

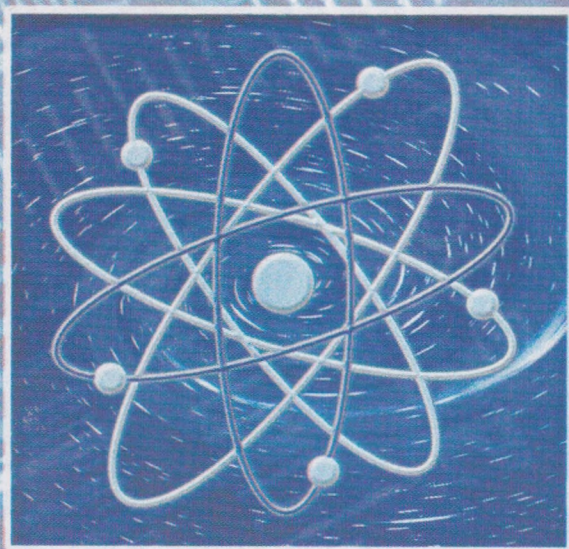
НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ПАВЛОДАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им.С.ТОРАЙГЫРОВА



1'2007

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА



КАЗАХСТАН
ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

МАЗМҰНЫ

Академик С.Е.Төлебаев
атындағы ғылыми
КІТАПХАНАСЫ

А.К. Қарақиев, П.Ж. Жүнісбеков, А.М. Сматаев Дизелдер жанар-жағармайы жүйесін арттыру мәселесі.....	5
Ж.К. Масанов, Т.Т. Сұлтанов Серпімді анизотропты негізінде тікбұрышты анизотропты шпигалардың статистикалық жағдайы.....	10
М.М. Молдабеков, С.Б. Қосболов, Е.Т. Бекенов Кіріс және шығыс буындардың берілген қағидасы бойынша жазықтықты алты буынды механизмдерінің кинематикалық жүйесі	12
М.М. Мұздақбаев, Н.Т. Данаев Динамикалық және гравитациялық күштің әсерінен көп дөңгелілі шахталарда араласқан контурлардың есептілік талдауы.....	18
М.С. Мұздыбаев Блокты-модульді құрылысындағы машиналардың сенімділік бағасы.....	23
Ғ.М. Мұқанов, Б.Т. Құсаинова Математикалық талдау курсындағы дұрыс сандардың теориясының логикалық құрылымы туралы.....	31
Қ.М. Мұқашев, К.С. Шадинова Физика курсында радиоэлектроника негіздерін дамыта оқыту әдісін қолданудың теориясы мен ғылыми әдістемесі.....	35

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Кадысова Р.Ж., к.и.н., доц. (*главный редактор*)
 Утегулов Б.Б., д.т.н., проф. (*зам. гл. редактора*)
 Ельмуратова А.Ф., к.т.н., доц. (*отв. секретарь*)
 Члены редакционной коллегии:
 Бойко Ф.К., д.т.н., проф.
 Газалиев А.М., д.х.н., проф., член-корр. НАН РК
 Гамарник Г.Н., д.т.н., проф.
 Глазырин А.И., д.т.н., проф.
 Даукеев Г.Ж., к.т.н., проф.
 Ергожин Е.Е., д.х.н., проф., академик НАН РК
 Кислов А.П., к.т.н., доц.
 Клецель М.Я., д.т.н., проф.
 Кудерин М.К., к.т.н., доц.
 Мансуров З.А., д.х.н., проф.
 Мурзагулова К.Б., д.х.н., проф.
 Пивень Г.Г., д.т.н., проф.
 Сапаров К.Т., к.г.н., доц.
 Сагинов А.С., д.т.н., проф., академик НАН РК
 Сулеев Д.К., к.т.н., проф.
 Сейтахметова Г.Н. (*тех. редактор*)

Адрес редакции:
 140008, г. Павлодар,
 ул. Ломова, 64.
 Тел.: (3182) 45-11-43
 (3182) 45-38-60
 Факс: (3182) 45-11-23
 E-mail: publish@psu.kz

№ 1 '2007

ҚАЗАҚСТАН ҒЫЛЫМЫ МЕН ТЕХНИКАСЫ

С. ТОРАЙҒЫРОВ АТЫНДАҒЫ ПАВЛОДАР МЕМЛЕКЕТТІК
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

А. Нұржауов

Машина-трактор агрегатына өсер ететін сыртқы ұйтқудың
корреляция функциясы.....37

**К.А. Омарқұлов, К.Ж. Мансұров, Е.К. Омарқұлов,
А.Б. Сарсенбаева**

Гравитацияланушы ортада стационарлы емес тартылыс
жазықтығында нүктенің қозғалысы.....43

М. Омаров

Жарнамалық қызмет көрсетуде бағасын анықтаудың
әдісі.....47

А.Ф. Проскуряков, О.В. Никитина

УЧПУ мен бірге статистикалық және динамкалық
ағаттығына баға.....52

Х. Рахмонов, А. Джүраев

Механизмдер мен машиналардың толтыра аргу жүйесі
жұмысының ерекшеліктері, мақта-шикізатты тасымалдау
мен қоймалау.....58

К.Н. Ромасев, Е.К. Тастенов

Тістерді бұзу қадамының ауытқуын қалыптастыру.....60

С.Ш. Ташпулатов, А.Д. Джүраев

Киім кишек детальдерін дайындау жартылай фабрикатына
химиялық активті заттарды беру кезіндегі жаңа
бағдар.....66

С.Ш. Ташпулатов

Киімдер детальдерінің пакетін қайта қалыптастыру
процесін зерттеу.....69

Біздің авторлар.....72

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

№ 1 '2007

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМ. С. ТОРАЙГЫРОВА

СОДЕРЖАНИЕ

- А.К. Каракаев, П.Ж. Жунисбеков, А.М. Сматаев**
К вопросу совершенствования топливных систем дизелей...5
- Ж.К. Масанов, Т.Т. Султанов**
Статическое состояние прямоугольных анизотропных плит на упругом анизотропном основании.....10
- М.М. Молдабеков, С.Б. Косболов, Е.Т. Бекенов**
Кинематический синтез пространственных шестизвенных перемещающих механизмов по заданным положениям входного и выходного звеньев.....12
- М.М. Муздакбаев, Н.Т. Данаев**
Численный анализ смещений контуров многоуровневой шахты при воздействии динамических и гравитационных сил.....18
- М.С. Муздыбаев**
Оценка надежности машины блочно-модульной конструкции.....23
- Г.М. Муқанов, Б.Т. Кусаинова**
О логической структуре теории действительных чисел в курсе математического анализа.....31
- К.М. Мукашев, К.С. Шадинова**
Научная методика и применение метода развивающего обучения основам радиоэлектроники на курсах физики.....35
- А. Нуржауов**
Коррелятивная функция внешнего возмущения оказывающего действия на агрегаты машины-трактора....37
- К.А. Омаркулов, К.Ж. Мансуров, Е.К. Омаркулов, А.Б. Сарсенбаева**
Движение точки в нестационарном поле тяготения на фоне гравитирующей среды.....43
- М. Омаров**
Метод определения цен на рекламные услуги.....47
- А.Ф. Проскураков, О.В. Никитина**
К оценке погрешности статической и динамической настроек станков с УЧПУ.....52
- Х. Рахмонов, А. Джураев**
Особенности работы механизмов и машин систем загрузки, транспортирования и складирования хлопка - сырца.....58

НАУКА И ТЕХНИКА КАЗАХСТАНА

№ 1 '2007

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ПАВЛОДАРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА ИМ. С. ТОРАЙГЫРОВА

К.Н. Ромасев, Е.К. Тастенов

Формирование отклонения шага при зубодолблении.....60

С.Ш. Таипулатов, А.Д. Джураев

Новая установка для подачи химически активных средств
на полуфабрикат при ВТО деталей одежды.....66

С.Ш. Таипулатов

Исследование процесса деформирования пакета деталей
одежды.....69

Наши авторы.....72

Корректоры:

Г.Т. Ежиханова (каз.)

Н.Р. Омаров (рус.)

Компьютерная верстка

М.А. Ескожинова

© ШУ им. С. Торайгырова

УДК 621.436

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТОПЛИВНЫХ СИСТЕМ ДИЗЕЛЕЙ

А.К. Каракаев¹, П.Ж. Жунисбеков², А.М. Сматаев¹*Павлодарский государственный университет
им. С. Торайгырова¹**Казахский национальный аграрный университет²*

В статье рассматриваются вопросы дальнейшего совершенствования топливных систем дизелей, направленного на улучшение рабочего процесса впрыскивания топлива.

Мақалада двигательдердің жұмыс процесі мен жанар-жағармайды қазу процесін жақсарту үшін әрмен қарай жетілдіру мәселесін қарастырады.

The article deals with issues of further improvement of diesel fuel systems, aimed at the perfection of the working process of fuel injection.

Научно-технический прогресс, как и в любом из государств, предусматривает постоянное повышение энерговооруженности во всех отраслях народного и оборонного хозяйств Республики Казахстан.

Существенную роль в решении этой задачи играют двигатели внутреннего сгорания (ДВС), являющиеся наиболее распространенными источниками энергии и имеющие огромный спектр применения, как в автомобильном транспорте, так и на различных тракторах. К ДВС предъявляются следующие, непрерывно повышающиеся, требования:

- увеличение мощности без увеличения веса и габаритов;
- снижение удельного расхода топлива;
- обеспечение многотопливности;
- повышение надежности и срока службы;
- снижение токсичности и дымности отработавших газов и ряд других.

При разработке и создании новых, совершенствовании существующих ДВС и их систем, при производстве, эксплуатации, техобслуживании и их ремонте всячески стремятся экономить время, энергию, топливосмазочные и другие материалы, тем самым удовлетворить вышеупомянутые требования. Причём

их экономии, особенно топлива, следует рассматривать как один из наиболее действенных способов бережного использования природных ресурсов, уменьшения негативного влияния ДВС на окружающую среду и улучшения здоровья людей. При этом оценка работы ДВС по расходу топлива на номинальном режиме не может быть объективным показателем совершенства их конструкции, так как они значительную часть времени работают на режимах холостого хода, малых нагрузок и частот вращения.

Работа топливной системы на режимах холостого хода, малых нагрузок и частот вращения характеризуется резким снижением давления впрыскивания, ухудшением качества распыливания топлива по мере понижения частоты вращения двигателя, неравномерностью процесса впрыскивания топлива по цилиндрам и циклам, вплоть до пропусков подач топлива. Одновременно топливные системы с широко распространенными пружинными форсунками, имеющими систему слива дренажного топлива из надыгольной полости, в том числе и на землю, и золотниковыми топливными насосами высокого давления на режимах номинальных и близких к ним нагрузок и частот вращения работают на границе зоны появления растянутых и дополнительных процессов впрыскивания топлива. По мере форсирования отрицательные явления, сопровождающие работу дизелей и топливной системы на режимах номинальных и близких к ним нагрузок и частот вращения и особенно на режимах холостого хода, малых нагрузок и частот вращения, проявляются ещё сильнее и могут приобрести особо важное значение, если не будут найдены меры, направленные на их устранение. Поэтому становится ясной всё возрастающая актуальность исследований, направленных на улучшение рабочего процесса двигателей и процесса впрыскивания топлива, причём они актуальны не только с точки зрения повышения технико-экономических и экологических показателей дизелей, но и для отыскания способов борьбы с вредными явлениями, имеющими место на указанных режимах. При этом, учитывая технологическую сложность изготовления и высокую стоимость производства, перспективными направлениями развития топливных систем являются увеличение сроков службы и упрощение конструкции их с простыми устройствами для управления, регулирования, стабилизации и интенсификации процессов впрыскивания топлива.

Топливные системы с гидрозапиранием форсунок наряду с аккумуляторными топливными системами 1, 2 явились основой для создания топливных систем с управляемым процессом впрыскивания топлива, в том числе с электронным и с электромагнитным управлением 1 - 9, так как, воздействуя на давление в надыгольной полости, оказалось возможным осуществлять изменение давления начала впрыскивания топлива и последующих давлений впрыскива-

ния, а также угла опережения и продолжительности впрыскивания по оптимальным закономерностям для каждого из возможных в эксплуатации режимов. В топливных системах с гидрозапирающим форсунок экономится топливо и повышаются сроки службы распылителей, а при форсунках с глухим колпаком дополнительно экономятся и материалы, уменьшая себестоимость изготовления топливных систем и дизелей, облегчаются техобслуживание и ремонт их, так как из-за отсутствия системы слива топлива упрощаются топливная система и дизель, компоновка, демонтаж и монтаж топливных систем на дизель.

В существующих методах анализа и расчёта процесса впрыскивания топлива, учитывая волновой характер распространения возмущений от начала нагнетательного трубопровода до кармана распылителя форсунки, движение топлива под иглой, в колодце распылителя и сопловых отверстиях рассматривается зачастую как стационарные или квазистационарные движения жидкости. Автор же рассматривает движение топлива неустановившимся вплоть до сопловых отверстий, так как основным в принципе работы форсунок является нестационарность процесса, получение волн, которые и приводят к распаду жидкости на капли [10]. При анализе и расчёте процессов впрыскивания топлива с учётом волнового характера распространения возмущений до сопловых отверстий автором учитывалось, в отличие от К. Л. Наркевича [11], влияние хода иглы на величины прошедших и отражённых от разных стыков волн давлений в проточной части распылителя от кармана до сопловых отверстий, что повысило точность расчёта и обоснованность анализа и синтеза.

Зачастую считается, что в периоды между циклами впрыскивания движение топлива по линии высокого давления прекращается (средняя в сечении скорость движения топлива в периоды между циклами впрыскивания считается равной нулю, т. е. $w_0 = 0$) и поэтому устанавливается постоянное остаточное давление (p_0) в нагнетательном трубопроводе, которое задаётся приближённо, а затем уточняется в процессе расчётов, хотя отмечается [2], что большое влияние на процесс впрыскивания топлива оказывают и начальные условия, т. е. w_0 и p_0 . При $p_0 < 0,1$ МПа в топливной системе образуется остаточный свободный объём (ВОСТ), не заполненный топливом, и ошибка в определении ВОСТ вносит в расчёт погрешность до 40-200 % [2, 9, 12], авторы которых считают, что при $p_0 > 0,1$ МПа изменение остаточного давления в нагнетательном трубопроводе оказывает не особенно большое влияние на точность расчёта, в связи с чем и принимают $w_0 = 0$ и $p_0 = \text{const}$. Но при анализе и расчёте процесса впрыскивания топлива и создании топливных систем с форсунками разных типов нецелесообразно принимать такое допущение, так как в этом слу-

чае нельзя объяснить многие явления и процессы, происходящие в топливных системах с форсунками разных типов, в особенности при работе их на режимах холостого хода, малых нагрузок и частот вращения, например, динамические явления в надьольных полостях, а именно: снижение остаточного давления в нагнетательном трубопроводе в периоды между циклами впрыскивания при пружинной форсунке, подпитку линий высокого и низкого давлений в топливных системах с гидравлическим и гидромеханическим запираением форсунок и форсунками с глухим колпаком, явление гидрозаклинивания игл форсунок с глухим колпаком, решать задачи регулирования и саморегулирования параметров процесса впрыскивания топлива для стабилизации и интенсификации процесса впрыскивания в топливных системах с форсунками разных типов, создания топливных систем с форсунками с глухим колпаком, работоспособных в широком диапазоне эксплуатационных режимов, оценить преимущества и недостатки топливных систем с форсунками разных типов и прогнозировать пути совершенствования их.

Для объективной оценки экономичности дизелей при гидрозапирании форсунок, обеспечения работоспособности топливных систем с бездренажными форсунками в широком диапазоне эксплуатационных режимов, дальнейшего совершенствования процессов впрыскивания топлива, в том числе и для повышения эффективности работы топливных систем с гидрозапиранием форсунок и форсунками с глухим колпаком, возникает проблема исследования особенностей и взаимных связей гидродинамических процессов в топливных системах с учётом особенностей форсунок разных типов, что невозможно без разработки и дальнейшего развития теоретических основ создания и совершенствования топливных систем с форсунками разных типов, включая и теорию исследования на устойчивость работы форсунок разных типов, позволяющей более обоснованно разработать теоретические, расчётные и экспериментальные методы исследования, новые методы стабилизации и интенсификации процессов впрыскивания топлива и методы решения возникающих при этом задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Двигатели внутреннего сгорания: Учебник для вузов / Под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова: В 4 кн. -М.: Машиностроение, 1980. -Кн. 1.-288 с.; 1983.-Кн. 2.-372 с.; 1984.-Кн. 3.-384 с.; 1985.-Кн. 4.-456с.
2. Подача и распыливание топлива в дизелях /И.В.Астахов, В.И.Трусов, А.С. Хачиян и Л.Н.Голубков; Под ред. И.В.Астахова. -М.:Машиностроение, 1972.-359с.
3. Пинский Ф.И. Электрогидравлическое управление впрыском топлива: Обзор//ДВС.-М., 1973.-40с.

4. Пинский Ф.И. Оптимизация режимов работы дизелей электронным управлением впрыскивания топлива. Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.04.02.- М.: МВТУ им. Н.Э. Баумана, 1987.-32с.

5. Барсуков С.И., Аристов В.В. Математическая модель топливной системы с электродинамическими форсунками//Двигателестроение.-1982.-№ 2.-С. 26-28.

6. Хачиян А.С., Багдасаров И.Г. Управляемая система топливоподачи дизеля// Рабочие процессы и конструкция автотракторных ДВС.-М.: МАДИ, 1984.-С. 11-16.

7. Хачиян А.С., Десятун С.В. Математическая модель расчёта и совершенствование аккумуляторной топливной системы с электрогидравлической форсункой//Двигателестроение.-1986.-№ 11.-С.36-37.

8. Крутов В.П. Автоматическое регулирование и управление ДВС: Учебник для вузов.-5-е изд., перераб. и доп.-М.: Машиностроение. 1989.-416с.

9. Топливные системы и экономичность дизелей / И.В.Астахов, Л.Н. Голубков, В.И.Трусов и др.-М.: Машиностроение, 1990.-288с.

10. Витман Л.А., Кацнельсон Б.Д., Палеев И.И. Распыливание жидкости форсунками / Под ред. С.С. Кутателадзе.-М.-Л.: ГЭИ, 1962.-264с.

11. Наркевич К.Л. Гидродинамический анализ топливной системы ДВС типа насос-трубка-форсунка и выбор её основных размеров: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.04.02 / ВМОЛА.-Л.-1966.-23с.

12. Голубков Л.Н. Обобщение теории, развитие методов расчета и совершенствование топливных систем автотракторных дизелей: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.04.02/МГТУ им. Н.Э.Баумана.-1991.-32с.

УДК 624.9:624.15

СТАТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПРЯМОУГОЛЬНЫХ АНИЗОТРОПНЫХ ПЛИТ НА УПРУГОМ АНИЗОТРОПНОМ ОСНОВАНИИ

Ж.К. Масанов, Т.Т.Султанов

Казахская Академия Транспорта и коммуникаций

им. М. Тынышпаева

Казахская Головная Архитектурно-Строительная Академия

Құрылыс шартының өзгеруін өндірістік және басқа да ғимараттар мен т.б. әртүрлі жерасты құрылысының фундаменталды плиталардың типін жобалауды ескеру ұсынылады.

Предлагается учитывать изменения условий существования конструкций при проектировании различных наземных сооружений типа фундаментальные плиты промышленных и других зданий и т.д.

The author suggests to consider the change in the conditions of constructions existence under the design of various above-ground constructions

При проектировании различных наземных сооружений типа фундаментные плиты промышленных и гражданских зданий, взлетных полос аэродромов, дорожных покрытий, фундаменты специальных сооружений и др., возникает необходимость в расчете рядом лежащих пространственных прямоугольных плит на упругом основании. Эти плиты, построенные на наклонно-слоистых и трещиноватых горных породах, подвергаются техногенным не только внешним статическим и динамическим силам, но и разрушительному воздействию землетрясения [1].

Для выбора наилучшего конструктивного решения элементов инженерного сооружения необходимо иметь возможность прогнозирования поведения физических полей в зависимости от изменения условий существования конструкций и сложного строения основания [2].

Цель работы: разработка и систематическое изложение расчетных моделей и на основе метода конечных элементов (МКЭ) численное решение задач

статического, состояния анизотропных наземных сооружений на анизотропном (транстропном) основании.

Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

на основе принятой механической модели среды разработка алгоритмов и составления соответствующих пакетов прикладных программ на языке высокого уровня "Microsoft FORTRAN", по расчету статического напряженного деформированного состояния пространственной анизотропной системы "плиты-основание".

Расчетная схема упругой анизотропной системы "плиты-основание"

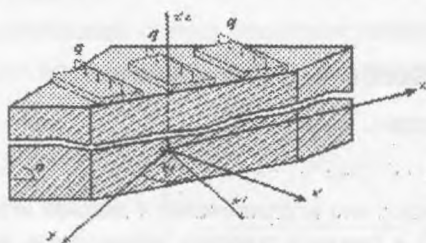


Рисунок 1

ЛИТЕРАТУРА

1. Ержанов Ж.С. Айтиалиев Ш.М., Масанов Ж.К. Сейсмонапряженное состояние подземных сооружений в анизотропном слоистом массиве. - Алма-Ата, "Наука", 1980, 212с.
2. Секулович, Миодраг Метод конечных элементов. М.: Стройиздат, 1993, 665с.

УДК 62-631.1

КИНЕМАТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ШЕСТИЗВЕННЫХ ПЕРЕМЕЩАЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ ПО ЗАДАНЫМ ПОЛОЖЕНИЯМ ВХОДНОГО И ВЫХОДНОГО ЗВЕНЬЕВ

М.М. Молдабеков, С.Б. Косболов, Е.Т. Бекенов

ИММаш НАН РК, Казахстан

В данной работе показано, что использование 4-звенной исходной кинематической цепи (ИКЦ) в синтезе плоских механизмов можно распространить на задачу структурно-кинематического синтеза пространственных рычажных механизмов.

Аталган жумыста жазық механизмдерде төрт буынды шығынды кинематикалық тізбекті пайдалануда кеңістікті тетікті механизмдерінің құрылымды-кинематикалық жүйесінің есебін таратуға болатыны көрсетілген.

The article shows that the use of 4-link initial kinematic chain (IKC) in the synthesis of flat mechanisms can be spread on to the task of structural-kinematic synthesis of spatial lever mechanisms.

В работах [1,2] было показано, что в качестве структурного модуля при структурно-кинематическом синтезе плоских рычажных механизмов можно использовать четырехзвенную исходную кинематическую цепи (ИКЦ). Такой подход к синтезу плоских механизмов позволяет свести задачу их структурно-кинематического синтеза к решению задачи синтеза ИКЦ, что очень удобно для автоматизации проектирования механизмов. В данной работе показано, что указанный подход можно распространить на задачу структурно-кинематического синтеза пространственных рычажных механизмов.

Представлено решение задачи синтеза пространственной ИКЦ типа *BBC* (*B* – вращательная, *C* – сферическая кинематические пары) и показано ее использование в качестве структурного модуля при структурно-кинематическом синтезе пространственных рычажных механизмов по заданным положениям входного и выходного звеньев. Метод решения задачи синтеза ИКЦ типа *BBC* основан на введении двух подвижных тел, неизменно связанных с входным и выходным звеньями.

Постановка задачи: Пусть заданы N конечноудаленных положений двух твердых тел $Q_1(X_A, Y_A, Z_A, \theta_i^1, \psi_i^1, \varphi_i^1)$, $Q_2(X_{Di}, Y_{Di}, Z_{Di}, \theta_i^2, \psi_i^2, \varphi_i^2)$ по отношению к неподвижной системе отсчета Q , где $i = \overline{1, N}$, $\theta_i^j, \psi_i^j, \varphi_i^j$ - Эйлеравы углы относительно неподвижной системы координат $OXYZ$.

Требуется его приближенно воспроизводить посредством рычажных механизмов с одной степенью подвижности. Это требование приводит к следующей задаче синтеза: определить структуру и искомые параметры механизма. Для решения поставленной задачи используем незамкнутую четырехзвенную ИКЦ типа BBC (рис. 1).

Кинематический синтез пространственных шестизвенных перемещающих механизмов по заданным положениям входного и выходного звеньев

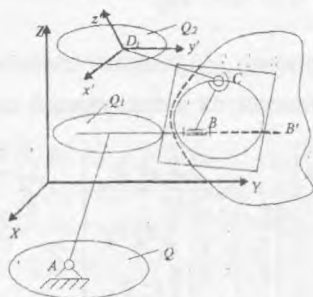


Рисунок 1.

Синтез ИКЦ $ABCD$ сводится к определению точки $C(x_C, y_C, z_C)$ тела Q_2 , которая в N положениях в смысле наименьших квадратов наименее уклоняется от окружности, принадлежащей подвижной системе Q_1 . Приближающую окружность определим как линию пересечения сферы с плоскостью. Тогда искомая точка C в N положениях должна приближаться как к сфере, так и к плоскости. Поэтому минимизируемую функцию представим в следующем виде:

$$S = S_1 + S_2 \quad (1)$$

где

$$S_1 = \sum_{i=1}^N [(X_{Ci} - X_{Bi})^2 + (Y_{Ci} - Y_{Bi})^2 + (Z_{Ci} - Z_{Bi})^2 - R^2]$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^N (X_i a + Y_i b + Z_i c - 1)^2, \quad i = \overline{1, N}$$

$$[X_{Bi}, Y_{Bi}, Z_{Bi}] = [X_A, Y_A, Z_A] + T_{ij} [x_B, y_B, z_B]$$

$$[X_{Ci}, Y_{Ci}, Z_{Ci}] = [X_{Di}, Y_{Di}, Z_{Di}] + T_{kj} [x_C, y_C, z_C]$$

$$[X_i, Y_i, Z_i] = T_{kl} [(X_{Ci} - X_{Bi}) (Y_{Ci} - Y_{Bi}) (Z_{Ci} - Z_{Bi})]$$

$$T_{kj}^i = \begin{bmatrix} e_{11}^j & e_{22}^j & e_{33}^j \\ m_{21}^j & m_{22}^j & m_{23}^j \\ n_{31}^j & n_{32}^j & n_{33}^j \end{bmatrix}, \quad (k = \overline{0,2}; j = \overline{0,2}; i = \overline{1,N})$$

$$T_{01}^i = [T_{10}^i]^T; \quad T_{02}^i = [T_{20}^i]^T; \quad T_{21}^i = T_{01}^i \times T_{20}^i; \quad T_{12}^i = T_{02}^i \times T_{10}^i, \dots$$

Необходимые условия минимума суммы (1) записываются в виде

$$\frac{\partial s}{\partial X_A} = 0; \quad \frac{\partial s}{\partial Y_A} = 0; \quad \frac{\partial s}{\partial Z_A} = 0; \quad \frac{\partial s}{\partial R} = 0; \quad (2)$$

$$\frac{\partial s}{\partial x_B} = 0; \quad \frac{\partial s}{\partial y_B} = 0; \quad \frac{\partial s}{\partial z_B} = 0; \quad \frac{\partial s}{\partial R} = 0; \quad (3)$$

$$\frac{\partial s}{\partial a} = 0; \quad \frac{\partial s}{\partial b} = 0; \quad \frac{\partial s}{\partial c} = 0; \quad (4)$$

$$\frac{\partial s}{\partial x_C} = 0; \quad \frac{\partial s}{\partial y_C} = 0; \quad \frac{\partial s}{\partial z_C} = 0; \quad \frac{\partial s}{\partial R} = 0; \quad (5)$$

Первые четыре условия (2) приводятся к следующей системе:

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N \tilde{X}_{Ai}^2 & \sum_{i=1}^N \tilde{X}_{Ai} \tilde{Y}_{Ai} & \sum_{i=1}^N \tilde{X}_{Ai} \tilde{Z}_{Ai} & \sum_{i=1}^N \tilde{X}_{Ai} \\ \sum_{i=1}^N \tilde{X}_{Ai} \tilde{Y}_{Ai} & \sum_{i=1}^N \tilde{Y}_{Ai}^2 & \sum_{i=1}^N \tilde{Y}_{Ai} \tilde{Z}_{Ai} & \sum_{i=1}^N \tilde{Y}_{Ai} \\ \sum_{i=1}^N \tilde{X}_{Ai} \tilde{Z}_{Ai} & \sum_{i=1}^N \tilde{Y}_{Ai} \tilde{Z}_{Ai} & \sum_{i=1}^N \tilde{Z}_{Ai}^2 & \sum_{i=1}^N \tilde{Z}_{Ai} \\ \sum_{i=1}^N \tilde{X}_{Ai} & \sum_{i=1}^N \tilde{Y}_{Ai} & \sum_{i=1}^N \tilde{Z}_{Ai} & N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_A \\ Y_A \\ Z_A \\ H_1 \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N R_{Ai}^2 \tilde{X}_{Ai} \\ \sum_{i=1}^N R_{Ai}^2 \tilde{Y}_{Ai} \\ \sum_{i=1}^N R_{Ai}^2 \tilde{Z}_{Ai} \\ \sum_{i=1}^N R_{Ai}^2 \end{bmatrix} \quad (6)$$

$$\text{где } R_{Ai}^2 = \tilde{X}_{Ai}^2 + \tilde{Y}_{Ai}^2 + \tilde{Z}_{Ai}^2, \quad H_1 = \frac{1}{2}(R^2 - X_A^2 - Y_A^2 - Z_A^2)$$

$$[\tilde{X}_{Ai}, \tilde{Y}_{Ai}, \tilde{Z}_{Ai}, 1]^T = T_{10}^i [x_B, y_B, z_B, 1]^T + T_{20}^i [x_C, y_C, z_C, 1]^T$$

Вторые четыре условия (3) приводятся аналогично к системе:

$$\begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N \tilde{x}_{Bi}^2 & \sum_{i=1}^N \tilde{x}_{Bi} \tilde{y}_{Bi} & \sum_{i=1}^N \tilde{x}_{Bi} \tilde{z}_{Bi} & \sum_{i=1}^N \tilde{x}_{Bi} \\ \sum_{i=1}^N \tilde{x}_{Bi} \tilde{y}_{Bi} & \sum_{i=1}^N \tilde{y}_{Bi}^2 & \sum_{i=1}^N \tilde{y}_{Bi} \tilde{z}_{Bi} & \sum_{i=1}^N \tilde{y}_{Bi} \\ \sum_{i=1}^N \tilde{x}_{Bi} \tilde{z}_{Bi} & \sum_{i=1}^N \tilde{y}_{Bi} \tilde{z}_{Bi} & \sum_{i=1}^N \tilde{z}_{Bi}^2 & \sum_{i=1}^N \tilde{z}_{Bi} \\ \sum_{i=1}^N \tilde{x}_{Bi} & \sum_{i=1}^N \tilde{y}_{Bi} & \sum_{i=1}^N \tilde{z}_{Bi} & N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_B \\ y_B \\ z_B \\ H_2 \end{bmatrix} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^N R_{Bi}^2 \tilde{x}_{Bi} \\ \sum_{i=1}^N R_{Bi}^2 \tilde{y}_{Bi} \\ \sum_{i=1}^N R_{Bi}^2 \tilde{z}_{Bi} \\ \sum_{i=1}^N R_{Bi}^2 \end{bmatrix} \quad (7)$$

где

$$[\tilde{x}_{Bi}, \tilde{y}_{Bi}, \tilde{z}_{Bi}, 1]^T = T_{01}^i [(X_{Di} - X_A), (Y_{Di} - Y_A), (Z_{Di} - Z_A), 1]^T + T_{21}^i [x_C, y_C, z_C, 1]^T$$

Следующие три условия (4) приводятся с помощью выражения (1) к следующей системе

$$\begin{bmatrix} \sum X_i^2 & \sum X_i Y_i & \sum X_i Z_i \\ \sum X_i Y_i & \sum Y_i^2 & \sum Y_i Z_i \\ \sum X_i Z_i & \sum Y_i Z_i & \sum Z_i^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \\ c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum X_i \\ \sum Y_i \\ \sum Z_i \end{bmatrix} \quad (8)$$

При известных значениях $X_A, Y_A, Z_A, x_B, y_B, z_B, a, b, c$ можно определить направление оси, центр и радиус окружности лежащей в Q_1 . Направляющие косинусы оси Q_1 окружности равны

$$(Q_{1X}, Q_{1Y}, Q_{1Z}) = \frac{(a, b, c)}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}} \quad (9)$$

Центр B окружности определяются как точка пересечения прямой с направляющим вектором (Q_{1X}, Q_{1Y}, Q_{1Z}) , проходящей через центр B_0 сферы с плоскостью окружности

$$x_{B'} = x_B - Q_{1X}d; y_{B'} = y_B - Q_{1Y}d; z_{B'} = z_B - Q_{1Z}d,$$

$$\text{где } d = (ax_{B'} + by_{B'} + cz_{B'} - 1) \cdot \frac{1}{\sqrt{a^2 + b^2 + c^2}}$$

Рассмотрим последнее условие (5), которое приводит к следующей системе уравнений:

$$\begin{bmatrix} \sum (\tilde{x}_{C_i}^2 + a_{ix}^2) & \sum (\tilde{x}_{C_i} \tilde{y}_{C_i} + a_{ix} a_{iy}) & \sum (\tilde{x}_{C_i} \tilde{z}_{C_i} + a_{ix} a_{iz}) & \sum \tilde{x}_{C_i} \\ \sum (\tilde{x}_{C_i} \tilde{y}_{C_i} + a_{ix} a_{iy}) & \sum (\tilde{y}_{C_i}^2 + a_{iy}^2) & \sum (\tilde{y}_{C_i} \tilde{z}_{C_i} + a_{iy} a_{iz}) & \sum \tilde{y}_{C_i} \\ \sum (\tilde{x}_{C_i} \tilde{z}_{C_i} + a_{ix} a_{iz}) & \sum (\tilde{y}_{C_i} \tilde{z}_{C_i} + a_{iy} a_{iz}) & \sum (\tilde{z}_{C_i}^2 + a_{iz}^2) & \sum \tilde{z}_{C_i} \\ \sum \tilde{x}_{C_i} & \sum \tilde{y}_{C_i} & \sum \tilde{z}_{C_i} & N \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_C \\ y_C \\ z_C \\ H_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum (R_{C_i}^2 \tilde{x}_{C_i} + f_i a_{ix}) \\ \sum (R_{C_i}^2 \tilde{y}_{C_i} + f_i a_{iy}) \\ \sum (R_{C_i}^2 \tilde{z}_{C_i} + f_i a_{iz}) \\ \sum \tilde{R}_{C_i}^2 \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} [\tilde{x}_{C_i}, \tilde{y}_{C_i}, \tilde{z}_{C_i}]^T &= -T_{02}^T [(X_A - X_{D_i})(Y_A - Y_{D_i})(Z_A - Z_{D_i})]^T + T_{12}^T [x_B, y_B, z_B, 1]^T; \\ [a_{ix}, a_{iy}, a_{iz}]^T &= T_{kj}^{-1} [a, b, c]^T; f_i = X_{C_i} a + Y_{C_i} b + Z_{C_i} c - 1. \end{aligned}$$

При определении искоемых параметров синтеза последовательные итерации осуществляются по следующему алгоритму:

1. Задаемся произвольно начальными точками $B^{(0)} \in Q_1$ и $C^{(0)} \in Q_2$.
2. Решаем систему уравнений (6) и определяем $X_A^{(1)}, Y_A^{(1)}, Z_A^{(1)}, R_1^{(1)}$.
3. Подставляя значения $A^{(1)} \in Q$ и $C^{(0)} \in Q_2$ в уравнение (7), определяем $x_B^{(1)}, y_B^{(1)}, z_B^{(1)}$.
4. Задаемся значениями $A^{(1)} \in Q$, $B^{(1)} \in Q_1$ и $C^{(1)} \in Q_2$ в уравнение (8), определяем коэффициенты плоскости a, b, c .
5. Задаемся значениями $X_A^{(1)}, Y_A^{(1)}, Z_A^{(1)}, x_B^{(1)}, y_B^{(1)}, z_B^{(1)}, a, b, c$ в уравнение (10), определяем $x_C^{(1)}, y_C^{(1)}, z_C^{(1)}$. Если $\max(|x_C^{(i+1)} - x_C^{(i)}|, |y_C^{(i+1)} - y_C^{(i)}|, |z_C^{(i+1)} - z_C^{(i)}|) \leq \varepsilon$, то итерационный процесс завершается.

В результате решения задачи синтеза определяются точки $A(X_A, Y_A, Z_A)$ в неподвижной системе координат, BOQ_1, COQ_2 такие, что совмещая с ними звено BC , получим искомую ИКЦ в виде незамкнутой цепи $ABCD$ типа BBC .

Задавая в различных комбинациях часть искоемых параметров синтеза, получим различные модификации ИКЦ.

1. Если заданы координаты точки $A(X_A, Y_A, Z_A)$ и Эйлеравы углы тела Q_1 и координаты точки $D_i(X_{Di}, Y_{Di}, Z_{Di})$ и Эйлеравы углы тела Q_2 , то получим трехзвенную незамкнутую цепь $ABCD$ типа BC .

Необходимые условия минимума суммы S в данном случае принимает вид:

$$\frac{\partial S}{\partial j} = 0; \quad (j = x_B, y_B, z_B, R, a, b, c, x_C, y_C, z_C)$$

и для нахождения минимума суммы S можно использовать выше приведенный алгоритм, учитывая, что параметры X_A, Y_A, Z_A заданы.

2. Пусть заданы координаты $x_B=y_B=z_B=0$ точки BOQ_1, COQ_2 и Эйлеравы углы тела Q_2 . Задача сводится к определению точки COQ_2 , которая в N положениях в смысле наименьших квадратов наименее уклоняется от окружности, принадлежащий неподвижной системе Q . Необходимые условия минимума суммы S :

$$\frac{\partial S}{\partial j} = 0; \quad (j = x_A, y_A, z_A, R, a, b, c, x_C, y_C, z_C)$$

Для ее решения можно применить выше приведенный алгоритм, полагая $x_B=y_B=z_B=0$, тогда получим модификация ИКЦ ACD типа BC , связывающее тело Q_2 со стойкой Q .

Рассмотрим синтез перемещающих шестизвенных механизмов по заданным положениям входного и выходного звеньев. Пусть заданы законы движения входного звена $Q_1(X_A, Y_A, Z_A, \theta_1^1 = \text{const}, \psi_1^1 = 0, \varphi_1^1)$ и выходного звена $Q_2(X_{Di}, Y_{Di}, Z_{Di}, \theta_2^2, \psi_2^2, \varphi_2^2)$ (рис. 2).

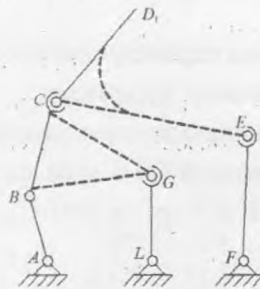


Рисунок 2

Число степеней подвижности ИКЦ $ABCD$ относительно стойки равно сумме подвижности входного и выходного звена механизма $W=5$. Чтобы получить механизм с одной степенью подвижности на ИКЦ $ABCD$ необходимо наложить геометрические связи с отрицательной степенью подвижности $W=-4$. Для этого дважды используем модификацию ИКЦ ACD имеющая степень свободы $W=-2$. В начале для синтеза данного механизма используем ИКЦ $ABCD$ составляя целевую функцию в виде:

$$S_1 = \sum_{i=1}^N [\Delta_{qi}^{(1)}(X_A, Y_A, Z_A, x_B, y_B, z_B, R, a, b, c, x_C, y_C, z_C)]^2$$

Синтез ИКЦ $ABCD$ осуществляется по выше приведенному алгоритму. Далее на основе выражения (1) и (9) определяются координаты $x_{B_i}, y_{B_i}, z_{B_i}$ точки B и направляющие косинусы звена BC . Синтезируем звено LG типа BC на основе модификации ACD (рис. 3). Целевая функция имеет вид:

$$S_2 = \sum_{i=1}^N [\Delta_{qi}^{(2)}(X_L, Y_L, Z_L, R, x_G, y_G, z_G, a, b, c)]^2$$

Аналогично синтезируем звено EF , используя ИКЦ ACD

$$S_3 = \sum_{i=1}^N [\Delta_{qi}^{(3)}(X_F, Y_F, Z_F, R, x_E, y_E, z_E, a, b, c)]^2$$

В итоге получим шестизвенный механизм II класса.

