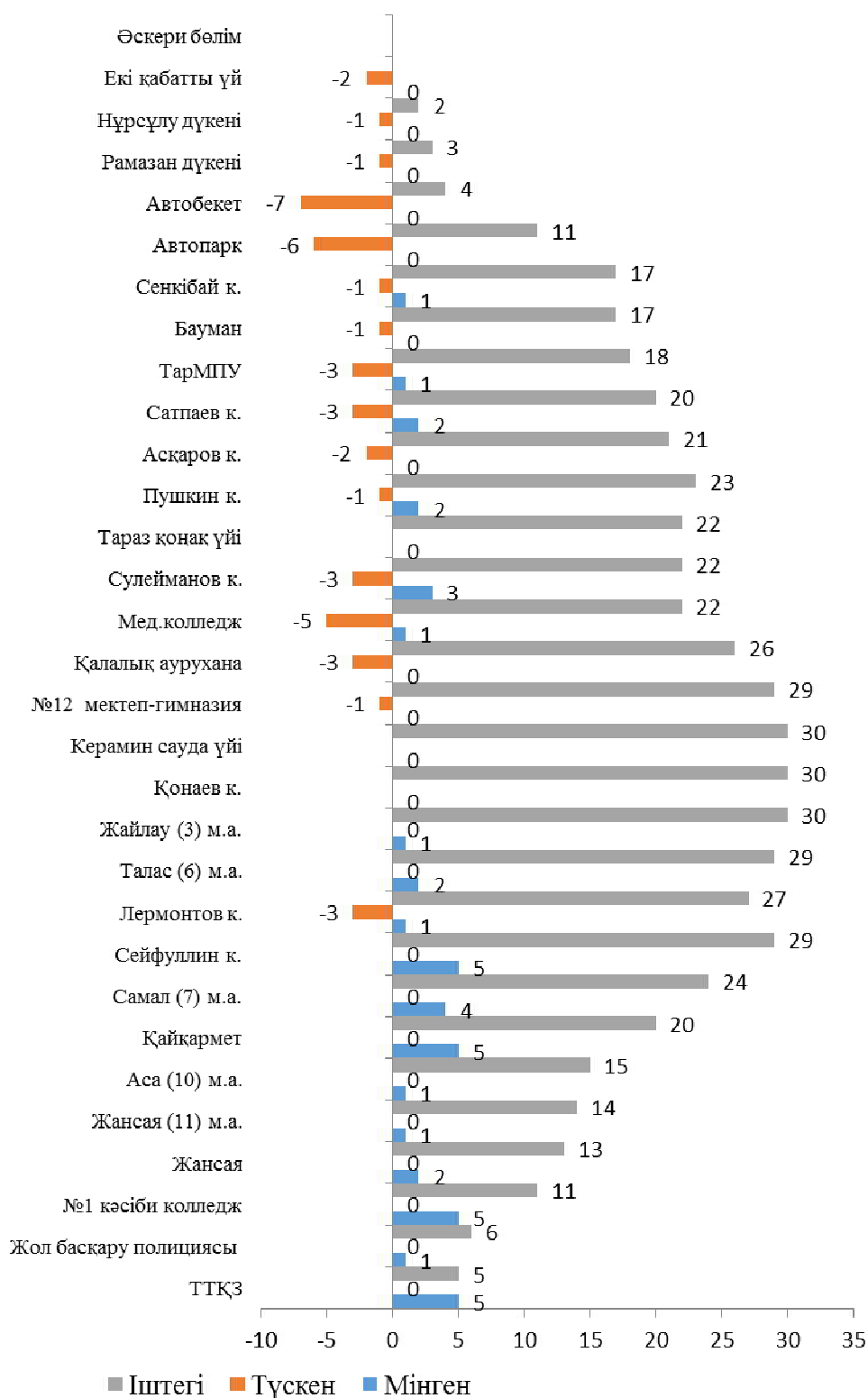
[2] әдебиет авторының деректеріне талдау жасау нәтижесінде табыс деңгейі тіршілік ету минимумының деңгейінен төмен болған адамдардың үлесі 31-40% аралығында жататыны, ал 33% деңгейінде, яғни тұрғындардың 1/3 бөлігінде, тұрақтану тенденциясы байқалатыны анықталды. Сондықтан, әрбір үш жолаушының біреуі көлікпен жүру тарифы ең арзан болған көлік түрін таңдайды деп қабылдаймыз. Көліктің бұл түрі осы аялдамаға қызмет көрсетпейтін жағдайда және дәл осындай сипаттамамен қызмет көрсетілетін ең жақын аялдама 1 км радиустан қашық болмаса, жолаушы сол аялдамаға қарай бағытталады. Қалған жағдайларда шығындардың мөлшері одан кейінгі кезекте тұратын көлік түрін таңдаудың пайдасына шешілетін болады.

Аялдама пункттерін зерттеу нәтижелері 2, 3 және 4-суреттерде көрсетілген.

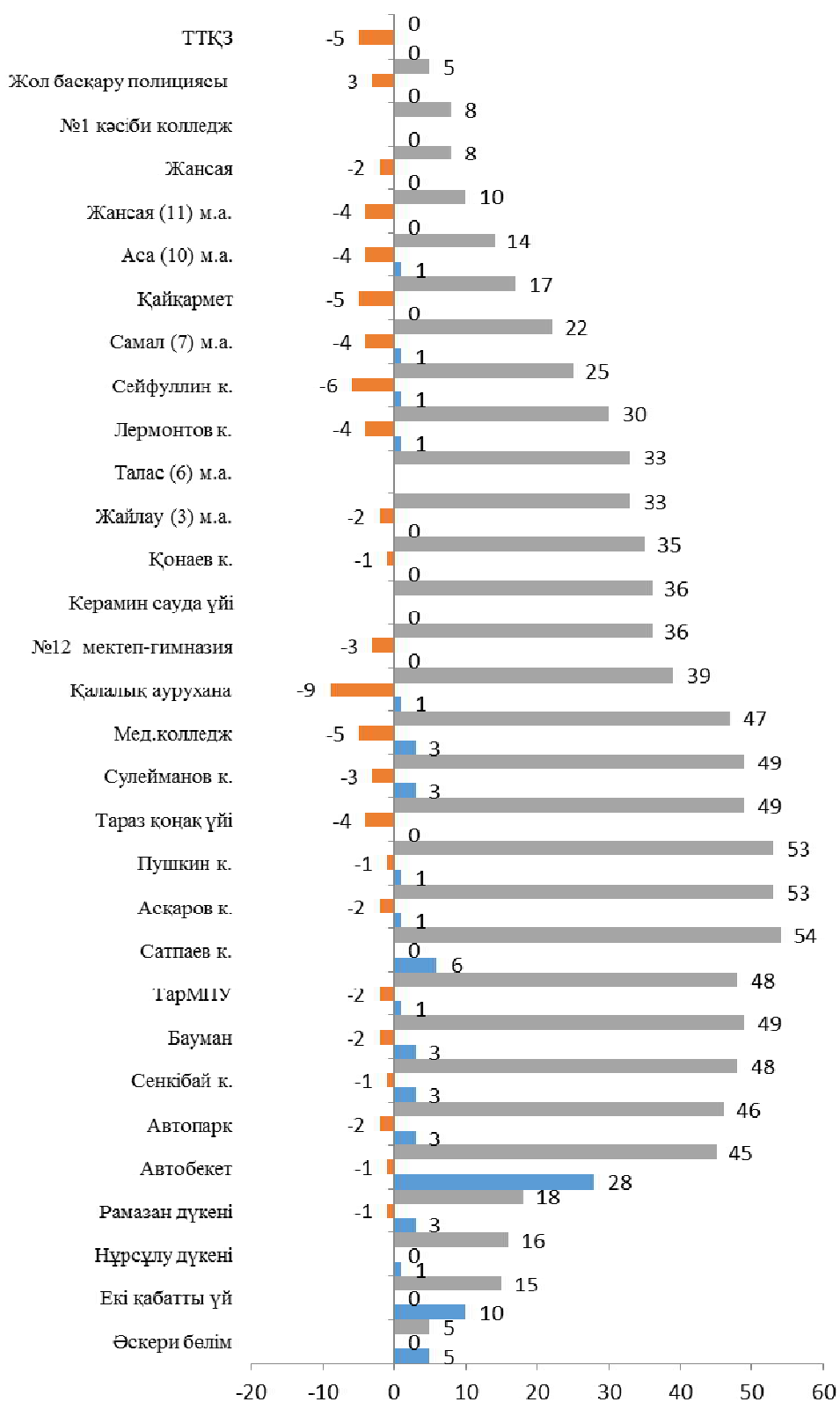
Құрастырылған имитациялық модель төмендегі параметрлерді өзгертуге мүмкіндік береді:

- көлік құралының жолаушы сыйымдылығы;
- көлік құралының жүктелгендік коэффициенті;
- көлік құралының қозғалыс интервалы, соның ішінде қозғалыс интервалының өзгеру интервалы;
- күту уақыты ұзақтығының кризистік мөлшері;
- көлік құралдарын таңдаудың басымдықтары (жолақысы құнының критеріі бойынша);
- жолаушы ағынының параметрлері.

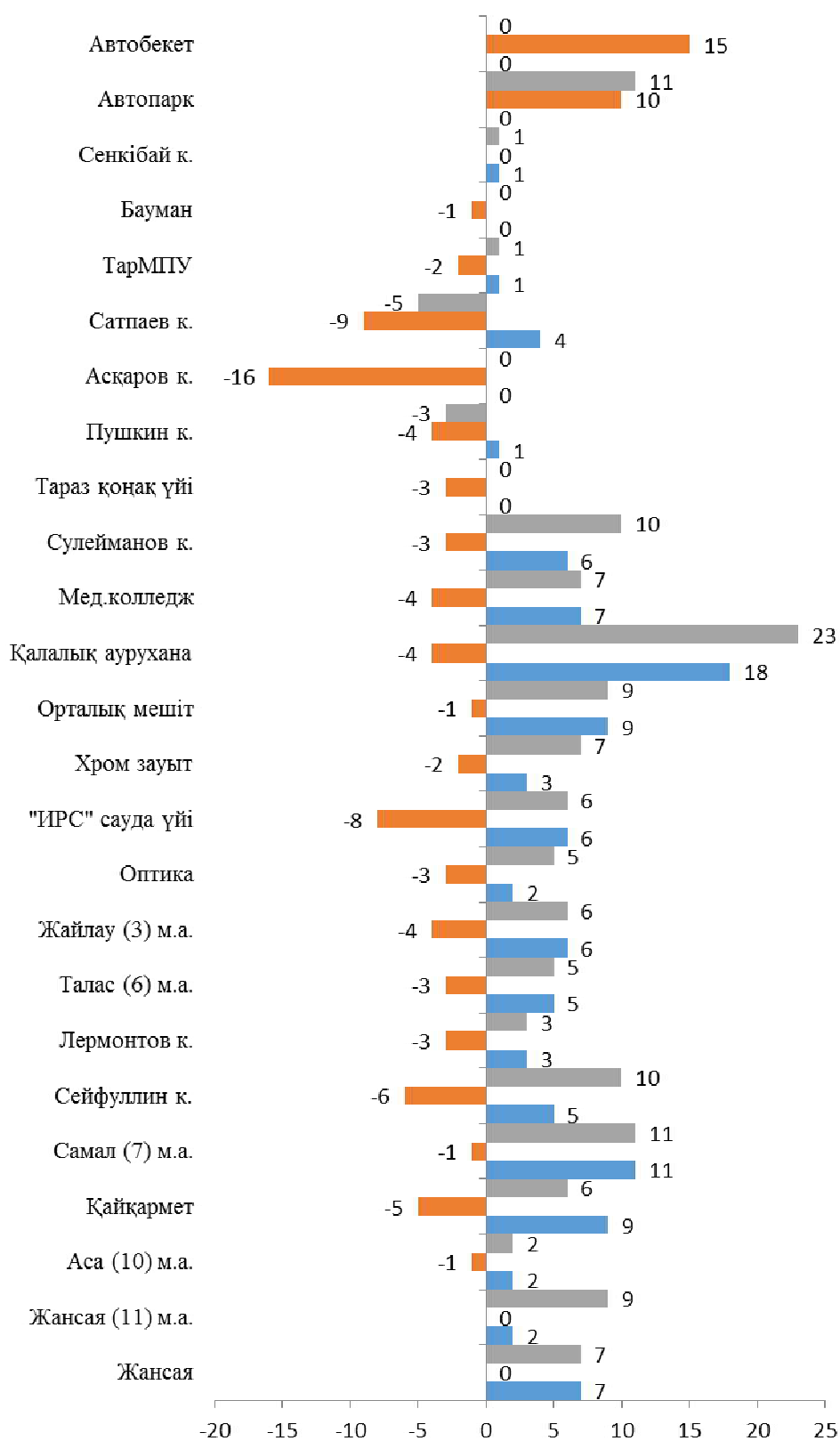
Модельдегі кейбір қолайсыздықтарды туғызатын бір жағдай – модельдеу кезінде алынған нәтижелерді көрсететін шкаланың автоматты түрде өзгеруі. Бұл жағдай нәтижелерді талдау қорытындыларын салыстыруда қиындықтар туғызуы мүмкін. Бірақ, имитациялық модельдеу нәтижелерін өңдеу барысында MS EXCEL бағдарламасын қолдану арқылы бұл кемшіліктен оңай құтылуға болады.



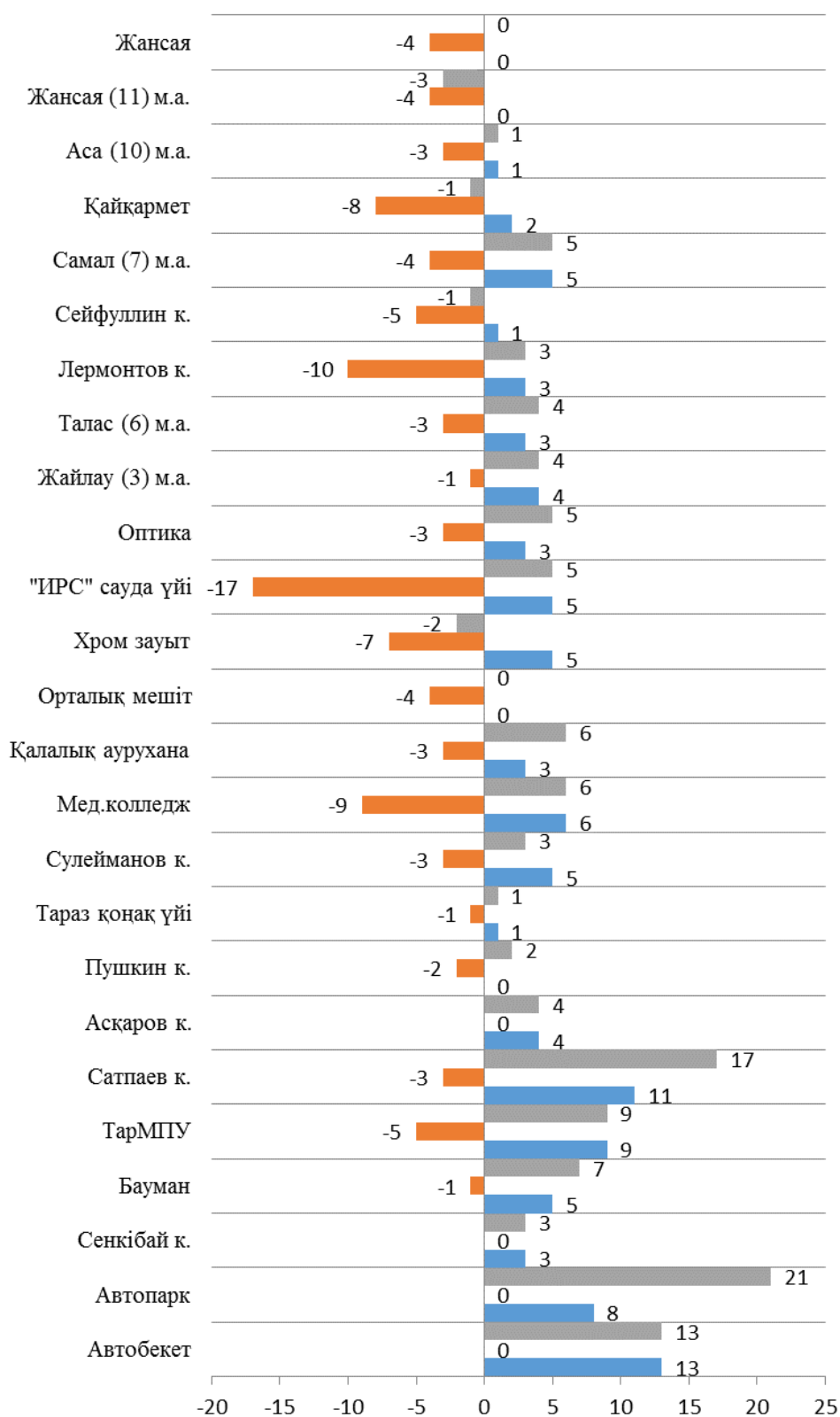
Сурет 2. №29 маршруттың желісі бойынша жолаушы ағынының өзгеруі (тіке бағыт)



Сурет 3. №29 маршруттың желісі бойынша жолаушы ағынының өзгеруі (кері бағыт)



Сурет 4. №30 маршруттың желісі бойынша жолаушы ағынының өзгеруі (тіке бағыт)



Сурет 5. №30 маршруттың желісі бойынша жолаушы ағынының өзгеруі (кері бағыт)

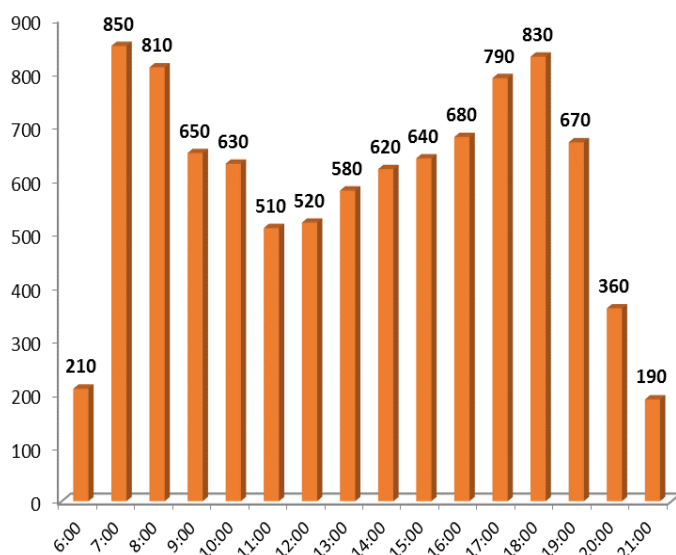
Модель жолаушының аялдамада көліктің келуін күтіп тұру уақытының ұзақтығының орташа мөлшерін бағалауға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, кестеде аялдамадан сағат 6-дан 9-ға және сағат 14-тен 18-ге дейінгі аралықта қоғамдық көліктің, яғни жекеменшік таксилердің қызметін пайдалануға мәжбүр болған жолаушылардың санын модельдеу нәтижелері келтірілген.

Модельді құрастырғанда қабылданған шарттар төмендегідей: барлық жолаушылар 20 минут ішінде қоғамдық көлік қызметін пайдалану мүмкіндігіне ие болуы тиіс және жолаушы көлігінің қозғалыс интервалы тәулік бойында өзгермейді.

Қалалық жолаушы тасымалдау көлігінің торабын имитациялық модельдеу муниципалдық көлікті басқару жүйесінің шеңберінде шешім қабылдау үрдісінің ядросы болып табылады. Қалалық жолаушы тасымалын басқару жүйесін жүзеге асыру маршруттардағы көлік ресурстарын икемді басқаруға мүмкіндік береді, қозғалыс жағдайлары туралы көпсанды ақпарат алуға және оны өңдеуге жағдай жасайды: асқын жүктелімдері, көлік торабындағы кризистік ағындағы жолаушыларды тасымалдау, кептелістер, қозғалыстың үзіліп қалуы және оның себептері және т.с.с.

Қалалық жолаушы тасымалдау көлігінің маршруттық торабының басқару жүйесіне бағдарламалық және алгоритмдік қамтамасыз етуді енгізу шешілуі тиіс мәселелер шеңберін айтарлықтай кеңейтуге және қабылданған шешімдерді оперативті және сапалы бағалауға мүмкіндік береді.

Функционалдық элементтердің өзара ақпараттық әрекеттесуінің ерекшеліктері айтарлықтай дәрежеде қалалық жолаушы тасымалдауды басқару жүйесінің арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету (ПО) жүйесінің құрамымен және функционалдық мүмкіндіктерімен анықталады.



Сурет 6. №30 маршрутты сағат аралық орташа күту уақыты

Имитациялық модельдеу құралдарын және алгоритмдік автоматтандыру құралдарын арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету (ПО) жүйесінің құрамындағы шектеулер ақпараттық ағындарды жүзеге асыруға және шектеуге мүмкіндік береді. Ал бұл, өз кезегінде, жүйенің құрылымын көрнекі және анық көрсетуге айтарлықтай ықпал етеді. Ақпараттық ағындар жүйесінің сипаты бағдарламалық қамтамасыз етудің әмбебаптығын көрсетеді, яғни ол ақпаратты қолмен де енгізуге, сонымен қатар объективті бағытталған деректер базасынан да енгізуге мүмкіндік береді.

Құрастырылған модель аялдамадан өтетін жолаушы ағыны мен көлік торабының параметрлері (жолаушы көлігінің қозғалыс интервалы және көліктің жолаушы сыйымдылығы) туралы деректер бар болған жағдайда жолаушының аялдамада көлікті күту уақытының орташа ұзақтығын бағалауға және маршруттың берілген нүктесіндегі жолаушы көлік торабының (сағаттар бойынша қозғалыс интервалын есептеу және жолаушы көлігінің түрін таңдау сияқты) параметрлерін жетілдіру бойынша ұсыныстар жасауға мол мүмкіндік береді. Бұдан бөлек, маршруттың барлық аялдмаларында осыған ұқсас деректерді жинай отырып, бүкіл маршрут бойынша жолаушы көлігінің қозғалысын ұйымдастырудың тиімділігін бағалауға болады. Мұндай есептеулерді жүргізу үшін маршруттағы әрбір аялдамаға қатысты статистикалық деректерді пайдалану қажет.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Вельможин, А.В. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта [Текст]: монография / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, А.В. Куликов, А.А. Сериков. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2002. – 256 с.
2. Антошвили, М.Е. Оптимизация городских автобусных перевозок [Текст] / М.Е. Антошвили, С.Ю. Либерман, И.В. Спирин. – М.: Транспорт, 1985. – 102 с.

Материал редакцияға 09.03.18 түсті.

**А.Т. Имандосов, Б.У. Жаманбаев, Э.А. Алмаханова,
Ж.Б. Сатаева, Б.Б. Жетібаева**

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ СЕТИ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

В статье рассмотрены вопросы моделирования остановочных пунктов городского пассажирского транспорта. Описан круг решаемых задач и разработан имитационная модель маршрутной сети городского пассажирского транспорта.

Ключевые слова: пассажир, городские пассажирские перевозки, пассажиропоток, транспортные средства, остановочный пункт, городская подвижность, вместимость подвижного состава.

**A.T. Imandosov, B.U. Zhamanbaev, E.A. Almahanova,
J.B. Sataeva, B.B. Jetibaeva**

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

RESEARCH OF STOPPING POINTS OF THE CITY PASSENGER TRANSPORT NETWORK

The article deals with the modeling of stop points of urban passenger transport. The range of tasks to be solved is described and an imitation model of the urban passenger transport network is developed.

Keywords: passenger, urban passenger transport, passenger traffic, vehicles, stopping point, urban mobility, capacity of rolling stock.

ӨОК 656.132

**Б.У. Жаманбаев¹, Э.А. Алмаханова², А.Т. Имандосов³,
А.Т. Раимбаев⁴, Ж.Н. Аясқан⁵, А.Р. Әбдіғапар⁵**

¹Докторант, аға оқытушы, ²Магистр, аға оқытушы, ³Техн. ғыл. канд., доцент,

⁴Техн. ғыл. канд., профессор, ⁵Магистранттар

М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

Электрондық пошта: ²Zhaman78@mail.ru

АВТОБУС ТҮРІ МЕН САНЫН ОПТИМИЗАЦИЯЛАУ МОДЕЛІ

Мақалада қалалық жолаушы тасымалдау үрдісіндегі атқарылатын жұмыстардың негізгі көрсеткіштері қарастырылған. Тасымалдауда қолданылатын автобустың қажетті моделі мен оның тиімді санын анықтау үшін оптимизациялау моделін құру мәселелері баяндалған.

Тірек сөздер: қалалық жолаушы тасымалдау, автобус, жылжымалы құрам, маршрут, көлік құралдары, жолаушы сыйымдылық, оптимизация, аялдама.

Қалалық жолаушы тасымалдаушы көлік жүйесі жұмысының экономикалық тиімділігі жылжымалы құрамды тиімді пайдалануға келіп саяды. Маршруттағы жылжымалы құрамның жұмысын сипаттайтын ең негізгі көрсеткіштерінің бірі – маршруттық түсім және маршруттық шығын екені белгілі. Маршруттық түсім тасымалданған жолаушылардың жалпы саны мен көлікпен жол жүру тарифының көбейтіндісі ретінде анықталады.

Маршруттық шығындарды төмендегі деректер негізінде анықтауға болады [1]:

- маршрутқа қажетті автобустар саны;
- жұмыс кезеңіндегі автобустардың жиынтық жүрісі;
- жұмыс кезеңіндегі автобустардың автобус-сағаты.

Нақты маршрутта қызмет көрсетуші көлік құралының түрі де, маршруттық тораптың конфигурациясы да, көлік жүйесінің жалпы шығындарына айтарлықтай дәрежеде әсер етеді. Көлік құралдарын немесе маршрут желісін дұрыс таңдай алмау салдарынан көлік құралдарын тиімсіз пайдалану негізсіз артық шығынға ұшыратады. Сонымен қатар, көлік құралдарының кейбір түрлері белгілі бір жағдайлар үшін тиімді болып келеді және аз шығындар жұмсай отырып, жоғары сапалы қызмет көрсетуге қабілетті бола алады.

Жолаушы көлік құралының сыйымдылықты пайдалану коэффициентін пайдалану деңгейінің төмен болуы оның жолаушы сыйымдылығының дұрыс таңдалмағандығының салдары болып табылады. Қажетінен үлкен сыйымдылықтағы көлік құралын таңдау жолаушы сыйымдылық коэффициентінің орташа мәнін төмендетіп жібереді немесе көлік құралының үлкен қозғалыс интервалымен жұмыс істеуіне әкеп соғады. Қажетінен кіші сыйымдылықтағы көлік құралын таңдау – тиімсіз жолаушы көлік құралын пайдалану салдарынан шығындарды арттырады. Көлік құралының үлкен қозғалыс интервалымен немесе жолаушы сыйымдылық коэффициентінің өте жоғары мәнімен жұмыс істеуі жолаушыларға қызмет көрсету сапасын төмендетеді. Сондықтан, реттелген қатынастардағы тасымалдау

маршруттарында қолданылатын көлік құралы бірлігінің жолаушы сыйымдылығы оңтайландырылған болуы тиіс.

Шартты түрде қабылданған маршрутта қызмет көрсететін көлік құралдарының қажетті санын төмендегі тәуелділікпен өрнектеуге болады [1]:

$$N_i = \frac{t_p}{t_n} \cdot \frac{t_{об}}{z} \quad (1)$$

мұндағы: N_i – әрбір түрдегі көлік құралдарының саны; t_p – көлік құралдарының маршрутта жұмыс істеу кезеңі; t_n – нормативтік жұмыс уақыты; $t_{об}$ – айналым уақыты; z – көлік құралдарының қозғалыс интервалы.

Әрбір көлік құралдарының түрі (автобус немесе троллейбус), сондай-ақ, түрлі маркадағы автобустар қызмет көрсетудегі жұмсалатын шығындардың деңгейі бойынша өзінің сипаттамасына ие. Жанармайлар шығынына нормативтер, қосалқы бөлшектер бағасы, сондай-ақ, жөндеу жұмыстарының еңбек сыйымдылығы көлік құралдарының әрбір моделі үшін дифференциаланған мәнге ие. Сонымен қатар, көлік құралдарының тозу дәрежесін де есепке алу қажет.

Көлік бірліктері шығындарының келесі көрсеткіші оның тәуелділік жүрісі болып табылады [1]:

$$L_{i,j} = lr_{i,j} \quad (2)$$

мұндағы: L_{ij} – көліктік бірліктің тәуелділік жүрісі; l – маршруттың ұзындығы; $r_{i,j}$ – айналым рейстерінің саны.

Жылжымалы құрамды пайдаланудың тиімділігі оның сыйымдылықты пайдалану коэффициентімен байланыста қарастырылады. Әрине, жолаушы ағыны мардымсыз болған маршруттарда жолаушы сыйымдылығы үлкен және өте үлкен болған көліктерді пайдаланудың қажеті болмайды.

$$K = \max \left\{ \sum_{i,j} Q_{i,j} / q_i \right\} \quad (3)$$

мұндағы: K – сыйымдылықты пайдаланудың маршруттық коэффициенті; $Q_{i,j}$ – бір рейсте тасымалданған жолаушылардың саны; q_i – көлік құралының номиналдық жолаушы сыйымдылығы.

Бұл тәуелділікті талдау нәтижесінде мынадай қорытынды жасауға болады: мұндай коэффициентті маршруттың ұзындығын ескерместен пайдалану тиімсіз. Мысалы, түрліше болған екі маршрут үшін коэффициенттің мәні 1-ге тең, бірақ бірінің ұзындығы екіншісінен бірнеше есе артық.

Сонымен, көліктің модель түрі мен көліктің санын оптимизациялау моделі төмендегі түрде жазылады [2]:

$$C = \{(Q_{i,j}S) - (a_i \sum N_i + b_i \sum L_{i,j} + c_i \sum t_{i,j})\} \rightarrow \max, \quad (4)$$

$$i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, k;$$

Бұл жерде мынадай шектеулер қабылданған:

$$t_{i,j} \leq t_n \quad (5)$$

мұндағы: C – маршруттық пайда; a_i – тұрақты шығыстар; b_i – пайдалану шығыстары; c_i – персоналға кететін шығыстар, тг/сағ; t_{ij} – көліктік бірліктің

нарядтағы уақыты; s – жол жүру тарифы; i – көлік құралының моделі; j – көлік құралының саны.

Ұсынылып отырған оптимизациялау моделі мен аялдаманың имитациялық модельдерінің жиынтығы төмендегі шарттарды анықтауға мүмкіндік береді [2]:

- жолаушы ағынын зерттеу нәтижесінде алынған деректер мен имитациялық модельдеуден алынған деректерді де пайдалануға болады;

- екі деңгейлі модельдеудің мақсаты ретінде жолаушылардың көлікпен жүрісі басталғанға дейінгі күту уақытын анықтау болып табылмаған жағдайда кіруші деректер ретінде модельдеу нәтижесінде алынған маршрут жүйткүлері бойынша жолаушылардың санын алуға болады;

- жылжымалы құрамның жұмысын оптимизациялау бойынша қабылданған шешімдерді негіздеу: берілген маршрутта жұмыс істеу үшін көлік түрін, жұмыс кестесін таңдау;

- тәуліктің сағаттары бойынша қозғалыс интервалын оптимизациялау, маршрут үшін жылжымалы құрамды таңдауды негіздеу;

- тағайындалған тарифке сәйкес маршрут бойынша, жылжымалы құрамның таңдалған түрі мен маркасына сәйкес пайда мөлшерін есептеу.

Құрастырылған екі деңгейлі модель бойынша №29 маршруттың тораптық интервалы есептеп анықталды, көлік түрі ретінде қалалық жылжымалы құрамның ең көп қолданылатын *Донг Фенг* маркалы автобусы қарастырылды. Есептеулерде бір көлік құралына кететін шығын сағатына 1600 теңге деп қабылданды. Бастапқы дерек ретінде 2017 жылғы жолаушы ағынын зерттеу нәтижелері, сондай-ақ, имитациялық модельдеу нәтижесінде алынған деректер пайдаланылды. Күту уақытына 10 минутқа тең шектеу қойылды. Күту уақыты 10 минуттан артық болған маршруттың жұмыс істеуін қарастыру негативтік нәтижелер беруі мүмкін, өйткені ондай жүйенің қажеттілігі күмәнді. Есептеулер жылжымалы құрамның берілген түрінің толық сыйымдылығы (45 жолаушы) үшін жүргізілді. Есептеулер нәтижесі 1-кестеде келтірілген.

Кесте 1

Тәуліктің сағаттары бойынша қозғалыстың тораптық интервалы

Тәуліктің сағаттары	Тораптық интервал, мин					
	Жұмыс күндері		Жартылай жұмыс күні		Демалыс күндері	
	тура бағыт	кері бағыт	тура бағыт	кері бағыт	тура бағыт	кері бағыт
06.00-07.00	10	10	10	10	10	10
07.00-08.00	4	6	5	6	10	10
08.00-09.00	4	6	5	6	8	8
09.00-10.00	8	8	8	8	8	8
10.00-11.00	8	8	8	8	8	8
11.00-12.00	7	7	6	6	8	8
12.00-13.00	5	5	6	6	8	8
13.00-14.00	5	5	6	6	8	8
14.00-15.00	8	8	8	8	10	10
15.00-16.00	8	8	8	8	10	10
16.00-17.00	8	6	8	6	10	10
17.00-18.00	6	4	6	6	10	10
18.00-19.00	8	8	8	8	10	10
19.00-20.00	-	-	-	-	-	-

Берілген қозғалыс интервалын қолдану төмендегі нәтижелерді алуға мүмкіндік береді (2-кесте).

Кесте 2

Маршрут бойынша қозғалыстың есептік интервалын қолданудың экономикалық тиімділігі

Көрсекіштер	Жұмыс күндері	Жартылай жұмыс күні	Демалыс күндері
Жылжымалы құрамның қажетті саны, бірлік	25	22	18
Жиынтық жүрістің өзгеруі	+4,1%	-8,5%	-25%
Сыйымдылық коэффициентін түзету	-	+4,1%	+4,1%
Маршруттық шығындардың өзгеруі	+4,1%	-8,5%	-25%
Бір көлікке шаққанда орташа тасымалданған жолаушы санының өзгеруі	-	+10%	+20%
Бір көлікке шаққанда тәуліктік пайданың өзгеруі	-	+10%	+20%
Жылдық тиімділік	2 000 000 тенге		

Маршрут бойынша қозғалыстың есептік интервалын қолдану кезінде экономикалық тиімділікке әсер ететін көрсеткіштер жақсарғаны көрініп отыр.

Көлік түрі мен санының рационалды үйлесуін анықтау үшін оптимизациялау моделі құрастырылды. Оның көмегімен жалпы маршруттың экономикалық пайдалылығын негіздеуге болады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Вельможин, А.В. Эффективность городского пассажирского общественного транспорта [Текст]: монография / А.В.Вельможин, В.А.Гудков, А.В.Куликов, А.А. Сериков. – Волгоград: Волгоградский государственный технический университет, 2002. – 256 с.
2. Антошвили, М.Е. Оптимизация городских автобусных перевозок [Текст] / М.Е. Антошвили С.Ю. Либерман, И.В. Спирин. – М.: Транспорт, 1985. – 102 с.

Материал редакцияға 09.03.18 түсті.

