

Българско списание за Инженерно ПРОЕКТИРАНЕ

брой №39, април 2019г.

ЦЕЛ И ОБХВАТ

„Българско списание за инженерно проектиране” е периодично научно списание с широк научен и научно-приложен профил. Целта му е да предостави академичен форум за обмен на идеи между учените, изследователите, инженерите, потребителите и производителите, работещи в областта на машиностроенето, транспорта, логистиката, енергетиката, технологиите, съвременното компютърно проектиране, а също така и в областта на различни интердисциплинарни научни и научно-приложни проблеми. Издателите приветстват научни публикации с високо качество и значими научни, научно-приложни и творчески приноси.

РЕДАКЦИОННА КОЛЕГИЯ

Председател

Б. Григоров, ТУ-София, България

М.Т.Георгиев	ТУ-София, България	К.Деметрашвили	ТУ, Тбилиси, Грузия
Г.Дюкенджиев	ТУ-София, България	С.Симеонов	ТУ, Бърно, Чехия
М.Денчев	ТУ-София, България	В.Николич	Университет в Ниш, Сърбия
И.Малаков	ТУ-София, България	А.Янакиев	Nottingham Trent University, UK
П.П.Петров	ТУ-София, България	Н.Чернев	University of Auvergne, France
В.Панов	ТУ-София, България	В.Лepadatescu	Transilvania University of Brashov, Romania
М.З.Георгиев	ТУ-София, България	N.Zrnic	University of Belgrad, Serbia
Н.Л.Николов	ТУ-София, България	М.Јovanovic	University of Nish, Serbia
М.Георгиев	МГТУ Станкин, Москва, Россия	D.Michalopoulos	University of Patras, Greece
В.Христов	ТУ-София, България	N.Kubota	Tokyo Metropolitan Univer- sity, Japan
Ch.Apostolopoulos	University of Patras, Greece	С.Емельянов	Юго-Западный гос. уни- верситет, Курск, Россия
Л.Червяков	Юго-Западный гос. уни- верситет, Курск, Россия	В.Спасов	ВТУ „Т.Каблешков“, Со- фия, България
О.Лисовиченко	Национален технически университет, Украйна	В.Кирилович	Житомирски държавен технологичен университет, Украйна

Редактор

Р.Митрев, ТУ-София, България

Издател: Машиностроителен факултет, Технически университет-София. ISSN 1313-7530; **Адрес на редакцията:** София, бул.Климент Охридски №8, Технически Университет-София, бл.4, Машиностроителен факултет; **Електронна версия:** bjed.tu-sofia.bg.
Списанието се индексира в Index Copernicus: www.indexcopernicus.com
Всички статии в списанието се рецензират от членове на редакционната колегия и външни специалисти.

Bulgarian journal for **Engineering Design**

issue №39, April 2019

AIM AND SCOPE

Bulgarian Journal for Engineering Design is a periodical scientific issue covering wide scientific and application areas of engineering activities. The aim of the journal is to provide an academic forum for exchange of ideas and information between scientists, engineers, manufacturers and customers working in the spheres of mechanical engineering, transport, logistics, power engineering, modern computer – aided design and technology and solving different interdisciplinary scientific and applied problems. The editors welcome articles of substantial quality bearing significant contribution to the engineering knowledge.

EDITORIAL BOARD

Chairman

B.Grigorov, TU-Sofia, Bulgaria

M.T.Georgiev	TU-Sofia, Bulgaria	K.Demetrashvili	TU, Tbilisi, Georgia
G.Diukendzhiev	TU-Sofia, Bulgaria	S.Simeonov	TU, Brno, Czech Republic
M.Denchev	TU-Sofia, Bulgaria	V.Nikolich	Nish university, Serbia
I.Malakov	TU-Sofia, Bulgaria	A.Ianakiev	Nottingham Trent University, UK
P.P.Petrov	TU-Sofia, Bulgaria	N.Chernev	University of Auvergne, France
V.Panov	TU-Sofia, Bulgaria	B.Lepadatescu	Transilvania University of Brashov, Romania
M.Z.Georgiev	TU-Sofia, Bulgaria	N.Zrnic	University of Belgrad, Serbia
N.L.Nikolov	TU-Sofia, Bulgaria	M.Jovanovic	University of Nish, Serbia
M.Georgiev	MGTU Stankin, Moscow, Russia	D.Michalopoulos	University of Patras, Greece
V.Hristov	TU-Sofia, Bulgaria	N.Kubota	Tokyo Metropolitan University, Japan
Ch. Apostolopoulos	University of Patras, Greece	S.Emelianov	South West State University, Kursk, Russia
L.Cherviakov	South West State University, Kursk, Russia	V.Spassev	VTU „T.Kableshekov“, Sofia, Bulgaria
O.Lisovychenko	National technical university, Ukraine	V.Kirilovich	Zhytomyr state technological university, Ukraine