Используя аналогично выражение (1) можно синтезировать шестизвенные механизмы III и IV класса, которые показаны на рисунках 3 и 4. Однако синтез механизма IV класса проводится на основе модификации ИКЦ $ABCD$. При определении параметров звена LG , необходимо использовать модификацию ИКЦ $ABCD$.

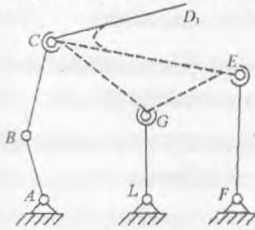


Рисунок 3

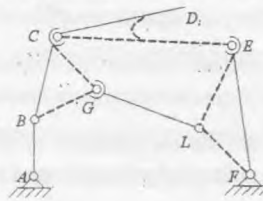


Рисунок 4

Таким образом, используя одну и ту же целевую функцию, составленную для синтеза ИКЦ и ее модификации, позволяет автоматизировать процесс синтеза пространственных рычажных механизмов по заданным положениям входного и выходного звеньев механизма.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джолдасбеков У.А., Дракунов Ю.М., Косболов С.Б., Молдабеков М.М. Синтез исходных кинематических цепей механизмов высоких классов. Изв. АН КазССР, серия физ.-мат., 1987, № 3, с. 65-70.
2. Косболов С.Б., Молдабеков М.М. Синтез исходных кинематических цепей со сферическими парами для пространственных механизмов. Вестник КазНТУ, 1(29)/2002, стр. 39-44.

УДК 622.012.2:622.838

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ СМЕЩЕНИЙ КОНТУРОВ МНОГОУРОВНЕВОЙ ШАХТЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ДИНАМИЧЕСКИХ И ГРАВИТАЦИОННЫХ СИЛ

М.М. Муздакбаев¹, Н.Т. Данаев²

*Актюбинский государственный университет
им.К.Жубанова¹*

*Казахский Национальный Университет
им.Аль-Фараби²*

Геостатикалы және техногенді әсері алаңында болатын көпдеңгейлі шахталардың нобайларын араластыру кезінде талдау жасалады.

Проводится анализ смещенный контуров многоуровневой шахты, находящейся в поле геостатического и техногенного воздействия.

The work carries out the analysis of displaced contours of a multilevel mine, which is in the sphere of geostatic and man-caused influence.

Многоуровневые шахты с выработками в различных горизонтах горного массива, в ходе многолетней эксплуатаций испытывают различные динамические нагрузки, например взрывы. Одновременно, он находится под весом налегающего горного массива, Представляет большой практический интерес выяснить, как смещаются контуры выработок под воздействием этих сил.

Постановка задачи

Для анализа полной картины деформированного состояния многоуровневой шахты находящейся в поле воздействия геостатического, и техногенного воздействия, рассматриваемая система подземного сооружения вместе с массивом, численно моделируется, конечно-элементным подходом.

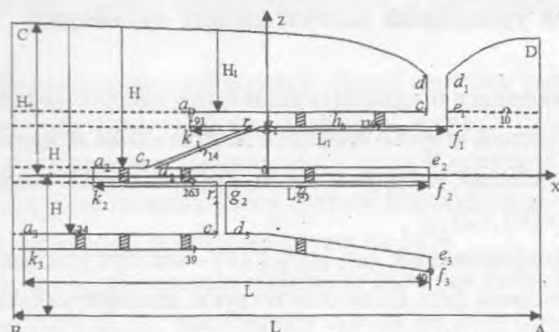


Рис. 1. Поперечное сечение расчетной области многоуровневой шахты

На рисунке 1 показано поперечное сечение трехуровневой системы выработок с целиками в горном массиве. Они взаимосвязаны между собой вертикальной и наклонными выработками. Длина расчетной области $ABCD$ равна $L = 2000\text{ м}$, высота $H = 800\text{ м}$. Расстояния от оси Ox , до земной поверхности, $H_1 = 400\text{ м}$, а до нижней границы расчетной области $ABCD$, $H_2 = 400\text{ м}$. Выработки находятся на глубинах: $H_1 = 250\text{ м}$, $H_2 = 310\text{ м}$, $H_3 = 400\text{ м}$ и все они имеют высоту равную $h_s = 4\text{ м}$. Их длина соответственно равны: $L_1 = 160\text{ м}$, $L_2 = 250\text{ м}$, $L_3 = 300\text{ м}$, причем правый конец третьей нижней имеет наклон вниз под углом $\varphi = 15^\circ$.

Физико-механические характеристики анизотропного трансформированного массива состоящего из пласта угля, закладочного материала и геологического разлома взяты из работы [4] и равны:

$$E_1 = 2.0 \cdot 10^4 \text{ Мпа}, E_2 = 1.5 \cdot 10^3 \text{ Мпа}, E_3 = 3.0 \cdot 10^2 \text{ Мпа}, E_4 = 2.0 \cdot 10^3 \text{ Мпа},$$

$$\nu_1 = 0.28, \nu_2 = 0.3, \nu_3 = 0.32, \nu_4 = 0.26, \gamma_1 \cdot 10^2 \text{ Мн/м}^3 = 2.46,$$

$$\gamma_2 \cdot 10^2 \text{ Мн/м}^3 = 2.40, \gamma_3 \cdot 10^2 \text{ Мн/м}^3 = 2.00, \gamma_4 \cdot 10^2 \text{ Мн/м}^3 = 2.30.$$

Поставлены следующие граничные условия: Поверхность земли CD свободна от напряжений $\sigma_z = \tau_{zx} = 0$. На боковых сторонах расчетной области $ABCD$, BC и AD : $u = 0$, а в ее нижней части AB : $u = 0$; $v = 0$.

Расчетная область. Единого критерия выбора границ расчетной области для решения статических и динамических задач в МКЭ не существует. Поэтому размеры расчетной области выбираются по критериям указанные в работе [4] из условия выполнения \mathcal{H} по гипотезе Динника и из других физических условий задач.

В нетронутом массиве предполагается только вертикальные перемещения $u^0 = w^0 = 0$, $v^0 = v(y)$. Литостатическое давление на глубине H определяется как

$$\sigma_y^0 = -\gamma H, \sigma_x^0 = -\lambda \gamma H, \lambda = \frac{\nu}{1-\nu} \quad (1)$$

где γ – объемный вес породы; ν – коэффициент Пуассона; λ – коэффициент бокового распора.

Алгоритм решения уравнений вынужденных колебаний

Многие физические явления и процессы описываются системой обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка с постоянными коэффициентами. Например, уравнения колебаний упругой области, в общем случае имеет вид

$$[M]\{\ddot{u}\} + [C]\{\dot{u}\} + [K]\{u\} = \{F\}, \quad (2)$$

где $[C]$ – матрица демпфирования; $\{\ddot{u}\}$, $\{\dot{u}\}$, $\{u\}$, $\{F\}$ – вектора ускорения, скорости, перемещения и внешних сил. Если отсутствуют демпфирующие силы, то система (2) переходит к виду

$$[M]\{\ddot{u}\} + [R]\{u\} = \{F\}. \quad (3)$$

Если в пределах времени Δt ускорение, скорость и перемещение меняются линейно, то в последующем интервале $q + \Delta t$ их значения вычисляются в виде, соотношений предложенные А.П.Синициным в [5]:

После соответствующих преобразований (3) имеет вид

$$[\overline{M}]\{\ddot{u}\}_{t+\Delta t} = \{\overline{F}\} \quad (4)$$

где

$$[\overline{M}] = [M] + \frac{(\Delta t)^2}{6}[K], \quad \{\overline{F}\} = \{F\} - [K]\{u\}_q + \{\dot{u}\}_q \Delta t + \frac{(\Delta t)^2}{3}\{\ddot{u}\}_q. \quad (5)$$

$[\overline{M}]$ – независимая от времени постоянная матрица.

Согласно А.П.Синицину [5], проведя преобразования связанные с учетом матрицы демпфирования $[C]$, получим следующую систему

$$[\overline{M}']\{\ddot{u}\}_{t+\Delta t} = \{\overline{F}'\} \quad (6)$$

где матрицы $[\overline{M}']$ и $\{\overline{F}'\}$ имеют вид:

$$[\overline{M}'] = \left[[M] + \frac{\Delta t}{2}[C] + \frac{(\Delta t)^2}{6}[K] \right] \quad (7)$$

$$\{\overline{F}'\} = \left[\alpha[M] + \beta[K] \left[\{\dot{u}\}_q + \frac{\Delta t}{2}\{\ddot{u}\}_q \right] + \{\overline{F}\} \right] \quad (8)$$

Систему (6) можно решить любым из численных методов (Гаусса, Зейделя и т.д.) для каждого шага Δt . $\{\overline{F}'\}$ может быть однократным импульсом типа удара или нестационарное внешнее воздействие.

Анализировались вынужденные колебания контурных узлов всех выработок шахты и соединяющий их наклонной и вертикальных стволов. В работе, приведены вынужденные колебания всей системы многоуровневой шахты в различные моменты времени.

На рис.2 показаны их смещения в моменты времени: $t = 1.02 \text{сек}$; (рис.2а), $t = 1.34 \text{сек}$; (рис.2б), $t = 1.44 \text{сек}$; (рис.2в). Видно, что они принимают три различные положения. На рис.2а, также показаны пунктирной линией, смещения всей многоуровневой шахты под действием собственного веса налегающего над ним горного массива. Из данного рисунка видно, что под тяжестью налегающего горного массива, вся многоуровневая шахта опускается вниз. Наибольшие сме-

щения вниз имеют узлы первой выработки, а наименьшие смещения вниз узлы третьей.

Отметим некоторые особенности общей картины смещения. Сравнение перемещения по вертикальной компоненте v , нижних узлов второй выработки, с таким же перемещением нижних узлов первой показали, что они уменьшились на 16%. Смещение нижних узлов третьей выработки по сравнению со смещением нижних узлов второй уменьшается уже на 18%.

Рассмотрим вертикальные смещения стен наклонной и вертикальных стволов. Левая сторона r_{1c_2} наклонного ствола на 24% больше смещается, чем ее правая g_{1d_2} . Правая сторона g_{3d_3} вертикального ствола на 10% больше смещается, чем ее левая сторона r_{2c_3} .

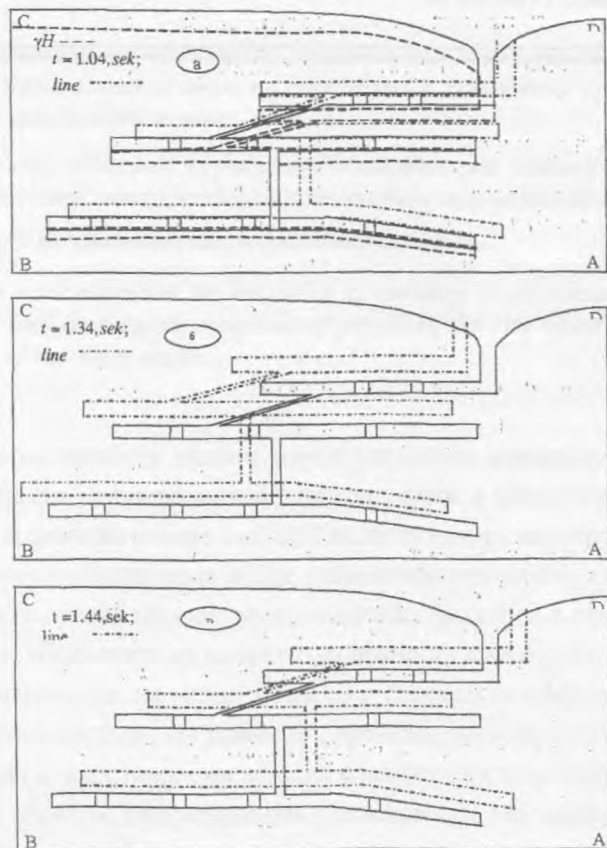


Рис.2. Графики колебаний массива при: а) ; б) ; в)

ЛИТЕРАТУРА

1. Зенкевич О. Метод конечных элементов в технике.-М.: Мир,1975.-541с.
 2. Сегерлинд Л. Применение метода конечных элементов.-М.: Мир,1979.-376с.
 3. Бате К., Вильсон Е. Численные методы анализа и метода конечных элементов. М.: Стройиздат, 1982.-447с.
 4. Баймахан Р.Б. Расчет сейсмонапряженного состояния подземных сооружений в неоднородной толще методом конечных элементов.-Алматы.:Дауир, 2002.-282с.
 5. Синицин А.П. Метод конечных элементов в динамике сооружений.-М.:Стройиздат, 1978.-281с.
-

УДК 62-192

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ МАШИНЫ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ

М.С. Муздыбаев

Восточно-Казахстанский государственный технический
университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск,
Казахстан

Дается оценка надежности машин блочно-модульной конструкции, а также предлагаются меры по обеспечению повышения прочности и выносливости деталей машин.

Блокты-модульді құрылымды машиналарға сенімділік бағасы беріледі, сонымен қатар машиналар детальдері төзімділігі мен беріктігін жетілдіруді қамтамасыз ету шаралары ұсынылады.

The work estimates the reliability of building block construction machines, as well as suggests measures of providing the rise of reliability and durability of machines parts.

Повышению надежности машин всегда уделялось повышенное внимание. Однако в настоящее время возникла необходимость в обеспечении конкурентоспособности машин на основе высокой надежности их конструкции. Как показал анализ ранее выполненных работ, повышение прочности и выносливости деталей машин без учета технико-экономических факторов в сфере эксплуатации не позволяет обеспечить их высокую надежность и конкурентоспособность. В частности, возрастает их металлоемкость, снижается эффективность. При этом в сфере эксплуатации по причине нерентабельности отсутствует производственная база для реставрации деталей различными технологическими способами. Таким образом, сформированы предпосылки для создания такой конструкции машин, компоновка которых в случае отказа позволяла бы быстро заменять отдельные узлы и агрегаты. При этом на момент замены они должны иметь минимальный остаточный ресурс.

Рассмотрим некоторую техническую систему, состоящую из конечного числа подсистем и элементов. Пусть каждая подсистема представляет собой функ-

циональный модуль, состоящий в свою очередь из элементов и (или) групп элементов, объединяемых в некоторый блок. Для систематизации основных понятий под модулем предложено понимать некий агрегат, представляющий совокупность взаимодействующих элементов, самостоятельно выполняющий назначенные функции по преобразованию (сохранению) энергии. Тогда блоком следует именовать механизм (узел) как совокупность взаимодействующих элементов, предназначенных для передачи энергии без ее преобразования либо управления процессом ее передачи. На основе системного подхода каждый из таких модулей и блоков можно рассматривать самостоятельно как некоторую техническую систему.

Предложен ряд конструктивных и функциональных требований, которым должен отвечать каждый конструктивный модуль и блок. Они могут служить основой для создания машины блочно-модульной конструкции. Главное достоинство указанных требований заключается в реализации системного подхода к созданию машин, которым будет присуще:

- полная унификация отдельных конструктивных компонентов машины – позволит повысить количество вариантов компоновки машины из унифицированных блоков и модулей;
- повышение удобства монтажа и демонтажа технической системы их унифицированных блоков и модулей – упрощается технологический процесс сборки и разборки машины;
- сокращение времени изъятия и установки отдельного блока или модуля – повышается ремонтопригодность машины при условии отсутствия необходимости ремонтировать сам блок либо модуль.

С одной стороны это существенно упрощает производство машины с позиций унификации ее компонентов. Существенное расширение модельного ряда машины достигается на использовании принципов комбинаторики при базировании на едином (типовом) несущем элементе (платформе). Разработка подобного модельного ряда является менее дорогостоящим, что позволяет снизить себестоимость разработки и производства машины. С другой стороны, это позволит существенно повысить коммерческую привлекательность машины за счет расширения гаммы моделей по критерию комплектации в соответствии с функциональным назначением, повысить универсальность машины как шасси, способного трансформироваться с использованием дополнительных компонентов (модификации машины с заменяемыми рабочими органами).

При условии обеспечения высокой надежности конструктивных модулей и блоков сокращается объем эксплуатационных затрат на поддержание работос-

способности машин. Унификация блоков и модулей упрощает технологию монтажно-демонтажных работ и облегчает техническое содержание машин. Отказ от необходимости ремонта блоков и модулей позволит от необходимости содержать дорогостоящую ремонтную базу на предприятиях в сфере эксплуатации. Кроме того, обеспечение высокой безотказности и равной долговечности блоков и модулей с ресурсом машины при условии отказа от их ремонта позволит достичь высокой надежности машины и обеспечить ее высокую конкурентоспособность.

Для задания требований к надежности блоков и модулей машины необходимо учитывать характер ее технического содержания в эксплуатации. При эксплуатации машин блочно-модульной конструкции неизбежно возникнет поток отказов блоков и модулей, требований ремонта с целью восстановления работоспособности машины путем их замены. Целесообразно отказаться от обязательной процедуры ремонта самих блоков и модулей. Это позволит сократить ремонтные работы, снизить потребность в технологическом оборудовании.

Условно примем, что блоки и модули состоят из деталей сопоставимой долговечности с минимальной разницей значений наработок до отказа. Предложено называть их деталями равной долговечности. Тогда при отказе одной из деталей блока или модуля все остальные детали находятся в предотказном состоянии. Ремонтировать такой блок или модуль экономически невыгодно. Достаточно будет обеспечить технологический процесс замены отказавших блоков и модулей. В таком случае эксплуатационные предприятия могут не иметь комплексную, дорогостоящую, высокотехнологичную базу, необходимую для выполнения ремонтных работ, а также не содержать высококвалифицированный персонал ремонтников.

Известно, что при каждом разъединении деталей существующих агрегатов (узлов) нарушается характер сопряжения их приработанных поверхностей. В период ввода агрегата в эксплуатацию после ремонта неизбежен новый процесс приработки сопрягаемых поверхностей замененных и попутно извлекавшихся деталей, сопровождающийся их интенсивным износом. С позиций обеспечения долговечности агрегатов и узлов машин, а также снижения затрат на поддержание их эксплуатационной надежности важно сократить до минимума количество разборочно-сборочных работ.

Предложено формировать безотказность отдельно взятого блока (модулей) на основе оценки ресурсных показателей входящих в него элементов. С учетом того, что функциональная модель безотказности блока (модуля), как правило, представляет собой техническую систему из M последовательно соединенных элементов, то средняя наработка блока на отказ оценивается по извест-

тной формуле [1]

$$T_{до_{сн}} = \int_0^{\infty} P_{до_{сн}}(t) dt = \int_0^{\infty} \prod_{i=1}^M P_{oi}(t) dt \quad (1)$$

где $P_{oi}(t)$ - вероятность безотказной работы i элемента j блока.

Тогда средняя наработка системы из N блоков на отказ будет определяться как

$$T_{до} = \int_0^{\infty} \prod_{i=1}^N P_{до_{сн}}(t) dt = \int_0^{\infty} \prod_{i=1}^N \prod_{j=1}^M P_{oi}(t) dt \quad (2)$$

При этом средняя наработка системы на отказ оценивается формулой

$$T_{до} = \frac{t_2 - t_1}{\Omega_u(t_2) - \Omega_u(t_1)} \quad (3)$$

где $\Omega_u(t)$ - ведущая функция потока отказов технической системы [2].

$$\Omega_u(t) = \sum_{i=1}^N \Omega_{до_{сн}}(t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M \Omega_{oi}(t) \quad (4)$$

где $\Omega_{oi}(t)$ - ведущая функция потока отказов i элемента j блока.

С учетом предлагаемой модели обеспечения сопоставимой долговечности деталей рассматриваемого блока с целью его замены в сборе значение ведущей функции потока отказов блока будет равно значению ведущей функции потока отказов наименее надежной детали блока

$$\Omega_{до_{сн}}(t) = \Omega_{до_{сн}}(t) \quad (5)$$

При этом средняя наработка блока на отказ будет равна

$$T_{до_{сн}} = \frac{t}{\Omega_{до_{сн}}(t)} \quad (6)$$

Установлено, что чем выше качество каждого из элементов блока, тем меньше рассеивание ресурсов блока. Для снижения величины недоиспользованного остаточного ресурса деталей блока необходимо максимально повысить концентрацию ресурсов деталей в окрестностях среднего значения. Теоретически это достижимо путем повышения стабильности технологии изготовления и сборки блоков. При этом блок, имеющий собственные ресурсные показатели, сам является элементом по отношению к вышестоящему иерархическому делению технической системы на подсистемы и элементы.