**Б.У. Жаманбаев, Э.А. Алмаханова, А.Т. Имандосов,
А.Т. Раимбаев, Ж.Н. Аясқан, А.Р. Әбдіғапар**

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан

ОПТИМИЗАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ВИДА И КОЛИЧЕСТВА ВТОБУСА

В статье рассмотрены основные показатели функционирования городского пассажирского маршрута. Описана разработка оптимизационной модели для определения рационального сочетания вида и количества транспорта.

Ключевые слова: городские пассажирские перевозки, автобус, подвижной состав, маршрут, транспортные средства, пассажироместимость, оптимизация.

**B.U. Zhamanbaev, E.A. Almahanova, A.T. Imandossov,
A.T. Raimbaev, J.N. Ayaskan, A.R. Abdigapar**

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

OPTIMIZATION MODEL OF TYPE AND QUANTITY OF THE BUS

The article describes the main indicators of the functioning of the urban passenger route. The development of an optimization model for determining the rational combination of the type and quantity of transport is described.

Keywords: city passenger transportation, bus, rolling stock, route, vehicles, passenger capacity, optimization.

Химические технологии и новые материалы

УДК 622.364:661.152.3'1.12'2

Д.А. Кулбаева¹, Г.А. Сейтбекова², А.Н. Нурлыбаева³
А.С. Кулажанова⁴, А.А. Кудайберген⁵

¹Магистр химии, ст. преподаватель, ²Канд. техн. наук, доцент, ³PhD доктор,

⁴Ст. преподаватель, ⁵Магистр техники, преподаватель

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБОГАЩЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ АММОФОСА

Приведены материалы исследований по использованию обогащенного сырья для получения аммофоса и определены его оптимальные параметры. Установлено, что технологические показатели разложения и выхода обогащенного сырья образцов ниже, чем при использовании рядового фосфорита. Получение более концентрированного комплексного удобрения – аммофоса, повышающего урожайность сельскохозяйственных культур, является актуальной.

Ключевые слова: обогащенное сырье, фосфор, аммофос, фоссырье, экстракция, фосфогипс, серная кислота, экстракционная фосфорная кислота.

Фосфор – важный элемент питания растений. Растения потребляют его главным образом в виде анионов H_2PO_4 из солей ортофосфорной кислоты (H_3PO_4), а также из солей полифосфорных кислот (после их гидролиза).

Поступивший в растения фосфор включается в состав различных органических соединений. Фосфор входит в нуклеиновые кислоты и нуклеопротеиды, участвующие в построении цитоплазмы и ядра клеток. В тканях растений присутствуют в небольших количествах также неорганические фосфаты, которую играют важную роль в создании буферной системы клеточного сока и служат резервом фосфора для образования различных фосфорорганических соединений. В растительной клетке фосфор играет исключительно важную роль в энергетическом обмене, участвует в разнообразных процессах обмена веществ, деления и размножения [1].

Проблемы и задачи переработки фосфатного сырья в целевые продукты с соблюдением условий выхода из экологического кризиса являются, несомненно, актуальными и представляют большой научный и практический интерес [2]. Условия же общеизвестны: рациональное и комплексное использование фоссырья, а также разработка ресурсо- и энергосберегающих, экологически безопасных технологий его переработки и получения по возможности чистых и высокого сорта продуктов.

При выборе технологии обогащения фосфоритных руд необходимо учитывать положение, вытекающие из современного мирового опыта обогащения руд.

Сухие схемы обогащения включают операции: избирательного дробления и дезинтеграцию, грохочение, обеспыливание и кальцинирующий обжиг [3].

Сухие способы обогащения проще и дешевле в сравнении с мокрыми процессами, до настоящего времени сухие способы достаточно широко используются, в том числе на крупных обогатительных фабриках [4].

На комбинате Каратау ТОО «Казфосфат» фосфатное сырье для килотной переработки производят как путем сухого размола высококачественных руд, так и обогащением менее богатых (рудовых) фосфаритных руд. При этом даже из фосфоритов со средним содержанием 23,3% P_2O_5 и 3,6% MgO при существующих методах обогащения получают флотационный концентрат, содержащий только 27,9% P_2O_5 и 2,45% MgO [5].

Кроме того, обогащение фосфоритов Каратау – дорогостоящий процесс, связанный со значительными потерями сырья. Себестоимость 1 т P_2O_5 во флотационном концентрате в 2,5-3 раза больше, чем в фосфоритной муке сухого помола из исходной руды. Товарное извлечение P_2O_5 во флотационный концентрат не превышает 63-65% т.е. при обогащении теряется до 35% фосфатного вещества. Хвосты обогатительной фабрики, содержащие 16-18% P_2O_5 и 4-6% MgO , не используются [6].

Технологическая схема производства аммофоса включает стадии:

- нейтрализация фосфорной кислоты аммиаком;
- выпаривание аммонизированной пульпы;
- грануляция и сушка упаренной аммонизированной пульпы;
- классификация высушенного продукта;
- очистка отходящих газов;
- отгрузка готового продукта.

Проведены лабораторные испытания по получению из обогащенного фосфатного сырья Каратау минерального NP-удобрения, по качеству отвечающему аммофосу.

В качестве исходного сырья использован обогащенный фосфорит образца 1 и 2, а также рядовой фосфорит. Кроме этого, образцы 1 и 2 перемешивались с получением обогащенной смеси фосфорита.

Для исследования использовались образцы фосфатного сырья под наименованием: образец 1, образец 2 (проба 1), образец 3 (проба 2), полученные из производственного отдела ТОО «Казфосфат». Исследования проводились в научно-исследовательской лаборатории завода Минеральные удобрения ТОО «Казфосфат».

Образцы фосфатного сырья подвергнуты анализу для определения их составов. Результаты анализа представлены в таблице 1. При обогащении в сырье снижается содержание примесей железа, алюминия, нерастворимого остатка, CO_2 , но увеличивается в 2,8-3,3 раза содержание примеси магния. При этом практически постоянным является соотношение CaO/P_2O_5 , равное 1,46-1,49.

Таблица 1

Состав исследованного фосфатного сырья

Наименование образца	Содержание компонента, % масс. (в пересчете на сухое)									
	Соотношение компонента к P_2O_5 , %									
	P_2O_5	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	F	НО* нерас. ост	H_2O	ппп **	CO_2
Образец 1 (проба 1)	29,75	43,72	1,91	0,25	0,95	2,86	15,04	0,41	4,92	3,15
		146,9	6,4	0,8	3,2	9,6	50,5	-	16,5	11,1

Продолжение табл. 1.

Образец 2 (проба 2)	29,44	43,08	1,91	0,22	0,96	2,86	15,5	0,56	4,93	3,4
		146,3	6,5	0,7	3,3	9,7	52,6	-	16,7	11,5
Образец 2 (пробы 1 и 2 в смеси)	29,61	43,54	1,91	0,23	0,95	2,86	15,2	0,43	4,92	3,20
		147,0	6,4	0,8	3,2	9,6	51,8	-	16,6	10,6
Фосфатное сырьевое рядовое	25,4	37,89	1,50	0,58	1,18	2,36	21,9	0,29	7,0	4,69
		149,2	5,9	2,3	4,6	9,3	86,2	-	27,5	18,5
Примечание: НО* - нерастворимые остатки в воде ппп** - потери при прокаливании										

Полученная экстракционная пульпа отфильтровывалась, осадок промывался горячей водой до нейтральности. В фильтрате и осадке определялось содержание P_2O_5 и основных примесей. Результаты анализов представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Результаты анализов фосфорной кислоты

Наименование образца фосфатного сырья, взятого для экстракции	Содержание компонента, % масс. Соотношение компонента к P_2O_5 , %					
	P_2O_5	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	SO_3
Образец 1	23,96	0,89	0,79	0,50	0,73	3,16
		3,7	3,3	2,1	3,0	13,2
	24,88	0,96	0,75	0,79	0,78	3,76
		3,8	3,0	3,2	3,1	15,1
	23,36	0,84	0,62	отс.	0,6	3,08
		3,4	2,7		2,6	13,1
Среднее	24,07	0,9	0,72	0,43	0,7	3,3
		3,7	3,0	1,8	2,9	13,8
Образец 2 (пробы 1 и 2 в смеси)	23,21	1,68	0,80	0,10	0,72	2,92
		7,2	3,4	0,86	3,1	12,6
	21,65	1,34	0,84	0,30	0,71	3,51
		6,2	3,9	1,38	3,3	16,2
Среднее	22,43	1,51	0,82	0,20	0,71	3,21
		6,7	3,6	0,9	3,2	14,3
Фосфатное сырьевое рядовое	20,98	0,46	0,73	1,03	0,9	2,61
		2,2	3,5	4,9	4,3	12,4

Как следует из результатов анализов проб 1 и 2 образца 2 обогащенного фосфатного сырья, они не различаются по составу, поэтому в дальнейшем исследования проводились на смеси этих проб.

В лабораторных условиях проведена сернокислотная экстракция из образца фосфатного сырья фосфорной кислоты.

При экстракции поддерживались следующие условия процесса:

- постоянный температурный режим 85⁰С;
- соотношение Т:Ж, равное 1:2;
- концентрация оборотного раствора, разбавленная 14% P₂O₅;
- концентрация серной кислоты 92%;
- время экстракции 1,5 часа.

Массовое соотношение серная кислота/фоссырье, равно 0,844.

Предварительно выполнен анализ этой смеси, результаты которого представлены в таблице 2 под наименованием образец 2 (пробы 1 и 2 в смеси).

Таблица 3

Результаты анализов осадка фосфогипса

Наименование образца фосфатного сырья, взятого для экстракции	Содержание компонента, % масс. Соотношение компонента к P ₂ O ₅ , %								
	P ₂ O ₅ общ./P ₂ O ₅ вод.	H ₂ O	K _{разл.}	K _{вых.}	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₄
Образец 1	0,45/0,074	34,43	96,12	97,56	24,15	0,43	отс.	0,37	37,98
	0,59/0,05	33,47	96,67	96,37	24,23	0,47	отс.	0,44	38,11
	0,60/0,04	35,09	96,47	96,22	23,11	0,17	отс.	0,32	36,05
Среднее	0,55/0,05	34,33	96,42	96,72	23,83	0,46	отс.	0,38	37,37
Образец 2 (пробы 1 и 2 в смеси)	0,74/0,09	49,94	95,26	95,56	23,58	0,07	0,07	0,11	32,18
	0,63/0,08	44,25	96,57	96,09	23,07	0,09	0,04	0,12	34,78
Среднее	0,68/0,08	47,10	95,91	95,82	23,32	0,08	0,05	0,12	33,48
Фосфатное сырье рядовое	0,56/0,06	21,83	96,87	96,61	29,52	отс.	0,36	0,22	38,69

Как следует из результатов анализов фосфорной кислоты (табл. 2), соотношение примесей алюминия и железа в кислотах, полученных из обогащенного фосфатного сырья к P₂O₅, снижается по сравнению с кислотой, полученной из рядового фоссырья (4,7% против 9,2% в сумме), тогда как для примесей магния их соотношения к P₂O₅ остаются практически равными в пределах 3,0-3,9%. При этом концентрация P₂O₅ фосфорной кислоты на основе обогащенного сырья выше в среднем на 1,4-3,1%, чем при разложении рядового сырья.

По результатам анализов осадка фосфогипса (табл. 3) можно сделать следующие выводы:

- осадок фосфогипса, полученный при разложении рядового фоссырья, обезвоживается лучше, содержит в среднем 21,85% воды, визуально отмечается, что он более рассыпчат, чем осадки фосфогипса, полученные на основе обогащенного фоссырья образцов 1 и 2, содержащие 34-47% воды;

- технологические коэффициенты разложения $K_{\text{разл.}}$ и выхода $K_{\text{вых.}}$ обогащенного сырья образца 1 и рядового фоссырья имеют одно и тоже значение в разных условиях процесса экстракции, а $K_{\text{разл.}}$ и $K_{\text{вых.}}$ при экстракции обогащенного фосфатного сырья образца 2 ниже, чем для образца 1 и рядового фоссырья.

Полученные в результате экстракции различных видов фосфатного сырья фосфорные кислоты были проаммонизированы газообразным аммиаком до 3,1-5,8 рН, пульпа упарена, а затем высушена.

Полученные продукты проанализированы на содержание общей и усвояемой форм P_2O_5 и аммиачного азота. Результаты представлены в таблице 4.

Таблица 4

Результаты анализов готового продукта

Наименование образца фосфатного сырья, взятого для экстракции	рН аммонизации кислоты, полученной из образца	Содержание, % масс.			Сумма питательных веществ P_2O_5 усв. и азота, %
		P_2O_5 общ.	P_2O_5 усв.	азот	
Образец 1	3,1	47,6	47,0	10,2	57,2
	4,0	47,2	46,7	11,1	57,8
	4,5	47,7	47,5	12,3	59,8
	5,8	45,5	45,3	13,4	58,7
	3,6	48,5	48,3	11,6	59,9
	5,5	48,6	48,3	13,3	61,3
Среднее	3,1-5,8	47,5	47,2	12,0	59,2
Образец 2 (пробы 1 и 2 в смеси)	4,2	47,9	46,6	10,7	57,3
	5,6	47,8	46,9	12,4	59,4
	3,6	46,7	45,6	10,5	56,1
	4,9	46,8	45,7	11,5	57,2
	5,8	46,8	45,7	12,1	59,8
Среднее	3,6-5,8	47,2	46,1	11,4	57,5
Фосфатное сырье рядовое	3,2	49,0	47,7	9,9	57,6

Как следует из сравнения этих результатов продукты, полученные на основе переработки образца обогащенного фоссырья, при аммонизации до рН 3,6-5,8 и полученной из него кислоты в сумме содержат больше питательных компонентов, чем продукт, полученный на основе рядового фоссырья и обогащенного фоссырья образца 2.

Предположительно, это может быть следствием снижения выхода примесей алюминия и железа в кислоте. Итоговые результаты исследований сведены в таблицу 5.

Таблица 5

Итоговые результаты исследований фосфатного сырья,
фосфорной кислоты и фосфогипса

Определяе- мый компонент или параметр	Содержание, % масс. Соотношение к P ₂ O ₅ , %											
	Фоссырье			ЭФК из фоссырья			Фосфогипс из фоссырья			Аммофос из ЭФК		
	образец 1	образец 2 (1 и 2 шлюбы)	рядовое	образец 1	образец 2	рядовое	образец 1	образец 2	рядовое	образец 1	образец 2	рядовое
P ₂ O ₅ общ.	29,25	29,61	25,4	24,07	22,43	20,98	0,55	0,68	0,56	47,5	47,2	49,0
P ₂ O ₅ усв.										47,2	46,1	47,7
CaO	42,25	43,54	37,89	0,9	1,51	0,46	23,83	23,32	29,52			
	144,4	147,0	149,2	3,7	6,7	2,2						
MgO	1,65	1,92	1,50	0,72	0,82	0,73	0,46	0,08	отс.			
	5,6	6,4	5,9	3,0	3,6	3,5						
Al ₂ O ₅	0,25	0,29	0,58	0,43	0,20	1,03	отс.	0,05	0,36			
	0,8	0,8	2,3	1,8	0,9	4,9						
Fe ₂ O ₃	0,90	0,95	1,18	0,70	0,71	0,90	0,38	0,12	0,22			
	3,1	3,2	4,6	2,9	3,2	4,3						
F	2,74	2,86	2,36									
	9,4	9,6	9,3									
НО	16,52	15,2	21,9									
	56,5	51,3	86,2									
ППП	5,11	4,92	7,0									
	17,5	16,6	27,5									
CO ₂	3,29	3,20	4,69									
	11,25	10,6	18,5									
SO ₃				3,30	3,21	2,61						
				13,8	14,3	12,4						
К _{разл.}							96,42	95,91	96,87			
К _{вых.}							96,72	95,82	96,61			
N										12,0	11,4	9,9
∑ полезных компонентов										59,2	57,5	57,6

По результатам проведенных лабораторных исследований можно сделать следующие выводы:

- обогащенное сырье не требует изменения существующего при переработке рядового сырья режима экстракции;

- технологические показатели разложения обогащенного сырья образца 1 и выхода из него P₂O₅ в кислоту соответствуют этим показателям при переработке рядового фосфатного сырья;

- технологические показатели разложения и выхода обогащенного сырья образца 2 ниже, чем при использовании сырья образца 1 и рядового фоссырья;

- на основе обогащенного фосфатного сырья образца 1 возможно получение аммофоса с суммарным содержанием питательных веществ (P₂O₅усв. +N) до 59,2%;

- полученный на основе обогащенного фосфатного сырья образца 2 аммофос по сумме питательных веществ ($P_2O_{5\text{св.}} + N$) аналогичен аммофосу из рядового фоссырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копылев, Б.А. Технология экстракционной фосфорной кислоты [Текст] / Б.А. Копылев. – М.: Химия, 1989. – 224 с.
2. Ершов, В.А. Технология фосфора [Текст] / В.А. Ершов, В.Н. Белов. – Л., 1979. – 336 с.
3. Беглов, Б.М. Перспективы производства фосфора, удобрений и солей различного назначения на основе ЭФК [Текст] / Б.М. Беглов, К. Жакеев // Хим. пром. – 2002. – №6. – С. 21-23.
4. Ангелов, А.И. Фосфатное сырье [Текст] / А.И. Ангелов, Б.В. Левин, Ю.Д. Черненко. – М.: Недра, 2000. – 120 с.
5. Левин, Б.В. Современное состояние и перспектива развития производства очищенной фосфорной кислоты в России [Текст] / Б.В. Левин, А.В. Гриневиц, В.И. Мошкова // Труды НИУИФ. 85 лет. – 2004. – С. 119-129.
6. Илларионов, В.В. Парциальные равновесные давления HF , SiF_4 и H_2O над водными растворами кремнефтористоводородной кислоты [Текст] / В.В.Илларионов, З.Г. Смирнова, К. П.Князева // ЖПХ. – 1963. – Т. 36. – №2. – С. 237-242.

Материал поступил в редакцию 26.02.18.

**Д.А. Кулбаева, Г.А. Сейтбекова, А.Н.Нұрлыбаева,
А.С.Кұлажанова, А.А.Кұдайберген**

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**АММОФОС АЛУ МАҚСАТЫНДА БАЙЫТЫЛҒАН ШИКІЗАТТЫ
ҚОЛДАНУ**

Аммофос алу үшін байытылған шикізатты қолдану бойынша зерттеу материалдары келтірілген, сонымен қатар үрдістің оңтайлы параметрлері анықталды. Зерттеу нәтижесінде байытылған шикізат нысандарын ыдырату және шығынның технологиялық көрсеткіштері қарапайым фосфориттерге қарағанда төмен екендігі анықталды. Ауыл шаруашылық дақылдарының өнімділігін арттыруда аса концентрлі тыңайтқыш – аммофос өндірісі өзекті мәселе болып табылады.

Тірек сөздер: байытылған шикізат, фосфор, аммофос, фосшикізат, экстракция, фосфогипс, күкірт қышқылы, экстракциялық фосфор қышқылы.

**D. A. Kulbaeva, G.A. Seytbekova, A.N. Nurlybaeva,
A.S. Kulazhanova, A.A. Kudaibergen**

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**USE OF ENRICHED RAW MATERIAL
FOR THE PRODUCTION OF AMMOPHOS**

Materials of research on the use of enriched raw materials for the production of ammophos are presented and optimal parameters are determined. It was found that the technological parameters of decomposition and yield of the enriched raw materials of the samples are lower than when using ordinary phosphorite. The production of a more concentrated complex fertilizer-ammophos increasing the yield of agricultural crops is relevant.

Keywords: enriched raw materials, phosphorus, ammophos, phosphate raw materials, extraction, phosphogypsum, sulfuric acid, extraction phosphoric acid.

УДК 666.227.3

М.В. Дяденко¹, В.В. Маскевич², Н.Н. Гундилович³

¹Канд. техн. наук, доцент, ²Магистрант, ³Мл. науч. сотрудник

Белорусский государственный технологический университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Электронная почта: ¹dyadenko-mihail@mail.ru

СТЕКЛА, ОСЛАБЛЯЮЩИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ СВЧ-ДИАПАЗОНА

Представлены результаты исследований бесщелочных алюмоборосиликатных стекол, предназначенных для ослабления электромагнитного излучения СВЧ-диапазона. Определены составы стекол, характеризующиеся максимальной устойчивостью к кристаллизации. Установлено влияние химического состава опытных стекол на комплекс их теплофизических (ТКЛР, теплоемкость) и электрофизических (показатель ослабления и коэффициент стоячей волны) свойств. По результатам исследований определена область составов стекол, характеризующихся требуемыми термостойкостью и величиной ослабления электромагнитного излучения СВЧ-диапазона. Предлагаемые составы стекол могут быть рекомендованы для изготовления изделий, используемых в качестве радиозащитных.

Ключевые слова: радиозащитное стекло, теплоемкость, показатель ослабления, плотность, коэффициент стоячей волны, диэлектрические потери, химическая устойчивость.

Постоянное развитие высоких технологий стимулирует появление значительного количества источников вредоносных излучений, окружающих человека. В настоящее время вопросы электромагнитного излучения и его влияния на организм человека обсуждаются учеными всего мира.

Одним из источников электромагнитного излучения (ЭМИ) являются приборы, подключаемые к электрической сети, независимо от их сложности. К категории наиболее опасных источников относятся высоковольтные линии, трансформаторный будки, антенны сотовых сетей, функционирующее промышленное оборудование.

Электромагнитное излучение принято делить по частотным диапазонам на следующие виды: радиоволновое излучение (сверхвысокочастотное излучение); инфракрасное излучение (тепловое); видимое излучение (оптическое); ультрафиолетовое излучение; жесткое излучение.

Сверхвысокочастотный (СВЧ) диапазон представляет собой частотный диапазон электромагнитного излучения, расположенный в спектре между ультравысокими телевизионными частотами и частотами дальней инфракрасной области, которому соответствуют длины волн от 30 см до 1 мм.

В настоящее время для общества мощным источником СВЧ-излучения стала мобильная связь. Так, для стандарта GSM 900 диапазон излучаемых частот для мобильных аппаратов составляет 876-915 МГц, для стандарта GSM 1800 – 1,710-1,785 ГГц, для стандарта CDMA – 824-848 МГц, а для стандарта WCDMA – 1,920-1,980 ГГц.

Воздействие на человека электромагнитного излучения и СВЧ-диапазона в частности оказывает пагубное влияние, выражающееся в функциональном изменении деятельности нервной системы (в первую очередь головного мозга), эндокринной системы, появлении свободных радикалов, способствующих повышению вязкости крови, ухудшению памяти, развитию онкологических заболеваний.

Полностью ограничить людей от воздействия вредного электромагнитного излучения СВЧ-диапазона не представляется возможным, однако актуальным является минимизация его вредного воздействия. Защита организма человека от действия такого излучения предполагает снижение их интенсивности до уровней, не превышающих предельно допустимые.

Основными механизмами защиты от СВЧ-излучения является отражение, поглощение и многократное его отражение. Первичным механизмом защиты является отражение ЭМИ, для чего нужны подвижные носители заряда (электроны или вакансии), взаимодействующие с внешними полями. В результате защита сводится к появлению электропроводности материала, используемого как радиозащитный [1].

К числу радиозащитных материалов относят вспененные материалы, пеностекло, ячеистый бетон, вспененный гипс и стекло.

В настоящее время все более важную роль приобретают стекла с особым комплексом радиофизических характеристик, предназначенных для высокоэффективного поглощения либо отражения электромагнитных излучений.

Целью настоящей работы является разработка составов стекол, ослабляющих интенсивность воздействия СВЧ-излучения в диапазоне 1-3 ГГц.

Взаимодействие стекол с электромагнитным полем предопределяет комплекс особых требований к ним: высокая устойчивость стеклообразного состояния, требуемое значение диэлектрической проницаемости, определенная величина поглощения (отражения) электромагнитного излучения СВЧ-диапазона и термостойкость не ниже 150 °С.

В качестве основы для исследования выбрана система $RO-B_2O_3-Al_2O_3-SiO_2$ (где RO – оксиды щелочноземельных металлов). Выбор системы обусловлен необходимостью разработки составов стекол с высокой устойчивостью к кристаллизации, минимальной величиной температурного коэффициента линейного расширения (ТКЛР) и показателем ослабления электромагнитного излучения СВЧ-диапазона не менее 0,7 дБ/мм.

При взаимодействии электромагнитного излучения с веществом, часть его энергии преобразуется в другие виды: тепловую либо электрическую. В связи с этим стекла, предназначенные для ослабления электромагнитного излучения, должны быть термостойкими и обладать полупроводниковыми

свойствами, поэтому в такого типа стеклах является нежелательным введение оксидов щелочных металлов, значительно повышающих величину ТКЛР, который определяет низкие показатели термостойкости.

Кроме того, введение оксидов, являющихся стеклообразователями, будет способствовать не только полимеризации кремнекислородного каркаса стекла, но и незначительному росту ТКЛР. В качестве таких оксидов использовались Al_2O_3 и B_2O_3 . Использование оксида алюминия обусловлено приданием стеклу жаропрочности, однако его содержание ограничено в данной системе количеством 30 мас. %, так как последующие добавки приводят к экономически необоснованному повышению температуры синтеза стекол (более $1570\text{ }^\circ\text{C}$). Оксиды щелочноземельных металлов в данном случае выступают в качестве «донора» кислорода для оксидов алюминия и бора, которые в отсутствие O_2 будут в структуре стекла представлены преимущественно в виде групп $[AlO_6]$ и $[BO_3]$ и не будут способствовать укреплению каркаса стекла. Выбор количества вводимых оксидов группы RO обусловлен необходимостью введения их в оптимальном количестве, необходимом для построения тетраэдрических группировок $[BO_4]_2R$ и $[AlO_4]_2R$. В противном случае при избытке щелочноземельных оксидов катионы R^{2+} будут выполнять функцию деполимеризации структуры стекла и способствовать увеличению доли немостиковых атомов кислорода, определяющих рост ТКЛР [2].

Составы опытных стекол представлены на рисунке 1.

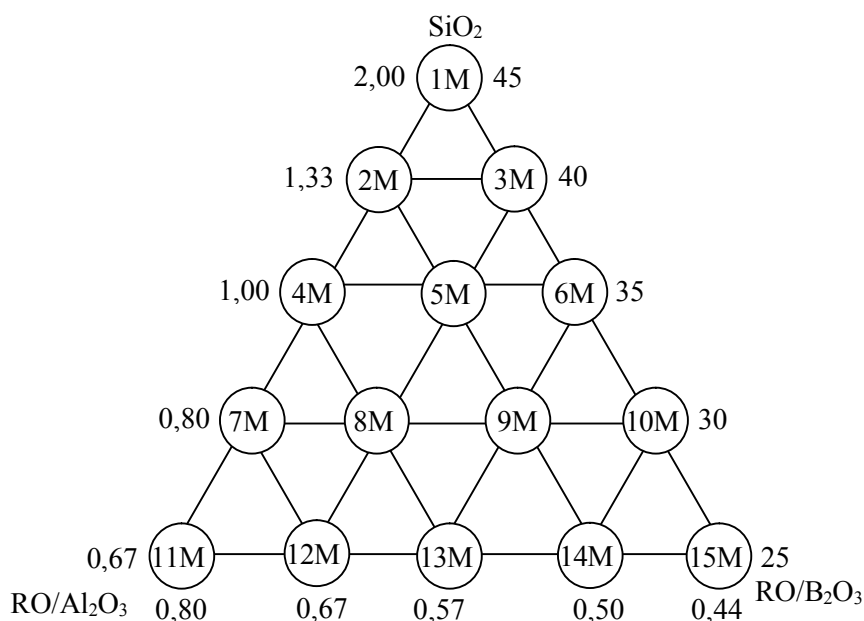


Рис. 1. Составы опытных стекол, мас. %

Синтез опытных стекол осуществлялся в газовой пламенной печи периодического действия при температуре $1480 \pm 20\text{ }^\circ\text{C}$, с выдержкой при максимальной температуре 2 ч. Отжиг полученных образцов стекол проводился в электрической муфельной печи при температуре $580 \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$.

В процессе разработки составов радиозащитных стекол одним из основных требований является их минимальная склонность к кристаллизации. Для определения кристаллизационной способности

опытных стекол проведена их градиентная термообработка в интервале температур 600-1050 °С с выдержкой в течении 1 ч. Определено, что устойчивость стеклообразного состояния снижается с уменьшением количества SiO₂ от 45 до 25 мас. %. Отсутствием видимых признаков кристаллизации характеризуются опытные стекла с массовым соотношением RO/Al₂O₃, составляющим 2,00.

Знание плотности стекол позволяет оценить массу готового изделия, а с другой – степень постоянства плотности и химического состава стекол характеризует однородность стекла.

Определение плотности опытных стекол осуществляли методом гидростатического взвешивания, по результатам которого установлено, что данный показатель изменяется от 2269 до 2376 кг/м³.

Результаты измерений обработаны при помощи прикладной программы «Statistica» и представлены на рисунке 2.

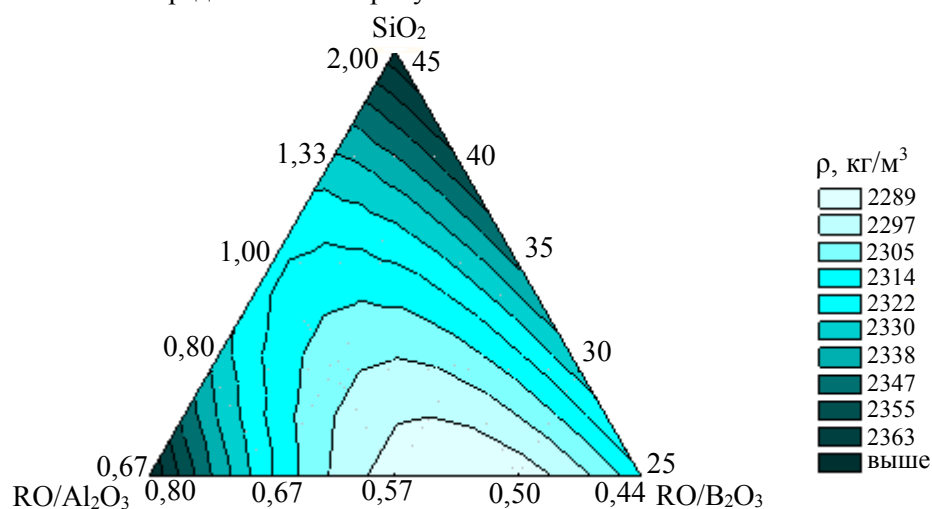


Рис. 2. Влияние химического состава опытных стекол на величину их плотности

Как следует из рисунка 2, минимальными показателями плотности характеризуются стекла с массовым соотношением RO/Al₂O₃, равным 1,00. Данный факт, по-видимому, обусловлен тем, что при таком соотношении в структуре стекла будут вероятно присутствовать только группы [AlO₄] и [BO₃], поэтому весь кислород, поставляемый оксидами щелочноземельных металлов, будет идти на построение тетраэдрических группировок [AlO₄]. Именно совместное присутствие в структуре стекла борокислородных колец и тетраэдрических группировок [AlO₄] будет способствовать тому, что они будут занимать больший мольный объем. Изменение содержания SiO₂ от 25 до 45 мас. %, при постоянном соотношении RO/Al₂O₃, равном 1,00, вызывает увеличение плотности опытных стекол, что обусловлено повышением плотности упаковки структурных элементов [2, 3].

Как известно [1], энергия радиоволны при ее распространении в веществе преобразуется в другие виды энергии, в частности, в электрическую и тепловую. В связи с этим, радиозащитный материал должен быть полупроводником и иметь термостойкость не ниже 150 °С. Термостойкость характеризует способность опытных стекол выдерживать резкие перепады температур без разрушения и зависит от ТКЛР, определяемого

дилатометрическим методом, и теплоемкости, определение которой осуществлялось методом дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК).

Установлено, что ТКЛР опытных стекол, определенный дилатометрическим методом, изменяется в пределах $(32,1-63,6) \cdot 10^{-7} \text{ K}^{-1}$.

Результат определения показателя ТКЛР опытных стекол представлен на рисунке 3.

Как видно из рисунка 3, минимальная величина ТКЛР характерна для стекол, в которых соотношение $\text{RO}/\text{B}_2\text{O}_3$, составляет 0,67–0,80, а $\text{RO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ – 0,80–1,33, а также для стекол с соотношением $\text{RO}/\text{B}_2\text{O}_3$ менее 0,50.

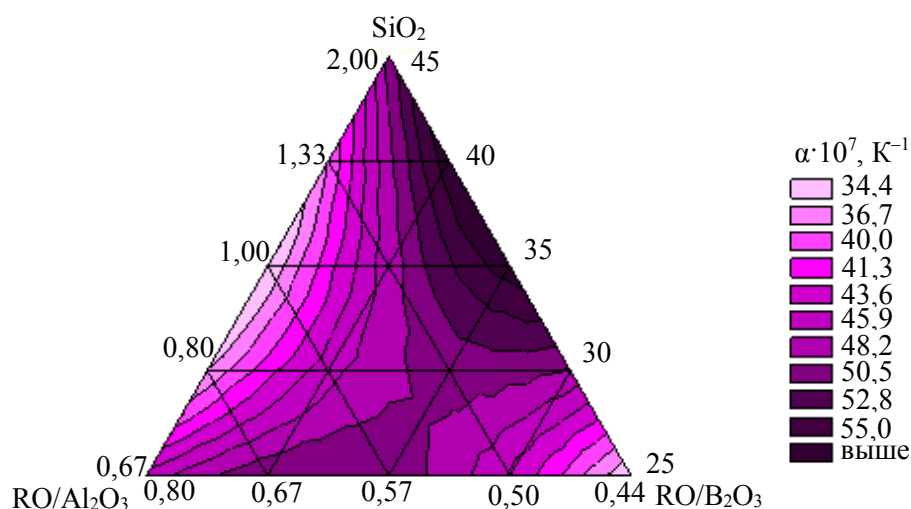


Рис. 3. Влияние химического состава опытных стекол на ТКЛР

Изменение массового соотношения $\text{RO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ от 2,00 до 1,00 при постоянном значении $\text{RO}/\text{B}_2\text{O}_3$, составляющем 0,67–0,80, обуславливает уменьшение ТКЛР опытных стекол, что, по-видимому, обусловлено образованием тетраэдрических группировок $[\text{AlO}_4]_2\text{R}^{2+}$, которые способствуют полимеризации алюмоборокремнекислородного каркаса стекла. Последующее уменьшение соотношения $\text{RO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ от 1,00 до 0,67 вызывает обратный эффект – рост ТКЛР. Вероятно, это вызвано следующим. Изменение соотношения $\text{RO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ от 1,00 до 0,67 обуславливает наряду с группами $[\text{AlO}_4]$ существование группировок $[\text{AlO}_6]$, которые способствуют снижению прочности каркаса стекла и, соответственно, увеличению ТКЛР [4].

Теплоемкость характеризует способность материала поглощать энергию, которая определяется колебательным спектром. Для стекол, используемых в качестве радиозащитных, эти показатели играют значительную роль, так как именно их величина будет определять скорость выравнивания температуры по толщине изделия и, как следствие, термостойкость стекла.

На рисунке 4 приведено влияние химического состава и температуры на величину теплоемкости.