Editor

R.Mitrev, TU-Sofia, Bulgaria

Publisher: Mechanical Engineering Faculty, Technical University-Sofia. ISSN 1313-7530; **Publisher Address:** Bulgaria, Sofia, Kliment Ohridski blvd. №8, Technical University-Sofia, Mechanical engineering faculty; **Electronic version:** bjed.tu-sofia.bg.

The journal is indexed in Index Copernicus: www.indexcopernicus.com

All papers are reviewed by the members of Editorial Board and by external specialists.

Съдържание:

Автоматизирано проектиране на предложение за нова конструкция на селекторен механизъм от изплитащи системи за плоскоплетачен автомат	5
Р. Манолова	
Математическо моделиране на концентрациите на PM_{10} с линеен множествен регресионен анализ	11
Ю. Калъпчийска	
Илюстрациите в модата като съществена част на графичния дизайн	17
П. Димитрова	
Художествени изисквания към текстилния дизайн. Орнаменти на тъканите	23
П. Димитрова	
Mathematical modeling of translational motion of rail-guided cart with suspended payload	31
R. Mitrev	

АВТОМАТИЗИРАНО ПРОЕКТИРАНЕ НА ПРЕДЛОЖЕНИЕ ЗА НОВА КОНСТРУКЦИЯ НА СЕЛЕКТОРЕН МЕХАНИЗЪМ ОТ ИЗПЛИТАЩИ СИСТЕМИ ЗА ПЛОСКОПЛЕТАЧЕН АВТОМАТ

Росица МАНОЛОВА

катедра „Основи и технически средства за конструиране“, Технически университет - София, България
e-mail: rositza_manolova@tu-sofia.bg

Резюме: В публикацията е предложена нова конструкция за селекторен механизъм част от изплитащите системи за плоскоплетачни автомати. Предложената конструкция е предназначена за работа с плетачни игли със специфичен профил на задвижващите пети, което практически представлява и основната новост в конструкцията. Конструкцията е разработена в 3D модел в среда на Solidworks, което дава отлични възможности за динамична визуализация на предложената конструкция и взаимодействието ѝ с плетачната игла.

Ключови думи: плоскоплетачни автомати, трикотажна техника, изплитащи системи, плетене, селектори

1. УВОД

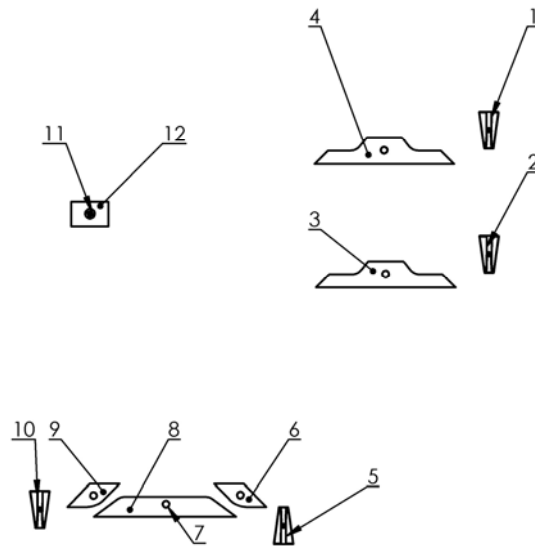
В развитието на плоскоплетачната техника при новите модели машини се предлагат все по-сложни и високотехнологични решения за избор на плетачните игли, които да мога да осигуряват все по-високи мострени възможности на машините при по-високи скорости на плетене. Това е така, защото за да бъде конкурентоспособна една фирма производител на трикотажни изделия то тя трябва да има възможност да произвежда плетива със все по-сложни структури за съкратен срок за производство на големи серии и възможности за бързо преминаване от един модел на друг. За да бъдат изпълнени тези изисквания на съвременните производители се въвеждат все по-иновативни технологии при разработването на тяхната техника. [2,3,4,5]