Поскольку ресурсные показатели блока (модуля) могут отличаться друг от друга, то с целью сокращения количества демонтажных операций и разъединений приработанных пар сопряженных деталей, блоки должны иметь рационально заложенный ресурсный потенциал. Блоки деталей, расположенные на более глубоком уровне разборки машины либо агрегата (модуля), должны иметь больший по величине ресурс. С учетом дискретности количества ремонтов, ресурсы глубже расположенных блоков должны иметь средний ресурс больше в це-

ное число раз по отношению к ближайшему поверхностному уровню разборки агрегата (модуля), машины.

Последовательность технологических уровней разборки предполагает, что наименьший ресурс более глубоко расположенного блока должен быть равен либо быть больше самого долговечного блока поверхностного уровня в z раз. Причем на каждом уровне разборки агрегата (машины) целесообразно обеспечить равный ресурс блоков. Это позволит существенно сократить количество ремонтов технической системы и снизить затраты на поддержание ее надежности. Тогда ресурс блоков каждого следующего j уровня разборки машины будет кратен ресурсу наиболее безотказного блока, расположенного на первом уровне разборки машины

$$\bar{T}_{\delta z_k} = \bar{T}_{\delta \alpha_k} \prod_{l=1}^k z_l. \quad (6)$$

Поскольку ресурсные показатели отдельных блоков и модулей на одном технологическом уровне разборки машины могут отличаться, то их следует объединять в группы блоков совместных замен. При объединении подобных блоков в группу совместных замен во внимание следует принимать ресурсный фактор. Эффективность использования каждой системы замен блоков и модулей, а также выявление оптимальной РТР производится на основе оценки затрат $C_{mi}(t)$ на поддержание эксплуатационной надежности машин в функции продолжительности их использования t

$$C_{m_k}(t) = \sum_{i=1}^N C_{mi}(t), \quad (7)$$

где $C_{mi}(t)$ – затраты на устранение отказа i блока ($i=1 \dots N$).

Для определения затрат, связанных с заменой i блока, предложено использовать выражение вида

$$C_{mi}(t) = C_{отк_i} \Omega_{\delta \alpha_i}(t), \quad (8)$$

где $\Omega_{\delta \alpha_i}(t)$ – ведущая функция потока отказов i блока,

Величина $C_{отк_i}$ – это средняя стоимость устранения отказа, определяемая с учетом стоимости блока, расхода материалов, трудовых затрат и средней стоимости компенсации простоя машины при устранении отказа

$$C_{отк_i} = C_{\delta \alpha_i} + C_{мат_i} + C_{труд_i} + C_{прост_i}. \quad (9)$$

При условии неизменности технологии ремонтных работ расход материалов $C_{мат_i}$ для конкретного вида отказа можно считать условно постоянной величиной. Однако предлагаемый широкий выбор материалов в условиях рыночной экономики также предполагает введение дифференцированного учета их стоимости.

Поскольку устранение отказа есть технологический процесс, определяемый техническими условиями еще на стадии создания изделия, то трудовые затраты для устранения отказа следует определять исходя из технологической сложности и трудоемкости работ с учетом квалификации привлекаемых исполнителей на ремонтных постах и специализированных участках как

$$C_{\text{труд}_i} = \delta_{\text{пост}_i} \tau_{\text{пост}_i} + \delta_{\text{уч}_i} \tau_{\text{уч}_i} \quad (10)$$

где $\delta_{\text{пост}_i}$ – стоимость 1 чел-ч, постовых работ при замене i -й детали, тенге/чел-ч,

$\tau_{\text{пост}_i}$ – трудоемкость, постовых работ при замене i -й детали, чел-ч.

$\delta_{\text{уч}_i}$ – стоимость 1 чел-ч, участковых работ при замене i -й детали, тенге/чел-ч,

$\tau_{\text{уч}_i}$ – трудоемкость, участковых работ при замене i -й детали, чел-ч.

С учетом предлагаемого сокращения ремонтных работ по восстановлению работоспособности снимаемых сборочных единиц (узлов) в виде конструктивных блоков регламентированной долговечности при определении стоимости трудовых затрат следует учитывать только трудоемкость постовых работ

$$C_{\text{труд}_i} = \delta_{\text{пост}_i} \tau_{\text{пост}_i} \quad (11)$$

Регламентируя способ и технологию восстановления работоспособности машины путем быстрой замены легкоъемных блоков и модулей становится возможным сократить трудоемкость постовых работ. При этом в состав экономии войдет стоимость участковых работ и часть стоимости постовых работ

$$\Delta C_{\text{труд}_i} = \delta_{\text{пост}_i} \Delta \tau_{\text{пост}_i} + \delta_{\text{уч}_i} \tau_{\text{уч}_i} \quad (12)$$

Организация ремонтных работ характеризуется не только трудоемкостью ремонтных работ, но и условиями транспортировки машины к месту ремонта, а также временем ожидания ремонта. При этом необходимо учесть дополнительную составляющую, обусловленную требованием рыночной экономики – штраф (пеня), отражающую ответственность подрядчика за срыв принятых по контракту обязательств.

Тогда стоимость простоя машины в ремонте будет определяться как

$$C_{\text{прост}_i} = \delta_{\text{прост}_i} (\tau_{\text{пост}_i} + \tau_{\text{уч}_i} + \tau_{\text{тран}_i} + \tau_{\text{ож}_i}) + \delta_{\text{тран}_i} \tau_{\text{тран}_i} + C_{\text{штраф}_i} \quad (13)$$

где $\delta_{\text{прост}_i}$ – стоимость 1 часа простоя машины при замене i -й детали, тенге/ч

$\tau_{\text{ож}_i}$ – продолжительность ожидания ремонта машины при замене i -й детали, ч,

$\delta_{\text{тран}_i}$ – стоимость 1 часа транспортировки машины к месту ремонта, тенге/ч,

$\tau_{\text{тран}_i}$ – продолжительность транспортировки машины к месту ремонта, ч,

$C_{\text{штраф}_i}$ – стоимость штрафа (неустойки по контракту), тенге.

С учетом использования неремонтируемых блоков и модулей появится экономия времени простоя машины на участках работ. При этом стоимость компенсации простоя машины составит

$$C_{\text{прост}} = \delta_{\text{прост}} (\tau_{\text{пост}} + \tau_{\text{транс}} + \tau_{\text{ож}}) + \delta_{\text{транс}} \tau_{\text{транс}} + C_{\text{штраф}} \quad (14)$$

При этом дополнительная экономия составит

$$\Delta C_{\text{прост}} = \delta_{\text{прост}} \tau_{\text{уч}} \quad (15)$$

Тогда выражение (7) примет вид

$$C_{\text{уд}}(t) = \sum_{i=1}^N C_{\text{отк}} \Omega_{\text{бл}}(t) \quad (16)$$

В соответствии с технико-экономическим методом определения оптимальной долговечности машин [2] определяется минимум суммарных удельных затрат $C_{\text{уд min}}$ и соответствующий ему оптимальный ресурс $t_{\text{опт}}$. При этом уровень надежности машины [3] равен

$$n = \frac{C_u}{\sum_{i=1}^N C_{\text{отк}} \Omega_{\text{бл}}(t_{\text{опт}})} \quad (17)$$

При этом выражение для оценки минимума суммарных удельных затрат $C_{\text{уд min}}$ [2] примет вид

$$C_{\text{уд min}} = C_{\text{уд}}(t_{\text{опт}}) = \frac{C_u}{t_{\text{опт}}} + \sum_{i=1}^N \frac{C_{\text{отк}i}}{T_{\text{но}i}} \quad (18)$$

где $T_{\text{но}i}$ – средняя наработка i блока на отказ за период эксплуатации $t_{\text{опт}}$.

Для повышения уровня надежности машин необходимо оптимизировать распределение совокупных затрат $C_{\text{уд}}(t)$ на изготовление машины и на поддержание ее надежности. Выражение вида (18) в прямом виде отражает связь суммарных удельных затрат $C_{\text{уд}}(t)$ по рассматриваемой технической системе с безотказностью ее блоков. При этом из анализа формулы следует, что чем выше значение $T_{\text{но}i}$, тем меньше затрат потребуется на восстановление работоспособности машины при замене i блока. Таким образом, прогнозируемые значения затрат на восстановление работоспособности машин неразрывно связаны с безотказностью и долговечностью каждого ее блока либо модуля.

При этом детали блоков с избыточной долговечностью можно заменить другими с величиной наработки не менее чем средняя наработка блока на отказ. Высвобождаемые при таком подходе средства можно инвестировать в недостаточно долговечные детали. При этом появляется возможность выбора более качественных сортов материалов, более эффективных методов их обработки. Принято допущение, что объем высвобождаемых средств будет равен объему инвестиций в улучшение надежности деталей. В таком случае стоимость изготовления машины не изменится. Но будут сокращены затраты на поддер-

жание надежности машины в эксплуатации. В результате суммарные удельные затраты $C_{\text{уд}}(t)$ будут снижаться.

Таким образом, принцип повышения надежности машины блочно-модульной конструкции состоит в обеспечении сопоставимой (условно равной либо кратной) долговечности деталей в составе каждого из ее модулей и блоков, минимизации трудоемкости их замены, а также сокращения остаточного ресурса входящих в состав блока элементов. При этом появляется возможность значительного упрощения конструкции блока и ее более компактного исполнения, т.к. нет необходимости обеспечивать удобство выполнения демонтажа самого блока после его снятия с машины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гнеденко Б.В. Надежность и эффективность в технике: Справочник. В 10 т., Т. 2.: Математические методы в теории надежности и эффективности / Под ред. Б.В. Гнеденко. М.: Машиностроение, 1987, 280 с.
 2. ГОСТ 27.002-89 Надежность в технике. Общие понятия. Термины и определения.
 3. Шейнин А.М. Основные принципы управления надежностью машин в эксплуатации. М.: Знание, 1977, Ч.1, 68 с., Ч.2, 43 с.
-

УДК 517.13

О ЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ ТЕОРИИ ДЕЙСТВИТЕЛЬНЫХ ЧИСЕЛ В КУРСЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Г.М. Муканов, Б.Т. Кусаинова

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Негізгі мақалада математикалық талдау курсында нақты сандар теориясынан логикалық құрылымның нұсқаларының бірі келтірілген.

В настоящей статье приводится один из вариантов логической структуры теории действительных чисел в курсе математического анализа.

The present article brings forth one of the variants of the logical structure of the theory of real numbers in the course of mathematical analysis.

Основные свойства бесконечно малых, на основе которых доказываются основные свойства функций, определенные на множестве действительных чисел и строятся операции их дифференцирования и интегрирования, опираются на свойства непрерывности (полноты) множества действительных чисел и компактности любого его ограниченного подмножества. В последующем выясняется (особенно в теории функций действительного переменного и в функциональном анализе), что отображения определенным в абстрактных пространствах, обладающих аналогичными свойствами, придают основные свойства функций, определенные на множествах действительных чисел. Отсюда актуальность глубокого освоения названных свойств множества действительных чисел специалистами, использующим методы анализа в своих исследованиях.

Свойство непрерывности множества действительных чисел может быть сформулировано в виде пяти эквивалентных между собой предложений. Они: Теорема Дедекинда; критерий Коши; Лемма о вложенных сегментах; теорема о существовании точной верхней (нижней) грани ограниченного сверху (снизу) множества и теории о существовании предела монотонно возрастающей (убывающей) и ограниченной сверху (снизу) последовательности. Теория действительных чисел в курсе математического анализа строится на базе следующих групп аксиом:

I Аксиомы операции сложения и умножения;

II Аксиомы порядка;

III Аксиома Архимеда;

IV Аксиома непрерывности множества действительных чисел.

На основе этих аксиом вводится понятие действительного числа и определяются основные операции над ними. Логическая структура теории действительных чисел зависит от того какое из выше перечисленных предложений будет принято за аксиому непрерывности.

Глобальная логическая структура свойства непрерывности множества действительных чисел приведена на рис. 1.

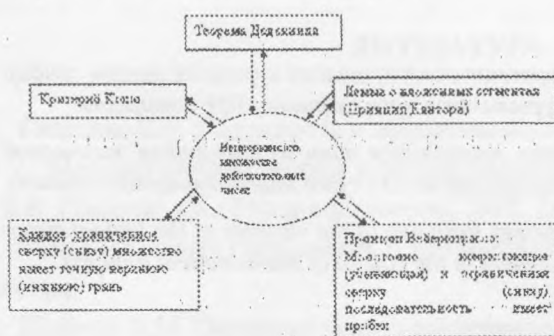


Рис 1.

В настоящей статье приводится один из вариантов логической структуры теории действительных чисел, где, следуя Г. М. Фихтенгольцу [1], за аксиому непрерывности будет принято утверждение Дедекинда.

Дедекинд, опираясь на аксиому порядка, в множестве рациональных чисел определяет сечение, относительно которого утверждается:

1. В нижнем классе нет наибольшего, тогда в верхнем классе есть наименьшее число;
2. в верхнем классе нет наименьшего, тогда в нижнем классе есть наибольшее число;
3. в нижнем классе нет наибольшего и в верхнем нет наименьшего числа.

Числа определенные сечениями первого и второго типов называются **рациональными** (обозначение Q), а третьего типа **иррациональными** (обозначение J), а рациональные и иррациональные числа в совокупности называются **действительными** (обозначение R) и формулируется основной принцип (аксиома): **во множестве действительных чисел возможны лишь сечения первого и второго типов.** Теперь, число, определенное сечением $\alpha = \frac{A}{A'}$ называется **действительным**. При этом условно принято число α отнести к нижнему

классу. После этого соглашения аксиома непрерывности формулируется так:

IV. Аксиома непрерывности. Каждое действительное число α определяется сечением A/B , где он является наибольшим в нижнем классе A , а в верхнем классе B нет наименьшего, и, наоборот, каждое сечение A/B определяет действительное число α , которое является наибольшим в нижнем классе A .

При таком определении действительного числа порядок во множестве действительных чисел определяется по правилу: два числа $\alpha = \frac{A}{A'}$ и $\beta = \frac{B}{B'}$ считаются равными, если $A=B$ (в смысле равенства множеств) и $\alpha > \beta$ ($\alpha < \beta$), если $A \supset B$ ($A \subset B$). При таком определении порядка легко доказывается, что между двумя действительными числами возможен только один из трех отношений: $=$, $>$ и $<$, и выполненность аксиом порядка.

После установления порядка необходимо доказать всюду плотность множества рациональных чисел во множестве действительных чисел. Это дает возможность определить основные арифметические операции во множестве действительных чисел. Например, операция сложения определяется следующим образом: 1) пусть даны числа $\alpha = \frac{A}{A'}$, $\beta = \frac{B}{B'}$. Рассмотрим рациональные числа r, r' и q, q' такие, что $r < \alpha < r'$ и $q < \beta < q'$. 2) Суммой $\alpha + \beta$ назовем такое действительное число γ , которое содержится между всеми суммами вида $r+q$ с одной стороны, и всеми суммами вида $r'+q'$, - с другой:

$$r + q < \gamma < r' + q'.$$

Этим определяется сечение во множестве рациональных чисел.

Теперь достаточно положить

$$\gamma = \sup\{r+q\}.$$

Тогда $r + q \leq \gamma$ и, в то же время, $\gamma < r'+q'$.

После определения суммы устанавливается её единственность.

Точно так же определяется произведение двух действительных чисел и показывается выполнимость аксиом суммы, произведения и аксиома Архимеда.

Особое место в теории действительных чисел занимает доказательство теорем, эквивалентных аксиоме Дедекинда. Они указаны в глобальной структуре свойства непрерывности множества действительных чисел. Логическая структура этой части теории действительных чисел требует отдельного рассмотрения.

На этом этапе исследования, логическая структура теории действительных

чисел приведена на рис. 2.

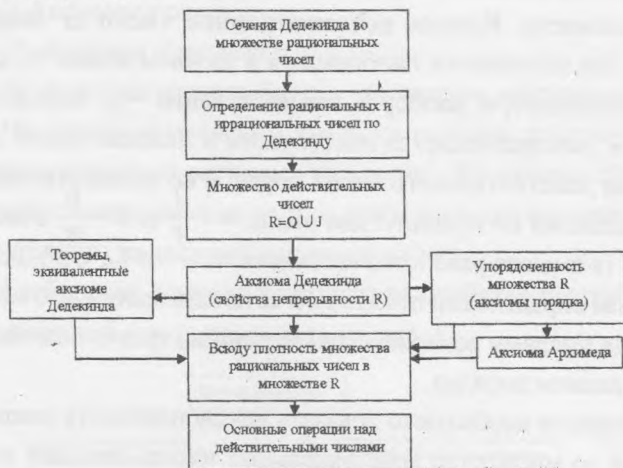


Рис. 2.

ЛИТЕРАТУРА

1 Г. М. Фихтенгольц, Основы математического анализа, Т.1, М-1937.

УДК 371.315:537

ФИЗИКА КУРСЫНДА РАДИОЭЛЕКТРОНИКА НЕГІЗДЕРІН ДАМЫТА ОҚЫТУ ӘДІСІН ҚОЛДАНУДЫҢ ТЕОРИЯСЫ МЕН ҒЫЛЫМИ ӘДІСТЕМЕСІ

Қ.М. Мұқашев, К.С. Шадинова

Абай атындағы ҚазҰПУ.,

С.Д. Асфендияров атындағы ҚазҰМУ

В статье сообщается о научной методике применения метода развивающего обучения основам радиоэлектроники на курсах физики.

Мақалада физика курсында радиоэлектроника негіздерін дамыта оқыту әдісін қолданудың теориясы мен ғылыми әдістемесі туралы.

The article reports on the scientifically grounded methodology of applying the method of developing training to the foundations of radio electronics teaching in the course of physics.

XX-ғасырдың екінші жартысында білім беру, оқыту жүйесінің эволюциясы адамзаттың қол жеткен табыстарымен салыстыра отырып талдаудан өткізілсе, бұрын-соңды елеусіз болып келген тенденцияны байқауға болады. Білім қорының ешбір бөгетсіз өрлеуінен, ал адамның оны игеру мүмкіндігінің шектеулі дамуына байланысты және оқушының еңбегінің өнімділігінің төмендігінен дәстүрлі оқыту әдісінің негізінде қоғамның объективті мұқтажын өтеуге қажетті білімділікке ол өзінің бүкіл ғұмырын сарп ете отырып жете алатын емес. Білімділікті Q әрбір тұлғаның жеке басының игерген білім мөлшерінің (X) білімнің барлық қорына (Y) қатынасымен анықтауға болады: $Q=X/Y$. Ендеше білімділік уақыт өткен сайын төмендей бермек. Мұны оқыту үрдісінің тоқырауы десек, ол кейін бүкіл адамзат өркениетінің тоқырауына айналып кетуі ықтимал деген қауып та жоқ емес. Өйткені тек білім ғана адамзатқа оны алдағы уақытта не күтіп тұрғанын анықтауға, соның нәтижесінде мүлдем құрып кетуден сақтануға мүмкіндік беретін жалғыз күш. Ендеше жаңа ғасыр ұрпақтарына қазіргі стандарттан әлдеқайда жоғары дәрежедегі білім қажет, ал оны меңгеру үшін және білім беру ісіндегі кризистік жағдайларды түзету үшін оқыту үрдісі тарапынан революциялық жаңа технология керектігі әбден түсінікті болып отыр.