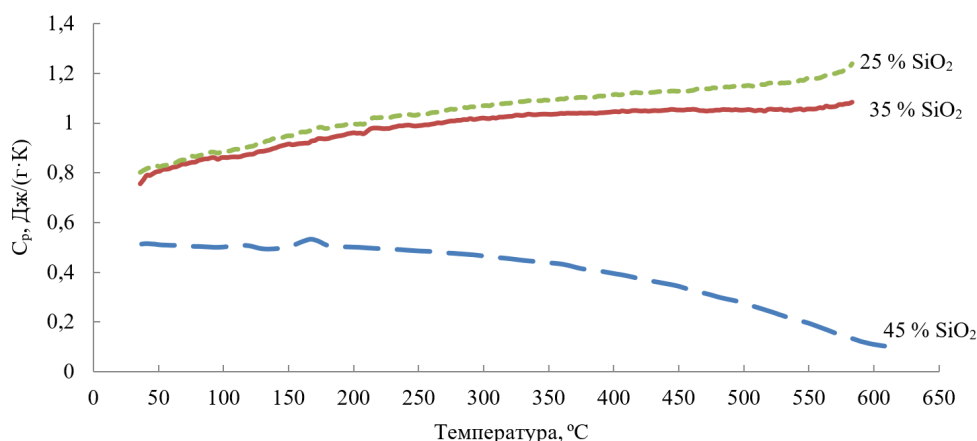


Рис. 4. Влияние SiO₂ при постоянном соотношении RO/Al₂O₃ на теплоемкость опытных стекол

Как видно из рисунка 4, с ростом содержания SiO₂ при постоянном соотношении RO/Al₂O₃ теплоемкость опытных стекол уменьшается. Это обусловлено тем, что теплоемкость твердых стеклообразных полимеров обычно представляют аддитивной функцией двух составляющих, обусловленных решеточными колебаниями основного стеклообразующего каркаса и характеристическими колебаниями концевых связей и связей типа $[-Si-O-Me-O-Si-]_{\infty}$. Решеточные колебания являются низкочастотными, акустическими и вносят основной вклад в теплоемкость твердых тел. Зависит такой тип колебаний, главным образом, от массы основного стеклообразующего каркаса. Характеристические колебания концевых связей $[-Si-O-Me]$ и связей типа $[-Si-O-Me-O-Si-]_{\infty}$ проявляются в области более высоких частот и, следовательно, более высоких температур и определяются соотношением масс атомов основного стеклообразующего каркаса и катионов-модификаторов [5].

Как известно [6], минимальные показатели теплоемкости стекла, определяющие его высокую термостойкость, характерны для кварцевого стекла. В связи с этим увеличение содержания SiO₂ вызывает снижение теплоемкости опытных стекол системы RO-B₂O₃-Al₂O₃-SiO₂.

Следует отметить, что для стекол, включающих 25-35 мас. % SiO₂, повышение температуры вызывает увеличение теплоемкости в интервале температур 40-600 °C, а для стекла с содержанием 45 мас. % SiO₂ – наблюдается снижение данного показателя.

Термостойкость опытных стекол изменяется от 200 до 230 °C. Максимальной термостойкостью обладают стекла, включающие 30 мас. % SiO₂, для которых соотношение RO/Al₂O₃ составляет 0,80-1,00.

Электрофизические свойства опытных стекол оценивались волноводным методом, который позволяет определить коэффициент стоячей волны и показатель ослабления СВЧ-излучения опытными стеклами. Это дает возможность оценить исследуемый материал с точки зрения практического его использования в СВЧ-диапазоне.

На рисунке 5 представлено влияние соотношения RO/Al₂O₃ на показатель ослабления электромагнитного излучения СВЧ-диапазона опытными стеклами.

Как видно из рисунка 5, с ростом соотношения RO/Al₂O₃ от 0,67 до 2,00 исследуемый показатель опытных стекол уменьшается.

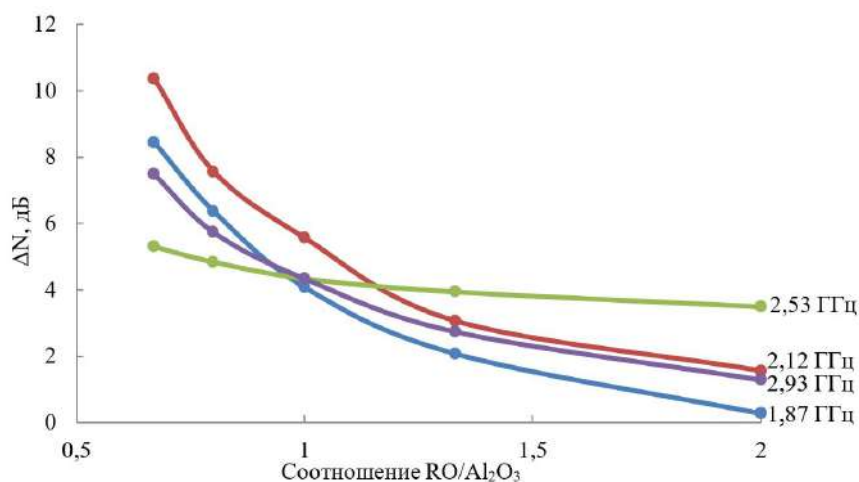


Рис. 5. Зависимость показателя ослабления электромагнитного излучения СВЧ-диапазона опытными стеклами от соотношения RO/Al₂O₃

Дело в том, что величина показателя ослабления в СВЧ-области зависит от величины диэлектрических потерь (потерь проводимости, релаксационных и деформационных), которые определяются главным образом его химическим составом и структурой. Влияние химического состава стекла на величину диэлектрических потерь подобно его влиянию на электропроводность: компоненты, увеличивающие электропроводность, повышают и диэлектрические потери в стекле. Поэтому стекла, содержащие щелочные и щелочноземельные оксиды характеризуются повышенными диэлектрическими потерями.

Одним из источников релаксационных потерь в неорганических диэлектриках являются слабо связанные ионы щелочных либо щелочноземельных металлов. Приложение электрического поля вызывает асимметрию в распределении зарядов, в результате чего в диэлектрике возникает электрический момент.

Деформационные потери обусловлены образованием слабых участков в структуре стекла за счет роста доли иона-модификатора RO, характеризующегося слабой связью с кислородом.

При этом с увеличением частоты прилагаемого электромагнитного поля от 1,87 до 2,12 ГГц показатель ослабления увеличивается, а при изменении частоты от 2,53 до 2,93 – уменьшается.

Коэффициент стоячей волны (КСВ) представляет собой отношение наибольшего значения амплитуды напряженности электрического или магнитного поля стоячей волны. КСВ характеризует отражательную способность электромагнитной волны: чем выше его значение, тем более интенсивнее отражение электромагнитного излучения СВЧ-диапазона.

На рисунке 6 представлена зависимость КСВ от соотношения RO/Al₂O₃.

Как следует из рисунка 6, увеличение указанного соотношения при постоянном значении частоты электромагнитного поля вызывает незначительный рост КСВ. При этом данный показатель в большей мере зависит от частоты прилагаемого поля. Так, с ее увеличением от 1,87 до 2,53 ГГц КСВ возрастает, а изменение частоты от 2,53 до 2,93 ГГц – вызывает резкое уменьшение данного показателя.

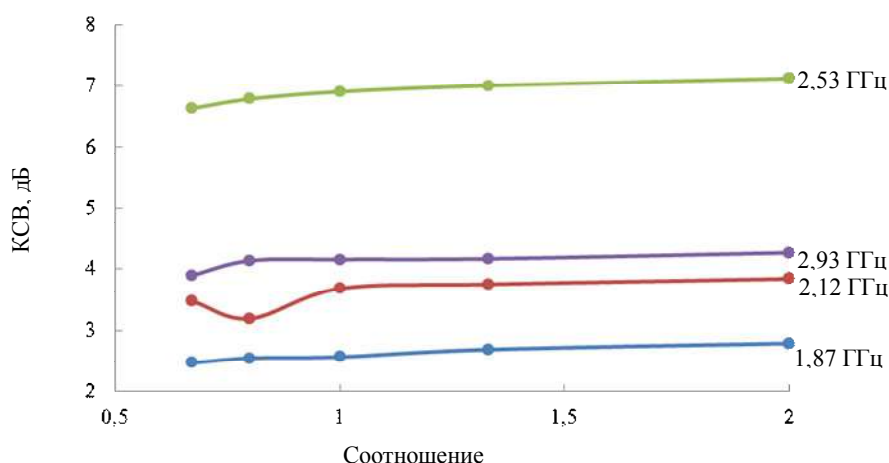


Рис. 6. Зависимость КСВ опытных стекол от соотношения RO/Al_2O_3

С точки зрения получения радиозащитных стекол оптимальной является область составов, для которых выполняется соотношение $RO/Al_2O_3 < 1$.

Таким образом, на основании проведенных исследований в качестве стекол, значительно ослабляющих электромагнитное излучение и максимально отвечающих предъявляемым к ним требованиям, могут быть использованы такие, которые в своем составе содержат 35 мас. % SiO_2 , а соотношение $RO/Al_2O_3 < 1$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Машкович, В.П. Защита от ионизирующих излучений / В.П. Машкович. – Минск: Энергоатомиздат, 1995. – 440 с.
2. Павлушкин, Н.М. Химическая технология стекла и ситаллов. – М.: Стройиздат, 1983. – 432 с.
3. Аппен, А.А. Химия стекла / А.А. Аппен. – М.: Химия, 1974. – 360 с.
4. Шелби, Дж. Структура, свойства и технология стекла / Дж. Шелби. – М.: Мир, 2006. – 288 с.
5. Тугов, И.И. Химия и физика полимеров / И.И. Тугов, Г.И. Кострыкина. – М.: Химия, 1989. – 432 с.
6. Сивко А.П. Технология электролампового стекла / А.П. Сивко. – Саранск: Изд-во Мордовского ун-та, 2015. – 626 с.

Материал поступил в редакцию 19.02.18.

М.В. Дяденко, В.В. Маскевич, Н.Н. Гундилович

*Беларусь мемлекеттік технологиялық университеті,
Минск қ., Беларусь Республикасы*

АЖЖ-ДИАПАЗОНДАҒЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТТІК СӘУЛЕЛЕРДІ ӘЛСІРЕТЕТІН ӘЙНЕКТЕР

АЖЖ-диапазонды электромагнитті сәулені әлсірету үшін арналған сілтісіз алюмоборосиликатты әйнектерді зерттеу нәтижелері келтірілген. Кристаллдануға барынша тұрақтылығымен сипатталатын әйнектер құрамы

анықталған. Тәжірибелі әйнектердің химиялық құрамының олардың жылуфизикалық (жылу сыйымдылық) және электрофизикалық (әлсіреу көрсеткіші және толқын коэффициенті) қасиеттеріне әсері айқындалған. Зерттеу нәтижелері бойынша термотұрақтылығы қажетті және АЖЖ-диапазонды электромагнитті сәулелерді әлсірету шамасы сипатталған әйнектер құрамының аясы анықталған. Ұсынылып отырған әйнектер құрамы радиокорғаныс үшін қолданылатын бұйымдар жасап шығаруда пайдалануға ұсынылады.

Тірек сөздер: радиокорғаныс әйнек, жылу сыйымдылық, әлсірету көрсеткіші, тығыздық, толқын коэффициенті, диэлектрикалық шығындар, химиялық тұрақтылық.

M.V. Dyadenko, V.V. Maskevich, M.M. Hundzilovich

Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

GLASS FOR REDUCING OF THE MICROWAVE RANGE ELECTROMAGNETIC RADIATION

Results of studies of alkali-free aluminoborosilicate glasses intended to attenuate electromagnetic radiation of the microwave range are presented. The glass compositions characterized by maximum resistance to crystallization are determined. The influence of the chemical composition of the experienced insoles on the complex of their thermophysical (TCLE, heat capacity) and electrophysical (attenuation index and standing wave ratio) properties was established. The area of compositions of the glasses which are characterized by the required thermal stability and attenuation index of electromagnetic radiation of microwave range is defined by results of researches. The developed glass compositions can be recommended for production of the electromagnetic shielding products.

Keywords: electromagnetic shielding glass, heat capacity, attenuation index, density, standing wave ratio, dielectric losses, chemical stability.

Энергетика

УДК 621.311

С.А. Орынбаев¹, Н. Мейркулов²¹Д-р Ph, доцент, ²МагистрантТаразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
Электронная почта: ¹seitzhan_74@mail.ru, ²nurjas22@gmail.com

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МОНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ И ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ

В статье экспериментально проанализированы влияние освещенности и угла наклона на электрические характеристики двух основных типов солнечных батарей: монокристаллических (МК) и поликристаллических (ПК), которые наиболее часто используются в мировой практике.

Ключевые слова: напряжение, ток, солнечная панель, освещенность, угол наклона.

Для облегчения процесса выбора наиболее приемлемой для потенциального потребителя источника солнечного электроснабжения были экспериментально проанализированы влияние различных параметров на электрические характеристики двух основных типов солнечных батарей: монокристаллических (МК) и поликристаллических (ПК). Степень освещенности и угол наклона панели являются основными параметрами, определяющими эффективность панели [1, 2]. Некоторые измерения характеристик «ток – напряжение» были проведены в КазННТУ им. К.Сатпаева с помощью экспериментального стенда, представленного на рисунке 1, который включает в себя две различные панели (МК и ПК), оснащен галогеновыми лампами и позволяет изменять освещенность и угол наклона к вертикали θ .

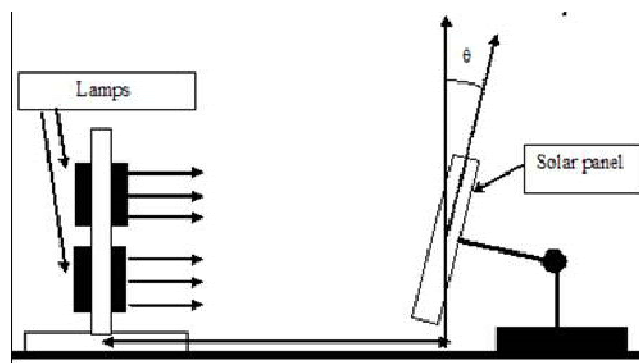


Рис. 1. Схема экспериментального стенда

Обе панели имеют близкую мощность порядка 20W для стандартных условий испытания (1000 Вт/м², солнечный спектр, АМ 1.5, 25°C) и были установлены на одинаковом расстоянии от источника освещения.

Электрическая схема экспериментального стенда представлена на рисунке 2. Источник переменного тока АС позволяет изменять освещение лампы. Переменное сопротивление позволяет варьировать питание током солнечной панели.

Два вида экспериментов были проведены в КазНИТУ. Во всех случаях измерялась характеристика «ток – напряжение I (U)» для обеих панелей.

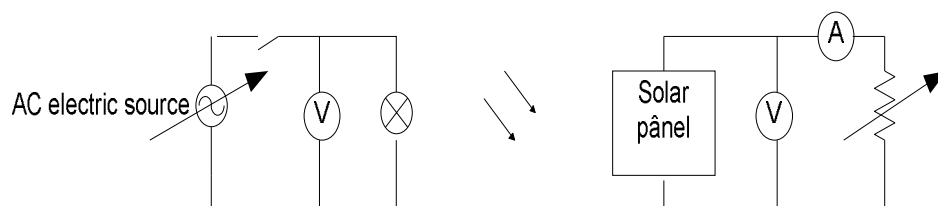


Рис. 2. Электрическая схема экспериментального стенда

В первом эксперименте, угол наклона панели (θ) был фиксирован и равен нулю, в то время как освещенность варьировалась между 300 и 1000 люкс (рис. 3 и 4).

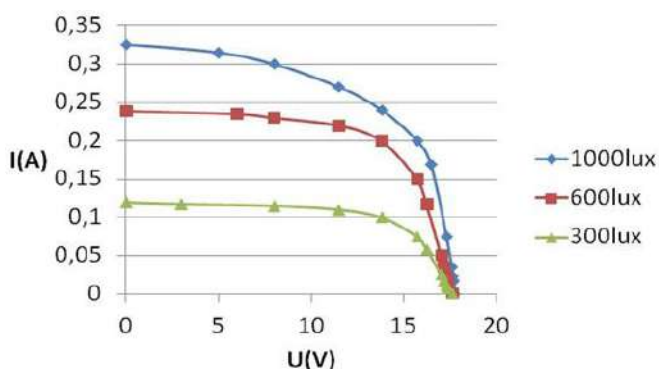


Рис. 3. «Ток – напряжение» для ПК панели при различном освещении и фиксированном наклоне $\theta=0^\circ$

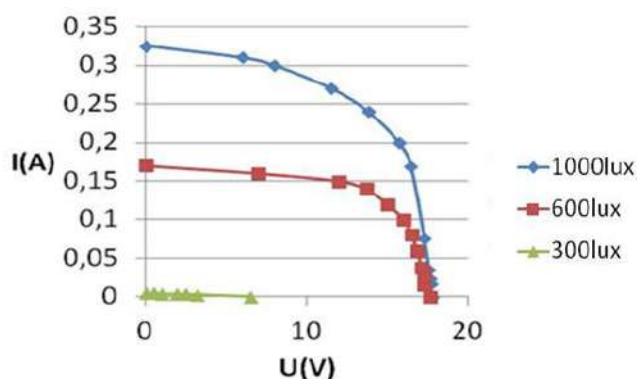


Рис. 4. «Ток – напряжение» для МК панели при различном освещении и фиксированном наклоне $\theta=0^\circ$

Как видно, освещение существенно влияет на ток короткого замыкания I_0 , что обосновывается физически, в то время как напряжения без нагрузки U_0 не зависит от освещенности. Параметры электрической характеристики (ток - напряжение) для ПК (рис. 3) и МК (рис. 4) различны. Для эквивалентной мощности, ток короткого замыкания I_0 выше для МК, в то время как напряжение без нагрузки U_0 слабее для ПК.

Во втором эксперименте, солнечные панели были подвергнуты одинаковой освещенности и были расположены на одинаковом расстоянии от источника света, в то время как угол наклона θ менялся между 0° и 90° [3]. Полученные кривые $I(U)$ для обеих панелей во многом зависят от наклона (особенно для МК случая), как показано на рисунке 5 (ПК) и рисунке 6 (МК).

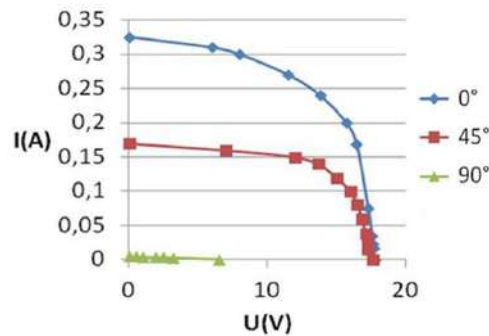


Рис. 5. «Ток-напряжение» для ПК панели для различных углов наклона

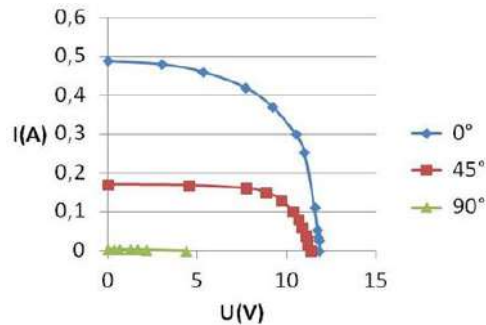


Рис. 6. «Ток-напряжение» для МК панели для различных углов наклона

Выводы. В обоих случаях зависимость «ток – напряжение» является нелинейной. При эквивалентной мощности ток короткого замыкания I_0 выше для панели МК, в то время как напряжение без нагрузки U_0 выше для ПК, как показано на рисунке 7.

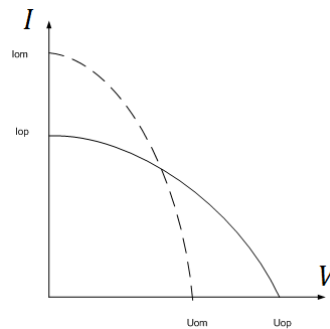


Рис. 7. Параметры характеристики ток – напряжение для МК (пунктирная кривая) и ПК (сплошная кривая)

Принимая во внимание эти результаты, необходимо выбирать адекватные электронные инверторы. Для оптимизации эффективности системы, максимальная Power Point Tracker (ММРТ) [4] будет применяться, в соответствии с нелинейной зависимостью между напряжением и током.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.solarinntech.ru/informations/types_of_solar_energy.
2. Чечик, Н.О. Фотоэлементы и их применение [Текст] / Под ред. А.А. Жигарева. – М.: Госэнергоиздат, 1985. – 316 с.
3. Lewis, N.S. Toward. Cost-Effective Solar Energy Use. Science 315 (2007). – 801p.
4. Esram T., Chapman P.L. Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking techniques // IEEE Transactions on Energy Conversion. 22(2). Juin 2007– pp. 439-449.

Материал поступил в редакцию 12.01.18.

С.Ә. Орынбаев, Н. Мейркүлов

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

МОНОКРИСТАЛЛДЫ ЖӘНЕ ПОЛИКРИСТАЛЛДЫ КҮН БАТАРЕЯЛАРЫНЫҢ ЭЛЕКТР СИПАТТАМАЛАРЫНА ТҮРЛІ ПАРАМЕТРЛЕРДІҢ ӘСЕРІН ТАЛДАУ

Мақалада әлемде жиі қолданылатын монокристаллды (МК) және поликристаллды (ПК) күн сәулесі батареяларының екі негізгі түрлерінің электрлік қасиеттеріне жарық пен бұрыштың әсері эксперименттік түрде талданды.

Тірек сөздер: кернеу, ток, күн панельдері, жарықтандыру, көлбеу бұрышы.

S.A. Orynbayev, N. Meirkulov

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF VARIOUS PARAMETERS ON ELECTRICAL PERFORMANCE OF MONOCRYSTALLINE AND POLYCRYSTALLINE SOLAR CELLS

The influence of illumination and angle of inclination on the electrical characteristics of two main types of solar cells is experimentally analyzed: monocrystalline (MC) and polycrystalline (PC), which are most often used in world practice.

Keywords: voltage, current, solar panel, illumination, angle of inclination.

Технологии в сфере строительства

УДК69.059

Н.Т. Карабаев¹, С.К. Нурпеисов², М.М. Уызбаев³

¹Магистр, докторант PhD, ²Канд. техн. наук, доцент, ³Магистрант
Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан
Электронная почта: ¹knurlan68@mail.ru

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ЭПОКСИДНЫХ СМОЛ И ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Представлены результаты исследований полимербетонов для получения качественных, экономичных, долговечных конструкций и изделий на их основе. В качестве полимерного вяжущего использована эпоксидная смола ЭД-20 и отходы промышленности. Определены физико-механические свойства гидротехнического полимербетона, которые составляют: прочность при сжатии – 85-90 МПа; морозостойкость – 350-400 циклов; коэффициент водоустойчивости – 0,98-1,0.

Ключевые слова: полимербетон, водостойкость, прочность, морозостойкость.

Во многих регионах вода приобретает статус ценнейшего природного ресурса, а развитие водохозяйственной отрасли экономики в значительной мере определяет экологический режим этих регионов. В этой связи на первый план выдвигается комплексная проблема создания долговечных, экономичных и экологически надежных мелиоративных систем.

В последние годы проблеме повышения долговечности изделий и конструкций уделяется все большее внимание. Огромные масштабы применения цементных строительных материалов и их ограниченный срок службы в агрессивных средах обусловили нарастающий объем работ по ремонту и восстановлению конструкций из бетона и железобетона. Учитывая их малую ремонтпригодность, возникает задача создания новых эффективных защитных и конструкционных материалов, способных гарантировать требуемые сроки службы бетона и железобетона при проектировании и возведении зданий и сооружений, снизить материалоемкость, стоимость и трудоемкость изготовления [1].

Для повышения долговечности строительных конструкций необходимо принять меры, снижающие или исключаящие агрессивные воздействия на них. Одним из таких способов, позволяющих значительно увеличить срок службы конструктивных элементов и конструкций, является применение различных защитных покрытий на основе полимерных связующих, применение которых в настоящее время все более расширяется. Длительную и надежную работу в конкретных условиях эксплуатации могут обеспечить покрытия на основе эпоксидных смол, которые обладают высокой

химической стойкостью, незначительной истираемостью, имеют повышенную прочность, технологичны при изготовлении [2].

Исходя из возрастающего дефицита качественных природных заполнителей в этих регионах, использование отходов промышленности, в частности шлаков электротермического производства фосфора, может служить надежным источником сырья для промышленности строительных материалов и требует решить важнейшую задачу – получение качественных, экономичных, долговечных конструкций и изделий на их основе [3].

Технология изготовления КСМ включает три этапа: подготовку компонентов; приготовление смесей; формование материалов и изделий [4].

Подготовка компонентов предусматривает: получение и подготовку наполнителей; при необходимости активацию наполнителей; подготовку химических добавок, пластификаторов, ПАВ и других модифицирующих веществ с целью экономии вяжущих, оптимизации реологических свойств и повышения физико-технических свойств; подготовку заполнителей с высокой степенью чистоты и модификации поверхности, приготовления из заполнителей смесей определенного гранулометрического состава.

В соответствии с полиструктурной теорией предполагается раздельная технология приготовления смесей, в соответствии с которой отдельно готовятся связующие и смесь заполнителей с последующим их совмещением со связующим. Такая технология позволяет получать смеси с улучшенной структурой и свойствами. Полимерные связующие приготавливаются в специальных быстроходных смесителях периодического или непрерывного действия с частотой вращения рабочего органа 200-1000 об/мин. Последовательность поступления компонентов в смеситель следующая: смола, модификаторы, наполнитель, отвердитель. Длительность перемешивания составляет 25-30 с. Далее связующее, полученное таким образом, подается во второй смеситель, где перемешивается с наполнителем. Для уплотнения свежеприготовленных смесей существуют методы вибрирования, вибропрессования и центрифугирования.

В процессе исследований полимербетонов в качестве полимерного вяжущего использовалась эпоксидная смола ЭД-20. Эпоксидная смола ЭД-20 представляет собой жидкий реакционноспособный олигомерный продукт на основе диглицидилового эфира дифенилпропана. Характеристики ЭД-20 приведены в таблице 1 [5].

Таблица 1

Характеристика эпоксидной смолы ЭД-20

Наименование характеристик	Показатели
Динамическая вязкость: - при (25±0,1)°С Па*с; - при (50±0,1)°С Па*с	13-25 13-25
Температура кипения, °С	222-224
Легучесть (упругость пара)	не летучий
Плотность (по воде), кг/м ³	1166
Температура вспышки (воспламенения), °С	244
Температура самовоспламенения, °С	570
Пределы воспламенения, °С - нижний: - верхний:	122 225

В качестве инициатора твердения применялся отвердитель Этал-45М. Отвердитель представляет собой однородную вязкую жидкость от светло до темно-коричневого цвета, нетоксичный, аминного типа, не вызывает аллергических реакций, не имеет неприятного запаха.

Отвердитель Этал-45М обладает рядом преимуществ перед традиционно применяемым ПЭПА – высокими физико-механическими свойствами, теплостойкостью, обладает низкой экзотермичностью со смолой ЭД-20.

В качестве наполнителей применялись техногенные отходы в виде плотного шлакового щебня ТОО «Химпром» и гранулированного фосфорного шлака АО «Нодфос».

Таблица 2

Химический состав техногенных отходов

Сырье	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	Fe ₂ O ₃	P ₂ O ₅	F	R ₂ O	Мк
Плотный электротермо-фосфорый шлак	47,4	40-42	2,7-2,9	4-4,3	0,2	2,0	1,2	1,0	3,9-5

В качестве наполнителей применялись твердые дисперсные порошки, получаемые путем размолла плотного шлакового щебня

Отвержденная эпоксидная смола представляет собой полимер, физико-механические свойства которого напрямую зависят от степени завершенности процессов полимеризации, которая в свою очередь характеризуются степенью отверждения.

Отвержденная эпоксидная смола ЭД-20 имеет высокие характеристики предела прочности при сжатии 120-135 МПа и при изгибе 60-100МПа.

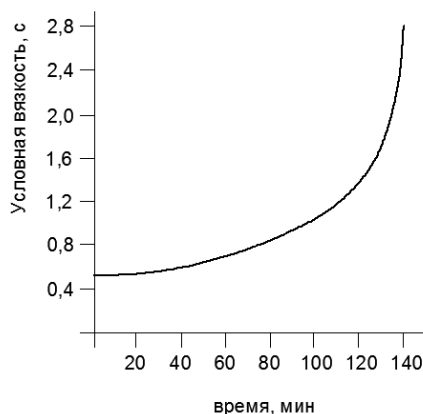


Рис. 2. Зависимость условной вязкости композиций (ЭД-20) от времени

Подбор оптимальных составов полимерминеральных композиций по пределу прочности на сжатие (рис. 3) показал следующие результаты: для композиции ЭД:Н – (28-32) : (72-68)%.

Приготовление полимерминеральных композиций на связующих ЭД происходит в следующем порядке:

- готовится смесь из тщательно отдозированных смолы и отвердителя;

- далее эту смесь загружают в растворомешалку, куда порционно подается наполнитель и происходит перемешивание до получения однородной массы.

Процесс получения композиции длится примерно в течение 2-4 минут.

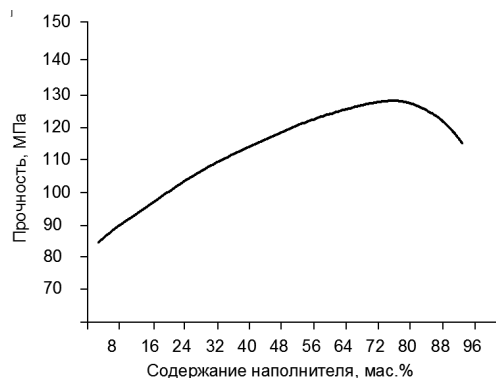


Рис. 3. Зависимость прочности композиций от наполнителя из ПФШ

Разработанные полимерминеральные композиции используются в дальнейшем в качестве связующих полимербетонов.

Водо- и морозостойкость являются определяющими характеристиками для любого материала, применяемого в гидротехническом строительстве. Вода является опасным реагентом для многих материалов на основе полимерных связующих.

Вода и водные растворы электролитов являются определяющими характеристиками для любого материала, применяемого в гидротехническом строительстве, она оказывает разнообразное воздействие на полимербетоны и полимеррастворы, вызывая их деструкцию, изменения свойства, растрескивание.

Наиболее распространенные жидкие агрессивные среды, как правило, являются водными растворами кислот, щелочей и солей.

Поэтому при рассмотрении химического сопротивления полимербетонов в водных растворах электролитов необходимо знать, какое влияние оказывает на перенос электролита вода и какие изменения структуры, а следовательно и свойств материала, происходят в полимербетонах под действием воды.

Сопротивление действию воды является наиболее универсальной характеристикой стойкости полимерных строительных материалов.

В результате проникновения влаги в материал увеличиваются напряжения в вершинах микротрещин, что приводит к увеличению частоты термических флуктуаций. Процесс разрушения обусловлен также интенсивностью, химическим взаимодействием полимера и среды, растворением полимера, поверхностно-адсорбционными эффектами и скоростью проникания среды к перенапряженным участкам полимера.

При действии жидкостей на полимербетоны изменяются свойства не только полимера, но и заполнителя. При этом уменьшается адгезия связующего к заполнителю. Поэтому при проектировании композитов, долговечных в жидких агрессивных средах, большое значение имеет состояние поверхности заполнителя.

Вследствие набухания связующего и заполнителя в полимерной матрице могут возникать значительные напряжения, под действием которых появляются трещины, облегчающие дальнейшее разрушение материала.

Очевидно, проектируя полимербетоны, стойкие к действию влаги целесообразно в качестве исходных брать гидрофобные компоненты.

Заполнители должны соответствовать назначению и условиям эксплуатации полимербетона, и выбираться с учетом этих требований. Оптимальным сочетанием всех перечисленных свойств явились составы мелкозернистых бетонов, где были использованы следующие компоненты: эпоксидная смола ЭД-20, отвердитель – Этал 45М. В качестве заполнителей использованы: щебень – плотный термофосфорный шлак фракции 5-10 мм, песок – гранулированный фосфорный шлак фракции 0,14-5 мм, наполнитель – молотый плотный термофосфорный шлак фракции менее 0,14 мм.

Экспериментальное изучение стойкости эпоксидных полимербетонов, подверженных действию воды, проводилось на образцах размером 20×20×100 мм. Водостойкость полимербетонов оценивались по изменению прочности на сжатие, массы, модуля упругости и предельной сжимаемости.

Составы полимербетонов представлены в таблице 3.

Таблица 3

Составы полимербетонов

Компоненты	Содержание, масс.% в составах		
	Смола ЭД-20	10	10
Этал-45М	6	6	6
Щебень, фр. 5-20 мм	47	48	49
Песок, фр. 0,14-5 мм	28	27	26
Наполнитель фр. менее 0,14 мм	9	9	9

Наиболее устойчивы к действию воды полимерные составы на основе эпоксидного связующего, где в качестве заполнителей и наполнителей использованы отходы промышленности разных фракций, поэтому их можно использовать в качестве долговечных износостойчивых покрытий в гидротехнических сооружениях.

Для исследования водостойкости и морозостойкости были приняты образцы оптимальных составов полимербетона на эпоксидных связующих.

Уже через 10 суток водного выдерживания прочность его падает на 5,5-6,5%, а к месячному сроку – на 7,2-7,5%. После погружения в воду образцов на чистом полимере на них появляются поверхностные трещины в результате внутренних напряжений, появляющихся при набухании наружных слоев образца, осмотического добавления и др.

Полимербетон на полимере ЭД-20 после длительного выдерживания в воде имеет коэффициент водостойкости равный 0,75-0,8.

Воздействие на полимербетон циклического замораживания-оттаивания с известным приближением может быть рассмотрено с позиций, распространяемых на анизотропные конгломератные материалы вообще, как цементные и другие виды бетонов. Учитывая, что полимербетоны обладают значительно большей плотностью, чем бетоны на минеральных вяжущих, а также то, что полимеру присуща гидрофобность, следует полагать, что нарушения структуры полимербетона при циклическом замораживании должны быть связаны главным образом с его водостойкостью.

Таблица 4

Прочность полимербетона после выдерживания в воде

Связующее	Прочность контрольных образцов		Прочность образцов, МПа					
	при сжатии	при изгибе	сжатие	изгиб	сжатие	изгиб	сжатие	изгиб
			при нахождении в воде, месяц					
			1		2		3	
ЭД-20	87	19	82,9	18,0	76,3	16,7	68,3	14,1

Результаты исследований эпоксидного полимерного на попеременное замораживание (при -18°C) и оттаивания в воде (при $+20^{\circ}\text{C}$) свидетельствуют о высоких свойствах этих материалов, позволяющих эксплуатировать их в условиях водной среды и смены температур, что характерно для гидротехнических и мелиоративных сооружений. Согласно проведенным экспериментальным данным морозостойкость разработанных композиций составляет 350-400 циклов.

Высокая плотность, прочность и многие другие положительные свойства, предполагают применение бетонов на основе полимерных вяжущих на шлаковых заполнителях в гидротехнических сооружениях, что позволяет повысить сроки эксплуатации и снизить себестоимость строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мирцхулава, Ц.Е. Надежность гидромелиоративных сооружений [Текст] / Ц.Е. Мирцхулава. – М.: Колос, 1974. – 279 с.
2. Глебов, В.Д. Конструкционные полимерные материалы и их применение в гидротехническом строительстве [Текст] / В.Д. Глебов. – Л.: Энергия, 1972.
3. Сулейменов, С.Т. Комплексное использование фосфорных шлаков для производства строительных материалов [Текст] / С.Т. Сулейменов. – Алматы: Казахстан, 1976. – 206 с.
4. Патуроев, В.В. Технология полимербетонов [Текст] / В.В. Патуроев. – М.: Стройиздат, 1977. – 240 с.
5. Путляев, И.Е. Мастики на основе эпоксидных компаундов. Мастики, полимербетоны и полимерсиликаты [Текст] / И.Е. Путляев, И.Б. Уварова [и др.]. – М.: Стройиздат, 1975. – 278 с.