Основните видове селекторни механизми прилагани към момента на пазара на плоскоплетачни автомати са на принципа на директен избор чрез електромагнити. Това се осъществява, като всички игли биват потопени в игленото легло и в последствие само тези които ще бъдат включени се избират посредством електромагнит, който притегля петата на избраната игла и тя се включва чрез допълнителни пружиниращи платини поставени под нея. Това е един ефективен начин за избор на игли, но носи и един голям недостатък, изисква наличието на допълнителни елементи които да

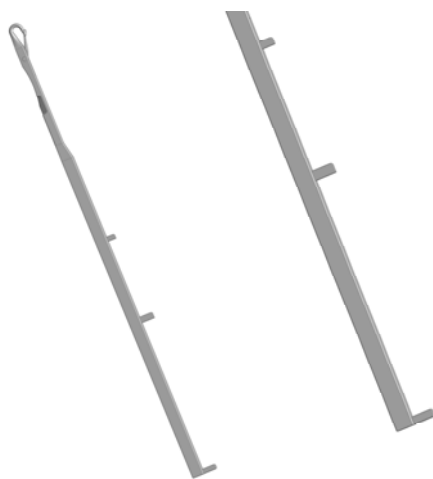
бъдат поставени в игленото легло и да контактуват с иглата, като изхвърлящи или стопиращи платини, които водят до по-голяма амортизация на машината. [3,4,5]

2. КОНСТРУКЦИЯ

На представената фиг.1 са изобразени всички детайли участващи в селекторния механизъм означени с позиционни номера.



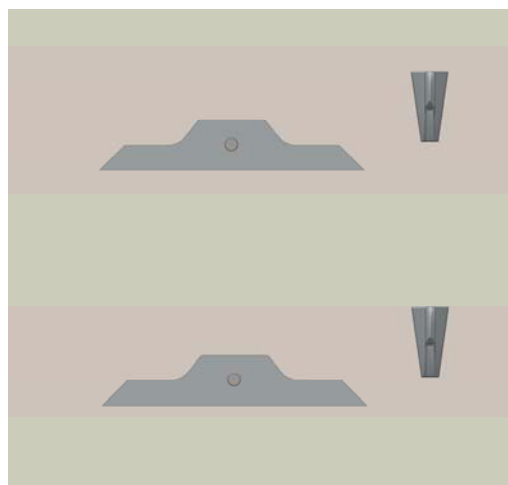
фиг.1 Детайли участващи в селекторния механизъм.



фиг.2 Тримерен модел на пълната конструкция на езичковата игла. [1]

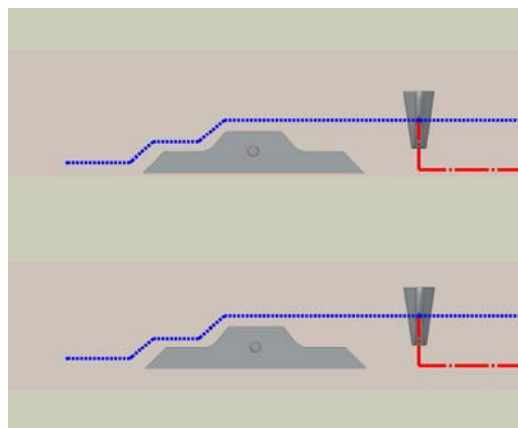
Селекторният механизъм е предвиден да работи с игли с три вида пети показана на фиг.2, със специфичен профил на петите, като първата пета намираща се най-близко до кукичката на иглата е по-ниска от другите две пети. Тя контактува със селектора избиращ иглите преминаващи по траектория за бримка. Втората пета е по-висока от първата и контактува със селектора избиращ иглите за изплитане на примка, а третата която е със същата височина като втората и се намира на края на иглата контактува със селекторите определящи полето за плетене. Специфичното при тези пети освен различната им височина е и това че първите две имат закръгления само от едната страна докато третата е заоблена и в двете посоки. [1]

Представените детайли с позиционни номера 1,2,3 и 4 представляват селекторният механизъм определящ плетящите и не плетящи игли за изработването на структурата на плетката, като респективно горните детайли с позиционни номера 1 селектор и 4 повдигащ клин определят избора на игли при изплитане на бримка, а долните 2 селектор и 3 повдигащ клин за избора на игли при изплитане на примка.