Соған байланысты, соңғы кездері ұстаздар қауымының көңілі білім беру саласында оңды өзгерістер кіргізуге мүмкіндігі мол деген дамыта оқыту әдісіне аударылуда. Дамыта оқыту дәстүрлі білім беру әдісіне бәсекелес болуға жарайтын, өзіндік ұстанымы бар бүтіндей бір педагогикалық жүйелі бағыт. Бұл әдістің негізгі мақсаты - жас жеткіншектердің өздігінен дамуына, тәрбиеленуіне, жетілуіне, оның зерделік және шығармашылық қабілеттерін ашу арқылы мүмкіндік туғызу. Осындай жағдайда мектеп деңгейінде білім берудің мазмұнын ғылыми түсініктер мен ұғымдар тұрғысынан дамыта оқытудың ұстанымдарына сәйкес түбегейлі өзгертудің қажеттігі туындайды. Оқытудың осы әдісіне жүгіну барысында оқушы оқу үрдісінің бірден-бір субъектісі ретінде өзін-өзі дамытуға, өздігінен білімі мен машықтығын жетілдіруге деген мұқтаждықты үздіксіз сезінеді. Ендеше дамыта оқытудың басты мағынасы оқушының өз бетінше оқуына, оның санасында сол үшін қажетті қабілеттілікті дамытуға жол ашу, сөйлей білуге, талдау жасауға, болжай білуге, әрекетті жоспарлауға, мәселені көре білуге, түрлі болжамдар ұсынып, оны дәлелдей білуге және өз ісіне баға беруге қажетті жаңа психологиялық үрдістер мен туындыларды қалыптастыру.

Осы тұрғыдан дамыта оқыту әдісінің жетекші идеяларын төмендегі қағидалармен суреттеуге болады. Егер:

- оқу үрдісі оқушының материалды игеруге ынталандыра түсетіндей болып ұйымдастырылса;
- оқыту барысында оқушыға берілетін бүгінгі тапсырма кешегіге қарағанда қиындау болып, оны қосымша ізденуге жетелесе;
- әрбір тапсырма еңбектену барысында оқушыны аз болса да жеңіске жетелейтіндей, қол жеткен табысқа мақтанатындай болып берілсе;
- оқушының еңбегі орындау нәтижесі үшін емес, орындау тәсілін шешкені үшін бағаланса;
- оқушыны білімді игерудегі табысын қатарындағы құрдасымен емес, өзінің бұған дейінгі деңгейімен салыстыру арқылы бағаланса;
- пікір сайысына (диспут) қатысу, шығармашылық бағыттағы баяндама жасау, конструкторлық тапсырмалар орындау арқылы "сыртқы" ғылым оқушының ішкі біліміне тасымалдану шаралары ескерілсе, сонда ғана оқыту ісі дамымалы болмақ.

УДК 631.3.02:519.246.25

МАШИНА-ТРАКТОР АГРЕГАТЫНА ЭСЕР ЕТЕТІН СЫРТҚЫ ҰЙТҚУДЫҢ КОРРЕЛЯЦИЯ ФУНКЦИЯСЫ

А. Нұржауов

С. Торайғыров атындағы Павлодар мемлекеттік университеті

В статье пишется о коррелятивной функции воздействия внешнего возмущения на агрегаты машины-трактора.

Мақалада корреляция функциясы туралы жазылған.

The article reports on correlative function of external disturbance influence on tractor machine units.

Тензометрия әдісін қолданып, тракторларды экспериментальды зерттеу нәтижесінде жеткілікті ұзақ уақыт ішінде жазылып алынған осциллограммалар жоғарыда аталған кездейсоқ функция болған M_y қозғауыш моменті немесе M_x жетекші моменті т.б. сыртқы әсер параметрлерінің белгілі бір ғана нақтыламасы болады деп қарастырылады. Техникалық мәселелерді шешу барысында осындай кездейсоқ функциясының бір өлшемді үлестіру функциясы мен бірінші (математикалық үміт) және екінші (дисперсия) ретті моменттерін білу керек болады. Бірақ, бірнеше түрлі кездейсоқ функциялардың математикалық үміттері мен дисперсиялары шамамен бірдей болғанымен олардың уақыт ішінде өзгеру сипаты бірін бірімен салыстыруға мүмкін болмайтындай әртүрлі болуы мүмкін. Мысалы, бір кездейсоқ функция уақыт ішінде жатық өзгертін болса, онда оның әртүрлі уақытта ие болатын мәндері бірі бірімен айқын тәуелділікте бола алады. Ал екінші кездейсоқ функция тәртіпсіз шұғыл тербеліс түрінде болса, онда оның бір уақыттағы мәнін біле тұра, келесі уақыт мезетінде қандай мәнге ие болатынын білу мүмкін болмайды. Екінші кездейсоқ функцияның мәндерінің бірінің бірімен байланысы олардың арасындағы уақыт аралығы үлкейген сайын тез жоғалып кетеді. Корреляция функциясы кездейсоқ функцияның әртүрлі t уақытына сәйкес қимасы мәндерінің бірінің біріне тәуелділік дәрежесін сипаттайды. Корреляция функциясы t және $t' = t + \tau$ болған екі уақыт аргументінің функциясы болып табылады. Бұл

жерде τ, t және t' уақыт сәттері арасындағы уақыт аралығы. Әлбетте, t және t' уақыттары арасы алшақтаған сайын кездейсоқ функция мәндерінің арасындағы байланыс төмендей береді.

$M_k(t)$ кездейсоқ функциясының $R_{M_k}(\tau)$ корреляция функциясы деп екі өлшемді үлестірімінің екінші ретті аралас моменті аталады [1], яғни

$$R_{M_k}(\tau) = M[M_k(t)M_k(t+\tau)]. \quad (1)$$

Корреляция функциясы кездейсоқ емес нақты анықталған функция болып табылады. Демек, анықталған $R_{M_k}(\tau)$ функциясы арқылы $M_k(t)$ кездейсоқ функциясын сипаттай аламыз.

Кездейсоқ стационарлы процестің екі өлшемді үлестірім функциясын эксперименттер нәтижесінде анықтау күрделі болғанымен, оның корреляция функциясын экспериментальдық жолмен анықтау қиынға түспейді.

Жоғарыда жазылған (1) теңдеуі математикалық үміті нөлге тең болған центрленген $M_{k_0}(t)$ кездейсоқ функция үшін ғана әділ болады, яғни $M_{k_0}(t)$ функциясының математикалық үміті

$$M[M_{k_0}(t)] = 0. \quad (2)$$

Басқаша айтқанда, (1) өрнегі M_k моментінің флюктуациясының корреляция функциясы болып табылады. Кездейсоқ функция үшін $R(\tau)$ функциясының мәні $\tau = t_i - t_1$ екі уақыт айырмасына ғана тәуелді болады. Бұл жерде $i = 1, 2, \dots$. Демек, стационарлы кездейсоқ функцияның корреляция функциясы бір ғана τ аргументінің функциясы болып табылады.

Іс жүзінде, әдетте, корреляция функциясының орнына $\rho_{M_k}(\tau)$ мөлшерленген корреляция функциясын қолданған ыңғайлы.

Мөлшерленген корреляция функциясы

$$\rho_{M_k}(\tau) = \frac{R_{M_k}(\tau)}{D_{M_k}}. \quad (3)$$

Мөлшерленген корреляция функциясы өлшем бірлігі жоқ болған параметр болып табылады. Салыстырмалы талдау жасау үшін техниканың барлық салаларында корреляция теориясын қолданғанда осы корреляция функциясын қолдану ыңғайлы. Сондықтан эксперименттік жұмыстардың мәліметтері негізінде (жоғарыда аталған автордың мақаласындағы кестені қара) ЭЕМ қолдана отырып, M_k, M_0 және т.б. параметрлер үшін мөлшерленген корреляция функциялары есептелініп, салынып шығарылды (1-кесте, 1-сурет). Ол үшін есептеу жұмыстары төменде көрсетілген тәртіпте орындалып шықты (M_k параметрін мысал ретінде алайық).

1. Параметрлер мәндерінің саны жеткілікті көп болғандықтан олардың математикалық үміттері орташа статистикалық мәндеріне өте жақын болады деп

карастырылып, төмендегі формуламен анықталды:

$$M[M_k] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n M_k(t_i). \quad (4)$$

Бұл жерде n – параметрлер мәндерінің саны;

t_i – процестің i -ші қимасы;

$M_k(t_i) - M_k$ параметрінің t_i уақытына сәйкесті мәні.

Осциллограммалардан $t_{i+1} - t_i$ айырмасына тең болған уақыт қадамы 0,1 секундке тең етіп алынды.

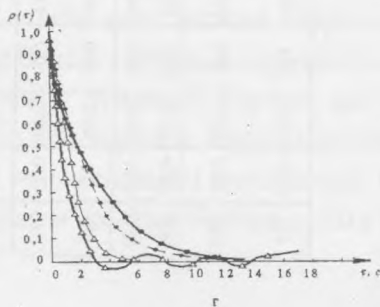
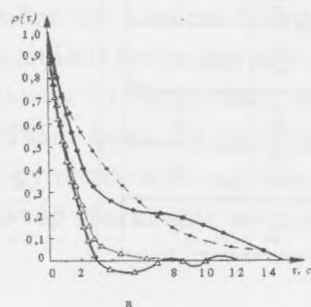
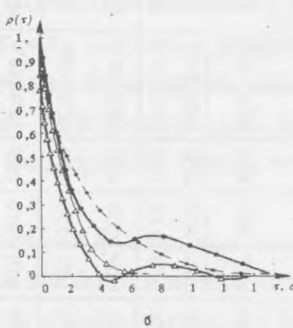
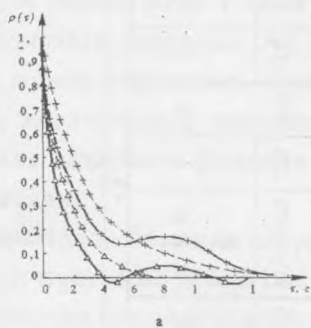
2. Параметрдің центрленген мәндері

$$M_{кц}(t_i) = M_k(t_i) - M[M_k]. \quad (5)$$

формуласымен табылды.

3. Параметрдің дисперсиялары анықталды:

$$D[M_k] = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [M_{кц}(t_i)]^2. \quad (6)$$



1—сурет- M_k және M_o моменттерінің мөлшерленген корреляция функциялары: +, • - $\rho_{M_k}(\tau)$; Δ - $\rho_{M_o}(\tau)$; жіңішке сызықтармен аппроксимацияланған функциялар көрсетілген; а-жер тегістеу (2-төменгі беріліс), б-жер тегістеу (1-төменгі беріліс), в-котлован қазу (1-тура беріліс), г-котлован қазу (1-тура беріліс; рывчагтарға әсер етілмеген)

Котлован қазу	Жер тегістеу		Жұмыс түрі		r, c																
	1-тура беріліс саябақ, V=1,47 м/с 1-тура беріліс саябақ (трактор-ды басқару рывчагтарына әсер етілмеген), V=1,47 м/с	1-төменгі беріліс саябақ, V=0,88 м/с	II-төменгі беріліс саябақ, V=0,88 м/с	Котлован беріліс саябақ және жалайықта V	Мөлшерленген корреляция функциясы	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$		1,00	0,52	0,37	0,24	0,17	0,13	0,16	0,17	0,16	0,16	0,15	0,10	0,08	0,09	0,04	0,02
	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$		1,00	0,38	0,25	0,05	-0,04	-0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,02	-0,02	0,01	0,02	0,03
	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$		1,00	0,51	0,36	0,28	0,17	0,18	0,17	0,13	0,11	0,10	0,08	0,06	0,05	-0,03	-0,05	-0,01
	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$		1,00	0,29	0,16	0,06	0,01	-0,04	-0,04	-0,02	0,01	0,03	0,02	0,01	-0,01	-0,05	-0,07	-0,01
	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$		1,00	0,42	0,31	0,01	-0,03	-0,05	-0,04	-0,01	0,01	-0,02	0,02	0,02	0,01	0,00	0,0	0,0
	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$		1,00	0,57	0,44	0,34	0,25	0,23	0,21	0,23	0,21	0,20	0,18	0,11	0,07	0,09	0,02	0,01
	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$	$\rho_{Mk}(\tau)$		1,00	0,30	0,13	-0,02	0,04	0,01	0,02	0,03	-0,02	0,01	0,02	0,03	0,0	-0,01	-0,02	0,0
	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$	$\rho_{Mo}(\tau)$		1,00	0,53	0,35	0,30	0,25	0,18	0,14	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,01	-0,02	0,01	0,02

4. Параметрдің $R_{M_k}(\tau)$ корреляция функциясы

$$R_{M_k}(\tau) = \frac{1}{n-m} \sum_{i=1}^{n-m} M_{кк}(t_i) \cdot M_{кк}(t_{i+m}). \quad (7)$$

формуласы бойынша анықталды.

Бұл жерде $m=0, 1, 2, \dots$ m -нің мәндері корреляция функциясы $R_{M_k}(\tau) = 0$ мәнінен өтіп, үш-төрт рет оң және теріс мәндерге ие болғанға дейін өзгертіліп отырды.

6. Мөлшерленген корреляция функциясы анықталды:

$$\bar{\rho}_{M_k}(\tau) = \frac{R_{M_k}(\tau)}{D[M_k]}. \quad (8)$$

Мөлшерленген корреляция функциясын ықтималдық теориясында корреляция коэффициенті деп те атайды. 1-суретте жетекші доңғалақтардың және қозғауыштың біліктеріне әсер ететін M_k және M_o моменттерінің шынжыр табанды трактордың әртүрлі жұмыс атқаруы кезінде жазылып алынған осциллограммалары бойынша есептеліп салынған мөлшерленген корреляция функциялары көрсетілген. Олардың сан мәндері 1-кестеде тіркелген. Бұл функциялардың барлығы да кемімелі сипатқа ие. Мұның өзі t -дың кішкене мәніне сәйкес корреляциялық байланыс жоғары екенін және τ -дың мәні үлкейген сайын бұл байланыс нашарлай беретінін көрсетеді. Ал $\tau = \tau_0$ болғанда корреляция функциясы абсцисса өсімен қиылысып, нөлге тең болатынын, яғни корреляциялық байланыс жоғалатынын көрсетеді. t аргументі одан да үлкен мәндерге ие болғанда кездейсоқ функция мәндері бірі біріне тәуелді болмайтын болып шығады.

Координаталар басынан корреляция функциясының абсцисса өсімен қиылысқан нүктесіне дейінгі осы өсі бойымен алынған қашықтық кездейсоқ функция мәндері арасындағы корреляциялық байланыс уақытына тең болады. Суреттен әртүрлі жұмыстар орындалған кезде корреляциялық байланыс уақыты әртүрлі екенін көре аламыз. Параметрлердің өзгеруінің жиілігі неғұрлым жоғары болса, соғұрлым корреляциялық байланыс уақыты аз болатынын көреміз. Мысалы, барлық жағдайда да $M_o(t)$ кездейсоқ функция мәндерінің арасындағы корреляциялық байланыс $M_k(t)$ функциясына қарағанда төмен екендігі көрініп тұр. Сонымен қатар трактор қозғалысы жылдамдығы жоғары болған сайын қарасты-

рылып отырған кездейсоқ функциялар мәндерінің арасындағы корреляциялық байланыс төмен болатындығы анықталды. Кейіннен осы анықталған мәліметтер машина-трактор агрегатының динамикасын зерттеу жұмыстарында қоланылды.

ӘДЕБИЕТ

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. - : Наука, 1969. - 576 с.
-

УДК 531.32:52-366:52-423

ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ В НЕСТАЦИОНАРНОМ ПОЛЕ ТЯГОТЕНИЯ НА ФОНЕ ГРАВИТИРУЮЩЕЙ СРЕДЫ

К.А. Омаркулов, К.Ж. Мансуров, Е.К. Омаркулов,
А.Б. Сарсенбаева

Кокшетауский государственный университет
им. Ш. Уалиханова, Кокшетауский университет, Кокшетау,
Казахстан

Рассматривается задача о движении материальной точки в поле напряжения 2 неподвижных центров при наличии дополнительной силы, пропорциональной скорости материальной точки.

Қосалқы күш, материалды нүктенің пропорционалды жылдамдығы есебінен қысымды алаңның екі қозғалмайтын ортаның материалды нүктесінің қозғалысы туралы мәселесі қарастырылады.

The article considers the sum about the movement of a material point in the voltage field of two fixed centres in the presence of additional force equivalent to the speed of the material point movement

Рассмотрим задачу о движении материальной точки в поле притяжения двух неподвижных центров при наличии дополнительной силы, пропорциональной скорости материальной точки. Эта задача впервые была проинтегрирована Лагранжем [1]. Возможно обобщение лагранжевой задачи трех неподвижных центров на случай комплексных координат двух притягивающих центров. Так, В.К. Кайсиным [2] найдено звездодинамическое приложение задачи в такой постановке, а именно, им предложена модель галактики, в которой притяжение галактического ядра с учетом его сжатия аппроксимируется парой мнимых центров, а влияние звезд-поля – действием гуковского центра. Далее, в работе В.К. Кайсина [3] проделано дальнейшее обобщение задачи с учетом вращающейся модели галактики.

Исследуем задачу об аналогичном звездодинамическом аспекте с учетом нестационарности гравитирующей системы, обусловленной тем или иным механизмом.

Рассмотрим задачу о движении материальной точки под действием ньютоновского притяжения несферического тела массы M на фоне гравитирующей среды, оказывающей гуковское притяжение.

Пусть \vec{r} - радиус-вектор рассматриваемой материальной точки, а r_1, r_2 - расстояния от этой точки до двух неподвижных центров, вычисляющиеся по формулам

$$r_1 = \sqrt{x^2 + y^2 + [z - c(\sigma + i)]^2}, r_2 = \sqrt{x^2 + y^2 + [z + c(\sigma + i)]^2}, \quad (1)$$

где c - постоянная, σ - безразмерная постоянная, $i = \sqrt{-1}$ - мнимая единица.

Предположим, что нестационарное поле рассматриваемой задачи имеет вид [4]

$$U(x, y, z, t) = \frac{(U_1 + U_2)}{1 + \alpha t}, \quad (2)$$

где U_1 - силовая функция обобщенной задачи двух неподвижных центров, U_2 - гуковский потенциал, и приняв $\gamma(t) = 1/1 + \alpha t$.

Для описания движения введем прямоугольную систему координат $Oxyz$, равномерно вращающуюся с постоянной угловой скоростью Ω в пространстве вокруг оси Oz так, что точки P_1 и P_2 располагаются на оси Ox . Во вращающейся системе координат уравнения движения точки имеют вид

$$\begin{aligned} \frac{d^2x}{dt^2} - 2\Omega \frac{dy}{dt} - \Omega^2 x &= \frac{\partial U}{\partial x} + \varphi(t) \frac{dx}{dt}, \quad \frac{d^2y}{dt^2} + 2\Omega \frac{dx}{dt} - \Omega^2 y = \frac{\partial U}{\partial y} + \varphi(t) \frac{dy}{dt}, \\ \frac{d^2z}{dt^2} &= \frac{\partial U}{\partial z} + \varphi(t) \frac{dz}{dt}, \end{aligned} \quad (3)$$

где $\varphi(t)$ - непрерывная функция времени.

Введем безразмерные переменные n, l, θ и τ по формулам

$$n = \frac{x}{c}, \quad l = \frac{y}{c}, \quad \theta = \frac{z}{c}, \quad \tau = \frac{v_0}{c} t, \quad (4)$$

где v_0 - начальное значение скорости материальной точки.

Тогда уравнения (3) в переменных n, l, θ, τ запишутся в виде

$$\begin{aligned} \frac{d^2n}{d\tau^2} - 2\mu_1 \frac{dl}{d\tau} - \mu_1^2 n &= \frac{1}{v_0^2} \frac{\partial U}{\partial n} + \varphi(\tau) \frac{c}{v_0} \frac{dn}{d\tau}, \\ \frac{d^2l}{d\tau^2} + 2\mu_1 \frac{dn}{d\tau} - \mu_1^2 l &= \frac{1}{v_0^2} \frac{\partial U}{\partial l} + \varphi(\tau) \frac{c}{v_0} \frac{dl}{d\tau}, \\ \frac{d^2\theta}{d\tau^2} &= \frac{1}{v_0^2} \frac{\partial U}{\partial \theta} + \varphi(\tau) \frac{c}{v_0} \frac{d\theta}{d\tau}, \end{aligned} \quad (5)$$

$$W(\lambda, \eta, w, \tau) = -\tilde{h} \int \sqrt{\gamma} d\tau + V(\lambda, \eta, w). \quad (20)$$

где \tilde{h} - постоянная ($\tilde{h} = h + \mu_1 \alpha_1$).

где $\mu_1 = \frac{\Omega c}{v_0}$ - параметр.