Материал поступил в редакцию 25.02.18.

Н.Т. Қарабаев, С.К. Нұрпеисов, М.М. Уызбаев

М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**ЭПОКСИДТІК ҚАРАМАЙ МЕН ТЕХНОГЕНДІК ҚАЛДЫҚТАР
НЕГІЗІНДЕ ГИДРОТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРЫЛЫСҚА АРНАЛҒАН
КОМПОЗИЦИЯЛЫҚ МАТЕРИАЛДАР**

Сапалы, тиімді, ұзақ мерзімді конструкциялар мен бұйымдарды алу үшін полимербетонды зерттеу нәтижелері келтірілген. Полимер байланыстарғыш ретінде ЭД-20 эпоксидтік қарамай мен өнеркәсіп

қалдықтары пайдаланылды. Гидротехникалық полимербетонның физикалық-механикалық қасиеттері анықталды, олар төмендегідей: сығылуға беріктігі – 85-90 МПа; аязға төзімділігі – 350-400 цикл; суға төзімділік коэффициенті – 0,98-1,0.

Тірек сөздер: полимерлі бетон, судың тұрақтылығы, беріктігі, аязға төзімділігі.

N.T. Karabaev, S.K. Nurpeisov, M.M. Uizbayev

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

COMPOSITE MATERIALS BASED ON EPOXY RESINS AND TECHNOGENIC WASTE FOR HYDROTECHNICAL CONSTRUCTION

The results of research of polymer concrete for the production of high-quality, economical, durable structures and products based on them are presented. As a polymer binder used epoxy resin ED-20 and industrial wastes. The physicomaterial properties of hydrotechnical polymer concrete are determined, which are: compressive strength - 85-90 MPa; frost resistance - 350-400 cycles; coefficient of water resistance - 0,98-1,0.

Keywords: polymer concrete, water resistance, strength, frost resistance.

УДК 69.059

Н.Т. Карабаев¹, Б.У. Усенбаев², Ж.Р. Макажанов³

*¹Магистр, докторант PhD, ²Канд. техн. наук, доцент, ³Магистрант
Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан
Электронная почта: knurlan68@mail.ru, ² boljam@mail.ru*

УСИЛЕНИЕ ЗДАНИЙ СТАРОЙ ПОСТРОЙКИ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ

В статье рассмотрены вопросы оценки технического состояния объектов существующей застройки и в частности сейсмостойкости водонапорной башни ТОО «Темиржол-Шу», расположенной на станции Шокпар Шуского района Жамбылской области. Представлены рекомендации по усилению конструкций при проведении капитального ремонта.

Ключевые слова: сейсмостойкость, техническое состояние, усиление, капитальный ремонт.

В последнее время все более широко применяются интенсивные методы – капитальный ремонт и реконструкция зданий и сооружений. Это объясняется тем, что единовременные финансовые вложения на капитальный ремонт и реконструкцию гораздо меньше единовременных вложений необходимых для нового строительства.

Для реконструкции зданий зачастую требуется разработка конструктивных решений по их усилению. Особенно эта мера касается

усиления строений, расположенных в сейсмических районах Республики Казахстан. Крайне важной является задача по приведению большого количества существующих построек в соответствие с современными строительными нормами. Значительную часть составляют общественные строения.

При проведении капитального ремонта и реконструкции жилых и общественных зданий все работы выполняются в соответствии с нормативными и технологическими положениями, основанными на результатах обследований.

Весьма актуальным вопросом является необходимость разработки и выбора перспективных и экономически эффективных технологических и конструктивных решений использования при капитальном ремонте и реконструкции зданий.

Следует заметить, что ремонтно-строительные работы имеют некоторые специфические особенности, которые существенно отличаются от нового строительства.

Основными отличительными чертами капитального ремонта являются:

- сохранение при капитальном ремонте зданий несменяемых элементов;
- проведение работ в сложившейся застройке и в случаях эксплуатируемых зданиях;
- невозможность проведения исчерпывающих предпроектных изысканий;
- разнородность технических решений, применявшихся при возведении здания.

При капитальном ремонте выполняются виды работ, не свойственные новому строительству, к которым относятся: усиление конструкций, демонтаж, устройство технологического оборудования, замена инженерных сетей и других мероприятий, а также повышение теплозащитных характеристик ограждающих конструкций.

Ремонтно-строительные работы, обычно, ведутся в стесненных условиях, которые предотвращает использование специфической технологии, с применением специальных инструментов, механизмов, и приспособлений.

Для обеспечения сейсмостойкости сооружения и безопасности населения особенно остро встает вопрос сейсмостойкости сооружений старой постройки. Сейсмическое районирование и требования, предъявляемые к строительству, постоянно изменяются. В большинстве случаев в результате пересмотра расчетные сейсмические нагрузки на здания существующей застройки заметно возрастают. Срок эксплуатации зданий и сооружений на много превосходит сроки современных строительных норм. В результате этого большая часть застройки во многом не соответствует требованиям строительных норм.

Это выявляет необходимость реконструкции и усиления зданий и сооружений в районах с повышенной сейсмической опасностью.

В данное время конструкции элементов усиления и технологии производства «стандартных» зданий изучены в достаточной мере, но при реконструкции и усилении зданий единичной постройки необходимо предпринимать меры усиления, применяемые только для данного строения. Примером этого может служить проведение капитального ремонта водонапорной башни ТОО «Темиржол-Шу» (рис. 1) расположенной на станции Шокпар Шуского района Жамбылской области.

Данное строение было построено ориентировочно в 1935 году, и следовательно, по многим показателям не удовлетворяет требованиям, предъявляемым современными нормами. Следует учесть, что данное строение долгое время не эксплуатировалось и особенно важным показателем является техническое состояние здания.

В результате обследования установлено [1-5]:

- объемно-планировочное решение строения, имеющего Г-образную форму, не соответствует требованиям СНиП РК 2.03-30-2006;
- несущими стеновыми конструкциями являются кирпичные стены;
- перемычки монолитные, железобетонные, устроены на всю толщину стены и заделаны в кладку на глубину не менее 350 мм;
- расстояние между осями поперечных стен не превышает 12,0 м;
- в строении отсутствуют рядовые и угловые простенки с шириной менее 770 мм и 1020 мм;
- фундамент – ленточный, из бутового камня шириной 900 мм высотой цокольной части 0,70 м, глубиной заложения 1,50 м. В представленных фотоматериалах показана только отделка фундамента из каменных материалов.



а)



б)

Рис. 1. Фасад здания: а) по оси «А»; б) по оси «Б»

- в строении имеются железобетонные антисейсмические пояса в виде обвязок, армирование которых установлено локальным вскрытием;
- несущие стены из жженого кирпича имеют сужение ширины стены до 120 мм по верху всех антисейсмических поясов (рис. 2);
- в строении отсутствует антисейсмический пояс в уровне покрытия;
- высота помещения составляет 18,7 м, что не соответствует требованиям п. 7.3 и табл. 7.2 СНиП 2.03-30-2006;
- кровля из асбестоцементного шифера находится в неудовлетворительном состоянии;
- деревянные конструкции покрытия подвержены гниению и находятся в неудовлетворительном состоянии;
- вследствие дефектов кровли имеются локальные разрушения кирпичной кладки;



Рис. 2. Состояние кирпичных стен

- при обследовании обнаружены полное разрушение покрытия здания, открытый доступ атмосферных воздействий на все несущие элементы здания, емкостных баков и других металлических конструкций, локальные разрушения кладки, несущих конструкций емкостных баков, самих емкостных баков с пробоинами от коррозии, утечка воды, разрушение пола, конструкции обслуживания в виде площадок, металлических лестниц, поручней и перил;

- конструкция пола монолитное, бетонное толщиной около 200 мм;

- оконные и дверные переплеты, коробки и подоконные доски полностью поражены гнилью и жучком, створки не открываются или выпадают, все сопряжения нарушены;

- по наружному контуру отсутствует отмостка, что не соответствует конструктивным требованиям СНиП РК 2.03-30-2006;

- в соответствии РДС РК 1.04-07-2002 физический износ составляет 40-60%, что соответствует категории и оценивается как неудовлетворительное.

В целях обеспечения сейсмобезопасности здания в рамках предусматриваемого капитального ремонта было рекомендовано [6]:

1) Для приведения здания в соответствие с п. 7.5 и 7.6 СНиП 2.03-30-2006 установить парные стальные поперечные рамы из швеллеров №20 и №24 согласно чертежам (рис. 3).

При производстве работ по установке парных стальных рам усиления рекомендуется придерживаться следующих рекомендаций:

- очистить стены от штукатурки с внутренней и наружной стороны для установки стоек рамы из швеллеров №20. Стянуть швеллеры анкерными болтами М14;

- установить ригели рам усиления из парного швеллера №24 с опиранием на антисейсмические пояса по оси «Б» и на уровне верха антисейсмического пояса по оси «В»;

- элементы рамы (стойки и ригель) соединить между собой с помощью сварки;

- высоту рамы принять на отметке вновь устроенного антисейсмического пояса на уровне перекрытия.

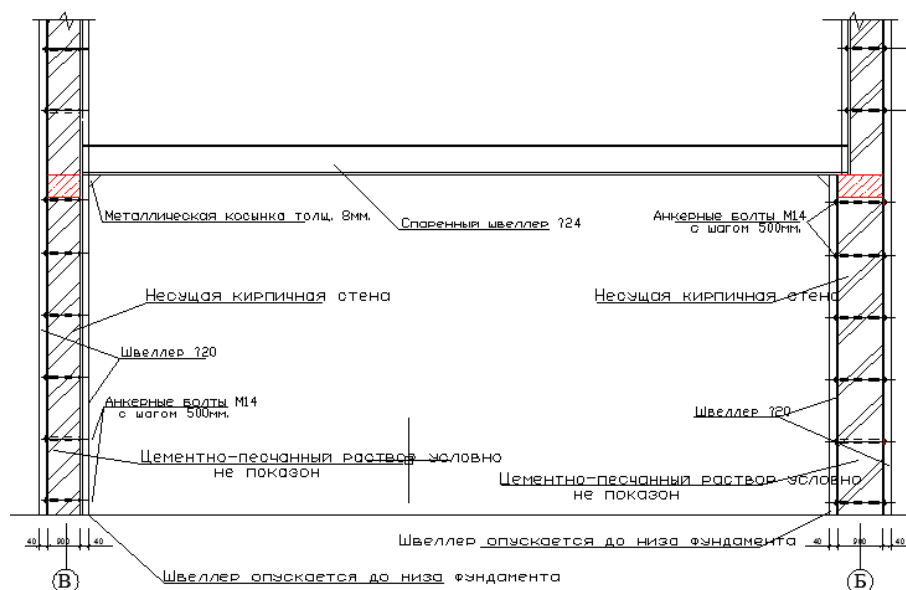


Рис. 3. Схема установки металлической рамы усиления

2) Стены толщиной 640-900 мм являются стенами высокой устойчивости, где гибкость на порядок ниже допустимых параметров находящихся в пределах $h/\delta = 2,7-6,0$. Для приведения здания в соответствие требованиям СНиП 2.03-30-2006 усиление стен толщиной до 640 мм арматурными сетками рекомендуется производить в следующей последовательности (рис. 4):

- снять старую штукатурку с поверхности стен;
- расчистить горизонтальные и вертикальные швы кладки стен на глубину 15 мм;
- просверлить в стенах отверстия сквозные и глубиной 200 мм, $\Phi 10$ мм под Z-образные и Г-образные анкера. Отверстия под Z-образные анкера от низа фундамента до отм. +5,300 располагать в шахматном порядке с шагом 500 мм. Г-образные анкера выполнить из арматурных стержней 6 мм класса А-I. От отм. +5,300 и выше сквозные отверстия в шахматном порядке шагом 1500 мм $\Phi 10$ мм под Z-образные анкера;
- установить в просверленные отверстия Z-образные и Г-образные анкера;
- очистить поверхность усиливаемых стен сжатым воздухом;
- установить арматурные сетки из арматуры $\Phi 5$ мм класса Вр-I с размерами ячейки 150×150 мм и прикрепить к стенам с помощью Z-образных анкеров. При установке сеток необходимо контролировать зазор между поверхностью стены и стержнями сеток 10 мм;
- после установки Z-образных анкеров произвести зачеканку отверстий в стенах жестким высокомарочным раствором;
- оштукатурить арматурные сетки цементно-песчаным раствором марки М150 и толщиной 40 мм. Раствор наносить послойно (в два или три приема).
- в углах строений сетки гнуть и заводить их за угол на величину не менее 200 мм. Не допускается в таких местах сетки стыковать впритык. Все сетки в швах по вертикали и горизонтали устанавливаются внахлест (длина нахлеста не менее 150 мм) и их стержни связывать между собой вязальной проволокой.

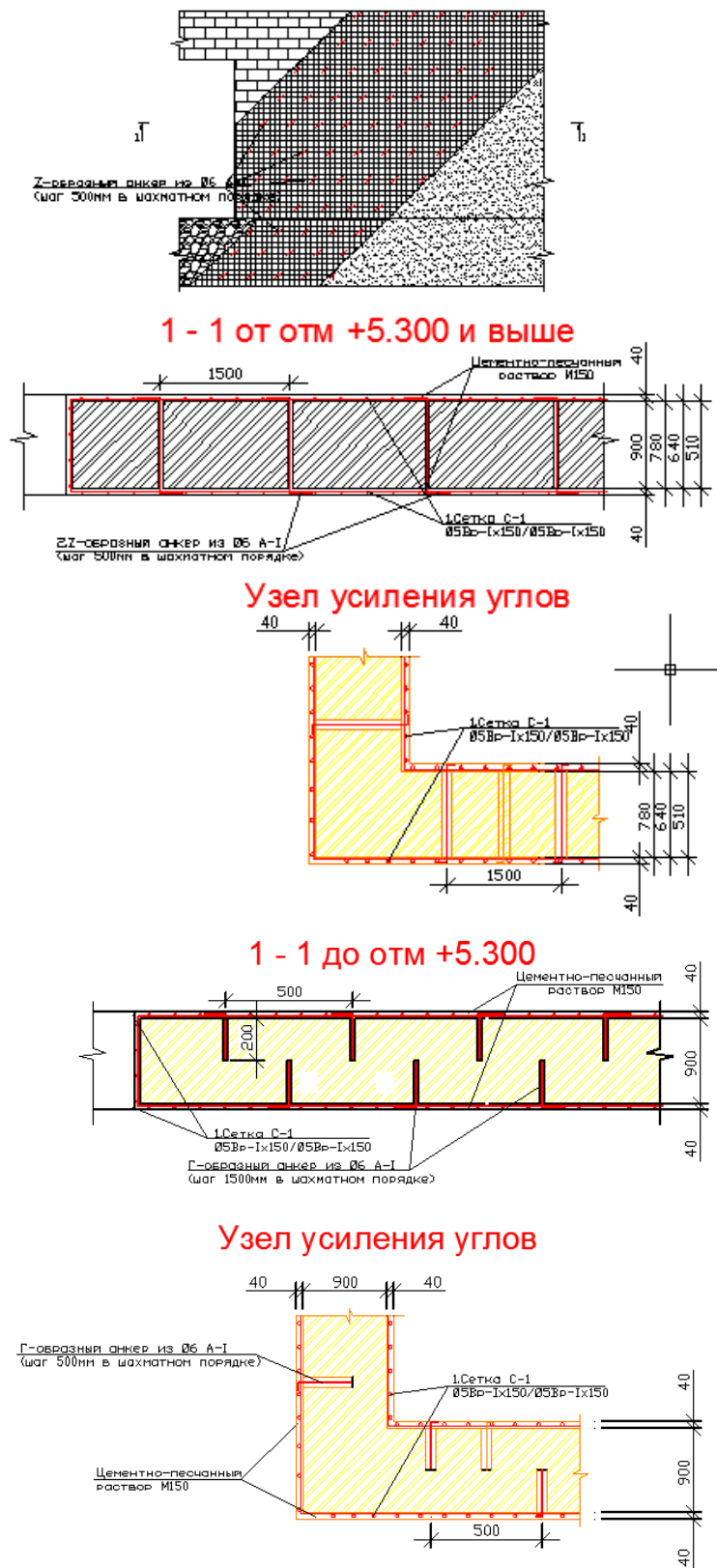


Рис 4. Вертикальное усиление стен и фундаментов

- 3) При проведении капитального ремонта необходимо предусмотреть замену покрытия здания, а также дверей и оконных переплетов;
- 4) Устройство антисейсмического пояса произвести на уровне перекрытия;
- 5) Возведение кровли;
- 6) Устройство отмостки по наружному контуру;
- 7) При проведении капитального ремонта также необходим демонтаж емкостей и фундаментов под емкостями, в случае технологической необходимости с заменой на новые с устройством самостоятельных фундаментов.

В последующей эксплуатации следует учесть, что размещение всех возможных технологических оборудования должно выполняться с условием их установки независимо от конструкции здания. Следует избегать случаев монтажных, либо конструктивных соединений их элементов, узлов и опираний с несущими и ограждающими конструкциями каркаса зданий.

Данные разработки нашли свое применение в составе Рабочего проекта «Реконструкция водонапорной башни ТОО «Темиржол-Шу», расположенной на станции Шоқпар Шуского района Жамбылской области».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пособие по обследованию и оценке сейсмостойкости существующей застройки (к РСН10-83) [Текст]. – Алматы, 1987.
2. СН РК 1.04-04-2002 Обследование и оценка технического состояния зданий и сооружений [Текст]. – Астана, 2003.
3. Пособие по обследованию и оценке сейсмостойкости существующей застройки (к РСН10-83) [Текст]. – Алматы, 1987.
4. РДС РК 1.04-07-2002 Правила оценки физического износа зданий и сооружений [Текст].
5. СНиП РК 2.03-30-2006. Строительство в сейсмических районах. Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан [Текст]. – Алматы, 2006.
6. Пособие по усилению несущих конструкций зданий и сооружений [Текст]. – Алматы, 1986.

Материал поступил в редакцию 25.02.18.

Н.Т. Қарабаев, Б.Ү. Үсенбаев, Ж.Р. Мақажанов

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

КҮРДЕЛІ ЖӨНДЕУ КЕЗІНДЕГІ ЕСКІ ҒИМАРАТТЫ КҮШЕЙТУ

Мақалада Шу ауданы, Шоқпар станциясы «Темиржол - Шу» ЖШС-нің арынды мұнарасының техникалық жағдайы және сейсмотөзімділігі мәселелері қарастырылған. Күрделі жөндеу кезінде конструкцияларды күшейту ұсыныстары келтірілген.

Тірек сөздер: сейсмотөзімділік, техникалық жағдай, күшейту, күрделі жөндеу.

N.T. Karabaev, B.U. Uusenbaev, Zh.R. Makazhanov

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

STRENGTHENING OF OLD BUILDINGS DURING CAPITAL REPAIR

This article examines the assessment of the technical condition of the existing buildings and, in particular, the seismic resistance of the Temirzhol-Shu water tower located at the Shokpar station in the Shu area of the Zhambyl region, as well as recommendations for strengthening the structures during the overhaul.

Keywords: seismic stability, technical condition, reinforcement, overhaul.

Технологии текстильной промышленности

УДК 677.054

Д.Н. Кадирова¹, Х. Хабибуллаев²

¹Канд. техн. наук, доцент, ²Соискатель
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,
г. Ташкент, Узбекистан
Электронная почта: ¹qodirovad@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВЫХ АССОРТИМЕНТОВ КОСТЮМНЫХ ТКАНЕЙ ИЗ СМЕСЕЙ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ И ПОЛИЭФИРНЫХ НИТЕЙ

В статье приведены результаты проектирования новой костюмной ткани с заданной прочностью на разрыв по основе и по утку, а также её заправочный расчет и параметры производства. Представлены также результаты исследования физико-механических и эксплуатационных свойств костюмных тканей. Предлагаемая методика проектирования позволит оперативно определить параметры строения и заправки новой ткани и, как следствие, ускорить технологию её производства, расширить конкурентоспособность, увеличить объём и рынок сбыта.

Ключевые слова: костюмная ткань, хлопчатобумажная нить, полиэфирная нить, ассортимент, прочность ткани, эксплуатационные свойства, физико-механические свойства.

Разработка ассортимента конкурентоспособных тканей из отечественного сырья, основанная на глубоком изучении строения и свойств тканей с использованием современных информационных технологий – одна из актуальных задач, стоящих перед текстильной отраслью промышленности. Костюмные ткани не имеют строго определённого состава и состоят из натуральных и химических волокон. Обязательным является требование безопасности синтетического сырья, красителей, других химических веществ, используемых для изготовления тканей костюмного назначения.

С показателями эксплуатационных свойств необходимо учитывать стойкость окраски тканей к действию света. Для костюмных тканей особо прочной окраски такие показатели, как степень устойчивости окраски к воздействию пота, стирки, трения, глажения и органических растворителей, находятся на уровне 4-5 баллов по 5-ти балльной шкале. Важно, чтобы в течение всего срока службы костюма помимо высоких эксплуатационных характеристик, ткань сохраняла также и свои эстетические свойства.

Таковыми характеристиками являются несминаемость и пилингуемость тканей, т.е. склонность к образованию катышек на ткани, которые придают ей неряшливый вид. Этот показатель для костюмных тканей составляет не более 4-х пиллей на 10 см².

Во время носки костюм подвергается воздействию различных факторов, в том числе и погодных условий, поэтому следующим требованием

является постоянство формы. Оно достигается невысоким допусаемым значением изменения размеров костюмной ткани после мокрой обработки, по основе ткани – 2%, и по утку – $\pm 1,5\%$.

Костюм относится к тем видам одежды, в которых человек находится в течение всего рабочего дня, а зачастую и во время отдыха, то есть порядка 8-10 часов ежедневно, и всё это время он должен чувствовать себя комфортно.

Эргономические свойства тканей определяет показатель воздухопроницаемости тканей. Это свойство обеспечивает обмен воздуха под костюмом с воздухом окружающей среды. Показатель воздухопроницаемости костюмных тканей составляет не менее $50 \text{ дм}^3/\text{м}^2$. Это означает, что 1 м^2 костюмной ткани должен пропускать объём воздуха не менее 50 дм^3 в секунду. Поскольку одна из многочисленных функций костюма – это сохранение тепла, то нижний предел не менее $50 \text{ дм}^3/\text{м}^2$, вполне достаточен, чтобы сохранить тепло и чувствовать себя комфортно. Верхний же предел показателя не ограничен. Для летних костюмов из облегчённых тканей значения показателя воздухообмена могут быть более высокие. Ткани из натурального сырья: хлопка, льна, шелка и шерсти очень комфортны, но дают усадку и легко сминаются. Обзор регламентирующих показателей костюмных тканей позволяет сделать вывод, что совокупность всех вышеперечисленных основных свойств может быть достигнута только в смесовых тканях. Присутствие химических волокон в составе делает ткань прочнее, уменьшает усадку, увеличивается светостойкость и, что немаловажно, приводит к снижению цены.

Современные технологии позволяют производить ткани на основе смешанных волокон, неотличимые по внешнему виду от тканей из натурального сырья. Смешивание хлопкового волокна с 35% полиэфирным (ПЭ) и полиакрилонитрильным (ПАН) волокном повышает формоустойчивость тканей, добавка до 40% полиэфирных волокон (ПЭ) снижает склонность тканей к образованию пиллей, добавка до 4% капрона и лавсана повышает износостойкость.

Исходя из обзора свойств одежных тканей, одним из важнейших параметров, определяющих эксплуатационные свойства ткани, является прочность, обеспечивающая надёжность ткани в течение всего срока службы изделия. Прочность ткани характеризует разрывная нагрузка.

Целью работы является проектирование новых ассортиментов костюмных тканей из смесей хлопчатобумажных и полиэфирных нитей. Мотивом узора для переплетений является полоса, которая не теряет своей актуальности, тем более для костюмных тканей. Проектирование костюмной ткани проводилось на базе заданной прочности на разрыв по основе и по утку. Предлагаемая методика проектирования позволит оперативно определить параметры строения и заправки новой ткани и, как следствие, ускорить технологию её производства, расширить конкурентоспособность, увеличить объём и рынок сбыта.

Формулы и порядок моделирования смесовой ткани с прочностью на разрыв по основе и по утку следующие [1].

Методика расчёта смесовой ткани производится с прочностью по основе $Q_o = 36,5H$ и по утку $Q_y = 36,5H$. Для проектирования костюмной ткани принимаем смесовую 67% хлопок + 33% полиэфир пряжу одинаковой линейной плотности по основе и по утку, т.е. $T_o = T_y = T$ и $K_T = 1$,

для смесовых тканей $C = 1,22$. Так как $T_o = T_y$ то $d_o = d_y$ и $K_d = 1$. Также принимаем разрывное напряжение для хлопчатобумажной пряжи $\sigma_o = \sigma_y = \sigma = 13 \text{сн/текс}$. Коэффициент использования разрывной прочности пряжи в ткани по основе $\rho_o = 1$ и по утку $\rho_y = 1$. Коэффициент наполнения ткани по основе $K_{ho} = 0,7$. Так как по заданию прочность ткани по основе равна прочности ткани по утку, то плотность ткани по основе должна быть равна плотности ткани по утку, поэтому для проектирования принимаем V порядок фазы строения, т.е. $K_{ho} = 1,0$; Подставим заданные параметры в формулу определяющую прочность ткани на разрыв по основе и по утку

$$P_o T_o \sigma_o \rho_o / 2000 = Q_o; \quad (1)$$

$$P_y T_y \sigma_y \rho_y / 2000 = Q_y; \quad (2)$$

откуда

$$P_o T_o = Q_o \cdot 2000 / \sigma_o \rho_o; \quad (3)$$

$$P_y T_y = Q_o \cdot 2000 / \sigma_y \rho_y; \quad (4)$$

Определяем плотности ткани по основе

$$P_o = \frac{100(K_d + 1) \cdot K_{Ho}}{d_{cp}(K_d \eta_{o\sigma} + \eta_{y\sigma}) \sqrt{4 - K_{ho}^2}} \quad (5)$$

Линейная плотность пряжи, через средний диаметр нити

$$T = d_{cp}^2 / 0,0316^2 C^2 = d_{cp}^2 / 0,00156 \quad (6)$$

Подставим (5) и (6) в (3) и решаем относительно d_{cp} . Определив, d_{cp} рассчитываем линейную плотность пряжи по формуле (6). Затем линейную плотность подставляют в формулу (3) и решают относительно P_o и определяют плотность ткани по основе. Соответственно определяют плотность ткани по утку. Производят проверку расчета прочности ткани по основе и по утку по формулам (1) и (2). Коэффициент наполнения ткани по утку

$$K_{Hy} = P_y d_{cp} (K_d \eta_{o\sigma} + \eta_{y\sigma}) \sqrt{4 - K_{hy}^2} / 100(K_d + 1) \quad (7)$$

Коэффициент наполнения ткани волокнистым материалом

$$K_{Tk} = K_{Ho} \cdot K_{Hy} \quad (8)$$

Уработка нитей по основе

$$a_o = \frac{L_o - L_{To}}{L_o} \cdot 100 \quad (9)$$

$$L_o = \sqrt{l_{o\phi}^2 + h_o^2}; \quad (10)$$

$$L_{To} = l_{y\phi} = 100 / P_y; \quad (11)$$

$$h_o = d_{cp} \cdot \eta_{os} \cdot K_{ho}; \quad (12)$$

Уработка нитей по утку

$$a_y = \frac{L_y - L_{Ty}}{L_y} \cdot 100 \quad (13)$$

$$L_y = \sqrt{l_{o\phi}^2 + h_y^2}; \quad (14)$$

$$l_{o\phi} = L_{Ty} = 100 / P_o; \quad (15)$$

$$h_y = d_{cp} \cdot \eta_{ys} \cdot K_{hy}; \quad (16)$$

Поверхностная плотность ткани

$$q_c = \frac{P_o T_o}{100 - a_o} + \frac{P_y T_y}{100 - a_y} \quad (17)$$

$K_{hy} = 1,0$. Спроектирована новая костюмная ткань с заданной прочностью на разрыв по основе и по утку, разработан её заправочный расчет и параметры производства. Были выработаны опытные образцы тканей и исследованы физико-механические и эксплуатационные свойства костюмных тканей.

В таблице 1 приведены расчетные данные проектирования ткани по заданной разрывной нагрузке костюмного назначения.

Таблица 1

Расчетные данные проектирования костюмной ткани

№ п/п	Показатели	Номер образца			Норма по ГОСТ 21790-2005
		1	2	3	
1	2	3	4	5	6
1	Волокнистый состав	100% хлопка	65% хлопок + 35% полиэфир	67% хлопок + 33% полиэфир	
2	Линейная плотность нити, текс по основе/ по утку	30/30	30/30	30/30	
3	Уработка нити, % основа/уток	9,0/9,0	4,8/4,8	9,0/4,8	
5	Плотность нити, н/дм по основе/по утку	540/260	480/260	540/260	

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
6	Поверхностная плотность, г/м ²	221,2	219,8	221,1	
7	Разрывная нагрузка, Н: - по основе; - по утку.	58,0 53,8	81,3 78,2	82,2 80,6	Поверх. плотность до 220- 490/255; св.220- 569/343.
8	Разрывное удлинение, %: - по основе; - по утку.	16 17,3	15,5 14,8	15,0 14,5	
9	Воздухопроницаемость, дм ³ /см ² сек	45,3	91,4	79,9	Поверх. плотность до 220-50; св.220-20.
10	Несминаемость, %: - по основе; - по утку.	50,0 50,0	72,2 68,3	75,1 70,0	
11	Устойчивость окраски, балл: - к сухому трению; - к мокрому трению.	4 2	4 3	3 2	
12	Водоупорность, м.вод.ст.	160	260	100	
13	Устойчивость окраски к мыльным обработкам, балл	1,5/1/2	4,5/4/4,5	4,5/4,5/4	
14	Устойчивость окраски к поту, балл	3/4/3	4,5/3,5/4,5	4,5/5/4,5	4

Выводы. Произведен подбор параметров и методика определения значений прочности ткани. Также разработана методика проектирования костюмных тканей по заданной разрывной нагрузке по основе и утку. Спроектирована новая костюмная ткань с заданной прочностью на разрыв по основе и по утку, разработан её заправочный расчет и параметры производства. Выработаны опытные образцы тканей и исследованы физико-механические и эксплуатационные свойства костюмных тканей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дамянов, Г.Б. [?][Текст] / Г.Б. Дамянов, Ц.З. Бачев, П.Ф. Сурнина. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 240 с.
2. Вишневская, Л.И. Исследование влияния волокнистого состава и строения на эксплуатационные свойства многокомпонентных тканей [Текст]: автореф. дисс... канд. техн. наук. – М., 1977.

Материал поступил в редакцию 26.01.18.

Д.Н. Кадирова, Х. Хабибуллаев

Ташкент текстиль және жеңіл өнеркәсіп институты, Ташкент қ., Өзбекстан

**МАҚТА МАТА ЖӘНЕ ПОЛИЭФИРЛІ ЖІПТЕР ҚОСПАСЫНАН
КОСТЮМДІ МАТАЛАРДЫҢ ЖАҢА АССОРТИМЕНТІН ЖОБАЛАУ**

Мақалада негізі бойынша үзілу беріктігі белгілі жаңа костюмді матаны жобалау нәтижелері және оның пішу есептеулері мен өндіру параметрлері келтірілген. Костюмді маталардың физикалық-механикалық және эксплуатациялық қасиеттерін зерттеу нәтижелері қарастырылған. Ұсынылған жобалау әдістемесі жаңа матаның құрылымы мен пішімін шұғыл анықтауға мүмкіндік береді, соның салдарынан оның өндіру технологиясы қарқындайды, бәсекеге қабілеттілігі артады, өндіру көлемі мен сату нарығы кеңейеді.

Тірек сөздер: костюм матасы, мақта мата жіп, полиэфирлі жіп, ассортимент, мата беріктігі, эксплуатациялық қасиеттері, физикалық-механикалық қасиеттері.

D.N. Kadirova, Kh. Khabibullayev

Tashkent Institute of Textile and Light Industry, Tashkent, Uzbekistan

DESIGNING NEW ASSORTMENTS OF COSTUME FABRICS FROM MIXTURES OF COTTON AND POLYESTERAL BEVERAGES

The article shows the results of designing a new costume fabric with a given tensile strength on the basis and on the weft, as well as its filling calculation and production parameters. The results of a study of the physico-mechanical and operational properties of costume fabrics are also presented. The proposed design methodology will allow to quickly determine the parameters of the structure and filling of new fabric and, as a result, accelerate the technology of its production, expand competitiveness, increase the volume and market.

Keywords: costume fabric, cotton thread, polyester thread, assortment, fabric strength, performance properties, physical and mechanical properties.

ОӘЖ 687.151

Ә.Ж. Қойгелдиева¹, Б.Т. Байшов²

¹Магистрант, ²Техн. ғылымдарының канд., доцент

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ДӘНЕКЕРЛЕУШІЛЕРГЕ АРНАЛҒАН ЫЛҒАЛ МЕН ЫСТЫҚҚА ТӨЗІМДІ АРНАЙЫ КИІМ МАТЕРИАЛЫНЫҢ ҚАСИЕТТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ

Мақалада қазіргі заманға сай дәнекерлеуші мамандарға арналған арнайы киімді ыстыққа төзімді материалдарды қолдана отырып, қасиеттерін жетілдіру мәселелері қарастырылған.

Тірек сөздер: ылғал өткізгіштігі төмен, дәнекерлеуші, ыстыққа төзімді, арнайы материалдар, эксперименттік әдіс.

Қазіргі кездегі арнайы киімдер әр алуан және көп функционалды болып келеді. Жұмысшылар арнайы киімді киетін болғандықтан ол көптеген талаптарды қамтамасыз етуі керек.

Киім біздің денемізді шаңнан, кірден, майдан қорғайды. Дененің үстінгі тіршілік әрекетін сақтауға көмектеседі. Арнайы киімнің көмегімен жасанды микроклимат пайда болады, барлық ыңғайлы жағдайды қамтамсыз етеді. Киімнің ішінде бірқалыпты температура және кішкене ылғалдылық болу керек. Арнайы киім үлкен эстетикалық талаптардан тұрады – әдемі қалып береді, белгілі бір көңіл күй сыйлайды, нәтижесінде жұмысқа деген қабілеттілік артады. Адамның денсаулығын сақтауға арнайы киім үлкен мағына береді [1].

Арнайы киімнің қасиеті туралы мыңдаған жылдар жорамалап пікірлер айтылатын. Сонымен жүн, жібек, мақта маталары адам денсаулығына пайдалы әсер етеді деген шешімді мағына берілетін. XX ғасырдың 80-ші жылдары немістің профессоры В. Егораның теориясы бойынша, іш киімнен бастап сыртқы киімге дейін жүннен жасалған болса, ол денсаулыққа пайдалы және ұзақ өмір сүруді қамтамсыз етеді деп санаған. Арнайы киім материалының гигиеналық қасиеттері матаның құрамымен анықталады деген тұжырым да қалыптасқан. Сонымен киімге арналған материалдардың құрамы – дымқылдығы, жылу өткізгіштігі, қалыңдығына, тоқылуына, техникалық шығарылуына байланысты үлкен көлемде өзгеруі мүмкін. Материалдардың ең басты өзгеруі оның көлеміне байланысты, сонымен қатар жылу сақтағыш, ауа өткізгіштік, суға төзімділік сияқты қасиеттері де үлкен маңызға ие. Осындай мақсатпен киімнің пайда болу мәселесі, ғылыми жұмыстардың басты жайты болып табылады.