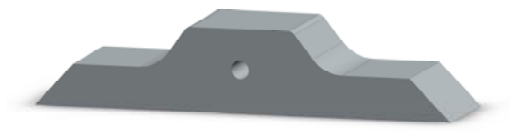
фиг.3 Тримерен модел на пълната конструкция на селекторния механизъм.

На фиг.3 е представен тримерен модел на пълната конструкция на селекторния механизъм от която може да се добие представа за формата и взаимното разположение на отделните детайли участващи в него. Докато на фиг.4 са представени траекториите на петите на работеща (със синьо) и неработеща игла (с червено), като респективно горната двойка издигащ клин и селектор се включват при избор на игли за изплитане на бримка, а долната двойка за изплитане на примка.



фиг.4 Селекторен механизъм за избор на игли определящ структурата на плетивото.

На фиг.5 е представено тримерно изображение на повдигащ клин на селекторния механизъм за определяне на плетачната структура. Повдигащите клинове за определяне на траектория на бримка и за траектория на примка са с напълно идентичен профил, но този работещ за бримка е по-висок тъй като работи с ниските пети на иглата. Това се дължи на факта, че практически двете траектории се образуват от различни пети на едно и съща игла, поради тази причина също така имаме и два отделни комплекта повдигащи клинове е селектори разположени на различна височина съответстваща респективно на двата различни вида пети.



фиг.5 Повдигащ клин на селекторния механизъм за определяне на плетачната структура.

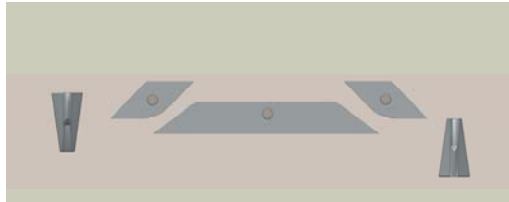
Представеният на фиг.6 тридименсионен модел на селектора, дава възможност да се види неговата специфична форма, която е създадена да взаимодейства със заоблената част на петата на иглата. Както се вижда в центъра на селектора има изтласкващ канал, чиято цел е да избута петата, респективно и иглата при движението си към игленото легло от работната ѝ траектория и да я разположи в неработна траектория.



фиг.6 Тридименсионен модел на селектора.

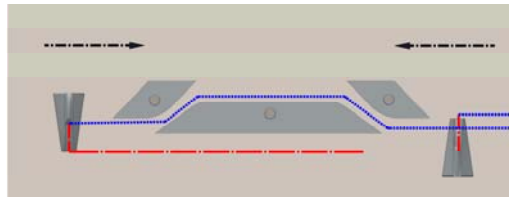
Освен представения модул от издигащи клинове и селектори за изработване на бримковата структура, чрез селектиране на съответните игли, плетачната глава е снабдена с още два идентични модула намиращи се от двете страни на плетачната глава и огледално

разположени спрямо центъра ѝ. Те служат както за определяне на плетачното поле, така и за включване и изключване на игли в процеса на плетене при изработване на окроени артикули, при които по време на наддаване е необходимо да се включват игли, а по време на свиване респективно да се изключват.



фиг.7 Модул за определяне на плетачното поле.

Необходими са два модула поради възвратно постъпателното движение на плетачната глава в двете посоки. На фиг.1 е представен десният модул, като с позиционни номера са обозначени отделните механизми действащи в него. За по-голяма яснота на фиг.7 е представен тримерният модел на този модул, от който се вижда ясно взаимното разположение на отделните механизми. На фиг.8 са представени траекториите на работа на издигащия клин, снемачите клинове и двата селектора.