После этого используем координаты сплюснутого эллипсоида вращения λ, η, w и тогда для силовой функции (2) имеем

$$U = \gamma(\tau) \left[\frac{\mu_2(\lambda - \eta\sigma)}{\lambda^2 + \eta^2} + \tilde{\varepsilon}(\lambda^2 - \eta^2 + 1) \right], \quad (6)$$

где $\mu_2 = \frac{GM}{v_0^2 c}$, $\tilde{\varepsilon} = \frac{\varepsilon c^2}{v_0^2}$ - параметры.

Функция

$$T = \frac{1}{2} \left[\dot{n}^2 + \dot{l}^2 + 2\mu_1(n\dot{l} - \dot{n}l) + \mu_1^2(n^2 + l^2) \right], \quad (7)$$

т.е. живая сила материальной точки, в новых переменных λ, η, w примет вид

$$T = \frac{\lambda^2 + \eta^2}{2} \left[\frac{\dot{\lambda}^2}{1 + \lambda^2} + \frac{\dot{\eta}^2}{1 - \eta^2} \right] + \frac{(\lambda^2 + 1)(1 - \eta^2)}{2} (\dot{w} + \mu_1)^2, \quad (8)$$

где точка сверху обозначает дифференцирование по τ . Вводя обобщенные импульсы

$$P_\lambda = \frac{\partial T}{\partial \dot{\lambda}} = \frac{\lambda^2 + \eta^2}{1 + \lambda^2} \dot{\lambda}, P_\eta = \frac{\partial T}{\partial \dot{\eta}} = \frac{\lambda^2 + \eta^2}{1 - \eta^2} \dot{\eta}, P_w = \frac{\partial T}{\partial \dot{w}} = (\lambda^2 + 1)(1 - \eta^2)(\dot{w} + \mu_1), \quad (9)$$

имеем

$$T = \frac{1}{2(\lambda^2 + \eta^2)} \left\{ (1 + \lambda^2)P_\lambda^2 + (1 - \eta^2)P_\eta^2 + \left(\frac{1}{1 - \eta^2} + \frac{1}{\lambda^2 + 1} \right) P_w^2 \right\}. \quad (10)$$

Определяя гамильтонову функцию

перейдем от системы уравнений (5) к следующей системе уравнений

$$\begin{aligned} \frac{d\lambda}{d\tau} &= \frac{\partial H}{\partial P_\lambda}, & \frac{dP_\lambda}{d\tau} &= -\frac{\partial H}{\partial \lambda} + \varphi P_\lambda, \\ \frac{d\eta}{d\tau} &= \frac{\partial H}{\partial P_\eta}, & \frac{dP_\eta}{d\tau} &= -\frac{\partial H}{\partial \eta} + \varphi P_\eta, \\ \frac{dw}{d\tau} &= \frac{\partial H}{\partial P_w}, & \frac{dP_w}{d\tau} &= -\frac{\partial H}{\partial w} + \varphi P_w. \end{aligned} \quad (12)$$

При замене переменных

$$P_\lambda = \psi(\tau) \tilde{P}_\lambda, \quad P_\eta = \psi(\tau) \tilde{P}_\eta, \quad P_w = \psi(\tau) \tilde{P}_w, \quad (13)$$

если функция $\psi(\tau)$ выбрана таким образом, что

$$\psi = \psi_0 \exp\left(\frac{c}{v_0} \int \varphi(\tau) d\tau \right), \quad (14)$$

система уравнений (12) принимает каноническую форму

$$\frac{d\lambda}{d\tau} = \frac{\partial \tilde{H}}{\partial \tilde{p}_\lambda}, \quad \frac{d\tilde{p}_\lambda}{d\tau} = -\frac{\partial \tilde{H}}{\partial \lambda}, \quad \frac{d\eta}{d\tau} = \frac{\partial \tilde{H}}{\partial \tilde{p}_\eta}, \quad \frac{d\tilde{p}_\eta}{d\tau} = -\frac{\partial \tilde{H}}{\partial \eta}, \quad \frac{dw}{d\tau} = \frac{\partial \tilde{H}}{\partial \tilde{p}_w}, \quad \frac{d\tilde{p}_w}{d\tau} = -\frac{\partial \tilde{H}}{\partial w} \quad (15)$$

в которой характеристическая функция \tilde{H} имеет вид

$$\tilde{H} = \frac{1}{\psi} H = \frac{\psi}{2(\lambda^2 + \eta^2)} \left[(1 + \lambda^2) \tilde{p}_\lambda^2 + (1 - \eta^2) \tilde{p}_\eta^2 + \left(\frac{1}{1 - \eta^2} - \frac{1}{\lambda^2 + 1} \right) \tilde{p}_w^2 \right] - \frac{\gamma}{\psi} \tilde{U} \quad (16)$$

Таким образом, соответствующее уравнение Гамильтона-Якоби запишется в виде

$$\frac{\psi}{2(\lambda^2 + \eta^2)} \left[(1 + \lambda^2) \left(\frac{\partial W}{\partial \lambda} \right)^2 + (1 - \eta^2) \left(\frac{\partial W}{\partial \eta} \right)^2 + \left(\frac{1}{1 - \eta^2} - \frac{1}{\lambda^2 + 1} \right) \left(\frac{\partial W}{\partial w} \right)^2 \right] - \frac{\gamma}{\psi} \tilde{U} + \frac{\partial W}{\partial \tau} = 0 \quad (17)$$

Полагая

$$\psi^2 = \gamma, \quad (18)$$

уравнение (17) запишем в следующем виде

$$\frac{1}{2(\lambda^2 + \eta^2)} \left[(1 + \lambda^2) \left(\frac{\partial W}{\partial \lambda} \right)^2 + (1 - \eta^2) \left(\frac{\partial W}{\partial \eta} \right)^2 + \left(\frac{1}{1 - \eta^2} - \frac{1}{\lambda^2 + 1} \right) \left(\frac{\partial W}{\partial w} \right)^2 \right] - \tilde{U} + \frac{1}{\sqrt{\gamma}} \frac{\partial W}{\partial \tau} = 0. \quad (19)$$

Полный интеграл уравнения (17) представим в виде

УДК 338.51:659.131

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕН НА РЕКЛАМНЫЕ УСЛУГИ

М. Омаров

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Аталған мақалада оңтайлы бағаны орнату үшін жарнамалық қызмет көрсету саласында білім беру құнының жүйесіне көңіл бөлінеді.

В данной статье уделяется внимание системе ценообразование в сфере рекламных услуг для установления оптимальной цене.

The article focuses on the system of price formation in the sphere of advertising service for optimal price calculation.

В рекламной службе региональной газеты многое зависит от определения цены на услуги газеты. Для этого необходимо построить гибкую систему ценообразования в редакции, при которой максимально достигается финансовые интересы газеты как субъекта хозяйствования, причем с максимальным учетом внешней, в первую очередь конкурентной сферы. Система ценообразования индивидуальна для каждой газеты и зависит от различных ее параметров. Ценообразование может являться конкурентным преимуществом или недостатком.

Правильно установленная цена на рекламу в газете при системе скидок, не способных компенсировать недостатки построения сбытовой службы, способна погубить любые благие начинания и сделать рекламную службу неэффективной. Занижения сократят число клиентов и объемы рекламы от них.

Для нахождения сбалансированной цены потребуется провести ряд расчетов и исследований, получить ряд цифр, построить систему, произвести доводку. Только затем можно вывести цену оптимальную.

Первая искомая цена в газете зависит от полной суммы затрат на производство и сбыт газеты в текущий момент и планируемый период. Это та цена, которую газета должна получить, чтобы покрыть затраты и обеспечить рентабельность своей деятельности.

Затем на базе первой цены определяется декларируемая (или предлагаемая) рыночная цена, а точнее матрица цен и скидок. Это и есть прайс-лист с цена-

ми на различные виды рекламы и услуг, а также система скидок и надбавок к ним. Работы по вычислению первой и созданию матрицы второй цены можно вести параллельно.

Зачастую газеты размещают на своих страницах рекламу различных типов (модульная, рубричная и др.) от различных рекламодателей (частные лица, местные, национальные компании), различной платежеспособности (мелкие, крупные, торговые, производственные и др. компании). Причем все они работают в различных сферах бизнеса, а реклама может поступить через одно или несколько рекламных агентств или напрямую.

В то же время ту или иную группу рекламодателей и партнеров-агентств газета может рассматривать как постоянную, разовую, новую, перспективную, неперспективную, требующую больше или меньше внимания и связанных с этим издержек на поиск и сохранение.

Реклама может размещаться в лучших или худших местах страницы, в тематическом материале, ТВ – программе или в рекламном блоке, в начале или в конце газеты, в начале или конце раздела. Реклама может быть цветной или черно-белой. Реклама может быть размещена «день в день», с предоплатой и без, и так далее.

Для различных типов рекламы (модульная, рубричная и др.) устанавливается различная базовая стоимость. К примеру за см², рубричной 70 тенге за символ и др. А для всех остальных случаев устанавливаются скидки и надбавки. Все это составляет систему цен и скидок, четко записывается и выполняется. Декларировать, афишировать и широко распространять эти подробности клиентам или нет – дело вторичное и зависит от нюансов сбытовой работы.

Полученный в итоге расчеты необходимой цены и создания системы скидок и надбавок прайс-лист всесторонне сравнивается с прайс-листами конкурентов. Полученные путем расчета цены рассматриваются с высоты собственной ценовой истории газеты, изучается мнение и возможная реакция клиентов.

И как заключительный этап, проводится работа экспертной комиссии из руководителей отделов редакции по сбалансированию расчетных цен и использованных для этого данных на базе внутренних и внешних данных.

Основное условие ценообразования состоит в обеспечении самоокупаемости деятельности редакции. Количество денег, получаемых газетой от размещения рекламы (Др) в газете от продажи от деятельности газеты (Дпр), должны покрывать затраты на производство и сбыт (Затр), а также обеспечивать рентабельность (Р). Рассматриваемый нами период 1 месяц, который наступит не ранее чем через 15 дней. А формула выглядит следующим образом:

$$Др + Дт + Дпр = Затр + Р$$

Тогда доход от 1 см², который нам надо получить в следующем (или ином расчетном) месяце, будет найден по формуле:

$$\text{Цнс} = (\text{Затр} + \text{Р} - \text{Дт} - \text{Дпр}) / \text{Орм}$$
, где Цнс – доход от 1 см² (необходимая средняя цена), Орм – объем рекламы за месяц во всех номерах газеты.

Значение Цнс станет существенным при дальнейшем определении декларируемой клиентам цены и системы скидок. Однако не единственным.

Все использованные данные в формуле являются прогнозными и установленном для них порядке. К примеру, затраты может определить бухгалтер, рентабельность – директор или учредитель, а доходы от тиража – руководитель службы распространения.

Однако сразу отметим: прогнозные показатели содержат значительную долю неопределенности. Неопределенность тем выше, чем более отдаленный период рассматривается.

Цены Цнс мы рассчитываем в тенге. Единственная зависимая от курса составляющая формула – затраты. По большинству затратных статей редакции курс на следующий месяц можно определить. Курс по зарплате (если такая увязка еще существует) на глаз может определить бухгалтер, курс при покупке бумаги, оборудования уже за нас определили поставщики и выставили счета к оплате в тенге, курс на услуги типографии и других поставщиков, а также по арендной или прикинуть самостоятельно.

Если расчет формулы идет на период через 3-6 месяцев, желательно собрать из своих компетентных сотрудников экспертную комиссию и спрогнозировать курс при различных изменениях ситуации. Тем более, любое планирование должно быть скользящим и уточняться по мере приближения рассчитанного месяца.

Налоги в затратах – величина расчетная. Рентабельность – величина постоянная и устанавливается в процентах к затратам. Учтенные формулой «иные доходы» для газеты скорее всего будут незначительны, до 10% от общего дохода. Такими доходами могут стать: продажа информации, проценты по депозиту или ценным бумагам, сдача в аренду оборудования, копировальные или дизайнерские услуги.

А вот значительную долю неопределенности могут и внесут прогнозные данные доходов от распространения. Эти доходы можно разделить на хорошо и плохо прогнозируемые. Если тираж последние месяцы был относительно стабилен или деньги от продажи большей части тиража поступают с задержкой на 1-2 месяца, то руководителю отдела точно посчитать, какие денежные средства придут от распространения.

Если же более 70% тиража продается в розницу, и деньги поступают за 2-3

дня или неравномерно, а тираж нестабилен, то данные будут менее точны.

О прогнозах по продаже рекламы поговорим чуть позже. Сейчас вернемся к формуле и усложним ее, а именно введем переменные: дебиторская задолженность прошлых периодов, которая может быть получена в расчетном месяце (Ддз) и объем рекламы, который не будет оплачен в расчетном месяце (Онор). При низкой инфляции эти две переменные будут компенсировать друг друга, но и мы бы тогда не рассматривали на каждый месяц новую Цнс. Иными словами, если мы ее рассчитываем с той или иной периодичностью, то и введенные две переменные оказывают влияние. К примеру, дебиторская задолженность не может быть проиндексирована клиенту при изменении расценок и будет возвращена по старым ценам. В то же время по тем или иным причинам реклама, в расчетном месяце опубликованная, будет оплачена в другие периоды. Причины могут быть разные: существует постоянный процент краткосрочной и длительной дебиторской задолженности при оплате по факту отгрузки; газета выходит 31-го числа месяца при оплате по факту клиентами за 1-2 дня после выхода газеты; заключены договора с отсрочкой платежа или с конкретной датой оплаты. В зависимости от реальных причин и внутренней статистики отдел рекламы сам составляет формулы для вычисления значений Онор и Ддз.

Дополненная формула теперь будет выглядеть следующим образом:

$$\text{Цнс} = \frac{\text{Загр} + \text{Р} - \text{Ддз} - \text{Дпр}}{\text{Орм} - \text{онор}}$$

Теперь ответим на вопрос: как же вычислить значение необходимой средней цены (Цнс) достаточной точности?

Для этого мы будем использовать два механизма: доверительные интервалы и экспертный совет по их уточнению и анализу данных.

Проводимые в подразделениях прогнозные расчеты показателей или экспертная оценка могут быть уложены в интервал от минимума до максимума. Например, руководитель отдела распространения после подсчетов и консультации с сотрудниками может определить ряд чисел возможного поступления средств в рассматриваемый период: 1600 тенге при самом плохом стечении обстоятельств, 2500 тенге при самых благоприятных обстоятельствах, а также наиболее вероятный доход в 1700 тенге.

Вот мы и заменим данные в формуле доверительной тройкой из трех расчетных или экспертных величин типа (a1, a2, a3). Где a1 - минимальное из предлагаемого, a2 - наиболее вероятное и a3- максимальное значение. Т.е.

a1 x a2 x a3 – максимальное значение. Т.е a1 x a2 x a3.

Для произведения расчета среднего дохода с 1см² рекламы с целью достижения окупаемости, используя собранную информацию, получим:

- Затраты (Затр) (7750, 7800, 8300)
- Рентабельность (Д) 25% от Затр (условно)
- Дебиторская задолженность по рекламе (Ддз) (500,800, 1050)
- Доход от распространения (Дт) (1600, 1700, 2500)
- Прочий доход (Дпр) (140,140,170)
- Объем рекламы отгруженной (Орм) (7850, 10300, 11950)
- Объем рекламы отгруженной с оплатой в сл.месяце (Оноп) 25% от Орм (условно)

Подставим эти данные в формулу и произведем вычисления:

$$\text{Цсн} = \frac{1,25 \times \text{Затр} - (\text{Ддз} + \text{Дт} + \text{Дпр})}{0,7 \times \text{Орм}}$$

$$\begin{aligned} & \frac{1,25(x)[7750,7800,8300] - ([500,800,1050] + [1600,1700,2500] + [140,140,170])}{0,7(x)[7850,10300,11950]} \\ & = (0,72, 0,99, 1,49). \end{aligned}$$

Теперь стало понятно, что в рассчитываемом нами периоде, к примеру, в следующем месяце, чтобы достичь окупаемости, каждый сантиметр рекламной площади должен приносить доход в интервале от 0,72 до 1,42 тн/см², где 0,99 тн/см² наиболее вероятная величина на все рекламное пространство продается по разным ценам и под разные виды рекламных услуг.

УДК 621.06-529

К ОЦЕНКЕ ПОГРЕШНОСТИ СТАТИЧЕСКОЙ И ДИНАМИЧЕСКОЙ НАСТРОЕК СТАНКОВ С УЧПУ

А.Ф. Проскуряков, О.В. Никитина

Павлодарский государственный университет

им. С. Торайгырова

Мақалада ЧПУ құрылысындағы станоктар жиілігінде, технологиялық жабдықтардың автоматтық айналымды жұмысы талданады.

В статье анализируется работа технологического оборудования с автоматическим циклом действия, в частности станки с устройством ЧПУ.

The article analyzes the work of technological equipment with automatic cycle of operation, particularly of numerically controlled machine tools

На технологическом оборудовании с автоматическим циклом действия, включая и станки с устройством ЧПУ, реализуется автоматический метод получения размеров, для чего выполняется предварительная наладка этого типа технологического оборудования на обработку партии деталей, которая включает в обязательном порядке настройку соответствующих размерных и кинематических связей. Различают два вида настройки технологического оборудования с автоматическим циклом действия: статическую и динамическую [1, 2].

Под статической настройкой технологического оборудования понимают исходную (первоначальную) установку относительного положения режущего инструмента и заготовки и последующее воспроизведение требуемого закона их относительного движения без рабочих нагрузок с целью достижения заданных показателей точности обрабатываемой детали. Для технологического оборудования с устройством ЧПУ требуемое первоначальное исходное положение режущих инструментов и заготовки достигается настройкой размерных связей, которые имеют вид размерных цепей в направлении каждой управляемой координаты. В результате такой настройки положение вершины каждого режущего инструмента становится строго определенным в системе координат станка с учётом аттестованных размеров x_{uc} и z_{uc} (рисунок 1,а).

Требуемый закон относительного движения каждого режущего инструмента и заготовки в станках с УЧПУ обеспечивается разрабатываемой управляю-

шей программой, а материальным аналогом этого закона движения является граф обработки (рисунок 1, б). Граф обработки всегда представляет собой геометрическое место точек текущих относительных положений режущих инструментов и заготовки в каждый отдельно взятый момент времени в процессе обработки заготовки. Таким образом, текущие относительные положения режущих инструментов и заготовки являются функцией времени

$$x_{mi} = f_x(t); \quad z_{mi} = f_z(t), \quad (1)$$

а исходные положения режущих инструментов x_{uc} и z_{uc} в графе обработки следует рассматривать как их частные случаи текущих положений в начале выполнения каждого технологического перехода, т.е. при $t=0$.

В процессе непосредственной обработки детали под действием силовых, температурных, износных и других факторов, выполненная статическая настройка технологической системы значительно деформируется, что сопровождается изменением положения систем координат, исходного относительного положения режущих инструментов и заготовки, деформированием в целом графа обработки. При этом деформирование статической настройки сопровождается непрерывно в течение времени обработки детали. Таким образом, выполненная статическая настройка переходит в новое динамическое состояние, которое может значительно отличаться от статического и которое оказывает существенное влияние на заданные показатели точности обработки. Это требует в свою очередь дополнительного внешнего воздействия со стороны оператора, наладчика на настройку технологического оборудования с целью обеспечения заданной точности.

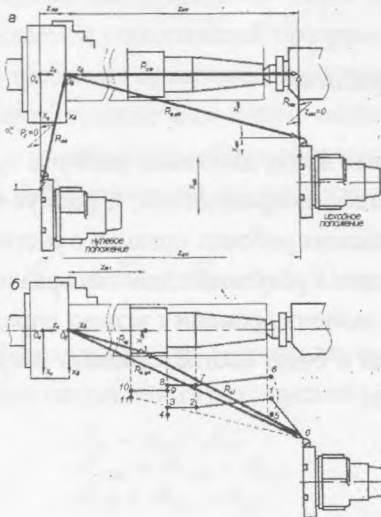


Рисунок 1 - Статическая настройка токарного станка с устройством ЧПУ
 а - структура настраиваемых размерных связей;
 б - граф кинематической настройки

Отсюда под динамической настройкой технологического оборудования следует понимать обеспечение требуемого текущего относительного положения ре-жущих инструментов и заготовки в процессе её обработки с целью достижения заданных показателей точности.