Эксперименталды әдіспен зерттеу барысында шикізаттың жасалған киімдерге мынадай талаптар қойылады: төмен жылу өткізгіштік, массасы кішкене, жылу және су өткізгіштігі жеткілікті болуы шарт. Арнайы киім материалының физикалық-механикалық қасиеттері өте зор, адам ағзасына сыртқы орта факторларының әсер етуін және жылу алмасуын анықтайды. Киімнің міндеті материалдардың сапасына байланысты. Ыстық жерде материалдардың максималды ауа өткізгіштігі және ауа дымқылдық қасиеті болу керек [2].

Гигиеналық талаптардың өзі адам денсаулығын сақтауға бағытталған. Олар – ауа мен ылғал өткізгіштігі, жылу сақтау қасиеті, кір жұқтырмаушылық, киіске ыңғайлылығы, су сіңірмеушілігі және басқалары, киімнің негізгі гигиеналық көрсеткіштері болып табылады.

Арнайы киімнің гигиеналық қасиеті, адам ағзасындағы қажетті жылу теңгерімділігін, қан айналымын, қозғалған кездегі ыңғайлылығын қамтамсыз етеді.

Киімнің гигиеналық қасиеті бәрінен бұрын материалдың физикалық-механикалық және химиялық қасиетіне байланысты қамтамсыз етілуі керек. Сонымен қатар арнайы киімнің жобалауы, құрамы, формасы мен түрі де аса маңызды. Арнайы киімді дайындауда жұмысшыларды әртүрлі қауіпті және зиянды факторлардан қорғап қана қоймай, сонымен қатар олардың жылы нормалы күй жағдайын сақтау және адамның жұмысқа қабілеттілігін арттыру маңызы зор. Арнайы киімнің гигиеналық қасиеттері материалдардың лайықты қасиеттерімен анықталады. Еңбек шарттарының қауіпсіздігін жасайтын құралдардың бірі арнайы киім болып табылады. Мысалы, егер арнайы киім тығыздық беттері жоғары, қатты материалдардан дайындалған болса, онда ол киіммен жұмыс істеу ыңғайлы емес. Бұл кезде арнайы киімнің сәйкестіксіздігі көрінеді. Мұндай жағдайда арнайы киімнің келешек эргономикалық жетілгендік дәрежесін бағалау үшін, жобалау кезінде зерттеулер өткізу қажет. Бұйымның эргономикалық бағалау сапасының

қасиеттеріне келесі факторлар жатқызылады: бұйым түстерінің антропометриялық бөлімінің орналасу сипаты, физиологиялық, психологиялық, психофизиологиялық талаптарға сай және бұйымды қолдану ыңғайлылығы адамға физикалық және психикалық жүкті ықшамдауын қамсыздандырады. Метоболизм барысында адам терісі арқылы, маңызды ылғал, көмірқышқыл газ және т.б өнімдер бөлініп шығады. Жақсы арнайы киім мұндайға жол бермеуі және адамға механикалық әсер етпеуі тиіс.

Эксплуатациялық қасиеті арнайы киімнің кию мезгілі және химиялық тазалауға, жууға төзімділігі болып келеді. Арнайы киімнің эргономикалық қасиеті оның өлшемі, формасы, түстік гаммасы, антропометриялық, физиологиялық, психологиялық талаптарға сай болуында. Осы интеграциялық көрсеткіштер физикалық және психикалық ауыртпашылықты қамтамасыз етуі керек.

Арнайы киімге функционалды, эргономикалық, эстетикалық және эксплуатациялық талаптар жатады [3].

Функционалды талаптарына киімнің композициялық үлгісі, жобалауы, матасы және кейіпіне сәйкес келуі жатады. Сонымен қатар бұйымның үлгісі, матасы, түсі жұмысшылардың талабына сай болуы керек.

Арнайы киімге қойылатын эстетикалық талаптар сәнділікке байланысты. Қандай мақсатқа тігілген арнайы киім болса да ыңғайлы және әдемі болуға тиіс.

Арнайы киімнің эстетикалық талаптары жұмысшылардың рухани қажеттіліктеріне және сән үлгілеріне сай болуы керек.

Эксплуатациялық талаптарына формасы, матасы, конструкциясы, тігістері және бөлшектері жатады. Арнайы киімнің эксплуатациялық қасиеттері қажалуға, химиялық тазалауға, жиі жууға төзімді болып келеді. Киімнің жаңа үлгілерін жобалау барысында матасы және конструкциясы орынды таңдалып және функционалды элементтері дұрыс пайдаланылуы керек.

Арнайы киімнің өндірістік талаптарын конструктивті-технологиялық және экономикалық деп топтастыруға болады. Арнайы киімнің конструктивті-технологиялық талаптары, тігін бұйымдарының конструктивті технологиясымен, еңбек шығындары және бұйымды дайындау мерзімімен анықталады [4].

Өндірістік киім дегеніміз бұл арнайы әзірленген киім (костюм, комбинезон, халат, іш киім, фартуктер, қолғаптар және т.б.) жұмысшыны сыртқы ортаның кері әсерінен қорғауға арналған және жұмысқа өте қолайлы, барлық жұмыс талабына сай келеді.

Арнайы киімді дайындау кезінде әртүрлі текстиль материалдардың түрлері қолданылады, олар – мақта мата, зығыр, жүн маталар, тоқыма және беймата. Өндірістік жұмыс киімі ыңғайлы және көзге тез түскіштік қасиетке ие болу қажет. Ол әр уақытта жаңаланып тұрады, ал ескірген түрлері:

- өндірістен алынып тасталады, оның орнына жаңалары шығарылады;
- жаңа талшықтардан, сәндік фактуралардан және түстерден кұралады.

Материалдардың көптігінен киімдер тәжірибелік мағынасына сәйкес бір немесе бірнеше нақты көрнекті белгілері бойынша материалдар түрлеріне топтасады.



Сурет 1. Брезенттен (а) және сплиттен (ә) тігілген арнайы жұмысшы форма

Мысалы, 1-суретте (а) костюмның отқа төзімді, сіңімді 600-620 г/м тығыздығы кем дегенде 50 секундқа күйіп кетуден қамтамасыз ететін брезенттен (жартылай полотнолар: 54% зығыр, 46% мақта) жасалған арнайы киім ұсынылған. Ал, 1(ә)-суретте жалынға төзімді, сіндіру арқылы жасалған дәнекерлеуге арналған костюм көрсетілген. Костюмның алдыңғы бөлімі сплиттен жасалған, ал артқы бөлігі брезентпен жабылған. Бұл арнайы киім еріген металдан және темір ұшқындарынан сақтайды, әрі төзімді келеді.

Ұсынылып отырған дәнекерлеуші жұмысшыларға арналған киім үлгілері заман талабына сай жасалып, дәнекерлеуші мамандардың жұмыс жағдайына барынша сәйкес келеді және төзімді болып табылады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Мачинская, Ю.В. Проектирование и оценка конструктивных параметров изделий в эргономическом дизайне специальной одежды [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Ю.В. Мачинская. – СПб., 2009. – 20 с.
2. Афиногентова, Н.В. Исследование и разработка спецодежды [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Н.В. Афиногентова. – М., 2004. – 25 с.
3. Аруин, С.А. Эргономическая биомеханика [Текст] / С.А. Аруин. – М.: Эргономика, 1989.
4. Спецодежда для сварщиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mail.yandex.kz/> https://www.google.kz/?gws_rd=ssl

Материал редакцияға 28.02.18 түсті.

Ж.А. Койгелдиева, Б.Т. Байешов

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛОВ СПЕЦОДЕЖДЫ ДЛЯ СВАРЩИКОВ К ВЛАГЕ И ЖАРОУСТОЙЧИВОСТИ

Рассмотрены вопросы совершенствования эксплуатационных свойств специальной одежды для сварщиков с использованием влаго- и жаростойких материалов.

Ключевые слова: низкая проницаемость для влаги, сварщик, термостойкий материал, специальные материалы, экспериментальный способ.

J.A. Koigeldieva, B.T. Bayeshov

Taraz State University named after M.H. Dulati, Taraz, Kazakhstan

IMPROVEMENT OF THE PROPERTIES OF MATERIALS OF OVERALLS FOR WELDERS TO WATER AND HEAT RESISTANCE

The questions of perfection of operational properties of special clothes for welders with use of moisture- and heat-resistant materials are considered.

Keywords: low permeability for moisture, welder, heat-resistant material, special materials, experimental method.

ОӘЖ 687.15

Ә.Ж. Қойгелдиева¹, Б.Т. Байешов², Б.Б. Байешов³

¹Магистрант, ²Техн. ғылымдарының канд., доцент

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ҚАУІПТІ ӨНДІРІСІТІК ФАКТОРЛАРҒА ТӨЗІМДІ АРНАЙЫ КИІМ ФОРМАСЫН ЖЕТІЛДІРУ

Мақалада қазіргі заманға сай дәнекерлеуші жұмысшыларға арналған арнайы киім үлгісін ыстыққа төзімді және басқа да талаптарға сай жетілдіру мәселелері қарастырылған.

Тірек сөздер: қауіпті факторлардың классификациясы, дәнекерлеуші, ыстыққа төзімді, жобалаудың ақпараттық құрылымы, киімге кешендік талап.

Киім - адамның денесін сыртқы әсерден қорғауға арналған тәжірибелік және эстетикалық қызметтер атқаратын бұйым немесе бұйымдар жиынтығы (аяқ киімдер және т.б.).

Костюм - тарихи қалыптасқан және әрдайым дамып тұратын, адам денесіне киілетін, өзара келісілген бұйымдар жиынтығы (киім, аяқ-киім, бас киім, қолғап және т.б.) және оларға ілесетін қосымшалар (сөмке, қолшатыр және т.б.), сонымен қатар адамның сыртқы бейнесін құрайтын сәнді шаш, бет бояу және т.с.с.

Киімдердің қызметі негізінен адамның дене құрылысына климаттық органдың қолайсыз әсерінен (суық, жел, жаңбыр, күн радиациясы т.б.), механикалық зиянды зақымданудан және өндірістің қолайсыз әсерінен қорғауға (кірлену, жуу, суық т.б.) бағытталған.

Киімнің физикалық-гигиеналық қызметі дененің тыныштық қалпында және қимыл-қозғалыста ыңғайлығын қамтамасыз етеді. Ақпараттық қызметі – адам және оның киімі туралы мәліметтерді береді (мамандығы, көзқарасы, мәдениеттілігі және т.б.). Эстетикалық қызметі – киілген киімнің бір-біріне сәйкестігімен, бұйым композициясының жетілгендігімен және оның өңделу сапасымен анықталады [1].

Өндірістік киім – арнайы әзірленген киім (костюм, комбинезон, халат, іш киім, фартуктер, қолғаптар және т.б.) жұмысшыны сыртқы ортаның кері әсерінен қорғауға арналған және жұмысқа өте қолайлы, барлық жұмыс талабына сай, ыңғайлы және ыстыққа төзімді болуы керек.

Өндірістік киім келесі төрт топқа бөлінеді: арнайы, бірыңғай, технологиялық және жұмыс. Арнайы киім жұмысшыны өндірістік ортаның әртүрлі зиянды факторларынан қорғауға негізделген. Арнайы киімді дайындау кезінде әртүрлі текстиль материалдары қолданылады, олар – мақта мата, зығыр, жүн маталар, брезент және беймата. Бірыңғай киім – белгілі бір ұйымның, бөлімнің мүшелік ерекшеліктерін анықтайды. Ол қорғаныс функциясын (әскери киім) орындауда да көрініс табады. Технологиялық киім – адам мен еңбек құралдарын қорғауға арналады, мысалы тамақ өнеркәсібінде, химия өндірісінде, дәрілік заттармен жұмыс жасауда және т.б.

Материалдардың көптігіне байланысты киімдер тәжірибелік мағынасына сәйкес бір немесе бірнеше нақты көрнекті белгілері бойынша топтамаға бөлінеді. Сонымен қатар бір түрдегі тігін бұйымдары әртүрлі материалдардан дайындалуы мүмкін. Бір белгіленуіндегі әртүрлі материалдарға қойылатын талаптар бірдей болады [2].

Қоршаған ортадан ағзаны қорғау үшін және киімнің уақытынан бұрын ескіріп кетпеуі үшін киім материалын арнайы қоспамен өңдейді, мақта мата және жасанды талшықтардан жасалған матаның отқа төзімді болуы үшін арнайы отқа төзімді қоспа пайдаланылады. Су мен ылғалға жақын жұмыс істейтіндердің киімдерінің матасы су өткізбейтіндей өңделеді немесе судан қорғайтын қоспалар пайдаланылады. Өндірістік киімге поливинилхлорид маталары кеңінен қолданылады, себебі олар әртүрлі қышқылдардан сақтайды және майдан, мұнайдан қорғайды. Кейбір маталар поливинил пластикпен екі жағынан жабыстырылады. Материалдың түп негізі мақта және синтетикалық талшықтардан тұрады. Өндірістік киімді құрастыруда бірнеше заңдылықтар сақталып, өндірістің талаптарына сай жасалуы тиіс. Өндірісте қауіпсіздік ережелерімен әрбір жұмысшы танысып, сол ережелерді бұлжытпай орындаулары қажет.

Арнайы киімнің күрделілігі жан-жақты жобалау есебінен тұрады. Арнайы киімді тігу үшін алдымен оның қандай салаға қолданылатынын және қандай маталардан тігілуін білу керек. Кейбір арнайы киімдердің уақыт мерзімі болады.

Өндірістік киім жасау барысында оның сапа қасиеттерінің дұрыс қалыптастырылуы қажет. Сондықтан өндірістік киімді жобалауда барлық факторларды ескеру үшін жүйелі тәсіл қолданылуы тиіс [3].

Сапасы оңтайлы бұйымды жобалау үрдісін басқару үшін жобаланатын арнайы бұйымның қасиеттерін нақты анықтау қажет.

Үйлесімді еңбек шарттары кезінде дәнекерлеушілердің денсаулығы жақсы болады және жұмысқа деген қабілеттілігі жоғарылай түседі.

Өндірістік факторлардың жиынтықтарының әрекеттесуі, жабық нысандарда орындалатын еңбек үрдісімен және қауіпті өндірістік факторлармен сипатталады:

- жаңа технологиялық жабдықтар;
- жұмыс уақытының ұзақтығы;
- жалпы салқындатылған немесе қыздырылған микроклиматтың жергілікті әрекеті;
- санитарлық нормалардан асатын, жоғары деңгейдегі шуылдар;
- төзімділігі төмен болуы;
- инфрақызыл сәулелер

Осыған байланысты, физикалық қауіпті факторларға келесілерді жатқызамыз: жоғары температура; металл ұшқындарының болуы; электромагнитті поля; инфрақызыл сәулелер [4].

Сонымен қорыта айтар болсақ, дәнекерлеушілердің арнайы киімдеріне әр түрлі зиянды сыртқы факторлар әсер етеді, сондықтан дәнекерлеушілердің арнайы киіміне жоғары талаптар қойылады. Осы талаптарды жүзеге асыру үшін, физикалық тозу процесін ұзартуға, ыстыққа төзімділігіне бағытталған зерттеулер жүргізу дәнекерлеушілердің арнайы киімін жетілдіруде маңызды бағыттардың бірі болып саналады.



Сурет 1. Дәнекерлеуші мамандарға арналған ыстыққа төзімді жұмыс формасы

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Кокеткин, П.П. Промышленное проектирование специальной одежды [Текст] / П.П. Кокеткин. – М., 1982.
2. Жаркипов, Е.Ж. Мода и спецодежда [Текст] / Е.Ж. Жаркипов, К.К. Рудаченко. – Алма-Ата: Кайнар, 1988. – 210 с.
3. Романов, В.Е. Системный подход к проектированию специальной одежды [Текст] / В.Е. Романов. – М., 1981.
4. Спецодежда для сварщиков [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mail.yandex.kz/> https://www.google.kz/?gws_rd=ssl.

Материал редакцияға 28.02.18 түсті.

Ж.А. Койгелдиева, Б.Т. Байешов, Б.Б. Байешов

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОЧЕЙ ФОРМЫ СВАРЩИКОВ С
ЦЕЛЬЮ ЗАЩИТЫ ОТ ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР И ИСКР МЕТАЛЛОВ**

Рассмотрены вопросы улучшения рабочей формы сварщиков с целью обеспечения ее устойчивости к высоким температурам и металлическим искрам.

Ключевые слова: классификация опасностей, сварщик, проектные информационные проекты, огнестойкость, требования к спецодежде.

J.A. Koigeldieva, B.T. Bayeshov, B.B. Bayeshov

Taraz State University named after M.H. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**IMPROVEMENT OF THE WORK WELDING FORM FOR PROTECTION
FROM HIGH TEMPERATURES AND SPARKS OF METALS**

The questions of improving the working form of welders with the purpose of ensuring its resistance to high temperatures and metal sparks are considered.

Keywords: classification of hazards, welder, structure information projects, flameproof, the requirement for complex garments.

Физика и
математика

ӘӨЖ 539.1

Т. Бижігітов¹, В.Р. Соболев², Г.А. Құрманбаева³¹Физ.-мат. ғылымдарының канд., профессор, ²Пед. ғылымдарының д-ры, профессор,
³Ассистент^{1,3}Тараз мемлекеттік педагогикалық университеті, Тараз қ., Қазақстан²М.Танк атындағы Беларусь мемлекеттік педагогикалық университеті,
Минск қ., Беларусь Республикасы1Н МҰЗ ТҮРІНІҢ 300 МПА ЖӘНЕ 500 МПА ҚЫСЫМДАРДАҒЫ
ЖЫЛУЛЫҚ КӨЛЕМДІК ҰЛҒАЮ КОЭФФИЦИЕНТТЕРІНІҢ
ТЕМПЕРАТУРАҒА ТӘУЕЛДІЛІГІ

Мақалада атмосфералық қысымда 0°C градустан төменгі температурада кристалданатын мұз түрінің күйі зерттелген. Ғылыми мақалада тұрақты қысымда көлемінің температураға байланысты өзгерісі термодинамикадан белгілі формула қолданылып, алғаш рет есептеліп отыр. Денелердің күйін сипаттайтын теңдеу арқылы мұздың 1h модификациясының 300 МПа және 500 МПа қысымдардағы жылулық көлемдік ұлғаю коэффициенттерінің температураға тәуелділік графигі тұрғызылып, теориялық тұрғыдан талдаулар жасалған.

Тірек сөздер: жылулық көлемдік ұлғаю коэффициенті, 1h мұз түрі, гексогональдық құрылым.

Термодинамикалық жүйедегі қысым, температура және көлемнің араларындағы функционалдық тәуелділікті өрнектейтін формула күй теңдеуі деп [1] аталады.

$$f(p, T, V) = 0 \quad (1)$$

мұндағы, әрбір параметр екі басқа параметрдің функциясы. Күй теңдеуі тепе-теңдіктегі, яғни барлық нүктелеріндегі қысым мен температура тең жүйе үшін орындалады. (1) теңдеуден қысымның өзгерісін табайық:

$$\Delta p = \left(\frac{\partial p}{\partial V} \right)_T \Delta V + \left(\frac{\partial p}{\partial T} \right)_V \Delta T \quad (2)$$

$\Delta p = 0$ деп алып, $\lim_{\Delta T \rightarrow 0} \frac{\Delta V}{\Delta T} = \left(\frac{\partial V}{\partial T} \right)_p$ ескерсек, дербес туындылардың араларындағы байланыс формуласы шығады:

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p = -\frac{\left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V}{\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T} \quad (3)$$

Келтірілген теңдеу күй теңдеуінің дифференциалдық түрі. Ол тұрақты қысымдағы көлемдік ұлғаю β , изотермиялық α_T сығылу және қысымның K термиялық коэффициенттерінің араларындағы төмендегідей байланысты табуға мүмкіндік [2] береді:

$$\beta = \frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_p; \alpha_T = -\frac{1}{V} \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T, K = \frac{1}{P} \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V \quad (4)$$

Күй теңдеуін және (4) қатынастарды пайдаланып, мына тәуелділікті [1] аламыз:

$$\beta = K\alpha_T p \quad (5)$$

Дифференциалдық теңдеуді қорытып шығарғанда ешқандай шектеу қойылған жоқ. Сондықтан (3) теңдеу кез-келген күй үшін орындалады.

Қатты денелердің көлемдік жылулық ұлғаю коэффициенттерінің температураға тәуелділігін зерттеудің тәжірибелік және теориялық маңызы зор. Өйткені, дененің көлемдік жылулық ұлғаю коэффициенті белгілі болса, оның энергетикалық күйін, жылу сыйымдылықтарын белгілі формулаларды пайдаланып есептей аламыз. Яғни, денелердің ғарыштағы, Жер бетінің ыстық және суық аймақтарындағы, оның қойнауындағы физикалық қасиеттерін сипаттаймыз. Зерттелген үлгінің температура мен қысымға байланысты көлемнің өзгерісі [3] арнайы жасалған автоматтандырылған қондырғыда өлшенді. 1h мұз түрінің жылулық көлемдік ұлғаю коэффициенттерінің температура мен қысымға тәуелділігін бағалау 2% құрайды. 1-кестеде 1h мұз түрінің графикалық әдіспен анықталған жылулық көлемдік ұлғаю коэффициентінің температура мен қысымға тәуелділігі келтірілген.

Кесте 1

1h мұз түрінің графикалық әдіспен анықталған жылулық көлемдік ұлғаю коэффициентінің температура мен қысымға тәуелділігі

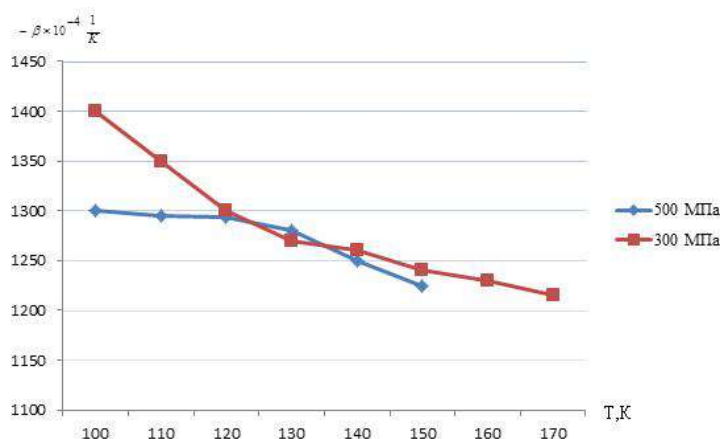
Фаза	P, МПа	T, К	$-\beta \times 10^{-4} \frac{1}{K}$
1	2	3	4
1h	300	100	1,400
		110	1350
		120	1300
		130	1270
		140	1260
		150	1240
		160	1230
		170	1215
		500	100
	110		1295
	120		1293
	130		1280
	140		1250
	150		1225

1-кестенің жалғасы

1	2	3	4
	750	100	1200
		110	1195
		120	1190
		130	1187

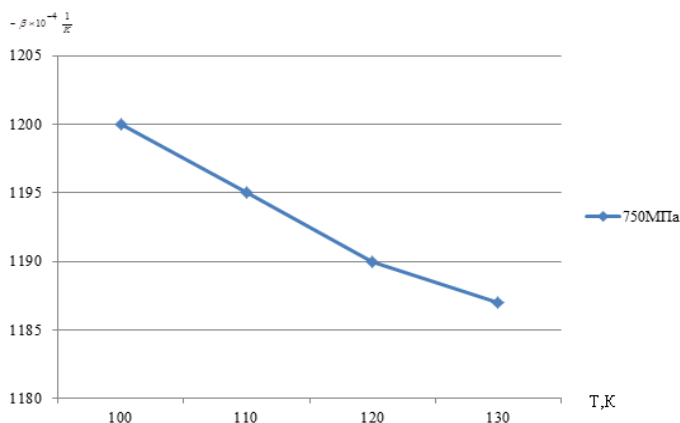
Кестеден қысым артқанда 1h мұз түрінің жылулық көлемдік ұлғаю коэффициентінің кемитіндігін, ал температура ұлғайса, өсетіндігін көреміз. Демек, физикада белгілі заңдылықтарға бағынады [1].

1-суретте 1h мұз түрінің 300 МПа және 500 МПа қысымдардағы жылулық көлемдік ұлғаю коэффициенттерінің температураға тәуелділігі келтірілген.



Сурет 1. 1h мұз түрінің 300 МПа және 500 МПа және 750 МПа (2-сурет) қысымдардағы жылулық көлемдік ұлғаю коэффициенттерінің температураға тәуелділігі

Зерттелген температура аймақтарында 1h мұз түрінің жылулық ұлғаю коэффициенті теріс мәндерді иеленеді [5].



Сурет 2. 750 МПа қысымдағы жылулық көлемдік ұлғаю коэффициентінің температураға тәуелділігі

Қорытынды. Алғаш рет 1h мұз түрінің 300 МПа және 500 МПа және 750 МПа қысымдардағы жылулық көлемдік ұлғаю коэффициенттерінің температураға тәуелділігі графикалық әдіспен зерттелді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бижігітов, Т. Статистикалық физика. Кинетикалық теория негіздері [Мәтін] / Т. Бижігітов. – Алматы: Дәуір, 2011.
2. Бижігітов, Т. Молекулалық физика [Мәтін] / Т. Бижігітов. – Алматы: Экономика, 2017.
3. Бижігітов, Т. Устройство для получения давления до 3000 МПа [Текст] / Т. Бижігітов, М. Кушербаева // Механика и технологии. – 2017. – №1. – С. 156-162.
4. Бижігітов, Т. Электровводы для камеры высокого на 3000 МПа [Текст] / Т. Бижігітов, М. Кушербаева // Механика и технологии. – 2017. – №1. – С.168-171.
5. Бижігітов, Т. Жоғары қысым және төменгі температура физикасы [Мәтін] / Т. Бижігітов, Г. Жапарқұлова. – Алматы: Экономика, 2013.

Материал редакцияға 17.01.18 түсті.

Т. Бижігітов¹, В.Р. Соболев², Г.А. Құрманбаева¹

¹Таразский государственный педагогический университет, г. Тараз, Казахстан

²Белорусский государственный педагогический университет имени М.Танка,
г. Минск, Республика Беларусь

**ЗАВИСИМОСТИ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ
ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ МОДИФИКАЦИИ ЛЬДА 1Н ПРИ ДАВЛЕНИИ 300
МПА И 500 МПА**

В статье при атмосферном давлении ниже температуры исследован состояния кристаллической модификации льда. Впервые используя известные формулы термодинамики при постоянной давлении вычислены изменения объема в зависимости от температуры. С помощью уравнения состояния тел при 300 МПа және 500 МПа давлений построены графики зависимости коэффициента теплового расширения от температуры. Полученные результаты подвергнуты теоретическому анализу.

Ключевые слова: коэффициент объемного теплового расширения, модификация льда 1h, гексагональная структура.

T. Bizhigitov¹, V.R. Sobol², G.A. Kurmanbayeva¹

¹Taraz State Pedagogical University, Taraz, Kazakhstan

²Belarusian State Pedagogical University named after M.Tank, Minsk, Republic of Belarus

**DEPENDENCE OF THE HEAT EXTENSION COEFFICIENT OF THE
TEMPERATURE OF ICE 1H MODIFICATION AT 300 MPA AND 500
MPA PRESSURE**

In an article at atmospheric pressure below the temperature, the state of the crystalline ice modification was studied. For the first time, using known thermodynamic formulas at constant pressure, the volume changes are calculated as a function of temperature. With the help of the equation of state of bodies at 300 MPa at 500 MPa pressure, the plots of the coefficient of thermal expansion versus temperature are plotted. Obtained results are subjected to the theoretical analysis.

Keywords: coefficient of volumetric thermal expansion, ice modification 1h, hexagonal structure.

УДК 514.765

Н.А. Абиев¹, О.Ж. Асанов²¹Физ.-мат. ғылымдарының канд., доцент, ²Магистрант
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан**ЛИ АЛГЕБРАЛАРЫНЫҢ ӘРТҮРЛІ КЛАССИФИКАЦИЯЛАРЫН
БІРЫҢҒАЙ ЖҮЙЕГЕ КЕЛТІРУ**

Ли алгебралары мен Ли топтары заманауи геометрияның көптеген есептерін зерттеуде кең қолданыс табады. Екі сатылы нильпотентті алты өлшемді Ли алгебраларының белгілі классификацияларын бірыңғай жүйеге салу мақаланың зерттеу нысаны болып табылады. Әртүрлі классификациялардағы базистер арасындағы байланыстар мен өзара көшу ережелерін көрсету арқылы осы классификациялардың эквиваленттігін орнату есебі шешілген.

Тірек сөздер: нильпотентті Ли алгебрасы, шешілімді Ли алгебрасы.

[1, 2] еңбектерінде [3-6] жұмыстары нәтижелері қолданылып, барлық алты өлшемді екі сатылы нильпотентті Ли алгебраларының жұмысшы тізімі құрастырылған. Бұл мақалада сол классификациялардың бірыңғай жүйесі ұсынылып отыр. Ең алғашқы классификация [3] жұмыста берілген болатын. Біз [4] жұмыста ұсынылған классификацияны негіз ретінде ала отырып, оның басқа классификацияларға эквивалентті екендігін дәлелдейміз. [4] жұмыста I арқылы бір өлшемді (абелдік) Ли алгебрасы белгіленген. Сол жұмыстың нәтижесіне сәйкес 3 өлшем үшін нильпотентті екі Ли алгебрасы болады:

$L_{3,1}$ - абелдік алгебра (барлық Ли жақшалары-нөлдік);

$L_{3,2} - \{x_1, x_2, x_3\}$ базисімен және нөлдік емес $[x_1, x_2] = x_3$ Ли жақшаларымен 4 өлшем үшін нильпотентті Ли алгебралары бар болғаны үшеу:

$L_{4,1} = L_{3,1} \otimes I$ - абелдік алгебра;

$L_{4,2} = L_{3,2} \otimes I$ - нөлдік емес $[x_1, x_2] = x_3$ Ли жақшаларымен;

Ал енді 5 өлшем үшін нильпотентті тоғыз Ли алгебралары бар болады. Олардың жіктелетіні: $L_{5,k} = L_{4,k} \otimes I$, $k = 1, 2, 3$; жіктелмейтіндері:

$$L_{5,4} : [x_1, x_2] = x_5, [x_3, x_4] = x_5;$$

$$L_{5,5} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_5, [x_2, x_4] = x_5;$$

$$L_{5,6} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_4, [x_1, x_4] = x_5, [x_2, x_3] = x_5;$$

$$L_{5,7} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_4, [x_1, x_4] = x_5;$$

$$L_{5,8} : [x_1, x_2] = x_4, [x_1, x_3] = x_5;$$

$$L_{5,9} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_4, [x_2, x_3] = x_5.$$

6 өлшем үшін нильпотентті жиырма алты Ли алгебрасы бар болады. Олардың жіктелетіні: $L_{6,k} = L_{5,k} \otimes I$, $k = 1, \dots, 9$; жіктелмейтіндері:

$$L_{6,10} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_6, [x_4, x_5] = x_6;$$

$$L_{6,11} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_4, [x_2, x_4] = x_6, [x_2, x_5] = x_6;$$

$$L_{6,12} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_4, [x_1, x_4] = x_6, [x_2, x_5] = x_6;$$

$$L_{6,13} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_5, [x_2, x_4] = x_5, [x_1, x_5] = x_6, [x_3, x_4] = x_6;$$

$$L_{6,14} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_4, [x_1, x_4] = x_5, [x_1, x_5] = x_6, [x_3, x_4] = x_6;$$

$$L_{6,15} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_4, [x_1, x_4] = x_5, [x_2, x_3] = x_5, [x_1, x_5] = x_6, \\ [x_2, x_4] = x_6;$$

$$L_{6,16} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_4, [x_1, x_4] = x_5, [x_2, x_5] = x_6, [x_3, x_4] = -x_6;$$

$$L_{6,17} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_4, [x_1, x_4] = x_5, [x_1, x_5] = x_6, [x_2, x_3] = x_6;$$

$$L_{6,18} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_4, [x_1, x_4] = x_5, [x_1, x_5] = x_6;$$

$$L_{6,19} : [x_1, x_2] = x_4, [x_1, x_3] = x_5, [x_2, x_4] = x_6, [x_3, x_5] = \varepsilon x_6;$$

$$L_{6,20} : [x_1, x_2] = x_4, [x_1, x_3] = x_5, [x_1, x_5] = x_6, [x_2, x_4] = x_6;$$

$$L_{6,21}(\varepsilon) : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_4, [x_2, x_3] = x_5, [x_1, x_4] = x_6, \\ [x_2, x_5] = \varepsilon x_6;$$

$$L_{6,22} : [x_1, x_2] = x_5, [x_1, x_3] = x_6, [x_2, x_4] = \varepsilon x_6, [x_3, x_4] = x_5;$$

$$L_{6,23} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_5, [x_1, x_4] = x_6, [x_2, x_4] = x_5;$$

$$L_{6,24}(\varepsilon) : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_5, [x_2, x_3] = x_5, [x_1, x_4] = \varepsilon x_6, \\ [x_2, x_3] = x_6, [x_2, x_4] = x_5;$$

$$L_{6,25} : [x_1, x_2] = x_3, [x_1, x_3] = x_5, [x_1, x_4] = x_6;$$

$$L_{6,26} : [x_1, x_2] = x_4, [x_1, x_3] = x_5, [x_2, x_3] = x_6.$$

Ли алгебралары теориясының кейбір анықтамаларын еске түсірейік.

Егер $[n, n] \neq \{0\}$ және $[[n, n], n] = \{0\}$ болса, онда n Ли алгебрасы екі сатылы нильпотентті деп аталады, мұндағы $\{0\}$ - нөлдік элементтен құралған Ли алгебрасын білдіреді.

n Ли алгебрасының $[n, n]$ туынды алгебрасы барлық мүмкін $[a, b]$ коммутаторларының сызықты қабықшалары ретінде анықталады, мұнда $a, b \in n$:

$$[n, n] = \text{Lin} \{[a, b] : a, b \in n\}.$$

Ли алгебраларының тура $S_1 \oplus S_2$ қосындысында кез-келген (u_1, v_1) және (u_2, v_2) элементтерінің Ли жақшасы $[(u_1, v_1), (u_2, v_2)] = [(u_1, u_2), (v_1, v_2)]$ ережесі бойынша анықталады,

мұнда бірінші Ли жақшасы оң жақ бөліктегі s_1 Ли алгебрасына, ал екіншісі s_2 Ли алгебрасына тиісті.

Лемма 1. [4] классификациясы бойынша тек мына 7 алгебра екі сатылы нильпотентті болып табылады:

$$L_{3,2} \oplus 3I, L_{5,8} \oplus I, L_{5,4} \oplus I, L_{3,2} \oplus L_{3,2}, L_{6,22}(-1), L_{6,26}. \quad (1)$$

Дәлелдеуі. [4] классификациядан келесі нильпотентті Ли алгебралары $[[n, n], n] = \{0\}$ шартын қанағаттандырмайтындығын көрсету қиын емес: $L_{5,k} \oplus I, k = 5, 6, 7, 9, L_{6,11}, \dots, L_{6,18}, L_{6,19}, L_{6,20},$

$L_{6,21}(\varepsilon), L_{6,23}, L_{6,24}(\varepsilon)$ және $L_{6,25}$. Шындығында, n Ли алгебралары үшін: $L_{6,19}, L_{6,20}, x_4 \in [n, n]$ екендігін байқау қиын емес және $[n, [n, n]]$ шартынан $[x_2, x_4] \neq 0$ нөлдік емес коммутатор табылады. Ал басқа алгебралар үшін $x_3 \in [n, n], [x_1, x_3] \neq 0$ орындалады, мұнда $[x_1, x_3] \in [n, [n, n]]$. Олай болса, қарастырылған Ли алгебралары екі сатылы нильпотентті бола алмайды.