фиг.8 Траектории образувани посредством повдигащите и снемачи клинове, и селекторите.

Този модул работи с последната пета на плетачната игла, която има закръгление и от двете си страни това разбира се дължи на факта, че иглите контактуват с два огледално разположени селектора, което практически изисква и промяната в конструкцията на петата. Като траекторията маркирана с червено е за изключване на плетачната игла, а тази със синьо за включване. [1]

Показаните траектории по които преминава петата на плетачната игла за включване се извършват при движение на плетачната глава в посока от дясно на ляво, а за изключване при посока от ляво на дясно, а другият огледален модул работи в обратната посока на движение на главата. Това съображение се изисква от технологичното изискване включването на иглите при наддаване да е при влизане в плетачното поле, а изключването им при излизане.

Модулът представен на фиг.1 съдържа механизми с позиционни номера 5, 6, 8, 9 и 10 от които с номер 8 е обозначен повдигащия клин който е неподвижно свързан с плетачната глава и служи за издигане на иглите до траектория на работещи игли, негово тримерно изображение е представено на фиг.9.



фиг.9 Повдигащ клин за включване на плетачните игли.

С позиционни номера 6 и 9 са представени съответно левият и десният снемаш клин, които за разлика от повдигащия са подвижни и в зависимост от посоката на движение на плетачната глава и подадената команда за включване или изключване на плетачни игли, чрез електромагнити се потапят в плочата на плетачната глава. Тримерен модел на единият от тези снемашни клинове е представен на фиг.10.



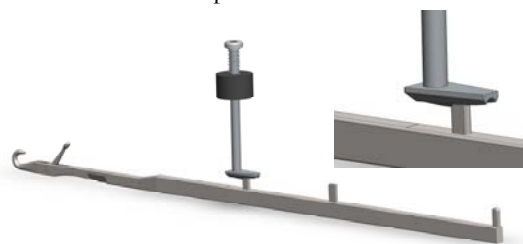
фиг.10 Снемаш клин.

Тези снемашни клинове играят роля на насочваща система към селекторите, които подбират, кои от работещите в момента игли да продължат да работят и кои да бъдат изключени.

Двата селектора с позиционни номера 5 и 10 са разположени огледално спрямо хоризонталната ос, като практически селекторът

с позиционен номер 5 служи за включване на плетачните игли, а този с позиционен номер 10 за изключването им.

На фиг.11 и 13 е представено задвижването на иглата чрез петата при изключването ѝ посредством избутването на иглата надолу в неработен режим. Както стана ясно от представеното до тук селекторите работят в негативен режим, т.е. при изключеното им състояние иглите се запазват в работещ режим, а при включването им иглите се изключват. Това е предвидено, за да бъдат осигурени възможно най-ниски натоварвания, както за иглите така и за селекторите. На фиг.11 е показан увеличен образ на контакта на селектора с петата на плетачната игла в началната си фаза на.



фиг.11 Начална фаза на действие на селектора при избутването му на плетачната игла в неработещ режим.

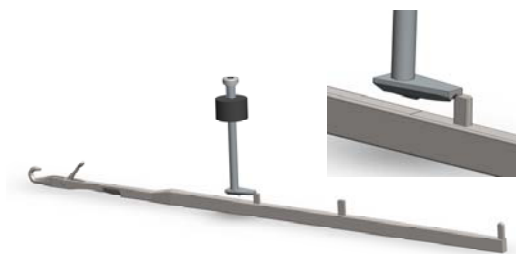
Селекторите се задвижват посредством електромагнити разположени от външната страна на плетачната глава и поставени в оста на селектора, като при подаден сигнал от електромагнита показан на фиг. 12 в точно определен момент, зададен от оптични датчици, селектора се придвижва към игленото легло и опира в петата на плетачната игла.



фиг.12 Електромагнит.

На фиг.13 е показан увеличен образ на контакта на селектора с петата на плетачната игла

в крайната си фаза на отместване. От фиг.11 и 13 става ясно, че практически преместването на иглата става посредством притискането на иглената пета в канала на селектора, който с помощта на фуниевидния си профил на канала постепенно я изтласква с приближаването си към игленото легло в посока към широката му част докато тя напусне профила и по този начин промени първоначалната си траектория. Поради тази причина и петите на иглата са заоблени в участъка в който ще контактуват със селекторите и респективно третата последна пета на иглата е заоблена и от двете си страни.