Для выработки единого подхода к построению моделей образования погрешностей обработки деталей профессор Базров Б.М. предложил описывать контуры реальной и заданной поверхностей детали, статическую и динамическую на-строй-ки технологической системы с помощью радиус-векторов, осуществляющих за-данные законы движения в принятой системе координат и в функции времени.

Для определения погрешности обработки заданная поверхность контура де-тали описывается радиус-вектором \bar{R}_{zi} , а фактически полученная поверхность после обработки детали - радиус-вектором $\bar{R}_{\phi i}$. Точкой приложения обоих ради-ус-векторов является ноль системы координат детали, которая стыкуется с её ба-зовыми поверхностями (рисунок 2).

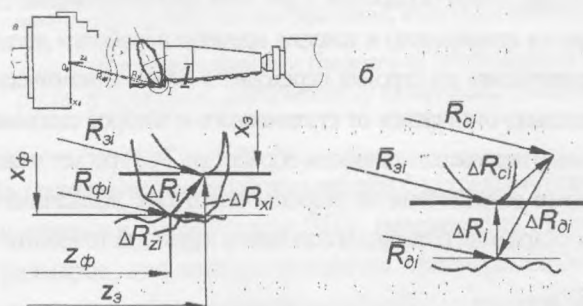


Рисунок 2 – К оценке погрешности обработки

Радиус-вектор \bar{R}_{zi} описывает требуемый закон движения рабочих органов в идеальном виде, т.е. без учета каких-либо погрешностей, а радиус-вектор $\bar{R}_{\phi i}$ – фактически реализуемый закон движения рабочих органов с учетом полного множества погрешностей, возникающих в результате действия различного рода факторов. Тогда в любой заданный момент времени t можно определить модуль этих векторов, а разность модулей и будет соответствовать погрешно-сти обработки в i -ой точке контура детали.

$$\Delta \bar{R}_i = \bar{R}_{\phi i} - \bar{R}_{zi}, \quad (2)$$

где $\bar{R}_{\phi i} = f_{\phi}(t)$; $\bar{R}_{zi} = f_z(t)$.

В этом случае погрешность обработки представляет собой также вектор $\Delta \bar{R}_i$, который в процессе обработки контура детали непрерывно меняет свой

модуль и направление, т.е. является также функцией времени t

$$\Delta \bar{R}_i = f_i(t). \quad (3)$$

Физически он представляет собой суммарную погрешность обработки в линейном и радиальном направлениях. Разложив этот вектор в направлении координатных осей можно определить погрешность обработки в общепринятых направлениях оценки погрешности. Тогда вектор $\Delta \bar{R}_{zi}$ будет характеризовать погрешность линейных (в осевом направлении) размеров, а вектор $\Delta \bar{R}_{xi}$ – погрешность диаметральных размеров (рисунок 2).

Для последующей оценки погрешности статической и динамической настройки станка воспользуемся аналогичным введением понятий радиус-векторов. Радиус-вектор статической настройки станка с устройством ЧПУ (исходя из приведенного выше определения статической настройки) следует представить в виде двух векторов (рисунок 1,б):

- радиус-вектора настраиваемого исходного положения рабочего (-их) органа (-ов) станка $\bar{R}_{c,ic}$;
- и радиус-вектора кинематической настройки станка \bar{R}_{cki} .

Радиус-вектор исходного положения рабочего органа представляет собой некоторую скалярную величину и остается неизменным в границах выполняемого технологического перехода. Он будет менять своё значение (модуль и направление) при последовательном выполнении каждого технологического перехода, т.е. при смене режущего инструмента или при переустановке заготовки.

Радиус-вектор кинематической настройки материально формируется в разрабатываемой управляющей программе, где в цифровом кодированном виде задаётся требуемая траектория относительного движения инструмента и заготовки и соответствующие скоростные показатели этих движений. В процессе выполнения этих движений рабочими органами станка модуль и направление радиус-вектора кинематической настройки будет изменяться в функции времени

$$\Delta \bar{R}_{c,ic} \pm \Delta \bar{R}_{cki} = \Delta \bar{R}_{c,ic} \pm \Delta f_{ck}(t). \quad (9)$$

Раскладывая эти векторы по осям системы координат станка можно определить погрешность статической настройки в направлении этих осей

$$\left. \begin{aligned} \Delta \bar{R}_{ci} &= \Delta \bar{x}_{ci} + \Delta \bar{z}_{ci} \\ \Delta \bar{R}_{c,ic} &= \Delta \bar{x}_{c,ic} + \Delta \bar{z}_{c,ic} \\ \Delta \bar{R}_{cki} &= \Delta \bar{x}_{cki} + \Delta \bar{z}_{cki} \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Так как в процессе непосредственной обработки детали выполненная статическая настройка технологической системы переходит в динамическое состояние, то и радиус-вектор статической настройки переходит в динамическое со-

стояние, которое характеризуется его изменением модуля и направления.

Соблюдая тот же принцип в оценке нового радиус-вектора можно сказать, что радиус-вектор $\bar{R}_{\partial i}$ динамической настройки технологической системы будет определять текущее относительное положение инструмента и заготовки в функции времени при воспроизведении заданного закона их относительного движения начиная с исходного с учётом всех динамических процессов, действующих в процессе обработки партии заготовок. Тогда вектор $\Delta\bar{R}_{\partial i}$ в физическом смысле будет определять изменение радиус-вектора статической настройки \bar{R}_{ci} при переходе его в динамическое состояние, т.е. в радиус-вектор динамической настройки $\Delta\bar{R}_{\partial i}$. Другими словами вектор $\Delta\bar{R}_{\partial i}$ будет отражать потенциальные возможности технологической системы противостоять динамическим процессам, возникающим непосредственно в процессе обработки заготовки: упругим деформациям, вынужденным колебаниям (вибрациям), температурным деформациям, износным процессам и т.д. С учетом этого вектор $\Delta\bar{R}_{\partial i}$ называют размером динамической настройки. Качественно и количественно радиус-вектор динамической настройки можно определить по формуле (рисунок 2,б)

$$\bar{R}_{\partial i} = \bar{R}_{ci} + \Delta\bar{R}_{\partial i}. \quad (11)$$

Радиус-вектор динамической настройки $\bar{R}_{\partial i}$, размер динамической настройки $\Delta\bar{R}_{\partial i}$ также желательно разложить на векторы в направлении координатных осей. Тогда формула 11 примет вид

$$\bar{R}_{\partial i} = \bar{x}_{\partial i} + \bar{z}_{\partial i} = \bar{x}_{ci} + \bar{z}_{ci} + \Delta\bar{x}_{\partial i} + \Delta\bar{z}_{\partial i}. \quad (12)$$

Суммарная погрешность обработки с учётом статической и динамической настроек технологической системы для каждого момента времени t в процессе обработки детали может быть определена двояко:

- как разность между радиус-вектором динамической настройки $\bar{R}_{\partial i}$ и заданным значением радиус-вектора детали \bar{R}_{zi}

$$\Delta\bar{R}_i = \bar{R}_{\partial i} - \bar{R}_{zi} = (\bar{R}_{ci} + \Delta\bar{R}_{\partial i}) - \bar{R}_{zi}.$$

- или как сумму погрешности статической настройки $\Delta\bar{R}_{ci}$ и размера динамической настройки $\Delta\bar{R}_{\partial i}$ (рисунок 2,б)

$$\Delta\bar{R}_i = \Delta\bar{R}_{ci} + \Delta\bar{R}_{\partial i}.$$

До сих пор при проведении научно-исследовательских работ в направлении

изучения механизма образования погрешности обработки на технологическом оборудовании с устройством ЧПУ незаслуженно у mažается общая значимость статической и динамической настроек технологической системы. У mažается значимость и настраиваемых размерных связей, составляющих основу статической и динамической настроек технологической системы в станках с устройством ЧПУ.

Необходимо отойти от анализа точностных характеристик настраиваемых размерных связей исключительно в статическом скалярном поле, которое представляет собой процесс однократной наладки станка без учета аргумента времени. Следует перейти к системному анализу рассматриваемой проблемы с учетом того, что архитектура и точностные характеристики размерных связей, закладываемые на этапе проектирования, получают конкретную физическую реализацию при изготовлении и, наконец, действуют в течение всего периода эксплуатации технологического оборудования, меняя лишь свое состояние под действием процессов различной скорости, т.е. в зависимости от аргумента времени. Поэтому, непрерывно изменяющееся состояние настроенных размерных связей с учетом их исходного состояния, можно принять в качестве главного и возможно единственного аргумента при теоретических и экспериментальных исследованиях точностных характеристик технологической операции.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Базров Б.М. Расчёт точности машин на ЭВМ. – М.: Машиностроение, 1984. – 256 с.
 - 2 Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1982. – 559 с.
-

УДК 677.05:677.21

ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ МЕХАНИЗМОВ И МАШИН СИСТЕМ ЗАГРУЗКИ, ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ И СКЛАДИРОВАНИЯ ХЛОПКА - СЫРЦА

Х. Рахмонов, А. Джураев

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности

Мақта тазалау өндірісінде машиналардың механизмдерінің жұмыс ерекшеліктері қарастырылады, сонымен бірге модульде мақпаны тиеу және қоймалауда, техника мен дайындық технологиясының мүлде жаңа сызбалары ұсынылады.

Рассматриваются особенности работы механизмов машин в хлопкоочистительной промышленности, а также предлагаются совершенно новые схемы техники и технологии подготовки, загрузки складирования хлопка в модуль.

The work deals with the peculiarities of operation with machine mechanisms in cotton-gin industry and suggests radically new schemes of techniques and preparation technologies, storage modes of cotton in a module.

В хлопкоочистительной промышленности сохраняется довольно большой объем работ, выполняемых вручную, особенно велика доля ручного труда в заготовительной сети на приемоскладских и транспортных операциях. Основным участком заготовительной сети является приемка, распределение и складирование хлопка - сырца, где наибольшая операция выполняется вручную. Из общего количество заготавливаемого хлопка около 25% складировается на хлопкозаводах, а остальное более 70% укладывается на длительное хранение. Анализ обобщенных статических данных показывает, что уровень механизации трудоемких работ с хлопком-сырцом на заготовительных пунктах составляет около 40% от общего объема работ.

Несмотря на наличие большого количества механизмов на операциях укладки хлопка - сырца в бунте, их разборки и перевозки на хлопкозавод для подачи в производство, здесь бывает занято в разное время от 30 до 100 человек, которым приходится выполнять тяжелую и опасную для здоровья и жизни ра-

боту. Анализ опыта хранения, перевозки и подачи хлопка - сырца в США показывает, что можно добиться почти полной механизации этих операций. Это стало возможным в США при использовании модульной системы хранения и перевозок хлопка - сырца, когда хлопок формируется в модуле массой от 7 до 8 тонн и размерами 2х2х8 метров.

Проведенные экспериментальные исследования модуле укладчика с боковыми уплотнителями ставило целью определить работоспособность его и проверить сам способ формирования модуля или бунта хлопка - сырца, выявить основные недостатки и на основании этого дать рекомендации о возможности использования для модуле формирования устройств с боковым уплотнением в дальнейших работах.

Как показывает обзор исследования по усовершенствованию системы загрузки и транспортирование хлопка до настоящего времени исследовано и разработано не мало механизмов и машин, позволяющие по подготовки, загрузки и складирование хлопка. Но до сегодняшнего дня процесс работы этих технологических машин с точки зрения машины и агрегата не обоснована, то есть, не изучена прочность и надежность движущих механизмов, их приоритет с точки зрения кинематики и динамики.

Это требует дальнейшего изучения их возможности в направлении совершенствования с учетом прочности и надежности движущих механизмов.

Нами разработаны совершенно новые схемы техники и технологии подготовки, загрузки и складирования хлопка в модуле. На основе теоретико - экспериментальных исследований обоснованы необходимые параметры, режимы движения рабочих элементов, позволяющих не только повышение надежности их работы, но и максимальному сохранению природных свойств хлопка.

УДК 621.913

ФОРМИРОВАНИЕ ОТКЛОНЕНИЯ ШАГА ПРИ ЗУБОДОЛБЛЕНИИ

К.Н. Ромасев, Е.К. Тастенов

*Павлодарский государственный университет**им. С. Торайгырова*

Тістерін бұзуда қазбаларды анықтау мақсатында және технологиялық жүйенің оңтайлы параметрлерінің өнімін алу кезінде норма бойынша жұмыс қалты бойынша дәлдік дәрежесінде берілген тісті дәңгелектерді алуды қамтамасыз ету қадамын кейінгіге қалтыруын қалыптастыру мәселесі қарастырылған.

Рассматривается вопрос формирования отклонения шага при зубодолблении с целью выявления погрешностей и выработки оптимальных параметров технологической системы, обеспечивающих получение зубчатых колес заданных степеней точности по нормам плавности работы.

The work is dedicated to the formation of pitch deviation in the process of gear shaping aimed at establishing errors and the development of optimal parameters of the technological system, providing for obtaining toothed gear wheels of the level of detail desired in accord with the standards of drive operation smoothness.

Отклонение шага зубчатого колеса f_{Prt} нормируется в качестве одного из показателей плавности работы действующими стандартами ГОСТ 1643-81 «Передачи зубчатые цилиндрические. Допуски» и ГОСТ 9178-81 «Передачи зубчатые цилиндрические мелко модульные. Допуски». Относительная легкость контроля данного отклонения в производственных условиях способствует тому, что допуск на отклонение шага часто выбирается для контроля точности по нормам плавности работы изготавливаемых зубчатых колес.

Из практики обработки зубчатых колес методом обката известно, что точность обработки по отклонению шага при зубодолблении зачастую значительно ниже, чем при зубофрезеровании червячными модульными фрезами. Однако, даже при повышенных требованиях к плавности работы нарезаемых колес, не всегда возможно заменить в технологическом процессе зубодолбление на зубофрезерование – например, при обработке блоков зубчатых колес, колес с внутренним венцом, или вследствие организационных причин (недостаток зубофрезерных станков на предприятии и т.п.).

Таким образом, рассмотрение вопроса формирования отклонения шага при зубодолблении имеет практический интерес.

Как известно, частота повторения кинематической погрешности звеньев цепи обката-деления зубообрабатывающего станка на колесе-детали равна количеству оборотов этих звеньев за оборот стола. Таким образом, любое колесо кинематической цепи обката-деления, частота погрешности от которого превосходит единицу, создает на детали циклическую погрешность. Кроме того, и колеса, создающие погрешность с частотой $n = 1$, имеют циклическую погрешность, переходящую в циклическую погрешность колеса-детали.

Согласно [1, с.158-162], наибольшая амплитуда отклонения шага колеса-детали, создаваемая колесами цепи обката-деления с одной частотой погрешности (от суммарной групповой погрешности $\Delta a_{0-\Sigma}$) $f_{Ptr i}$, мкм, равна:

$$f_{Ptr i} = \Delta a_{0-\Sigma} \sin^2(\pi n / z), \quad (1)$$

где n – частота данной суммарной погрешности $\Delta a_{0-\Sigma}$;
 $\Delta a_{0-\Sigma}$ – величина данной суммарной погрешности, мкм;
 z – число зубьев колеса-детали.

После расчета амплитуды погрешности, вносимой в колесо-деталь каждой групповой погрешностью в отдельности, ожидаемое наибольшее значение составляющей отклонения шага колеса-детали $f_{Ptr C}$, мкм, от кинематической погрешности цепи обката-деления станка определяется как:

$$f_{Ptr C} = \sqrt{(f_{Ptr 1} + f_{Ptr 2} + f_{Ptr 3})^2 + \sum_{i=4}^j f^2_{Ptr i}}, \quad (2)$$

где первые три слагаемых – три наибольшие по величине значения $f_{Ptr i}$ из всех учитываемых;

j – общее количество кинематических звеньев цепи обката-деления станка, создающих погрешность обработки.

Методика расчета кинематических погрешностей элементов цепи обката-деления станка здесь не рассматривается, так как она подробно изложена в работе [1] и в ГОСТ 21098-82 «Цепи кинематические. Методы расчета точности».

Необходимо заметить, что по формуле 1 подсчитывается максимальная амплитуда отклонения шага от погрешности обката некоторой частоты. Случай формирования максимальной погрешности шага возможен, если при обработке касание режущего инструмента с колесом в точке, через которую проходит окружность, по которой измеряется отклонение шага, происходит одновременно с прохождением погрешности обката данной частоты через свой макси-

мум или минимум. Понятно, что на практике чаще всего отклонение шага от кинематических погрешностей станка достигает амплитуды меньшей, чем найденная по вышеуказанным формулам, из за невыполнения данного условия.

Из анализа формулы 1 можно сделать вывод, что отклонение шага от погрешности обката заданной частоты зависит и от отношения $(\pi \cdot n) / z$. Таким образом, при обработке на отдельно взятом станке существуют для него благоприятные и неблагоприятные по числу зубьев обрабатываемые колеса. Так как наибольшую составляющую отклонения шага вносит циклическая погрешность делительной передачи Δf с частотой, равной числу зубьев делительного колеса, наименьшее отклонение шага колеса-детали получается при числе его зубьев $z = n, (1/2) \cdot n, (1/3) \cdot n, (1/4) \cdot n \dots$ и т.д., где n – частота циклической погрешности делительной передачи. Согласно формуле 1, при вышеуказанных отношениях составляющая отклонения шага от циклической погрешности делительной передачи равна нулю. Надо сказать, что циклическая погрешность этой передачи сказывается полностью, но только в виде погрешности профиля, которая располагается одинаково на всех зубьях по их высоте, и поэтому не обнаруживается как отклонение шага.

При обработке колес на зубодолбежном станке влияние погрешности инструмента (долбяка) проявляется как:

- составляющая отклонения шага колеса-детали от отклонения шага долбяка;
- составляющая отклонения шага колеса-детали от монтажного радиального биения долбяка.

Отклонение шага зуборезного долбяка $f_{\text{РГД}}$, согласно [1, с.200] полностью переходит в отклонение шага колеса-детали:

$$f_{\text{РГ1}} = f_{\text{РГД}}, \quad (3)$$

Составляющая отклонения шага колеса-детали от монтажного радиального биения долбяка, согласно [2, с.74], равна:

$$f_{\text{РГ2}} = \frac{2 \cdot e_n}{\cos \alpha} \cdot \sin \frac{\pi}{z_n}, \quad (4)$$

где e_n – монтажное радиальное биение долбяка, мкм;

z_n – число зубьев долбяка;

α – угол исходного контура.

Монтажное радиальное биение долбяка складывается из его собственного радиального биения, радиального биения посадочного места штосселя станка, величины зазора в посадке долбяка на штоссель, составляющей радиального биения от торцового биения долбяка. Все эти составляющие складываются квадратично.

Составляющая отклонения шага колеса-детали от погрешностей долбяка равна:

$$f_{\text{PrИ}} = \sqrt{f_{\text{Pr1}}^2 + f_{\text{Pr2}}^2}, \quad (5)$$

При зубодолблении дополнительную составляющую отклонения шага колеса-детали создает вынужденная погрешность настройки гитары обката станка.

Как известно, при зубодолблении необходимо выполнить условие, чтобы за один оборот долбяка с числом зубьев z_n обрабатываемое колесо с числом зубьев z должно сделать z_n / z оборотов.

Это не всегда возможно, если z – простое число и в наборе гитары обката нет колеса с числом зубьев $z_n = z$ или кратном ему.

Если вышеназванное условие не выполняется, в зоне окончания резания на двух смежных зубьях получаются значительные ошибки шага в виде «выхватов» или «провала шага».

Эти искажения на зубчатом колесе возникают вследствие того, что при окончании резания поверхность зубьев колеса образовывались одними участками долбяка, а соседние поверхности зубьев остались обработанными в начале чистового резания другим участком долбяка. Такое явление не имело бы место при кратности чисел зубьев колеса и долбяка, так как окончание обработки в зоне смыкания проводилось бы теми же зубьями долбяка, что и соседних зубьев в начале резания.

Вынужденная настройка гитары обката-деления с ошибкой передаточного отношения Δu по отношению к теоретическому значению вызывает появление составляющей ошибки шага колеса-детали $f_{\text{PrН}}$, согласно [3, с. 9], равную:

$$f_{\text{PrН}} = \pi \cdot m \cdot \Delta u \cdot z^2 / (c_d \cdot z_n), \quad (6)$$

где c_d – постоянное передаточное отношение цепи обката-деления станка.