Енді (1) тізімінде көрсетілген Ли алгебраларын қарастырайық.

$n = L_{3,2} \oplus 3I$ **Ли алгебрасы.** Ол $\{x_1, x_2, \dots, x_6\}$ базисі арқылы алынады, мұнда $x_1 = (y_1, \bar{0}), x_2 = (y_2, \bar{0}), x_3 = (y_3, \bar{0}), x_4 = (\bar{0}, a_1), x_5 = (\bar{0}, a_2), x_6 = (\bar{0}, a_3), \bar{0} = (0, 0, 0), \{y_1, y_2, y_3\}$ жалғыз коммутациялық қатынасы $[y_1, y_2] = y_3$ болатын $L_{3,2}$ Ли алгебрасының канондық базисі $\{a_1, a_2, a_3\} - 3I \cong R^3$ -тің базисі.

$\{x_1, x_2, \dots, x_6\}$ базисінде n алгебрасы жалғыз нөлдік емес $[x_1, x_2] = x_3$ коммутациялық қатынасына ие. Шындығында, $[x_1, x_2] = [(y_1, \bar{0}), (y_2, \bar{0})] = ([y_1, y_2], [\bar{0}, \bar{0}]) = (y_3, \bar{0}) = x_3$.

Олай болса, $[x_i, x_j] = [(y_i, \bar{0}), (\bar{0}, a_j)] = ([y_i, \bar{0}], [\bar{0}, a_j]) = (\bar{0}, \bar{0})$, мұнда, $i \in \{1, 2, 3\}$ және $j \in \{4, 5, 6\}$. Айқын көрініп тұр: $[x_1, x_2] = [x_2, x_3] = 0$.

Сонымен, $[n, n]$ туынды алгебрасы бір өлшемді болады және x_3 элементімен туындайды: $x_3 : [n, n] = \text{Lin}\{x_3\}$. Сондықтан $[[n, n], n] = \{0\}$.

$n = L_{5,8} \oplus I$ **Ли алгебрасы.** Бұл алгебра $x_i = (y_i, 0), i = 1, \dots, 5, x_6 = (\bar{0}, a_1)$ базисімен беріледі, мұнда $\bar{0} = (0, 0, 0, 0, 0), \{y_i\} - [y_1, y_2] = y_4, [y_1, y_3] = y_5$ коммутациялық қатынастарымен берілген $L_{5,8}$ Ли алгебрасының канондық базисі және $a_1 - I \cong R$ базисі.

Сонда $[x_i, x_6] = [(y_i, \bar{0}), (\bar{0}, a_1)] = ([y_i, \bar{0}], [\bar{0}, a_1]) = (\bar{0}, \bar{0})$. Барлық жақшалардың нөлге тең екендігі айқын. Бұл жағдайда $[n, n] = \text{Lin}\{x_4, x_5\}$. Барлық $i = 1, \dots, 6$, үшін $[x_i, x_4] = [x_i, x_5] = 0$ болғандықтан, $[[n, n], n] = \{0\}$.

$n = L_{5,4} \oplus I$ Ли алгебрасы. Дәл осылайша: $[n, n] = \text{Lin}\{x_5\}$ және $[[n, n], n] = \{0\}$.

$L_{3,2} \oplus L_{3,2}$ Ли алгебрасы. Коммутациялық қатынастары: $[x_1, x_2] = x_3$, $[x_4, x_5] = x_6$. Яғни $[n, n] = \text{Lin}\{x_3, x_6\}$ және $[[n, n], n] = \{0\}$.

$L_{6,22}(0)$ Ли алгебрасы. Бұл үшін $[x_1, x_2] = x_5$, $[x_1, x_3] = x_6$, $[x_3, x_4] = x_5$, $[n, n] = \text{Lin}\{x_5, x_6\}$, $[[n, n], n] = \{0\}$.

$L_{6,22}(-1)$ Ли алгебрасы. Бұл үшін $[x_1, x_2] = x_5$, $[x_1, x_3] = x_6$, $[x_2, x_4] = -x_6$, $[x_3, x_4] = x_5$, $[n, n] = \text{Lin}\{x_5, x_6\}$, $[[n, n], n] = \{0\}$.

$L_{6,26}$ Ли алгебрасы. Бұл үшін $[x_1, x_2] = x_4$, $[x_1, x_3] = x_5$, $[x_2, x_3] = x_6$, $[n, n] = \text{Lin}\{x_4, x_5, x_6\}$, $[[n, n], n] = \{0\}$.

Сонымен, барлық алты өлшемді нильпотентті Ли алгебраларының арасынан тек (1) алгебралары екі сатылы нильпотентті болып шықты. Бірінші лемма дәлелденді.

Енді [6] еңбегінде ұсынылған екі және үш сатылы алты өлшемді нильпотентті Ли алгебраларының тізімін көрсетейік. Бұл еңбекте екі сатылы нильпотентті Ли алгебраларына төмендегі нөмірлер сәйкестелген (қасында коммутациялық қатынас көрсетілген):

№24: (0,0,0,12,13,23),

№28: (0,0,0,0,13+42,14+23),

№29: (0,0,0,0,12,14+23),

№30: (0,0,0,0,12,34),

№31: (0,0,0,0,12,13),

№32: (0,0,0,0,0,12+34),

№33: (0,0,0,0,0,12),

мұнда, мысалы, (0,0,0,0,0,12+34) жазуы нөлдік емес коммутациялық қатынастар $[i_1, i_2] = i_6$, $[i_3, i_4] = i_6$ түрінде болатынын хабарлайды, егер $\{i_1, \dots, i_6\}$ Ли алгебрасының канондық базисі болса.

Ескерте кетсек, [3], [4], [6] жұмыстарының авторлары базистік векторларды нөмірлегенде әртүрлі белгілеу пайдаланған болатын. Бұл, әрине, бір қарағанда әртүрлі коммутациялық қатынастарға әкелгендей болады. Біз енді (1) тізімінде әр алгебра әртүрлі классификацияда нақтысында бірдей коммутациялық қатынастарға ие екендігін көрсетеміз. Салыстыру кезінде шатаспау үшін алты өлшемді нильпотентті Ли алгебрасының канондық базисін түрлі жұмыстарда әртүрлі белгілейік: айталық [6] жұмыста $\{i_1, \dots, i_6\}$ [4] жұмыста $\{i_1, \dots, i_6\}$ [3] жұмыста $\{e_1, \dots, e_6\}$ болсын.

Лемма 2. [3], [4] және [6] жұмыстары классификацияларында екі сатылы нильпотентті Ли алгебраларының саны бірдей, және осындай әр алгебра үшін олардың коммутациялық қатынастары өзара бір-біріне эквивалентті.

Дәлелдеу. Шындығында, [6] жұмыстағы №33 $[i_1, i_2] = i_6$ коммутаторлы Ли алгебрасына $[x_1, x_2] = x_3$ коммутаторлы $L_{3,2} \oplus 3I$ Ли алгебрасы сәйкес

келеді. Мынадай $(i_1, i_2, i_3, i_4, i_5, i_6) \rightarrow (x_1, x_2, x_6, x_4, x_5, x_3)$ базистік векторларды ауыстыру арқылы [6] жұмысында коммутациялық қатынас аламыз. [3] жұмысында бұл $[e_1, e_2] = e_3$ коммутаторымен $L_3 \oplus 3L_1$ алгебрасы, мұнда L_1 – бір өлшемді Ли алгебрасы. Ары қарай, белгілеуді қысқаша түрде береміз, яғни өзінің нөмірін сақтайтын векторларды ескермейміз. Онда жоғарыда көрсетілген жағдайға сәйкес ауыстырулар $(i_3, i_6) \rightarrow (x_6, x_3)$ болады.

$(i_4, i_5, i_6) \rightarrow (x_6, x_4, x_5)$ базистік ауыстыруында [6] жұмыстағы №31 Ли алгебрасы [4] жұмыстағы $L_{5,8} \oplus I$ Ли алгебрасына сәйкес болады. Ары қарай $(x_3, x_4) \rightarrow (e_4, e_3)$ ауыстыруын жасасақ, $L_{5,8} \oplus I$ алгебрасын [3] жұмыстағы $L_5^1 \oplus L_1$ алгебрасына сәйкес келтіреміз және оның коммутаторлары: $[e_1, e_2] = e_3, [e_1, e_4] = e_5$.

$(i_5, i_6) \rightarrow (x_6, x_5)$ кезінде [6] жұмыстағы №32 Ли алгебрасы [4] жұмысындағы $L_{5,4} \oplus I$ Ли алгебрасына сәйкес болады. Ары қарай $(x_2, x_3) \rightarrow (e_3, e_2)$ ауыстыруын жасасақ, $L_{5,4} \oplus I$ алгебрасын [3] жұмыстағы $L_5^4 \oplus L_1$ алгебрасына сәйкес келтіреміз. Мұның коммутаторлары: $[e_1, e_3] = e_5, [e_2, e_4] = e_5$.

$(i_3, i_4, i_5, i_6) \rightarrow (x_4, x_5, x_3, x_6)$ кезінде [6] жұмыстағы №30 Ли алгебрасы [4] жұмыстағы $[x_1, x_2] = x_3, [x_4, x_5] = x_6$ коммутаторлы $L_{3,2} \oplus L_{2,3}$ Ли алгебрасына сәйкес келеді.

$(i_2, i_3, i_4, i_5, i_6) \rightarrow (x_3, x_4, x_2, x_6, x_5)$ кезінде [6] жұмыстағы №29 Ли алгебрасы [4] жұмыстағы $L_{6,22}(0)$ Ли алгебрасына сәйкес. Келесі ауыстырулар $(x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) \rightarrow (e_3, e_2, e_4, e_6, e_5)$ [6] жұмыстағы Ли алгебрасының $[e_1, e_2] = e_5, [e_1, e_3] = e_6, [e_2, e_4] = e_6$ коммутаторларына әкеледі. Осы алгебра үшін [6] жұмысында арнайы белгілеу қабылданбаған. Онда оған [5] жұмыстағы L_6^4 белгілеуін енгізейік.

$(i_2, i_3, i_4, i_5, i_6) \rightarrow (x_4, x_3, x_2, x_6, x_5)$ кезінде [6] жұмыстағы №28 Ли алгебрасы [4] жұмыстағы $L_{6,22}(-1)$ Ли алгебрасына сәйкес. Ары қарай $(x_2, x_3, x_4, x_5, x_6) \rightarrow (e_3, e_4, -e_2, e_5, e_6)$ ауыстырулары [3] жұмыстағы $[e_1, e_3] = e_5, [e_1, e_4] = e_6, [e_2, e_4] = e_5, [e_2, e_3] = -e_6$ коммутаторлы алгебраны береді. Оған $L_6^5(-1)$ белгілеуін енгіземіз.

[6] жұмыстағы №24 Ли алгебрасы [4] жұмыстағы $L_{6,26}$ Ли алгебрасына ешқандай базистік векторларды ауыстырмай-ақ сәйкес келеді. Ары қарай $(x_5, x_6) \rightarrow (e_6, e_5)$ ауыстыруы [3] жұмыстағы $[e_1, e_3] = e_6, [e_1, e_2] = e_4, [e_2, e_3] = e_5$ коммутаторларымен берілген алгебраға әкеледі. Бұл алгебраны L_6^3 деп белгілейміз. Лемма 2 дәлелденді.

Тура осылайша, Ли алгебраларының [5] жұмыстағы классификациясымен [3], [4], [6] классификацияларының арасында байланыс орнатуға болады.

Қорытындылай, (1) тізіміндегі алгебралардың әртүрлі классификациялардағы коммутациялық қатынастарын кестеге түсіреміз.

Кесте 1

Екі сатылы нильпотентті алты өлшемді Ли алгебралары

[3] бойынша n Ли алгебрасы	[5] бойынша n Ли алгебрасы	[4] бойынша n Ли алгебрасы	[6] бойынша n Ли алгебрасы	Коммутациялық қатынастар
$L_3 \oplus 3L_1$	$A_{3,1} \oplus 3A_{1,1}$	$L_{3,2} \oplus 3I$	$h_3 \oplus R^3$	$[e_1, e_2] = e_3$
$L_5^1 \oplus L_1$	$A_{5,1} \oplus A_{1,1}$	$L_{5,8} \oplus I$	$n_5 \oplus R$	$[e_1, e_2] = e_3,$ $[e_1, e_4] = e_5$
$L_5^4 \oplus L_1$	$A_{5,4} \oplus A_{1,1}$	$L_{5,4} \oplus I$	$h_5 \oplus R$	$[e_1, e_3] = e_5,$ $[e_2, e_4] = e_5$
$L_3 \oplus L_3$	$A_{3,1} \oplus A_{3,1}$	$L_{3,2} \oplus L_{3,2}$	$h_3 \oplus h_3$	$[e_1, e_2] = e_5,$ $[e_4, e_5] = e_6$
L_6^4	$A_{6,4}$	$L_{6,22}(0)$		$[e_1, e_2] = e_5,$ $[e_1, e_3] = e_6,$ $[e_2, e_4] = e_6$
$L_6^5(-1)$	$A_{6,4}^{-1}$	$L_{6,22}(-1)$		$[e_1, e_3] = e_5,$ $[e_1, e_4] = e_6,$ $[e_2, e_4] = e_5,$ $[e_2, e_3] = -e_6$
L_6^3	$A_{6,3}$	$L_{6,26}$		$[e_1, e_3] = e_6,$ $[e_1, e_2] = e_4,$ $[e_2, e_3] = e_5$

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Абиев, Н.А. О кривизне Риччи разрешимых метрических алгебр Ли с двухступенно нильпотентными производными алгебрами [Текст] / Н.А. Абиев // Мат. труды. – 2013. – Т.16, №1. – С.3-20.
2. Абиев, Н.А. Об операторе Риччи унимодулярных разрешимых метрических алгебр Ли [Текст] / Н.А. Абиев // Вестник КазНУ им. аль-Фараби. Серия матем. – 2014. – №3 (82). – С.3-11.
3. Морозов, В.В. Классификация нильпотентных алгебр Ли шестого порядка [Текст] / В.В. Морозов // Известия Высш. учеб. завед. Сер. матем. – 1958. – №4(5). – С.161-171.

4. De Graaf W.A. Classification of 6-dimensional nilpotent Lie algebras over field of characteristic not 2 // Journal of Algebra. – 2007. – V.309. – P.640-653.
5. Patera J., Sharp R.T., Winternitz P., Zassenhaus H. Invariants of real low dimension Lie algebras // Journal of Mathematical Physics. – 1976. – V.17, №6. – P.986-994.
6. Will C. Rank-one Einstein solvmanifolds of dimension 7 // Differential Geometry and its Application. – 2003. – V.19. – P.307-318.

Материал редакцияга 13.03.18 түсті.

Н.А. Абиев, О.Ж. Асанов

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

О СИСТЕМАТИЗАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССИФИКАЦИЙ АЛГЕБР ЛИ

Алгебры и группы Ли широко используются в изучении многих задач современной геометрии. Объектом изучения настоящей статьи является систематизация известных классификаций шестимерных двухступенно нильпотентных алгебр Ли. Решается задача установления эквивалентности этих классификаций с указанием соответствующих связей и правил взаимных переходов между базисами в разных классификациях.

Ключевые слова: нильпотентная алгебра Ли, разрешимая алгебра Ли.

N.A. Abiev, O.Zh. Asanov

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

ON THE SYSTEMATIZATION OF VARIOUS CLASSIFICATIONS OF LIE ALGEBRAS

Lie algebras and Lie groups are widely used in the study of many problems of modern geometry. The object of studying is systematization of known classifications of six-dimensional nilpotent Lie algebras. The problem is to establish the equivalence of these classifications indicating the appropriate links and rules for mutual transitions between bases in different classifications.

Keywords: nilpotent Lie algebra, solvable Lie algebra.

УДК 514.765

О.Ж. Асанов

Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

ЛИ АЛГЕБРАЛАРЫ СЫЗЫҚТЫҚ БЕЙНЕЛЕУЛЕРІНІҢ
КЕЙБІР ҚАСИЕТТЕРІ ТУРАЛЫ

Ли алгебралары заманауи математиканың қарқынды дамып келе жатқан салаларының бірі. Көптеген табиғи құбылыстар үшін ішкі симметрия олардың өзіндік ерекшеліктері болып табылады. Симметрия мен инвариантылық қасиеттерін абстрактты қойылымда қарастыратын Ли алгебралары мен группалары осындай қасиеттерді тиімді зерттеуге жағдай жасайды. Мақалада Ли алгебралары гомоморфизмдері зерттеліп, бейне жиыны бір өлшемді болғанда, Ли алгебралары гомоморфизмі нақтысында эпиморфизм болатыны көрсетілген.

Тірек сөздер: Ли алгебрасы, идеал, ішкі алгебра, гомоморфизм, изоморфизм.

Ли алгебралары және группалары теориясы XIX ғасырдың соңында математиканың жаңа бір бағыты ретінде пайда болды. Кейін бұл теория көптеген ірі жетістіктермен толықтырылып, және де мұның жетістіктері тек алгебра емес, алгебрадан тыс салаларға да септігін тигізді. Пайда болған кезден бастап, Ли алгебралары және группалары аппараты дифференциалдық геометрия, топология және көпбейнеліктер теориясына сапалы серпін беріп, кеңінен қолданыла бастады. XX ғасырдың басында кванттық механиканың пайда болуы, Ли теориясының одан әрі дамуына жаңа қозғалыс берді. Пуанкаре алгебралары теориясы пайда болды. Қазіргі таңда осы теорияның нәтижесі математиканың өз саласында ғана емес, сонымен қатар, оған қатысты аймақтарда: классикалық және кванттық механикада, кристаллографияда және динамикалық жүйелерде қолданыла бастады.

Алдымен алгебраға қатысты алғашқы ұғымдар мен анықтамаларға тоқталып өтейік.

F арқылы комплексті немесе нақты сандар өрісін белгілейік, яғни $F = C$ немесе $F = R$ болсын. Қандай да бір L жиынында қосу амалы «+» және F өрісінің элементтеріне көбейту амалы анықталған болсын. Осы амалдардың нәтижелері L жиынының аясынан шықпайды, яғни кез келген $x \in L$ және $y \in L$ элементтері үшін және кез келген $\alpha \in F$ үшін $x + y \in L$ және $\alpha x \in F$ шарттары әрдайым орындалады деп есептейік. Осындай қасиетті берілген амалдарға қарағанда L жиынының *тұйықтығы* деп те атайды.

Анықтама [1]. Төмендегі шарттар орындалған жағдайда жоғарыда атап көрсетілген амалдарға қарағанда тұйық болатын L жиыны *сызықтық (векторлық) кеңістік* деп аталады:

1. $x + y = y + x \quad \forall x, \forall y \in L;$
2. $(x + y) + z = x + (y + z) \quad \forall x, \forall y, \forall z \in L;$
3. $\exists 0 \in L: x + 0 = 0 + x = x \quad \forall x \in L;$
4. $\forall x \in L \exists -x \in L: x + (-x) = -x + x = 0;$

5. $(\alpha + \beta)x = \alpha x + \beta x \quad \forall \alpha, \forall \beta \in F \quad \text{және} \quad \forall x \in L;$
6. $\alpha(x + y) = \alpha x + \alpha y \quad \forall \alpha \in F \quad \text{және} \quad \forall x, \forall y \in L;$
7. $\alpha(\beta x) = (\alpha\beta)x \quad \forall \alpha, \forall \beta \in F \quad \text{және} \quad \forall x \in L;$
8. $1x = x \quad \forall x \in L.$

Анықтама [2]. Ли жақшасы деп аталатын $L \times L \rightarrow L, (x, y) \mapsto [x, y]$ бисызықтық амалы келесі қасиеттерге ие болғанда F өрісі үстінен анықталған L векторлық кеңістігі *Ли алгебрасы* деп аталады:

$$1^0. \text{ Кез келген } x \in L \text{ үшін } [x, x] = 0,$$

$$2^0. \text{ Кез келген } x, y, z \in L \text{ үшін } [x, [x, x]] + [y, [z, x]] + [z[x, y]] = 0$$

Анықтама [2,3]. Кез келген $x \in L, y \in I$ үшін $[x, y] \in I$ болғанда, $I \subseteq L$ ішкі кеңістігін L Ли алгебрасының *идеалы* дейміз.

Анықтама. L Ли алгебрасының *ішкі алгебрасы* деп кез-келген $x \in L, y \in I$ үшін $[x, y] \in I$ шартын орындайтын $I \subseteq L$ ішкі кеңістігін айтады.

$L/I = \{x + I : x \in L\}$ жиындарын анықтаймыз, мұндағы $x + I = \{x + y : y \in I\}$.

Лемма. Егер Ли жақшасын $[x + I, y + I]_I = [x, y] + I, x, y \in L$ ережесі бойынша анықтасақ, онда L/I жиынын Ли алгебрасына айналдыруға болады.

Дәлелдеуі. L мен $I \subseteq L$ сызықтық кеңістіктер болғандықтан, сызықтық алгебрадан белгілі болғандай [1], L/I сызықтық кеңістік болып табылады. Сондықтан Ли алгебрасының аксиомаларын тексеру жеткілікті. 1^0 аксиома орындалады:

$$[x + I, y + I]_I = [x, y] + I = -[y, x] + I.$$

$[x + I, [y + I, z + I]_I]_I$ түріндегі әр қосындыны $[x, [y + z]] + I$ түріне әкелуге болады. Сондықтан 2^0 аксиоманы тексеру де қиындық тудырмайды. Лемма дәлелденді.

Айталық F өрісі үстінен $[\cdot, \cdot]_1$ мен $[\cdot, \cdot]_2$ жақшаларымен L_1 мен L_2 Ли алгебралары берілсін.

Анықтама. L_1 және L_2 векторлық кеңістіктері арасындағы *сызықтық бейнелеуі* деп келесі шарттарды орындайтын $\varphi : L_1 \rightarrow L_2$ функциясын айтады:

$$1. \varphi(x_1 + x_2) = \varphi x_1 + \varphi x_2 \quad \forall x_1, \forall x_2 \in L_1;$$

$$2. \varphi(\lambda x) = \lambda \cdot \varphi x \quad \forall \lambda \in R.$$

L_1 мен L_2 Ли алгебраларының *гомоморфизмі* деп кез-келген $x, y \in L_1$ үшін

$$\varphi([x, y])_1 = [\varphi(x), \varphi(y)]_2$$

шартына бағынатын $\varphi : L_1 \rightarrow L_2$ сызықтық бейнелеуін айтамыз.

Анықтама. $\varphi : L_1 \rightarrow L_2$ гомоморфизмінің ядросы мен бейнесі деп

$$\text{Ker}\varphi = \{x \in L_1 : \varphi(x) = 0\} \text{ мен } \text{Im}\varphi = \{\varphi(x) = 0 : x \in L_1\}$$

сәйкес жиындарын айтамыз. Дәстүр бойынша биективті гомоморфизмді изоморфизм деп атайды және изоморфизмді \cong белгісімен белгілейді.

Теорема 1. Келесі сөйлемдер дұрыс болады:

1) Айталық $\varphi : L_1 \rightarrow L_2$ бейнелеуі L_1 мен L_2 Ли алгебраларының гомоморфизмі болсын. Сонда $L_1 / \text{Ker}\varphi \cong \text{Im}\varphi$ изоморфизмі табылады;

2) Айталық I, J жиындары L алгебрасы идеалдары, J/I жиыны L/I идеалы болсын, мұнда $I \subset J$. Сонда

$$(L/I)/(J/I) \cong (L/J).$$

3) Айталық I, J жиындары L идеалдары болсын. Сонда

$$(I+J)/J \cong I/(I \cap J).$$

Дәлелдеуі. 1) Алдымен L_1 -дің идеалы $\text{Ker}\varphi$, ал L_2 -нің ішкі алгебрасы $\text{Im}\varphi$ екенін дәлелдейік.

Шынында да, егер $x \in L$, $y \in \text{Ker}\varphi$ болса, онда

$$\varphi([x, y])_1 = [\varphi(x), 0]_2 = 0,$$

яғни $[x, y]_1 \in \text{Ker}\varphi$.

Енді, айталық, $y_1, y_2 \in \text{Im}\varphi$, яғни $\exists x_1, x_2 \in L_1 : y_1 = \varphi(x_1)$ және $y_2 = \varphi(x_2)$ болсын. Сонда

$$[y_1, y_2]_2 = [\varphi(x_1), \varphi(x_2)]_2 = \varphi([x_1, x_2])_1 \in \text{Im}\varphi.$$

Ізделінді изоморфизмді $f : x + \text{Ker}\varphi \mapsto \varphi(x)$ ережесі бойынша құрамыз. Ол үшін келесі тұжырымдарды дәлелдеп алайық:

i) f – сызықтық бейнелеу;

ii) f – инъекция;

iii) f – сюръекция;

iv) f бейнелеуі – $L_1 / \text{Ker}\varphi$ және $\text{Im}\varphi$ Ли алгебраларының гомоморфизмі;

i) f сызықтылығы анық:

$$\begin{aligned} f(x_1 + \text{Ker}\varphi + x_2 + \text{Ker}\varphi) &= \varphi(x_1 + x_2) = \varphi(x_1) + \varphi(x_2) = \\ &= f(x_1 + \text{Ker}\varphi) + f(x_2 + \text{Ker}\varphi). \end{aligned}$$

ii) Айталық $a = x + \text{Ker}\varphi$, $b = y + \text{Ker}\varphi$, $x, y \in L$ және $a \neq b$ болсын. Сонда $x - y \notin \text{Ker}\varphi$. Әйтпесе,

$$a = y + (x - y) + \text{Ker}\varphi$$

болғандықтан, a мен b іргелес класстары беттесіп қалар еді.

Сонымен,

$$f(a) - f(b) = f(x + \text{Ker}\varphi) - f(y + \text{Ker}\varphi) = \varphi(x - y) \neq 0.$$

iii) Анықтама бойынша $y \in \text{Im}\varphi$ екені $\exists x' \in L_1 : y = \varphi(x')$ білдіреді. Сондықтан, кез-келген $y \in \text{Im}\varphi$ үшін

$$f(x' + \text{Ker } \varphi) = \varphi(x') = y$$

болатын $x' + \text{Ker } \varphi \in L_1 / \text{Ker } \varphi$ табылады.

iv) $\psi : x \mapsto x + I$ сызықтық бейнелеуі кез келген $I \subset L_1$ идеалы үшін $\psi : L_1 \mapsto L_1 / I$ гомоморфизмін анықтайды.

Шындығында да,

$$[\psi(x), \psi(y)]_1 = [x + I, y + I]_1 = [x, y]_1 + I = \psi([x, y]_1).$$

Дербес жағдайда, L_1 мен $L_1 / \text{Ker } \varphi$ гомоморфты болып табылады. φ -дің берілу шарты бойынша L_1 гомоморфты L_2 . Демек, $L_1 / \text{Ker } \varphi$ жиыны L_2 алгебрасына, дәлірек айтқанда, оның $\text{Im } \varphi$ ішкі алгебрасына гомоморфты. Теореманың бірінші бөлігі дәлелденді.

Енді теореманың екінші бөлігін дәлелдеуге кірісейік.

2) $(L / I) / (J / I) \cong (L / J)$ екенін көрсетеміз. Біріншіден, $\varphi : L / I \rightarrow L / J$ бейнелеуі кез келген $x \in L$ үшін $\varphi(x + I) = x + J$ екенін анықтайды делік. $x, y \in L$ болса, онда $x + I = y + J$ болады. Бұл $x - y + I = I$ теңдігін білдіреді. Демек, $x - y \in I$ екені шығады да, $x - y + J = J$ болады, өйткені $I \subset J, x - y \in J$. Бұл $x + J = y + J$ теңдігіне әкеледі. Бұдан шығатыны: $\varphi(x + I) = \varphi(y + I)$. Демек, φ қисынды анықталады. $\varphi(x + I) = x + J$ және x - кез келген элемент болғандықтан, φ -эпиморфизм болады.

Енді $\text{Ker } \varphi$ -ді табайық. $\text{Ker } \varphi = \{x + I \mid \varphi(x + I) = J\}$ екені белгілі. Бірақ барлық $x \in J$ үшін $\varphi(x + I) = J$. Нәтижесінде $\text{Ker } \varphi = J / I$. Бұдан

$$(L / I) / (J / I) = (L / J) / \text{Ker } \varphi$$

екені шығады. Сонымен қатар, φ -эпиморфизм болуынан

$$\varphi(L / I) = L / J = \text{Im } \varphi$$

теңдігі шығады.

$(L / I) / (J / I) \cong (L / J)$ екені теореманың 1 бөлігінен белгілі болатын. Сонымен, теореманың екінші бөлігі дәлелденді.

Енді теореманың 3 бөлігінен дәлелдейік. $x \in L$ элементіндегі мәні $\pi(x) = x + I$ болатын $\pi : L \rightarrow L / J$ натурал эпиморфизмін қарастырайық.

$\text{ker } \pi = J$ болады, өйткені $\text{ker } \pi = \{x \in L \mid \varphi(x) = J\}$. Айталық, $\pi_I -$ бұл π функциясының I жиынындағы шектелуі болсын, яғни $\pi_I : I \rightarrow L / J$ дейік. $\text{Im } \pi_I = \{x + J \mid x \in I\}$ жиыны L / J -нің ішкі алгебрасы екені белгілі. Айталық $h = \bigcup_{x \in I} (x + J)$ болсын. Сонда $\text{Im } \pi_I = h / J$. Демек, $h = I + J$ екені шығады. Сондықтан J мен L жиындары L -дің идеалдары. Сонда h -та L -дің идеалы. Демек, $\text{Im } \pi_I = h / J = (I + J) / J$ болады. $\pi_I -$ бұл π функциясының I жиынындағы шектелуі болғандықтан, $\text{ker } \pi_I = I \cap \text{ker } \pi$. Бірақ, біз $\text{ker } \pi = J$ екенін қазірдің өзінде көріп отырмыз, яғни $\text{ker } \pi_I = I \cap J$.

Бұдан

$$I/(I \cap J) \cong (I+J)/J \Rightarrow I/\ker \pi_I \cong \operatorname{Im} \pi_I$$

болатынын көреміз. Сондықтан теореманың 1 бөлігінен алатынымыз: $I/(I \cap J) \cong (I+J)/J$. Теорема дәлелденді.

Ескерте кетсек, $n \times n$ матрицаның ізі деп – оның диагональдық элементтерінің қосындысын айтады. $\operatorname{tr} : gl(n, F) \rightarrow F$ сызықтық бейнелеуін қарастырайық. Бұл Ли алгебрасының мына ережемен берілетін гомоморфизмі болады: егер $x, y \in gl(n, F)$ болса, онда

$$\operatorname{tr}[x, y] = \operatorname{tr}(xy - yx) = \operatorname{tr}xy - \operatorname{tr}yx = 0,$$

мұндағы бірінші Ли жақшасы $gl(n, F)$, ал екінші Ли жақшасы абелдік F Ли алгебрасынан алынған.

tr – сюръективті екені анық. Оның ядросы – ізі нөлге тең матрицалардың $sl(n, F)$ Ли алгебрасы. Бірінші изоморфизм теоремасын қолдану арқылы алатынымыз:

$$gl(n, F)/sl(n, F) \cong F$$

Фактор алгебраның элементтерін айқын сипаттай аламыз: $x + sl_n(F)$ жиыны ізі $\operatorname{tr}x$ – ке тең $n \times n$ өлшемдері матрицалардан құрастырылады.

Ары қарай біз мынадай маңызды салдарды байқадық.

Салдар. Айталық $\varphi : L_1 \rightarrow L_2$ – нөлдік емес гомоморфизм және $\dim L_2 = 1$ болсын. Сонда φ сюръективті болатынын тұжырымдаймыз.

Дәлелдеуі. Тек $\varphi \equiv 0$ кезінде ғана $\operatorname{Im} \varphi = \{0\}$ болғандықтан, $\dim \operatorname{Im} \varphi > 0$ орын алады. $\dim \operatorname{Im} \varphi \leq \dim L_2$ екені белгілі. Біздің жағдайда $\dim L_2 = 1$ болған себепті, $\operatorname{Im} \varphi = L_2$.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Постников, М.М. Линейная алгебра [Текст] / М.М. Постников.– М.: Наука, 1986. – 256 с.
2. Хамфрис, Дж. Введение в теорию алгебр Ли и их представлений [Текст] / Дж. Хамфрис. – М.: МЦНМО, 2003. – 216 с.
3. Erdman K., Wildon M.J. Introduction to Lie Algebras. – London: Springer-Verlag, 2006. – 251 p.

Материал редакцияға 13.03.18 түсті.

О.Ж. Асанов

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

О НЕКОТОРЫХ СВОЙСТВАХ ЛИНЕЙНЫХ ОТОБРАЖЕНИЙ АЛГЕБР ЛИ

Алгебры Ли являются бурно развивающимся направлением в современной математике. Для многих природных явлений симметрия является их внутренней особенностью. Алгебры и группы Ли, рассматривающие свойства инвариантности с симметрии в абстрактной постановке, обеспечивают эффективное исследование таких свойств. В статье изучаются гомоморфизмы и изоморфизмы алгебр Ли.

Ключевые слова: алгебра Ли, идеал, подалгебра, гомоморфизм, изоморфизм.

O.Zh. Asanov

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

ON SOME PROPERTIES OF LIE ALGEBRAS LINEAR MAPPINGS

Lie algebras are a rapidly developing field in modern mathematics. For many natural phenomena symmetry is their internal feature. Lie algebras and Lie groups that consider invariance and symmetry properties in an abstract formulation provide an effective studying of such properties. In this paper homomorphisms and isomorphisms of Lie algebras are studied.

Keywords: Lie algebra, ideal, subalgebra, homomorphism, isomorphism.

ӨОЖ 51.53.004

Ю.Р. Крахмалева¹, Г.А. Рай²

¹Канд. техн. наук, доцент, ²Магистрант

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан
Электрондық пошта: yuna_kr@mail.ru

MAPLE МАТЕМАТИКАЛЫҚ ПАКЕТІНДЕ ЕКІ ТӘУЕЛСІЗ АЙНЫМАЛЫ ДЕРБЕС ТУЫНДЫЛЫ ЕКІНШІ РЕТТІ КВАЗИСЫЗЫҚТЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛДЫҚ ТЕҢДЕУДІ КАНОНДЫҚ ТҮРГЕ КЕЛТІРУ ЖӘНЕ ЗЕРТТЕУ

Зерттеу үрдісін автоматтандыруға және екі тәуелсіз айнымалы дербес туындылы екінші ретті квазисызықты дифференциалдық теңдеуді Maple символдық математика жүйесін қолданумен канондық түрге келтіруге мүмкіндік беретін әмбебап алгоритм негізіндегі математикалық бағдарлама туралы жазылған. Аталған математикалық бағдарлама зерттеу уақытын едәуір азайтатындай зерттеу үрдісінің еңбек сыйымдылығын азайтуға; қажетті есептеулерді автоматтандыруға мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: екі тәуелсіз айнымалы дербес туындылы екінші ретті квазисызықты дифференциалдық теңдеу, сипаттамалар, гиперболалық, параболалық, эллипстік типтегі теңдеулердің канондық түрлері.

Әртүрлі үрдістерді бейнелейтін тәжірибелік есептерді шешу көбіне математикалық модельдеуге негізденеді. Табиғаттың іргелі заңдарына негізделген кез келген үрдістерді математикалық модельдеудің маңызды артықшылығы, мұндай зерттеу нәтижесінің әмбебаптығы және оларды үрдіс параметрлерінің үлкен диапазонында қолдану мүмкіндігінің болуы.

Көптеген физикалық үрдістер мен құбылыстар математикалық аппарат аясында дербес туындылы дифференциалдық теңдеулермен өрнектеледі. Есептің математикалық тұжырымы берілген үрдісті сипаттайтын параметрлерді таңдаудан, сәйкес келетін дифференциалдық теңдеуді табудан және шеттік шарттарды құрудан тұрады [1].

Дербес туындылы дифференциалдық теңдеулерді шешудің әртүрлі тәсілдері бар. Егер шешу алгоритмі белгілі болса, онда қағазда шығаруға болады, алайда ол өте бейнетті үрдіс болып табылады. Екінші тәсіл алгоритмді қандайда бір бағдарлама тілінде компьютерлік жүзеге асырумен байланысты.

Қажетті алгоритмдердің жүзеге асырылуы кіріктірілген компьютерлік математиканың белгілі жүйелерін қолдану - үшінші тәсілді анықтайды. Қазіргі уақытта бұл тәсіл қателіктерді жібермеу және уақыт жұмсауды барынша минимизациялау көзқарасы бойынша ең ұтымды тәсіл болып табылады. Бұл тәсіл жетістіктері мен кемшіліктерін дұрыс қолдану, сонымен бірге нәтижелерді талдау үшін шешу алгоритмдерін және ерекшеліктерін білуді жорамалдайды [2].

Екі тәуелсіз айнымалы дербес туындылы екінші ретті квазисызықты (барлық жоғары туындыларға қатысты сызықты) дифференциалдық теңдеулерді жіктеуге сәйкес:

$$a_{11}(x,y)\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2a_{12}(x,y)\frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + a_{22}(x,y)\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + a_1(x,y)\frac{\partial u}{\partial x} + a_2(x,y)\frac{\partial u}{\partial y} + a_0(x,y)u(x,y) + d(x,y) = 0 \quad (1)$$

x, y тәуелсіз айнымалыларының мәндеріне байланысты үш типтің біріне жатады - эллипстік (екінші ретті туындылардан тұрады, әрі бір белгіде), параболалық (бір айнымалы бойынша бірінші ретті туындыдан тұратын және екіншіні басқасынан, әрі бұл туындылар теңдеуге бірдей белгімен кіреді) немесе гиперболалық (бір айнымалы бойынша бірінші ретті туындыдан тұратын және екіншіні басқасынан, әрі бұл туындылар теңдеуге әртүрлі белгімен кіреді).

Егер a_{ij} коэффициенттері тұрақты болса, онда (1) теңдеудің қандай типке жататындығы x, y айнымалыларына тәуелді емес.

(1) теңдеуді берілген нүктеде канондық түрге келтіру сұрағы тәуелсіз айнымалыларды түрлендіру арқылы жүзеге асады.

Тәуелсіз айнымалыларының саны екіден көп болатын дифференциалдық теңдеулерді (коэффициенттері тұрақты болатын жағдайды ескермегенде), белгілі болғандай, аз облыста да тәуелсіз айнымалыларды түрлендіру арқылы канондық түрге келтіру мүмкін емес.

Тәуелсіз айнымалыларының саны екеу болғанда мұндай түрлендіру, айнымалы коэффициенттер туралы жеткілікті жалпы тұжырымдар болғанда бар болады.

Екі тәуелсіз айнымалы дербес туындылы екінші ретті квазисызықты дифференциалдық теңдеулерді зерттеуде, егер үрдістің еңбексыйымдылығын ескерсек, компьютерді қолдану өте тиімді болып табылады.

(1) теңдеуді қарастырылатын облыста канондық түрге келтіруге және қажетті есептеулерді автоматтандыруға мүмкіндік беретін қажетті құрал болып математикалық пакеттер жатады. Олардың бірі компьютерлік алгебраның Maple пакеті болып табылады [3].

Екі тәуелсіз айнымалы дербес туындылы екінші ретті квазисызықты (1) дифференциалдық теңдеулерді канондық түрге келтірудің және зерттеудің әдістемесін ұсынайық.

Теңдеудің типін анықтау керек және (1) теңдеу канондық түрде болатын Oxy канондық координата жүйесін табу керек [4].

Maple жүйесінде шешу үшін дербес туындылы дифференциалдық теңдеулерді шешуге арналған PDEtools арнайы пакетін, сонымен қатар сызықты алгебра linalg пакетін қосамыз:

```
restart; with(PDEtools):with(linalg):
```

Берілген теңдеудің мәндерін егіземіз $a_{11}, a_{12}, a_{22}, a_1, a_2, a_0, d$, одан соң (1) теңдеуді:

```
a11 := ; b := ; a22 := ; a1 := ; a2 := ; a0 := ; d := ; a12 :=  $\frac{b}{2}$ ;
```

```
PDE1 := a11·diff(u(x, y), x, x) + 2·a12·diff(u(x, y), x, y) + a22·diff(u(x, y), y, y) + a1·diff(u(x, y), x) + a2·diff(u(x, y), y) + a0·u(x, y) + d = 0;
```

Анықтауыштың мәнін табамыз

$$D = a_{12}^2 - a_{11} \cdot a_{22}, \quad (2)$$

берілген теңдеудің қандай типке жататындығын анықтау үшін шартты көшудің құрама операторын қолданамыз [5]:

```
dt := a122 - a11·a22;
if (dt > 0) then uravnenie giperbolicheskogo tipa; fi;
if (dt < 0) then uravnenie elipticheskogo tipa; fi;
if (dt = 0) then uravnenie parabolicheskogo tipa; fi;
```

Сипаттамалық теңдеуді құрамыз және solve командасы арқылы шешеміз:

```
A11 := a11; A12 := a12; A21 := a21; A22 := a22;
AA := matrix(2, 2, [A11, A12, A21, A22]);
XU := A11·x2 - 2·A12·x + A22 = 0;
XU1 := solve(XU, x);
```

Сипаттамалық теңдеудің түбірлеріне байланысты айнымалыларды ауыстырамыз:

```
XU0 := subs(y = y(x), XU1);
simplify(XU0, power);
simplify(XU0, symbolic); print("Характеристики:");
XU2 := {seq(dsolve(diff(y(x), x) = XU0[i], y(x)), i = 1..2)};
XU3 := subs(y(x) = y, XU2);
XU30 := {seq(solve(XU3[i], _C1), i = 1..2)};
```

```
if is(DT > 0) then print(P[i], "гиперболич.");
```

```
XU4 := {xi =  $\frac{(\%[1] + \%[2])}{2}$ , eta =  $\frac{(\%[2] - \%[1])}{2}$ };
```

```
XU5 := solve(XU4, {x, y});
```

```

elif is(DT < 0) then print(P[i], "эллиптич.");
XU4 := {xi = coeff(%[2], I), eta = %[2] - coeff(%[2], I) · I};
XU5 := solve(XU4, {x, y});

    elif is(DT = 0) then print(P[i], "параболич.");
fi;
print("XU4 = " XU4);
print("XU5 = " XU5);
allvalues(%);
XU6 := allvalues(%[1]);
XU7 := PDEtools[dchange](XU6, PDE1, XU4, [eta, xi], simplify);

od;

```

Екі тәуелсіз айнымалы дербес туындылы екінші ретті квазисызықты дифференциалдық теңдеуді канондық түрге келтіру және зерттеу бағдарламасы, анықтауыштың әртүрлі мәндерінде теңдеудің сипаттамаларын береді [6].

Жалпы бағдарлама негізінде теңдеуді эллипстік типке, параболалық типке және гиперболалық типке келтіру бағдарламалары жатады.

Берілген немесе басқа әдістеме бойынша шешуге арналған бағдарлама таңдалуы үшін шартты цикл операторы қолданылады **if** (___).

Бағдарлама теңдеудің коэффициенттерінің x, y айнымалыларына тәуелділігін есепке алуы үшін Oxy жазықтығын келесі облыстарға бөлдік:

$P[1] := x > 0, y > 0$: $P[2] := x > 0, y < 0$: $P[3] := x < 0, y > 0$: $P[4] := x < 0, y < 0$:

және әр облыста **assume** командасын қолдандық, ол айнымалылардың қасиеттерін береді:

$assume(P[i]);$

Әр облыста зерттелетін теңдеу бағдарламаға сәйкес автоматты түрде зерттеледі, одан соң канондық түрге келтіріледі [7].

Дайындалған бағдарламаға сәйкес теңдеу:

$$PDE1 := y \left(\frac{\partial^2}{\partial x^2} u(x, y) \right) - x \left(\frac{\partial^2}{\partial y^2} u(x, y) \right) = 0$$

$P[1] := x > 0, y > 0$ облысында канондық түрге келеді:

$XU7 :=$

$$\frac{3}{4} \frac{1}{\xi^{1/3} \eta^{1/3}} \left(3 \left(\frac{\partial^2}{\partial \eta^2} u(\eta, \xi) \right) \xi \eta - 3 \left(\frac{\partial^2}{\partial \xi^2} u(\eta, \xi) \right) \xi \eta + \left(\frac{\partial}{\partial \eta} u(\eta, \xi) \right) \xi - \left(\frac{\partial}{\partial \xi} u(\eta, \xi) \right) \eta \right) = 0$$

$P[2] := x > 0, y < 0$ облысында:

$$XU7 := \frac{1}{4} \frac{1}{\xi^{1/3} (-\eta)^{1/3}} \left(3^{1/3} 2^{2/3} \left(3 \left(\frac{\partial^2}{\partial \eta^2} u(\eta, \xi) \right) \xi \eta + 3 \left(\frac{\partial^2}{\partial \xi^2} u(\eta, \xi) \right) \xi \eta + \left(\frac{\partial}{\partial \eta} u(\eta, \xi) \right) \xi + \left(\frac{\partial}{\partial \xi} u(\eta, \xi) \right) \eta \right) \right) = 0$$

$P[3] := x < 0, y > 0$ облысында:

$$XU7 := \frac{1}{4} \frac{1}{\xi^{1/3} (-\eta)^{1/3}} \left(3^{1/3} 2^{2/3} \left(3 \left(\frac{\partial^2}{\partial \eta^2} u(\eta, \xi) \right) \xi \eta + 3 \left(\frac{\partial^2}{\partial \xi^2} u(\eta, \xi) \right) \xi \eta + \left(\frac{\partial}{\partial \eta} u(\eta, \xi) \right) \xi + \left(\frac{\partial}{\partial \xi} u(\eta, \xi) \right) \eta \right) \right) = 0$$

$P[4] := x < 0, y < 0$: облысында [8]

$$XU7 := \frac{3}{4} \frac{1}{\xi^{1/3} \eta^{1/3}} \left(3 \left(\frac{\partial^2}{\partial \eta^2} u(\eta, \xi) \right) \xi \eta + 3 \left(\frac{\partial^2}{\partial \xi^2} u(\eta, \xi) \right) \xi \eta + \left(\frac{\partial}{\partial \eta} u(\eta, \xi) \right) \xi + \left(\frac{\partial}{\partial \xi} u(\eta, \xi) \right) \eta \right) = 0$$

Қорытынды. Екі тәуелсіз айнаымалы дербес туындылы екінші ретті квазисызықты дифференциалдық теңдеуді канондық түрге келтірудің және зерттеудің ұсынылған әдістемесі тиімді болып табылады. Ол зерттелінетін теңдеудің канондық теңдеуін тез және автоматты түрде құрумен қатар теңдеуді зерттеу үшін қажетті есептеулерді де орындайды.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бицадзе, А.В. Уравнения математической физики [Текст] / А.В. Бицадзе. – М.: Наука, 1982. – 336 с.
2. Владимиров, В.С. Уравнения математической физики [Текст] / В.С. Владимиров. – М.: Наука, 1981. – 512 с.
3. Михайлов, В.П. Дифференциальные уравнения с частными производными [Текст] / В.П. Михайлов. – М.: Наука, 1983. – 424 с.
4. Марчук, Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды [Текст] / Г.И.Марчук. – М.: Наука, 1982.
5. Аладьев, В.З. Системы компьютерной математики MAPLE: искусство программирования [Текст] / В.З. Аладьев // Лаборатория базовых знаний. – 2006. – №1. – С. 792-799.
6. Говорухин, В.Н. Введение в Maple. Математический пакет для всех [Текст] / В.Н. Говорухин, В.Г. Цибулин. – М.: Мир, 1997. – 208 с.
7. Дьяконов, В.П. Математическая система MapleV [Текст] / В.П. Дьяконов. – М.: Издательство «Солон», 1998.
8. Голоскоков, Д.П. Уравнения математической физики. Решение задач в системе Maple [Текст] / Д.П. Голоскоков. – СПб.: Питер, 2004. – 539 с.

Материал редакцияға 17.03.18 түсті.

Ю.Р. Крахмалева, Г.А. Рай

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

**ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИВЕДЕНИЕ КВАЗИЛИНЕЙНОГО
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО УРАВНЕНИЯ В ЧАСТНЫХ
ПРОИЗВОДНЫХ С ПЕРЕМЕННЫМИ КОЭФФИЦИЕНТАМИ В
МАТЕМАТИЧЕСКОМ ПАКЕТЕ MAPLE**

Многие далёкие друг от друга по описанию физические процессы и соответствующие им задачи приводят к одинаковым или похожим дифференциальным уравнениям в частных производных, в связи с чем, возникает задача разработки методов решения таких уравнений безотносительно к тем задачам, которые привели или могут привести к ним. Но, в даже самых простых случаях решение дифференциальных уравнений в частных производных представляет сложную многошаговую задачу.

Ключевые слова: гиперболические уравнения описывают процессы распространения волн и колебания; параболические уравнения описывают явления переноса; эллиптические – статистические процессы, задачи об установившихся стационарных движениях.

Y.R. Krakhmaleva, Rai A.G

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

**INVESTIGATION AND CONVERSION OF A QUASILINEAR
DIFFERENTIAL EQUATION IN PRIVATE DERIVATIVES WITH
VARIABLE COEFFICIENTS IN THE MAPLE MATHEMATICAL
PROGRAM**

Many remote physical processes and their corresponding problems lead to identical or similar partial differential equations, and therefore the problem arises of developing methods for solving such equations, irrespective of the problems that led or can lead to them. But, in even the simplest cases, the solution of partial differential equations is a complex multi-step problem.

Keywords: hyperbolic equations describe the processes of wave propagation and oscillation; parabolic equations describe transport phenomena; elliptic - statistical processes, the problems of stationary stationary motions.

Информационные технологии

УДК 004.4:64.07

Г. Е. Жидекулова¹, Н.Н. Абишев²¹Канд. техн. наук, доцент, ²Магистрант

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз, Казахстан

Электронная почта: ¹gul2006@mail.ru, ²wgear@yandex.kz

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА БЕЗОПАСНОЙ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

В статье рассмотрен процесс проектирования информационно-программного комплекса для безопасной передачи информации. Описаны технологии проектирования безопасной передачи информации и визуальное моделирование в среде RationalRose.

Ключевые слова: информация, шифрование, хэширование, информационно-программный комплекс, CASE-средства, клиент, диаграмма, клиент-сервер.

Информация стала одним из существенных стратегических, управленческих ресурсов, наравне с ресурсами - человеческим, финансовым, вещественным. Ее производство и потребление составляют надобную основу результативного функционирования и формирования разнообразных сфер общественной жизни, и, прежде всего, экономики. А это означает, что не только определенному человеку делаются доступными источники информации в каждой части мира, но и генерируемая им свежая информация становится достоянием всего человечества. В современных условиях информация и доступ к ней представляют актуальную ценность для всех членов компании. Усиливающаяся роль информации в обществе явилась объектом научного постижения. Были предложены теории, поясняющие ее место и смысл. Наиболее знаменитыми являются теории постиндустриального и информационного общества.

Общество входит в новейшую эру – информационную, в век электронной экономической деятельности, сетевых сообществ и объединений без рубежей. Наступление новейшей эпохи радикально изменит экономические и социальные стороны жизни мира. Человек трансформируется в парадоксе с вектором информационно-технических характеристик общества. Человек является субъектом информационной реальности, далеко выходящей за информационно технические характеристики. Информатизация будничной жизни и появление свежего информационного фона человеческой жизни не проходит бесследно для жизненного общества человека. В электронном пространстве меняются поведенческие эталоны и ценностные ориентации личности.

В области теоретического соображения случающихся процессов также до сих пор нет единого взгляда относительно путей развития информационного мира, приоритетности этого или другого его назначения, разборчивости и отчетливости формулировок и мнений в информационной среде. Поэтому теоретическое изучение как концептуальных, так и практических (реальных) предпосылок соображения проходящих информационных процессов остается актуальным.

CASE-технология представляет собой методологию проектирования автоматизированной системы (АС), т.е. комплект инструментальных средств, санкционирующих в наглядной форме моделировать предметную область, анализировать эту модель на всех этапах разработки и сопровождения АС и разрабатывать приложения в соответствии с информационными надобностями пользователей.

Большинство имеющихся CASE-средств создано на методологиях структурного (в основном) или объектно-ориентированного анализа и проектирования, применяющих спецификации в виде диаграмм или текстов для показа внешних требований, связей между моделями системы, динамики поведения системы и архитектуры программных средств.

Визуальное моделирование в RationalRose - процесс графического представления модели с помощью некоторого стандартного набора графических элементов. Наличие эталона актуально для осуществления одного из преимуществ визуального моделирования – коммуникации.

Построенные модели представляются всем заинтересованным сторонам, которые могут извлечь из них ценную информацию. Например, глядя на модель, пользователи визуализируют свое взаимодействие с системой. Аналитики увидят взаимодействие между объектами модели. Разработчики поймут, какие объекты нужно создать и что эти объекты обязаны производить. Тестировщики визуализируют взаимодействие между объектами, что позволит им создать тесты. Менеджеры увидят как всю систему в целом, так и взаимодействие ее частей. Наконец, руководители информационной службы, глядя на высокоуровневые модели, постигнут, как взаимодействуют друг с другом системы в их компании. Таким образом, визуальные модели предоставляют мощный инструмент, позволяющий изобразить разрабатываемую систему всем заинтересованным сторонам [1].

Создание информационно-программного комплекса безопасной передачи информации можно разделить на четыре стадии.

Стадия 1 – стадия технического задания.

Стадия 2 – стадия прототипирования (эскизного проекта).

Стадия 3 – технический проект.

Стадия 4 – рабочий проект или же сдача проекта.

Основными целями создания информационно-программного комплекса безопасной передачи информации являются:

- защищенная передача информации;
- снижение временных затрат на обработку данных;
- получение отчетов о выполненных операциях, используя созданную базу данных;
- предоставление доступа к информации только авторизованным сотрудникам;
- защита от модификации или дезинформации;
- целостность данных посредством использования хэширования MD5.

В информационно-программном комплексе безопасной передачи информации можно реализовать следующие функции:

- распределение прав доступа;
- шифрование и дешифрование алгоритмом 3DES;
- использование алгоритма хэширования MD5;
- гарантирования доступа к информации и информационным ресурсам, средствам информатизации авторизованным пользователям;
- безопасность информации коммерческого характера;
- обеспечение защиты от несанкционированного доступа и искажения или удаления информации.

На диаграмме прецедентов (вариантов использования) показано взаимодействие между вариантами использования и действующими лицами.

Она отражает требования к системе с точки зрения пользователя. Таким образом, варианты использования – это функции, выполняемые системой, а действующие лица – это заинтересованные лица по отношению к создаваемой системе.



Рис. 1. Диаграмма прецедентов

Отношение включения (пунктирная стрелка с надписью «include») между двумя вариантами использования указывает, что некоторое заданное поведение для одного варианта использования включается в качестве составного компонента в последовательность поведения другого варианта использования.

Основная задача диаграммы вариантов использования – представлять собой единое средство, дающее возможность заказчику, конечному пользователю и разработчику совместно обсуждать функциональность и поведение системы.

На этой диаграмме два действующих лица. Существует также 4 основных действия, выполняемых моделируемой системой: доставка сообщения серверу, шифровка и хэширование сообщений, экспорт зашифрованного сообщения в БД, расшифровка и проверка сообщения на хэш.

Диаграммы видов деятельности – один из пяти видов диаграмм, применяемых в UML для моделирования динамических аспектов поведения системы. Диаграмма видов деятельности это, по существу, блок-схема, которая показывает, как поток управления переходит от одной деятельности к другой.

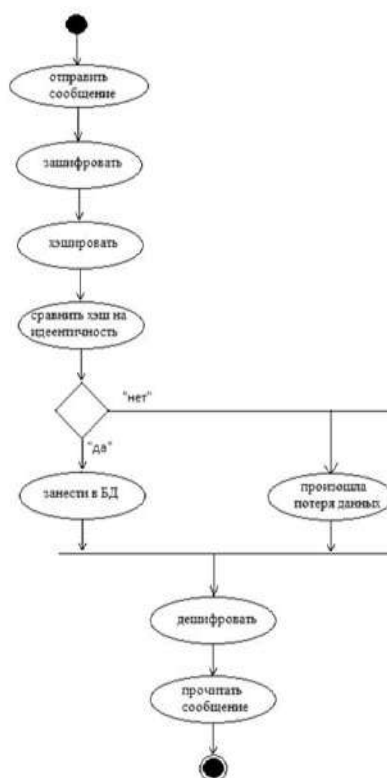


Рис. 2. Диаграмма видов деятельности для прецедента «Отправка сообщения»

Диаграммы деятельности можно использовать для моделирования динамических аспектов поведения системы. Как правило, они применяются, чтобы промоделировать последовательные (а иногда и параллельные) шаги вычислительного процесса.

Основными элементами диаграмм видов деятельности являются обозначения состояния («начало», «конец»), действия (овал) и момента синхронизации действий (линейка синхронизации, на которой сходятся или разветвляются несколько стрелок).

Диаграмма последовательности действий призвана наглядно отобразить набор процессов, их последовательность и взаимодействие по времени их появления. Например, когда нужно проработать буквально по шагам какой-то важный участок выполнения программы.

Диаграмма компонентов – структурно статическая диаграмма, показывает разбиение программной системы на структурные и их связи между собой. К физическим объектам относятся: файлы, библиотеки, пакеты, модули, и.т.п.

При проектировании программно-информационного комплекса было принято решение разделить программу на несколько модулей. Модули представляют собой динамические библиотеки.

Перечень динамических библиотек с описанием:

- BDAccess.dll – библиотека доступа к данным БД;
- BestLineMD5.dll – библиотека хэшированных данных;
- 3plDesParams.dll – библиотека шифрованных данных.

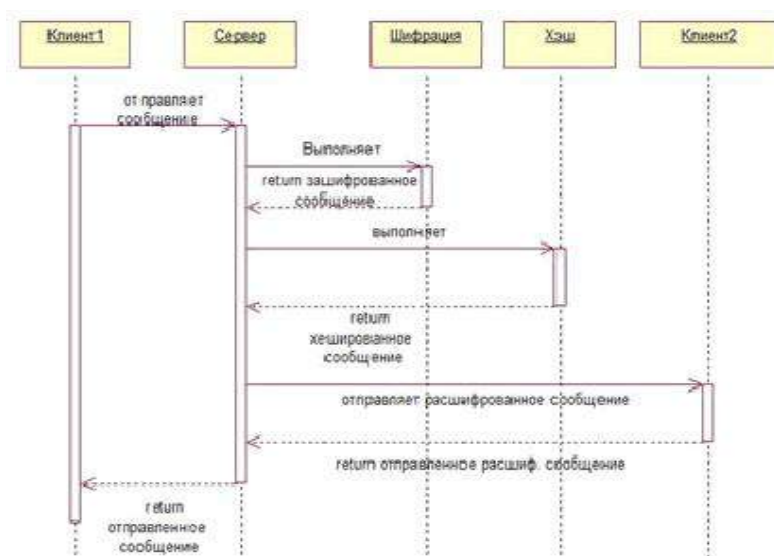


Рис. 3. Диаграмма последовательности прецедента «Отправить сообщение»

Используемые компоненты, для уменьшения размеров исполнительных модулей и динамических библиотек были вынесены в отдельные пакеты (файлы с расширением Java) [2]. Диаграмма модулей показана на рисунке 4.

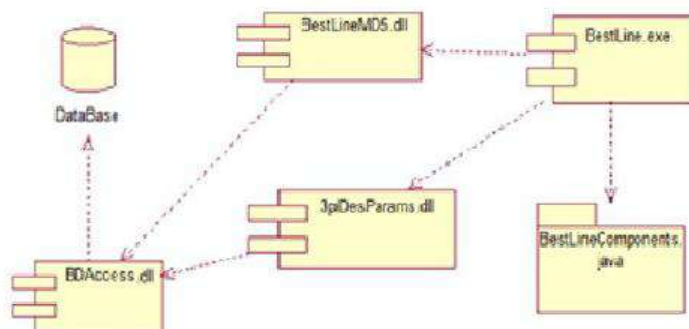


Рис. 4. Диаграмма компонентов

Физическое представление программной системы не может быть полным, если отсутствует информация о том, на какой платформе и на каких вычислительных средствах она реализована. Для представления общей конфигурации и топологии распределенной программной системы в UML предназначены диаграммы размещения.

Диаграмма размещения предназначена для визуализации элементов и компонентов программы, существующих лишь на этапе ее исполнения. При этом представляются только компоненты-экземпляры программы, являющиеся исполняемыми файлами или динамическими библиотеками. Те компоненты, которые не используются на этапе исполнения, на диаграмме развертывания не показываются. Так, компоненты с исходными текстами программ могут присутствовать только на диаграмме компонентов. На диаграмме размещения они не указываются.

Диаграмма размещения отражает физические взаимосвязи между программными и аппаратными компонентами системы. Она является

хорошим средством для того, чтобы показать маршруты перемещения объектов и компонентов в распределенной системе. Каждый узел на диаграмме размещения представляет собой некоторый тип вычислительного устройства – в большинстве случаев, часть аппаратуры. Эта аппаратура может быть простым устройством или датчиком, а может быть и мэйн фреймом [3].

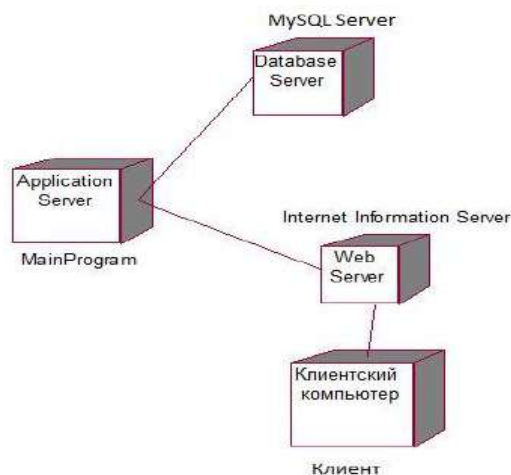


Рис. 5. Диаграмма развертывания

На данной диаграмме представлены процессоры, т.е. те устройства, которые могут обрабатывать данные.

Диаграмма размещения содержит графические изображения устройств и связей между ними. В отличие от диаграмм логического представления, диаграмма размещения является единой для системы в целом, поскольку должна всецело отражать особенности ее реализации. Разработка диаграммы размещения, как правило, является последним этапом спецификации модели программной системы [4].

Информационно-программный комплекс безопасной передачи информации должен обеспечивать безопасность данных, имеющих конфиденциальный характер для каждого клиента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Козленко, Л. Информационная безопасность в современных системах управления базами данных [Текст] / Л. Козленко // КомпьютерПресс. – 2002. – №3. – С.247-251.
2. Боггс, У. UML и RationalRose 2002 [Текст] / У. Боггс, М. Боггс. – М.: Издательство «ЛОРИ», 2004. – 415 с.
3. Гладченко, А. Создание гибкой системы безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sql.ru/articles/mssql/01061605.shtml>.
4. Вьюкова, Н. Информационная безопасность систем управления базами данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.citforum.ru/database/kbd96/index.shtml>.

Материал поступил в редакцию 22.01.18.

Г.Е. Жидеқұлова, Н.Н. Абишев

М.Х.Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

АҚПАРАТТЫ ҚАУІП ҚАТЕРСІЗ БЕРУДІҢ АҚПАРАТТЫҚ- ПРОГРАММАЛЫҚ КЕШЕНІН ЖОБАЛАУ

Мақалада ақпаратты қауіп қатерсіз берудің ақпараттық-программалық кешенін жобалау қарастырылады. Ақпаратты қауіп қатерсіз беруді жобалау технологиясы және RationalRose ортасында визуальды моделдеу сипатталады.

Тірек сөздер: ақпарат, шифрлау, хэширлеу, ақпараттық-бағдарламалық кешен, CASE-құрал, клиент, диаграмма, клиент-сервер.

G.I. Zhidekulova, N.N. Abishev

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

DESIGNING OF INFORMATION AND PROGRAM COMPLEX OF SAFE INFORMATION TRANSMISSION

The article considers the process of designing an information and software complex for the safe transfer of information. The technologies of designing safe information transmission and visual modeling in RationalRose environment are described.

Keywords: information, encryption, hashing, information-software complex, CASE-tools, client, diagram, client-server.

УДК 004.42

Г.Е. Жидеқұлова¹, О.К. Нахипбеков²

¹Канд. техн. наук, доцент, ²Магистрант

Таразский государственный университет им. М.Х.Дулати, г. Тараз, Казахстан
Электронная почта: ¹gul2006@mail.ru, ²nakhipekov.kz@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ ГИС ТЕХНОЛОГИЙ

В статье рассматривается теоретическое представление ГИС технологий, процесс проектирования технических объектов предприятий на основе ГИС и разработки диаграммы вариантов использования, прецедентов для инженера по установленным техническим объектам и последовательности добавления нового типа технического объекта.

Ключевые слова: ГИС технологии, технические объекты, геокодирование, местоположение, электронная карта-схема, информация, инфраструктура, картография, визуальное представление, диаграммы вариантов, прецедентов, последовательности.

Географическая информационная система (ГИС) – это компьютерная программа, позволяющая собирать, объединять, сохранять, обрабатывать, визуализировать и анализировать географически кодированную информацию. Первоначально ГИС создавались исключительно для автоматизации картографирования объектов, визуализации расположения объектов на карте и решения ряда простейших пространственных задач поиска и выбора объектов по их географической близости. В основном это были автономные рабочие станции, часто даже не связанные в единую сеть. В настоящее время ГИС представляют собой мощные программные клиент-серверные платформы, обеспечивающие решение широкого спектра задач. Многочисленные пространственные данные хранятся в специализированных базах, а большинство пользователей имеют доступ к информационным ресурсам через Интернет [1].

В связи с тем, что активы энергетических компаний, в первую очередь электросетевых, характеризуются географической распределенностью, в деятельности предприятия существует большое количество технологических задач, для планирования и управления которыми необходимо провести пространственный анализ взаиморасположения и связи объектов. Это такие бизнес-процессы, как управление имуществом, проектирование новых объектов, планирование технического обслуживания, контроль растительности, эксплуатация линий электропередачи и подстанций, обслуживание клиентов.

Значение ГИС существенно повышается по мере совершенствования систем управления сетью (Advanced Distribution Management System, ADMS), применения автоматических счетчиков (Automated Metering Infrastructure, AMI), создания «умных сетей» – SmartGrid.

Геоинформационные системы оперируют большими массивами пространственных данных и часто выполняют сложные вычисления. При этом ГИС являются интерактивными системами с быстрым откликом на запрос пользователя. Как следствие, при проектировании ГИС всегда остро стоит вопрос о мощности вычислительных ресурсов. На помощь могут прийти последние достижения технологий облачных вычислений, которые, к сожалению, пока не получили широкого применения среди энергокомпаний.

Общая оценка рынка благоприятна для ГИС. Новые технологии расширяют функционал ГИС, сферы их применения и увеличивают число пользователей. А возможность интеграции ГИС с корпоративными информационными системами обуславливает тенденцию поставок ГИС в составе более общих информационных контрактов.

Инновации в программном обеспечении ГИС касаются прежде всего мобильных устройств, поскольку данный рынок растет очень быстро. Небольшие компании – производители программ нарастили свои ресурсы по разработке ПО ГИС для потребительских мобильных устройств. Поставщики корпоративных ГИС интегрируют эти инновации, но внедрение таких технологий идет медленно, потому что энергетические предприятия консервативны и не спешат делать инвестиции в приобретение современных мобильных устройств [1].

Многие системные интеграторы встраивают возможности ГИС в свои продукты. Одним из примеров является использование картографического интернет-сервиса Google Maps, когда карты и космические снимки служат подложкой под географическое расположение объектов. Такой сценарий был реализован при создании автоматизированной системы управления

аварийным резервом (АСУ АР) для одной из электросетевых компаний России. АСУ АР предназначена для:

- автоматизации процесса управления аварийным резервом, включая формирование, размещение, учет использования и восполнения аварийного резерва;
- повышения уровня информационного взаимодействия между всеми участниками бизнес-процесса управления АР;
- повышения уровня аварийной готовности для любого объекта сети и моделирования при изменении внешних условий;
- обеспечения возможности наглядного поиска и географической идентификации мест складирования и объектов электросетевой компании, увеличения наглядности представления данных;
- оперативного получения и управления данными о запасах и местонахождении аварийного резерва и прочих ресурсов, привлекаемых к устранению аварийных ситуаций.

В состав АСУ АР входит картографическая подсистема (КП), которая обладает следующей функциональностью:

- геокодирование мест расположения аварийных складов;
- отображение мест расположения складов аварийного резерва на электронной карте-схеме;
- обеспечение оперативности доступа к перечням аварийного резерва благодаря интуитивно понятному интерфейсу (в два клика);
- отображение сетевой инфраструктуры электросетевой компании на электронной карте-схеме;
- отображение структурных подразделений электросетевой компании и границ территорий их зон ответственности на электронной карте-схеме;
- организация расчета расстояний между различными объектами на электронной карте-схеме по траектории, определенной произвольным набором точек;
- прокладка маршрута от склада аварийного резерва до места аварии с учетом габарита груза;
- печать фрагмента карты с изображенными на ней объектами инфраструктуры электросетевой компании и складов аварийного резерва.

На электронной карте-схеме осуществлена визуализация следующих объектов:

- подстанции;
- линии электропередач;
- собственные склады аварийного резерва;
- склады аварийного резерва подрядчиков;
- структурные подразделения электросетевой компании.

Для экономии дискового пространства и поддержания карт в актуальном состоянии электронная карта-схема загружается из открытых обновляемых источников сети Интернет в режиме онлайн.

Подсистема картографического поиска обеспечивает поиск любого объекта и склада аварийного резерва по наименованию либо по фрагменту наименования объекта. В результате успешного поиска картографическая система самостоятельно позиционируется на найденном объекте. Картографическая подсистема обеспечивает расчет и прокладку маршрутов от склада аварийного резерва до места аварии с учетом габарита груза с инструкциями для водителя транспортного средства, а также рассчитывает длину пути и предположительное время доставки груза, за исключением

«последней мили». Данные о сети транспортных магистралей и дорог с грузогабаритными характеристиками периодически загружаются в картографическую подсистему из открытых источников сети Интернет [2].

Важнейшим плюсом внедрения ГИС для электросетевых компаний является моделирование аварийных ситуаций – отражение на 3D-моделях и (или) технологических схемах последовательности событий при аварии. При интеграции с расчетными системами становится возможным моделирование вариантов развития аварийных ситуаций с учетом различных факторов: метеоусловий, конфигурации зданий и сооружений и т. д.

На сегодняшний день специалистам и руководителям служб и подразделений, участвующим в ликвидации последствий аварийных ситуаций, как правило, приходится работать в условиях недостатка информации и исходных данных об объекте. Зачастую принятие решений задерживается из-за необходимости поиска документации об объекте, ее обработки, доведения структуры и пространственной компоновки объекта до рядовых сотрудников служб и подразделений. Скорейшая ликвидация аварий и минимизация их последствий, эффективное использование имеющихся сил и средств обеспечиваются принятием оперативных и обоснованных решений, быстрой и слаженной работой персонала.