Следующей причиной формирования отклонения шага колеса-детали является влияние деформаций технологической системы при обработке.

Во многих работах, посвященных анализу точности процессов зубообработки влияние упругих отжатиий на точность обработки зубчатых колес не рассматривается, так как жесткость существующих зубообрабатывающих станков настолько велика, что при чистовой обработке зубчатого венца динамические деформации очень малы и могут не учитываться.

Однако, при однократной обработке венца игнорирование влияния нежесткости технологической системы приводит к меньшим расчетным величинам по-

грешностей, чем реально получающиеся погрешности.

Значение составляющей отклонения шага колеса-детали Δf_{Pr} , мкм, от деформаций при обработке, согласно [4, с. 18 - 36], с учетом пересчета разности окружных шагов в отклонение шага по ГОСТ 1643 - 81:

$$\Delta f_{Pr} = (\Delta y_{\gamma} \pm \Delta x_{\gamma} \cdot \operatorname{tg} \alpha) / 1,6, \quad (7)$$

где Δy_{γ} – изменение деформации технологической системы по оси Y за оборот колеса на один угловой шаг, мкм;

Δx_{γ} – изменение деформации технологической системы по оси X за оборот колеса на один угловой шаг, мкм.

В этой и последующих формулах нижние знаки относятся к правым профилям и верхние – к левым профилям.

Причинами переменных деформаций технологической системы при зубодолблении являются переменная жесткость стола и штосселя станка по углу поворота и переменность сил резания.

Составляющая отклонения шага от переменной жесткости стола и штосселя по углу поворота Δf_{Pr1} , мкм, для зубодолбления определяется как:

$$\Delta f_{Pr1} = (P_y \cdot \Delta \omega_{y\gamma} \pm P_x \cdot \Delta \omega_{x\gamma} \cdot \operatorname{tg} \alpha) / 3,2, \quad (8)$$

где $\Delta \omega_{y\gamma}$, $\Delta \omega_{x\gamma}$ – переменная податливость технологической системы в направлении соответствующих осей при повороте стола на один угловой шаг, мкм/Н;

P_y , P_x – соответствующие номинальные значения составляющих сил резания, Н.

Составляющая погрешности шага от переменной сил резания Δf_{Pr2} , мкм, для зубодолбления определяется как:

$$\Delta f_{Pr2} = (\Delta P_{y\gamma} \cdot \omega_{y\text{cp}} \pm \Delta P_{x\gamma} \cdot \omega_{x\text{cp}} \cdot \operatorname{tg} \alpha) / 1,6 \quad (9)$$

где $\Delta P_{y\gamma}$, $\Delta P_{x\gamma}$ – величина колебания максимального значения составляющих сил резания за время оборота заготовки на один угловой шаг, Н;

$\omega_{y\text{cp}}$, $\omega_{x\text{cp}}$ – средняя податливость технологической системы в направлении соответствующих осей при повороте стола на один угловой шаг, мкм/Н;

Ожидаемое значение отклонения шага колеса-детали Δf_{Pr2} получается квадратичным сложением составляющих этой погрешности, расчет которых рассмотрен выше.

Таким образом, на формирование отклонения шага оказывают влияние погрешность цепи обката-деления станка, погрешности инструмента, конструк-

ция инструмента (числа зубьев долбяка), число зубьев колеса-детали, величины деформаций технологической системы при обработке, точность настройки гитары обката-деления и конструкция станка (значение постоянного передаточного отношения цепи обката-деления). Имея эти данные, возможен выбор оптимальных параметров технологической системы, обеспечивающих получение зубчатых колес заданных степеней точности по нормам плавности работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Левашов А.В. Основы расчета точности кинематических цепей металло-режущих станков; М.: Машиностроение, 1966. – 211 с.
 2. Байков А.Н., Шрайбман С.М. Нарезание колес с малым числом зубьев на зубодолбежном станке // Вестник машиностроения – 1973. - №7. – с.73 - 76.
 3. Фрадкин Е.И., Чурилин А.В., Хромов В.И. Повышение точности зубодолбления и зубошлифования // СТИН – 1993. - №1. – с.9 – 12.
 4. Колев К.С., Горчаков Л.М. Точность обработки и режимы резания; М.: Машиностроение, 1976. – 144 с.
-

УДК 677.027.62

НОВАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОДАЧИ ХИМИЧЕСКИ АКТИВНЫХ СРЕДСТВ НА ПОЛУФАБРИКАТ ПРИ ВТО ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ

С.Ш. Ташпулатов, А.Д. Джураев

*Ташкентский институт текстильной и легкой
промышленности, г. Ташкент, Республика Узбекистан*

*Tigin өндірісінде фармобекемдігін өңдеуін алу үшін жаңа
қондырғылардың жұмысы зерттеледі.*

*Исследуется работа новой установки для получения формоустойчивой
отделки в швейном производстве.*

*The work studies the operation of a new set for obtaining the stability of
decoration shape in clothing manufacture.*

В процессе малосминаемой отделки предконденсат применяется в совокупности со многими другими веществами, значительно улучшающими качество обрабатываемых тканей. В качестве ускорителей реакции обычно применяются соли металлов или аммония. Для предотвращения или частичного снижения потерь устойчивости тканей к истиранию в отделочный раствор вводят препараты на основе акриловой, кремнийорганических или полиакриламидных соединений. Эти препараты повышают износоустойчивость тканей, а также могут участвовать в образовании дополнительных межмолекулярных связей. В качестве такого препарата нами выбрано полиакриламид, производимый на предприятии "Навои-азот". Наличие амидных групп полиакриламида определяют химическую совместимость его с молекулами кератина натуральной шерсти.

Технологический процесс получения формоустойчивой отделки достаточно сложен и включает в себе следующие операции: нанесение отделочного раствора на ткань, подсушка и сушка пропитанной ткани, термическая обработка высушенной ткани и промывку для удаления различных продуктов, не вступивших в реакцию. Возможны другие схемы технологического процесса.

Для повышения эффективности процесса и исключения вышеуказанных недостатков известных способов разработана новая конструкция оборудования

и изменена технология обработки с целью упрощения процесса и совмещения нескольких операций.

Технологический процесс с использованием предложенной конструкции осуществляется следующим образом: композиционная смесь содержащийся под давлением в емкости подается через трубопроводы и наносится на обрабатываемый полуфабрикат с лицевой и изнаночной стороны в капельно-аэрозольном состоянии. После нанесения композиционной смеси полуфабрикат заносится в зону обработки и подвергается формообразованию и формованию. Для еще более упрощения процесса распылитель композиционной смеси может расположить непосредственно вмонтированном состоянии в отверстиях поверхностей нижней и верхней подушек прессового оборудования, предназначенных для пропаривания полуфабриката. При этом вместо трубопроводов необходимо будут использованы гибкие бронированные шланги.

Такой способ позволяет исключить процесс отжима после пропитки, сократить расход отделочного раствора, и этот способ применим и для локального нанесения раствора для обработки деталей даже готового изделия. Находящийся в специальной емкости раствор под давлением через распылитель наносится на обрабатываемый полуфабрикат с двух сторон. Регулируя давление подачи и размер сопла распылителя можно получить тонкодисперсный аэрозоль. Равномерно дозированная подача аэрозоля исключает процесс подсушки, обработка полуфабриката изделия осуществляется непосредственно перед влажно-тепловой обработкой. Эффективность способа стабилизации формы с помощью разработанной конструкции путем подачи композиционного средства в виде тонкодисперсного аэрозоля было проверено на примере цельновыкроенного рукава мужского пиджака.

Определение свойств формоустойчивости цельновыкроенного рукава производили путем измерения перегиба сетевого угла между нитями основы и утка на участке деформирования, и величиной стрелы прогиба переднего сгиба отформованной детали по предложенной авторами по технологической схеме.

Показатели деформированного состояния углов α и стрелы прогиба f замеряли после съема отформованной детали по истечении 1 часа, 6 часов, 1 сутки и 15 суток. Как показали испытания (см. табл.), наиболее высокий уровень сохранения приданной формы наблюдается у образцов деталей, где применена композиционная пропитка СК-2-состава. Так, показатель f после 1 часа в образцах, обработанным композиционным составом СК-2 имеет 96 % заданного значения, в СК-1 - 84 %, СК-3 - 88 %; 6 часов - с СК-2 имеет 92 % максимального значения, СК-1 - 72 %, СК-3 - 80 %; 1 сутки - с СК-2 имеет 88 %, СК-1 - 60 %, СК-3 - 72

%; 15 суток - с СК-2 имеет 88 %, СК-1 - 56 %, СК-3 - 68% ($P < 0,05$).

Максимальную релаксацию величины α (см. табл.) имеют образцы, обработанные композитным средством СК-1 - 9,4 %, СК-3 - 8,1 % (СК-2 - 2,7 %) при измерении показателя через 1 часа формования; через 6 часов - СК-1 - 12,2 %, СК-3 - 9,4 % (СК-2 - 5,4 %); через 1 сутки - СК-1 - 13,5 %, СК-3 - 12,2 % (СК-2 - 6,7 %); через 15 суток СК-1 - 13,5 %, СК-3 - 10,8 % (СК-2 - 6,7 %) ($P < 0,05$).

Таким образом, из выше изложенного следует, что образцы деталей, обработанные композиционными средствами СК-1 и СК-3 составов, имеют меньшую устойчивость значений показателей α и f , а образцы детали с СК-2 составом обладают максимально стабильными устойчивыми показателями и рекомендуется для применения при изготовлении швейных изделий.

В дальнейшем будут проведены исследования по влиянию композиционного средства СК-2 состава на физико-механические свойства обрабатываемых образцов, такие как жесткость, воздухопроницаемость, разрывная нагрузка, разрывное удлинение, усадка и др. для более полного обоснования к внедрению нового состава композиционной средства при формообразовании и влажно-тепловой обработки швейных изделий.

УДК 687.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМИРОВАНИЯ ПАКЕТА ДЕТАЛЕЙ ОДЕЖДЫ

С.Ш. Ташпулатов

Ташкентский институт текстильной и легкой
промышленности, г.Ташкент, Республика Узбекистан

Зерттеу процесінің нәтижесінде киімдердің детальдерінің формаларын қалыптастыруда шығатын қорытынды көпқабатты қабыршақтар ретінде қарастырылып жатқан элементті киім детальдерін үлгілеу қажет.

В результате исследования процесса формирования деталей одежды делается вывод о необходимости моделирования рассматриваемого элемента деталей одежды как многослойной оболочки.

In the result of studying the process of shape formation of clothing details, the author makes a conclusion about the necessity of modeling the considered element of clothing details as a multi-layer coating.

Одним из направлений улучшения качественных свойств швейных изделий является разработка рациональных условий формообразования деталей одежды.

Проведенные нами исследования на основе серии теоретических и экспериментальных исследований показали, что для определения напряженно-деформированного состояния пакета одежды под воздействием различных факторов, в частности под воздействием рабочих органов оборудования, необходимо моделировать рассматриваемый элемент деталей одежды как многослойная оболочка.

В отличие от других исследований в данной работе пакет детали одежды моделируем как оболочка двойкой кривизны. Этот модель более реально описывает исследуемый объект.

Для описания напряженно-деформированного состояния в качестве исследуемых уравнений примем теории оболочек двойкой кривизны с малым объемом. В качестве геометрических соотношений примем

$$\varepsilon_{11} = E_{11} + zK_{11}; \quad \varepsilon_{22} = E_{22} + zK_{22}; \quad \varepsilon_{12} = E_{12} + 2zK_{12}; \quad (1)$$

где

$$K_{11} = \frac{1}{A_1} \frac{d\theta_1}{d\alpha_1}; K_{22} = \frac{1}{A_2} \frac{d\theta_2}{d\alpha_2} + \frac{1}{A_1 A_2} \theta_1;$$

$$K_{12} = \frac{1}{A_2} \frac{d\theta_1}{d\alpha_2} - \frac{1}{A_1 A_2} \frac{dA_2}{d\alpha_1} \theta_2 + \frac{k_2}{A_1} \frac{dv}{d\alpha_1};$$

$$K_{21} = \frac{1}{A_1} \frac{d\theta_2}{d\alpha_1} + k_1 \left(\frac{1}{A_2} \frac{du}{d\alpha_2} - \frac{1}{A_1 A_2} \frac{dA_2}{d\alpha_1} v \right).$$

Обобщенный закон Гука для произвольного слоя пакета деталей одежды можно записать в виде

$$\sigma_{11} = \frac{E_1^i}{1 - \nu_1^i \nu_2^i} \left[\varepsilon_{11} + \nu_2^i \varepsilon_{22} - (\beta_1^i + \nu_2^i \beta_2^i) \theta(z) \right] \quad (1-2)$$

$$\sigma_{12} = G^i \varepsilon_{12} \quad (2)$$

Пользуясь законом Гука, приходим к следующему соотношению, связывающему усилия и моменты, приведенные к координатной поверхности элемента деталей одежды.

$$\bar{N} = [c] \varepsilon - D \quad (3)$$

где,

$$N = [T_{11}, T_{22}, M_{11}, M_{22}, S, H],$$

$$\varepsilon = [E_{11}, E_{12}, K_{11}, K_{22}, E_{12}, K_{12}].$$

Элементы матрицы в нашем случае вычисляются по формулам:

$$C_{11}^{(a)} = \int \frac{E_1^{jk}}{1 - \nu_1^j \nu_2^j} dz \quad (1-2)$$

$$C_{12} = C_{21} = \int \frac{\nu_2 E_1 Z^k}{1 - \nu_1 \nu_2} dz \quad (4)$$

В результате проведенных экспериментальных исследований нами получены следующие значения механических характеристик, которые приведены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость величин механических характеристик пакетов деталей одежды в зависимости от угла расположения клеевой прокладки в пакете

Угол α , в град.	Ширина образца пакета одежды, см.			ν_1	ν_2
	5 см	7 см	10 см		
0°	913653	1460120	3370488	0,2	0,25
45°	990370	1709930	35514400	0,2	0,25
90°	901580	1148246	2801360	0,2	0,25

По формулам (4) вычисляем компоненты тензора жесткостей рассматриваемого пакета деталей одежды. При этом получены следующие значения (табл.2.).

Таблица 2

Величина жесткости в зависимости от ширины образцов и расположения слоев тканей в пакете

Жесткость	Ширина образца пакета деталей одежды, см		
	5	7	10
C_{11}	96,174	99,037	90,158
C_{22}	73,725	87,86	84,262
C_{12}	120,868	170,993	146,012

Зная компоненты тензора жесткостей по соответствующим направлениям по формуле (3) находим напряжения и усилия действующих на элемент деталей одежды.

ИНФОРМАЦИЯ

НАШИ АВТОРЫ

Бекенов Е.Т.-ИММаш НАН РК, Казахстан.

Данаев Н.Т. -Казахстан, Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби.

Джураев А.Д.-Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г.Ташкент, Республика Узбекистан.

Жунисбеков П.Ж.-Казахский национальный аграрный университет.

Каракаев А.К.-Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Косболов С.Б., Бекенов Е.Т.-ИММаш НАН РК, Казахстан.

Кусаинова Б.Т.-Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Мансуров К.Ж.-Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетауский университет, Кокшетау, Казахстан.

Масанов Ж.К.-д.т.н., профессор Казахской Академии Транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева.

Молдабеков М.М.-ИММаш НАН РК, Казахстан.

Муздакбаев М.М.-Казахстан, Актюбинский государственный университет им.К. Жубанова.

Муздыбаев М.С.-Восточно-Казахстанский государственный технический университет им. Д. Серикбаева, Усть-Каменогорск, Казахстан.

Муканов Г.М.-Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Мукашев К.М. - Казахский национальный университет им. Абая.

Никитина О.В.-Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Нуржауов А.- Павлодарский государственный университет им.С.Торайгырова.

Омаркулов Е.К.-Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетауский университет, Кокшетау, Казахстан.

Омаркулов К.А.-Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетауский университет, Кокшетау, Казахстан.

Омаров М.-к.э.наук., Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Проскуряков А.Ф.-Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Рахмонов Х.-Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности.

Ромасев К.Н.-Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Сарсенбаева А.Б.-Кокшетауский государственный университет им. Ш. Уалиханова, Кокшетауский университет, Кокшетау, Казахстан.

Сматаев А.М. -Павлодарский государственный университет.

Султанов Т.Т.-Аспирант Казахской Головной Архитектурно-Строительной Академии.

Ташпулатов С.Ш.-Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, г.Ташкент, Республика Узбекистан.

Тастенов Е.К.-Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова.

Шадинова К.С.-Казахский национальный государственный университет С.Д. Асфендиярова.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В журнал принимаются рукописи статей по всем направлениям естественных и технических наук в двух экземплярах, набранных на компьютере, напечатанных на одной стороне листа с полуторным межстрочным интервалом, с полями 3 см со всех сторон листа, и дискета со всеми материалами в текстовом редакторе "Word 7,0 ('97, 2000) для Windows" (кегель – 12 пунктов, гарнитура – Times New Roman/KZ Times New Roman).

2. Статья подписывается всеми авторами. Общий объем рукописи, включая аннотацию, литературу, таблицы и рисунки, не должен превышать 8–10 страниц.

3. Статья должна сопровождаться рецензией доктора или кандидата наук для авторов, не имеющих ученой степени.

4. Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

- УДК по таблицам универсальной десятичной классификации;

- название статьи: кегель – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman Суг (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), заглавные, жирные, абзац центrovанный;

- инициалы и фамилия(-и) автора(-ов), полное название учреждения: кегель – 12 пунктов, гарнитура – Arial (для русского, английского и немецкого языков), KZ Arial (для казахского языка), абзац центrovанный;

- аннотация на казахском, русском и английском языках: кегель – 10 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка), курсив, отступ слева-справа – 1 см, одинарный межстрочный интервал;

- текст статьи: кегель – 12 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ

Times New Roman (для казахского языка), полуторный межстрочный интервал;

- список использованной литературы (ссылки и примечания в рукописи обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки). Список литературы должен быть оформлен в соответствии с ГОСТ 7.1-84. – например:

ЛИТЕРАТУРА

1. Автор. Название статьи //Название журнала. Год издания. Том (например, Т.26.). – номер (например, № 3.). – страница (например, С. 34. или С.15-24.)

2. Андреева С.А. Название книги. Место издания (например, М.:) Издательство (например, Наука), год издания. Общее число страниц в книге (например, 239 с.) или конкретная страница (например, С. 67.)

3. Петров И.И. Название диссертации: дисс. канд. биолог. наук. М.: Название института, год. Число страниц.

4. С.Christopoulos, The transmission-Line Modelling (TML) Method, Piscataway, NJ: IEEE Press, 1995.

На отдельной странице (в бумажном и электронном варианте) приводятся сведения об авторе:

- Ф.И.О. полностью, ученая степень и ученое звание, место работы (для публикации в разделе «Нашей авторь»);

- полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, E-mail (для связи редакции с авторами, не публикуются);

- название статьи и фамилия(-и) автора(-ов) на казахском, русском и английском языках (для «Содержания»).

4. Иллюстрации. Перечень рисунков и подрисовочные надписи к ним предоставляются отдельно и в общий текст статьи не включают. На обратной стороне каждого рисунка следует указать его номер, название рисунка, фамилию автора, название статьи. На дискете рисунки и иллюстрации в формате TIF или JPG с разрешением не

менее 300 dpi (файлы с названием «Рис1», «Рис2», «Рис3» и т.д.).

5. Математические формулы должны быть набраны как Microsoft Equation (каждая формула – один объект). Нумеровать следует лишь те формулы, на которые имеются ссылки.

6. Автор просматривает и визирует гранки статьи и несет ответственность за содержание статьи.

7. Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи. Рукописи и дискеты не возвращаются. Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

8. Рукопись и дискету с материалами следует направлять по адресу:

140008, Республика Казахстан, г.Павлодар, ул. Ломова 64.

Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова,
«Научный издательский центр ПГУ».

Тел. (3182) 45-11-23, 45-11-43,

факс: (3182) 45-11-23.

E-mail: publish@psu.kz

Подписано в печать 16.01.2007 г.
Формат 297×420/2. Бумага книжно-журнальная.
Объем 5,26 уч.-изд. л. Тираж 300 экз.
Заказ № 0172

Научный издательский центр
Павлодарского государственного университета
им. С. Торайгырова
140008, г. Павлодар, ул. Ломова 64.