ГИС добавляет новое качество в описание объектов и новые функции для работы с ними:

- информацию о положении объектов в пространстве;
- пространственные связи объектов, выражаемые через топологические отношения;
- визуальное представление объектов, которое может изменяться в зависимости от изменения состояния параметров объектов;
- пространственный анализ.

Типичный цикл работы с активами состоит из последовательности разного рода деятельности:

- учет и паспортизация объектов, включающая в себя выявление объектов, описание их точного местоположения, пространственных, технологических и иных характеристик;
- установление технологических связей и правил функционирования отдельных элементов и системы в целом;
- оценка состояния объектов;
- мониторинг состояния объектов – периодическое обновление параметров системы;
- анализ состояния и функционирования объектов;
- планирование деятельности: планирование работ, планирование складских запасов и т.д.;
- обслуживание объектов: плановое и внеплановое (в том числе аварийное);
- управление объектами: принятие и реализация решений.

При проектировании технических объектов предприятия использовано разработка UML-диаграмм в программной среде Rational Rose. На диаграмме прецедентов (вариантов использования) показано взаимодействие между вариантами использования и действующими лицами. Она отражает требования к системе с точки зрения пользователя. Таким образом, варианты использования – это функции, выполняемые системой, а действующие лица – это заинтересованные по отношению к создаваемой системе. Отношение включения (пунктирная стрелка с надписью «include») между двумя

вариантами использования указывает, что некоторое заданное поведение для одного варианта использования включается в качестве составного компонента в последовательность поведения другого варианта использования [3].

Основная задача диаграммы вариантов использования – представлять собой единое средство, дающее возможность заказчику, конечному пользователю и разработчику совместно обсуждать функциональность и поведение системы. В рассматриваемом проекте есть два типа пользователей (не считая системного администратора). От каждого пользователя требуются специфические навыки и познания. Для каждого из пользователей ниже будет приведена диаграмма прецедентов. Диаграмма прецедентов для инженера по техническим объектам показана на рисунке 1.

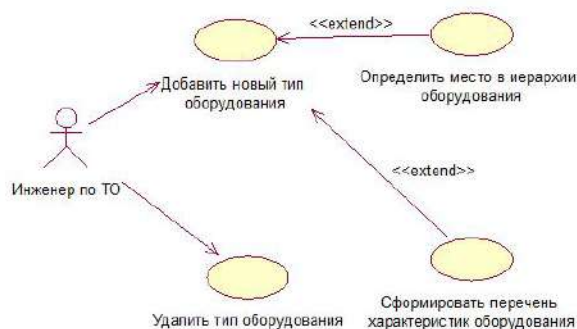


Рис. 1. Диаграмма прецедентов добавления нового типа ТО

Инженер по техническим объектам – пользователь способный создавать и изменять структуру хранения объектов, формировать новые типы и их характеристики. Диаграмма прецедентов для инженера по установленным техническим объектам показана на рисунке 2.

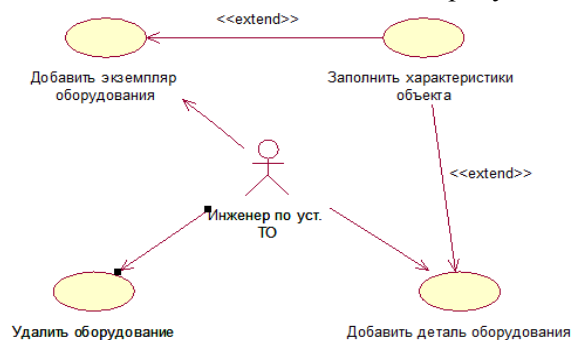


Рис. 2. Диаграмма прецедентов добавления установленного ТО

Инженер по установленным техническим объектам – пользователь, который вносит сведения об установленном оборудовании, используя типы объектов созданные инженером по ТО. Данный пользователь должен оперативно добавлять, изменять сведения об установленных объектах на основе поступающих к нему данных.

Диаграмма последовательности – удобное средство для обозначения очередности различных сообщений, с помощью которых объекты взаимодействуют между собой [3].

На рисунке 3 изображена диаграмма последовательности добавления нового типа технического объекта. Актером в данной диаграмме является инженер по техническим объектам. Элементы диаграммы: Объект, Участник

(Object, Participant). Обозначается прямоугольником, в котором указывается информация об участнике действий. Это, как правило, название объекта и его класс, разделенные двоеточием. Располагаются объекты (как правило) вдоль верхнего края диаграммы.

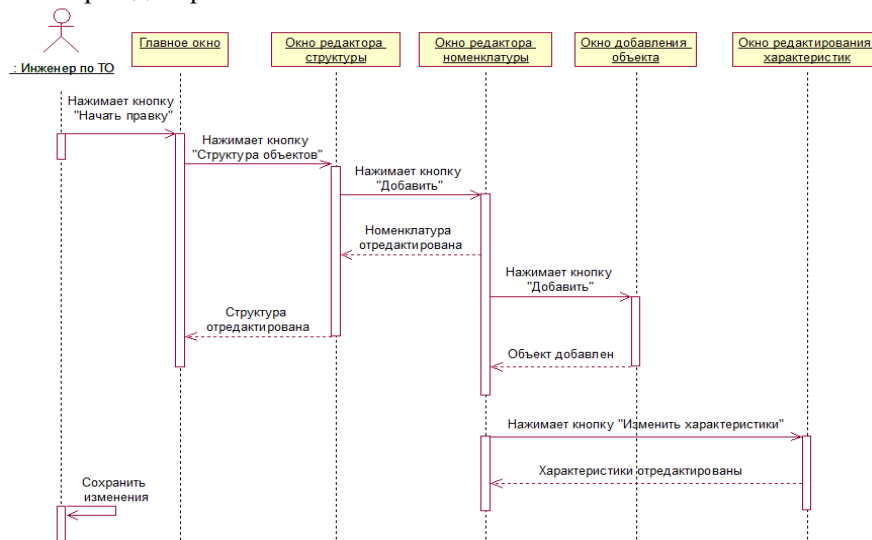


Рис. 3. Диаграмма последовательности добавления нового типа ТО

На основе введенных типов технических объектов инженер может добавлять новые объекты и редактировать их характеристики по каждому типу. Таким образом, ГИС-технология играет важную роль в поддержке повседневной деятельности и решении задач стратегического планирования развития предприятий разных отраслей и видов деятельности. Многие предприятия используют эту технологию как для разработки самостоятельных корпоративных ГИС, так и в качестве важного элемента комплексных информационных систем управления своими активами и ресурсами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журкин, И.Г. Геоинформационные системы [Текст] / И.Г. Журкин, С.В. Шайтура. – М.: «КУДИЦ-ПРЕСС», 2009.
2. Берлянт, А.М. Картография [Текст] / А.М. Берлянт, В.С. Тикунов. – М.: Картгеоцентр - Геоиздат, 2004. – 380 с.
3. Боггс, У. UML и RationalRose 2002 [Текст] / У. Боггс, М. Боггс. – М.: Издательство «ЛОРИ», 2004. – 415 с.

Материал поступил в редакцию 28.02.18.

Г.Е. Жидекүлова, О.К. Нахипбеков

М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан

**ГАЖ ТЕХНОЛОГИЯСЫ НЕГІЗІНДЕ КӘСПОРЫННЫҢ
ТЕХНИКАЛЫҚ НЫСАНДАРЫН ЖОБАЛАУ**

Мақалада ГАЖ технологиясына шолу, ГАЖ негізінде кәсіпорынның техникалық нысандарын жобалау және пайдалану нұсқаларының диаграммасын, инженерлер үшін орнықтырылған техникалық нысандардың прецеденттерін және жаңа типтегі техникалық нысандарды қосу тізбегі өңделді.

Тірек сөздер: ГАЖ, технологиялар, техникалық нысандар, геокодтау, орналақан орын, электронды карта-схема, ақпарат, инфраструктура, картография, визуальды көрініс, варианттар, прецеденттер, тізбекті диаграммалар.

G.I. Zhidekulova, O.K. Nakhimbekov

Taraz State University named after M.Kh. Dulati, Taraz, Kazakhstan

DESIGNING TECHNICAL OBJECTS OF THE ENTERPRISE BASED ON GIS TECHNOLOGY

The article deals with the theoretical representation of GIS technology, the process of designing engineering facilities of an enterprise based on GIS and developing a diagram of use cases, precedents for an engineer based on established technical objects and the sequence of adding a new type of technical object.

Keywords: GIS, technology, technical objects, geocoding, locations, electronic map-scheme, information, infrastructure, cartography, visual representation, diagrams of variants, precedents, sequences.

ӘОЖ 621.396

М.Ш. Джунибеков¹, И.Б. Шедреева², С. Жүніс³

*¹Техн. ғылымдарының канд., профессор, ²Оқытушы, магистр, ³Студент
М.Х. Дулати атындағы Тараз мемлекеттік университеті, Тараз қ., Қазақстан
Электрондық пошта: ²indisher@mail.ru*

5G БАЙЛАНЫС ЖЕЛІСІН АҚПАРАТТЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ

Мақалада ақпараттық кодтық тығыздау үрдісі арқылы 5G байланыс желісін жобалау бойынша байланыс желілерінің ақпараттық қамтамасыз етуін әзірлеу мәселесі қарастырылған. LTE технологиясының қазіргі жағдайы баяндалған.

Тірек сөздер: 5G технологиясы, LTE желісі, ұялы байланыс, базалық станция, радио қолжетімділігі.

5G – электр байланыс желісінің дамуы жайлы толығымен өзгертетін төңкерістік көзқарасты шешім болып табылады. Бұрын даму тек бір жолмен жүретін жеті желі - бір қызмет, дыбысты қызметте - бір желісі, ғаламторға айрықшаланған рұқсат үшін басқа желі, телевидения үшін – үшінші, ал желілік радио хабарлама үшін – төртінші желілер және т.с.с. пайдаланылған. 5G осы желілердің бәрін бір өзіне жинақтайды, бір арнадан барлық қызметті

– дыбыс, ақпарат тасымалдау және бейне хабар бір уақытта алуға мүмкіндік береді.

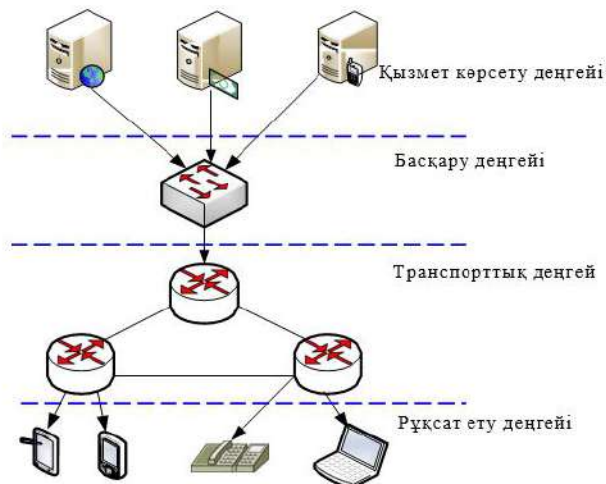
Қазіргі заманның байланыс желісі (5G) – байланыс желілерін құру концепциясы, ол шексіз қызмет көрсету аясын қамтамасыз ету және оларды басқару, персонализациялау және де желілік шешімдерді унификациялау арқылы жаңа қызметтерді құрумен ерекшеленеді. Ол өз тарапында бөлшектенген коммутациялы бірегей транспорттық желіні жүзеге асыруды болжау, қызмет көрсету функциясын соңғы желілік байланысқа шығару және дәстүрлі байланыс желілерімен интеграциялауды қамтиды.

Мультисервисті желі құрудың бірнеше нұсқасы бар. Олардың бірі гомогенді инфрақұрылымды қамтиды – бұл бірігуге қарастырылмаған желі толығымен дестелі бөліктенетін және коммутацияланатын ЛЕЖ дестелі өңірлік байланыс желісі немесе байланысқа негізделген желі (АТМ тәрізді) болып табылады. Осы айтылған архитектуралардың біреуі де жекеленген түрде мультисервисті желіні құруда тұтушыларды қанағаттандыру мүмкіндіктері жоқ, бұл жергілікті есептеуіш және аймақты байланыс желілері үшін экономикалық және функционалдық талаптарының айырмашылығынан болады. Кең аймаққа таралатын мультисервисті желінің аймақтық байланыс желісі, перифериялі жергілікті есептеуіш желілермен айналған ядросы болуы қажет.

LTE (Long Term Evolution) – мәліметтерді таратудың ұялы хаттамасы. LTE – бұл OFDM (тұтынушыға), SC – FDMA (тұтынушыдан) және MIMO технологияларына негізделген CDMA, UMTS жалғасы. Бұл технологияның ерекшелігі жиілікті (жұпты FDD) және уақытты (жұпсыз, TDD) арна бөлінуімен жұмыс істейді, ол операторға түрлі құрылғыны қолдануға мүмкін береді. WCDMA технологияға MIMO антенналы технологияны қолдану базалық станция арқылы 10 есе абоненттерге қызмет көрсетуді қамтамасыз етеді. Бесінші ұрпақтың алдыңғы ұрпақтарға қарағанда артықшылығы, 5G технологиясы толығымен дестелік мәліметтерді тарату хаттамасына негізделген, ал 5G өз негізіне дауыс трафигі мен десте мәліметтеріне негізделген. Телекоммуникацияның халықаралық одағы 5G бесінші ұрпақ технологиясын сымсыз коммуникация деп анықтады, яғни қорек көзінің қозғалысы немесе қабылдағыштың 100 Мбит/с жағдайында екі ұялы құрылғылардың арасындағы мәліметтерді тарату жылдамдығы 1 Гбит/с дейін жетеді. 5G – ұялы байланыста қолданылатын технологияның ұрпағы. Оның көмегімен қолданушылар жоғары сапалы ұялы байланыс пен жоғары жылдамдықтағы мобильді ғаламторға қол жеткізіп, әрдайым байланыста болу мүмкіндігіне ие бола алады. 5G ұялы байланыстың жоғары жылдамдықта мәліметтер тарататын және байланыс сапасының жоғарлауын сипаттайды. Мәліметтерді қайта жіберу 5G бесінші ұрпақ негізінде IPv6 хаттамасы арқылы жүзеге асады (IP нұсқа 6). Бұл желінің жұмысын айтарлықтай оңайлатады. Қажетті жылдамдықты қамтамасыз ету үшін 40 және 60 GHz жиіліктері қолданылады.

5G технологиясының ерекшелігі транспорттық және коммутацияны басқару деңгейлерінің арасындағы ашық интерфейстер. Бұл ерекшелікті классикалық АТС құрылғысында қарастыратын болса, ол станцияның құрылғысын функционалды блоктарға бөліп тастағанмен бірдей. Бұл жағдайда бір блок дабылды өңдеуді, шақыруларды маршруттауды, статистикалық мәліметтерді жинауды іске асырса, ал келесі блок (немесе блоктар тобы) тасымалдаушы арнадың коммутациясын қамтамасыз етеді.

Блоктар арасындағы байланыс стандартталған хаттамалар арқылы жүзеге асады. Желі архитектурасы 1-суретте көрсетілген [1].



Сурет 1. 5G желісінің архитектурасы

5G технологиясының, яғни LTE желісінің бағалы артықшылығы «ашық» қол жетімді ғаламтор болып табылады. Бұл ұялы байланыс желісіндегі абонент өзіне қолайлы ұялы құрылғымен ғаламторға шыға алады.

LTE технологиясының Қазақстандағы жағдайына келетін болсақ, нарықтағы келешегі әбден нақты. Бұл жиілік диапазонының тағы бір артықшылығы – төменгі жиілікте бұрқау көлемі мен ғимарат ішіндегі тұрақты байланыс болуын қамтамасыз етеді.

Операторлар үшін 2G немесе 5G/UMTS (WCDMA немесе CDMA2000) құрылған желілер 2G/5G/LTE желісінің когерентті болып табылады. Осындай желіні орнату үшін конвергентті нұсқа ретінде барлық негізгі құраушылар болуы керек:

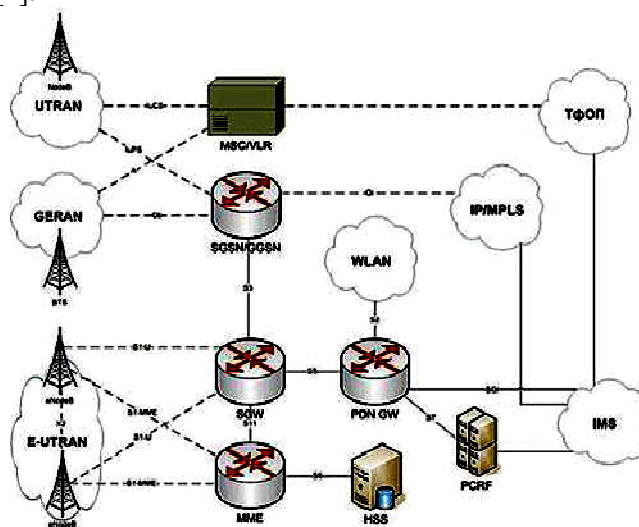
- конвергентті мультистандартты BTS;
- конвергентті транспортты желі;
- конвергентті қызметтер;
- конвергентті O&M.

2G/5G желісінен LTE желісіне желі миграциялануы кешенді шешім болып табылып, өз негізінде бірнеше бағытта жұмыс жасайды:

- радио жүйелік және радио жоспарлау модернизациясы;
- Mobile Backhaul транспортты желінің модернизациясы;
- Mobile Packet Core ядралы десте желісінің модернизациясы;
- радио жүйелік және радио жоспарлау модернизациясы.

Аппаратты бөлімде LTE радио жүйесі 2G/5G желісіне қарағандағы артықшылығы, бұл желіде базалық станцияның контроллері жоқ. Ол функцияны eNodeB базалық станциялары өздері атқарады. Сонымен қатар LTE базалық станциясы Mobile Backhaul транспортты желі арқылы, бір-бірімен тура қатынасты X2 интерфейсі арқылы қатынасатынын атап өту керек. Бұл интерфейс handover процедурсы кезінде (яғни, абоненттің бір қызмет көрсету аймағынан, екіншіге ауысуы) тарату трафигінде қолданылады. 2G/5G классикалық архитектурасында базалық станция тек контроллер арқылы мәлімет алмаса алады. Миграция кезінде қазіргі 5G желі станциясы LTE базалық станциясына бағдарламаның жаңартылуы арқылы модернизацияланады. Кейде бір базалық станция 2G/5G/LTE

функционалдарын қамтамасыз ете алады. Бұл жағдайда жұмсалатын шығындар кемиді. 2G/5G желісінен LTE желісіне дейін таралу кезінде LTE желісінің дестелік ядро элементтері 2C/3C – желісіне ұқсас функцияларды атқарады. Мысалы Serving Gateway (SGW) базалық станциядан Serving GPRS Support Node (SGSN) мен аналогия бойынша түскен дестелік мәліметтерді өңдеп маршруттайды. Төмен жабдықталған немесе қайта жүктеу төмен болғанда SGSN мен қатынасады, сонымен қатар eNodeB базалық станция арасындағы handover кезінде тұтынушы мәліметтері үшін ұялы түйінді басқару ролін атқарады. Ұялы дестелі ядроның архитектурасы 2-суретте көрсетілген [2].



Сурет 2. Ұялы дестелі ядроның архитектурасы

Packet Data Network Gateway (PDN GW) абоненттік терминалдан дестенің ішкі желісіне қосылуды қамтамасыз етеді. Сонымен қатар ол 3GPP технологиясының шлюзі болып табылады. Policy Charges and Rules Function (PCRF) сервисі сервисі саясатын басқарып, абоненттік QoS сессиясы үшін саясатты орнатады.

Home Location Register (HLR) мен Authentication Center (AuC) біріккен, ол 2G/5G HLR желісінде бар және абоненттің идентификациясы мен мекен-жайын, сонымен қатар абоненттік профилінің апаратын сақтайды [3].

Егер де осы элементтің аппаратты құраушылары туралы айтатын болсақ, көбіне SGSN, GGSN, MME, SGW және PDN GW функциялары бір немесе екі маршрутизатормен орындалады.

LTE радио қолжетімділігіне паралель, тірек дестелік желі SAE жазық архитектурасына эволюцияланады. Бұл архитектура өндірісті оңтайландыру, шығынды тиімдікті жоғарылату және нарықтық масса үшін IP базасында қызметтер енгізуін ықшамдауға мүмкіндік береді.

Тұтынушылар деңгейінде SAE архитектурасында екі базалық құрылғы бар: LTE (eNodeB) базалық станция мен гейт SAE Gateway. LTE базалық станциясы S1 – Core Network – RAN интерфейсті қолдана отырып тірек желісіне қосылады. Мұндай жазық архитектуралы қосылу қажеттілігі қамтамасыз етілетін түйін санын азайтады.

5GPP жүйесі үшін CDMA RAN мен жана тіректік желісінде дабыл интерфейстің болуын білдіреді. Бұндай интеграция екілік және бірлік радио

хэндоверге қолдау көрсетеді, LTE желісіндегі жоспарлы тарау мүмкіндігін арттырады [4].

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Бабков, В.Ю. Системы мобильной связи [Текст] / В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк, В.И. Дмитриев. – СПб, 2012. – 330 с.
2. Гельгор, А.Л. Технология LTE мобильной передачи данных [Текст] / А.Л.Гельгор, Е.А.Попов. – Алматы, 2015. – 204 с.
3. Коньшин, С.В. Теоретические основы систем связи с подвижными объектами [Текст]: учебное пособие / С.В. Коньшин, Г.Г. Сабдыкеева. – Алматы: АИЭС, 2012. – 400 с.
4. Андрианов, В.И. Многоканальная электросвязь и РРЛ [Текст]: учебник для вузов / В.И. Андрианов, А.В.Соколов. – М.: Радио и связь, 2013. – 420 с.

Материал редакцияға 12.01.18 түсті.

М.Ш. Джунисбеков, И.Б. Шедреева, С. Жүніс

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г Тараз, Казахстан

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ СВЯЗИ 5G

В статье рассмотрены особенности проектирования сети через кодовое уплотнение информационных сетей связи 5G и разработка информационного обеспечения процесса. Описано современное состояние технологии LTE.

Ключевые слова: технология 5G, сети LTE, сотовая связь, базовая станция, радиодоступность.

M.Sh. Junisbekov, I.B. Shedreyeva, S. Zhunys

Taraz State University named after M.Kh.Dulati, Taraz, Kazakhstan

ENSURING INFORMATION COMMUNICATION NETWORKS 5G

The article considers the features of network design through the code compression of 5G information networks and the development of information support for the process. The state of the art LTE technology is described.

Keywords: 5G technology, LTE network, cellular communication, base station, radio accessibility.

Наш юбиляр

Карынбаеву А.К. – 60 лет!



Карынбаев Аманбай Камбарбекович, доктор сельскохозяйственных наук Российской Федерации (2009 год), доктор сельскохозяйственных наук Республики Казахстан (2011 год), действительный член (академик) Международной академии аграрного образования (г. Москва, 2011 год), иностранный член Российской Академии Естественных наук (г. Москва, 2011 год).

Карынбаев А.К. родился 21 января 1958 года в селе Чилик Чимкентской (ныне Южно-Казахстанской) области в семье чабана. После окончания средней школы в 1974 году трудовую деятельность начал старшим чабаном в родном селе Кызылкумского МРСХО «Чилик». В 1976 году поступил в каракулеводческий факультет Самаркандского СХИ (Республика Узбекистан).

После окончания в 1981 году Самаркандского СХИ работал зоотехником комсомольско-молодежной бригады «Жас толкын» в родном селе.

Научная деятельность началась в стенах Казахского НИИ каракулеводства, где обучался в 1983-1985 годах в аспирантуре по специальности 06.02.04 «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства» с отрывом от производства. После окончания аспирантуры в 1985 году, в целях укрепления региональных отделений института научными кадрами, направлен в Жамбылское отделение Казахского НИИ каракулеводства, где проработал на должностях старшего научного сотрудника отделения (1985-1995 годы), ведущего научного сотрудника отделения (1995-1997 годы), затем ведущего научного сотрудника Жамбылского филиала КазНИИК.

С 1999 года заведовал Жамбылским филиалом КазНИИК, позже Жамбылским филиалом РГКП «КазНИИК». С 2002 года руководил Жамбылским ОП по каракулеводству РГП «Юго-Западный научно-производственный центр сельского хозяйства» МСХ РК, с 2008 по 2011 годы – Жамбылским ОП по животноводству ТОО «ЮЗНПЦСХ», а с 2011 года – во главе Жамбылского ОП по животноводству ТОО «ЮЗНИИЖиР» АО «КазАгроИнновация» МСХ Республики Казахстан.

В 1994 году по специальности 06.02.04 «Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства» защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Разработка эффективной технологии подготовки каракульских валушков на мясо» (КазНИТИО, с Мынбаева). В 2009 году по этой же специальности защитил докторскую диссертацию на тему: «Селекционные и технологические аспекты повышения продуктивности каракульских овец, разводимых в Закаратауско-Мойынкумской зоне Казахстана» (РГАУ-МСХ им. К.А.Тимирязева, г. Москва, Россия).

Научная деятельность Карынбаева А.К. тесно связана с тематикой выполненных научно-исследовательских работ и касается вопросов совершенствования методов селекции, технологии кормления и содержания, производства продукции животноводства и организации пастбищного хозяйства, а также разработки технологии оценки аридных пастбищ.

В период 1986-1995, 2006-2008 и 2012-2014 годы исследования под его руководством и непосредственном участии были связаны с изучением кормовых ресурсов аридной зоны Казахстана, кормовой ценности пастбищного травостоя различных типов пустынных пастбищ, динамики кормовой продуктивности, комплексной кормовой и экологической оценки, бонитировки и паспортизации пустынных пастбищ и разработки методики дифференцированной кормовой оценки для рационального использования пустынных пастбищ.

Результаты исследований вошли в монографию «Биоэкологические зоны пустынных пастбищ Республики Казахстан», изданную Карынбаевым А.К. в соавторстве (2007 год) и справочное пособие «Состав и питательность кормов юго-западного региона Казахстана», (2015 год, Германия).

Одним из важных направлений исследований, в которых самое активное участие принимал Карынбаев А.К. (2012-2014 годы) в качестве руководителя и ответственного исполнителя был проект по бюджетной программе 212 «Разработка технологии космического и наземного мониторинга эколого-мелиоративного состояния пастбищных территорий».

Результатами исследований стали методические и охранные документы: «Қазақстанның оңтүстік-батыс аймағы табиғи шөл жайылымдарын бағалау (бонитировкалау) мен тиімді пайдалану және қой шаруашылығын дамытудың инновациялық технологиялары», «Жамбыл облысы орман шаруашылығы мемлекеттік қорын тиімді пайдаланудың жолдары», «Табиғи шөл жайылымдарының мал азықтақ құндылығы мен сапасын бағалау (бонитировкалау) жөніндегі әдістемелік нұсқаулықтар», «Қазақстанның оңтүстік-батыс аймағы шөл жайылымдарында елтірілі қой тұқымдарын толыққұнды азықтандыру жөніндегі ұсыныстар», «Рекомендации по рациональному использованию пастбищных территорий на основе эколого-мелиоративного районирования», «Технология космического и наземного мониторинга за эколого-мелиоративным состоянием пастбищных территорий», «Прогноз состояния и перспективы использования пастбищных территорий для интенсификации животноводства на основе ГИС», и инновационный патент на изобретение РК «Способ комплексной кормовой оценки бонитировки аридных пастбищ» (№KZ 29295, 2015 год). Данный способ успешно внедрен и реализован при предоставлении консалтинговых услуг по разработке Стратегии и Плана действия по устойчивому землепользованию Иле-Балхашской и Арало-Сырдаринской проектных территорий. Результаты исследований по указанному направлению опубликованы в следующих трудах, изданных в рамках программы развития ООН в Казахстане:

- Атлас функционального зонирования Аральского района Кызылординской области (Астана, 2016. – 60 с);
- Атлас функционального зонирования Балхашкого района Алматинской области (Астана, 2016. – 64 с);
- Атлас функционального зонирования Казалинского района Кызылординской области (Астана, 2016. – 61 с);

- Стратегия и План действий по устойчивому землепользованию Иле-Балхашской проектной территории (Астана, 2017. – 90 с);
- Иле-Балқаш жобалық аумағында жерді тұрақты пайдалану стратегиясы мен іс-шаралар жоспары (Астана, 2017. – 92 б);
- Стратегия и План действий по устойчивому землепользованию Арало-Сырдаринской проектной территорий (Астана, 2017. – 116 с);
- Арал-Сырдария жобалық аумағында жерді тұрақты пайдалану стратегиясы мен іс-шаралар жоспары (Астана, 2017. – 120 б).

С 1996 года в республике началась активная разработка проблем перевода животноводства на хозяйственный расчет. Исследования, проводимые в этом направлении, тесно связаны с сохранением, развитием и использованием генофонда для создания новых и совершенствования имеющихся заводских типов, линий овец каракульской породы в различных регионах Казахстана. Научные разработки того периода с активным участием Карынбаева А.К. позволили сохранить генофонд каракульских овец и развивать каракулеводство в условиях Мойынкума Жамбылской области. По результатам проведенных исследований под его руководством созданы два новых заводских типа каракульских овец:

1) Сейсенбайский заводской тип черных каракульских овец жакетного смушкового типа (удостоверение автора №3445 от 02.06.2014 года. Селекционное достижение РК);

2) Ушаралский заводской тип серых каракульских овец жакетного смушкового типа серебристой расцветки.

Карынбаевым А.К. разработан ряд нормативно-методических документов для развития животноводства в условиях рынка, в частности:

- Жамбыл облысында қаракөл қойларын селекциялық асылдандыру жұмыстары жөніндегі әдістемелік нұсқауар (Тараз, 2008 год);

- Технологические нормативы проектирования овцеводческих фермерских хозяйств (методические рекомендации), Москва, 2009 год;

- Эффективность селекционно-технологических методов повышения продуктивности каракульских овец (методические рекомендации), Москва, 2009 год;

- Жергілікті мал азығы ресурстарынан жасалған жаңа белокты-көмірсулы-энергетикалық жемдік концентрат және оны ірі қара малын азықтандыруда пайдалану технологиясы (ұсыныстар), Тараз, 2017 год.

Получены также следующие охранные документы РК:

- Способ раннего определения способности каракульских ягнят на потенциальный рост живой массы в постнатальном онтогенезе. Инновационный патент №2376757 от 27.12.2009 года;

- Способ селекции овец алмазной расцветки бухарского сура. Авторское свидетельство №71590 от 04.11.2011 года;

- Способ селекции овец на крупную площадь каракуля по складчатости кожи. Инновационный патент №2438306 от 10.01.2012 года;

- Белково-углеводно-энергетической кормовой концентрат. Патент на полезную модель №2514 от 20.11.2017 года.

Свою плодотворную научную деятельность Карынбаев А.К. сочетает с педагогической работой.

В 2011-2013 годах он работал и.о. профессора кафедры «Экология и биология», в 2013-2014 учебном году – кафедры «Биология», а с 2014 года – занимает должность профессора кафедры «Биология» факультета «Водного хозяйства, экология и строительства» Таразского государственного университета им. М.Х. Дулати.

Карынбаев А.К. является автором 207 научных работ по актуальным проблемам селекции, разведения и технологии животноводства, а также пастбищного хозяйства и аридного кормопроизводства, включая: 4 книг, 3 научно-справочных изданий «Атлас», 2 учебных пособий, 2 монографий, 19 рекомендаций и инструкций, 7 инновационных патентов, а также 1 удостоверение автора селекционного достижения. Имеет публикации и на английском языке. Работы Карынбаева А.К. опубликованы в изданиях России, Украины, Кыргызстана, Узбекистана, Польши, Монголии, Китая, Болгарии, Индонезии, Италии и США.

Под его руководством защищено 3 кандидатских и 12 магистерских диссертационных работ.

Карынбаев А.К. достойно представляет аграрную науку и на международном уровне. Внес существенный вклад в развитие сотрудничества с международными научными центрами ИКАРДА, ПРООН. В настоящее время поддерживает тесную связь с республиканскими научными центрами ТОО «КазНИИЖиК», ТОО «Институт географии», ТОО «КазНИИВХ», АО «НЦКИТ» и ФГБОУ ВПО РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева (Россия).

Карынбаев А.К. является членом редакционного совета журнала «Аграрная наука» (г. Москва, Россия).

За многолетний плодотворный труд Карынбаев А.К. награжден медалями и грамотами различных ведомств и организаций, в том числе:

- в 2007 году – Почетной грамотой Жамбылского областного маслихата за многолетнюю плодотворную работу в развитии сельскохозяйственного производства;

- 2011 году Указом Президента РК награжден юбилейной медалью «Қазақстан Республикасының тәуелсіздігіне 20 жыл»;

- в 2015 году – Почетной грамотой МСХ РК за вклад в развитии сельскохозяйственного производства;

- в 2009 году – медалью К.А. Тимирязева за вклад в развитие аграрной науки и образования;

- в 2010 году – дипломом и золотой медалью ВВЦ (г. Москва) за успехи в научно-техническом творчестве;

- в 2013 году – дипломом и золотой медалью «Лауреат ВВЦ» (г. Москва) за успехи в научно-техническом творчестве;

- в 2014 году – медалью им. Е.Ф. Лискуна (г. Москва) за вклад в развитие зоотехнической науки и образования;

- в 2015 году – Почетным знаком Российской Академии Естественных наук за заслуги в развитии науки и экономики;

- в 2016 году – дипломом и золотой медалью Российской агропромышленной выставки (г. Москва) за достижение высоких показателей в развитии племенного и товарного животноводства.

Карынбаев А.К. представлен в энциклопедиях «ОТЫРАП» (Алматы, 2005 год), «ТАРАЗ. Древняя и новая история города» (Алматы, 2012 год), «Жизнь в науке» (об ученых Республики Казахстан), 1 том (Алматы, 2013 г.).

Женат, имеет трех сыновей. Супруга – Турдыбекова Айшахан, работает бухгалтером ЖОДТ «Казакхтелеком», сыновья: Аманбай Алтай – Classification Analyst (San Mateo, California, USA), Аманбай Алибек – главный специалист КГУ «Управление строительства и автомобильных дорог» акимата Жамбылской области, Аманбай Алтынбек – менеджер по госзакупкам ТОО «КазНИИ животноводства и кормопроизводства».

Журнал «Механика и технологии»:



Входит в реферативную базу данных Information Service for Physics, Electronics and Computing (INSPEC DIRECT) Института Инжиниринга и Технологий Великобритании.

<http://inspecdirect-service.theiet.org/private/home.aspx>



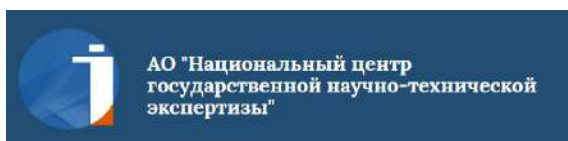
Зарегистрирован в российской национальной библиографической базе данных научного цитирования РИНЦ

http://elibrary.ru/project_risc.asp



Включен в перечень научных изданий, рекомендуемых Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности.

<http://control.edu.gov.kz/ru/perechen-nauchnyh-izdaniy-rekomenduemyh-komitetom-dlya-publikacii-osnovnyh-rezultatov-nauchnoy-0>



Имеет импакт-фактор по Казахстанской базе цитирования – $IF_{kaz} = 0,03$

http://www.nauka.kz/page.php?page_id=794&lang=1#

Подписной индекс журнала: 74714 (АО «Казпочта»-«Почтовый сервис»)