фиг.13 Крайна фаза на действие на селектора при избутването му на плетачната игла в неработещ режим.

След преустановяването на сигнала от електромагнита посредством пружината показана на фиг.14 селекторът се връща обратно в началната си позиция. И при следващия подаден сигнал от електромагнита цикъла се повтаря.



фиг.14 Пружина.

В края на оста на селектора посредством резбово съединение е присъединена специална гайка с цел да може да бъде регулирана пружината и същевременно да се регулира височината на слизане на селектора към игленото легло. По този начин се регулират и селекторите работещи с високите или с ниските пети на иглата.



фиг.14 Регулираща специална гайка.

С позиционни номера 7 и 11 на фиг.1 са посочени закрепващи елементи, като на неподвижният снемач клин това е ос означена с 7, а номер 11 е винт служещ за закрепване на последният детайл 12 към плетачната глава. Детайлът 12 представлява постоянен магнит, чиято цел е да привлича отчупени малки частици или пети от плетачните игли, като така предотвратява удар или заклиняване на същите в клиновете на изплитащите или селектиращи системи.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Както бе представено в началото на публикацията съвременните селекторни механизми функционират, чрез потапяне на всички работни игли, след което, посредством електромагнити, които притеглят петите само на иглите които ще бъдат включени и с помощта на пружинираща платина те се извеждат на повърхността на игленото легло. От там с помощта на допълнителни спомагателни платини с помощта на петите иглите се въвеждат в съответната работна траектория: бримка, примка, предаваща прехвърляща или приемаща прехвърляща игла.

Основната новост в предложената конструкция на селектора, е факта че дава възможност за селектиране на плетачни игли без да е необходимо тяхното потапяне в игленото легло. По този начин конструкцията на селекторните модули предложена в настоящата публикация осигурява възможности за движение на плетачните игли по същите траектории, но без използването на допълнителни детайли, като пружиниращи или стопиращи платини, което от своя страна води до намаляване на амортизационните разходи по поддръжка на машините.

Литература

1. **Манолова Р.** "Автоматизирано проектиране на предложение за нова конструкция на езичкова игла за плоскоплетачен автомат" БСИП, бр.32/2017г. стр. 29-33.
2. **Стоилов Т.** „Машини и процеси в трикотажното производство”. София: издателство на Технически университет - София, 2008.
3. **H. STOLL GMBH & CO. KG.** „Flat knitting machine having a needle selector device.” GERMANY: Patent – US 4 686 839, 1987.
4. **H. STOLL GMBH & CO. KG.** „Stoll Service Center Basic Training CMS.” Stollweg 1, D-72760 Reutlingen: GERMANY, 2004.
5. **SHIMA SEIKI MFG. LTD.** „SES 122RT Product manual.” Japan: Osaka , 2005.

**AUTOMATED DESIGN OF PROPOSAL FOR NEW CONSTRUCTION
SELECTOR MECHANISM OF CAM SYSTEMES FOR FLAT KNITTING
AUTOMATIC MACHINE**

Rositza MANOLOVA

Fundamentals and technical means for design department, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: rositza_manolova@tu-sofia.bg

Abstract: In the publication a new construction for a selector mechanism is proposed, part of the cam systems for flat knitting machines. The proposed construction is designed to work with knitting needles with a specific profile of the needle butts, which is also the basic novelty of the construction. The design has been developed in a 3D model in Solidworks environment, which gives excellent possibilities for dynamic visualization of the proposed construction and its interaction with the knitting needle.

Keywords: Flat knitting machines, knitwear, cam systems, knitting, selectors

МАТЕМАТИЧЕСКО МОДЕЛИРАНЕ НА КОНЦЕНТРАЦИИТЕ НА PM_{10} С ЛИНЕЕН МНОЖЕСТВЕН РЕГРЕСИОНЕН АНАЛИЗ

Юлия КАЛЪПЧИЙСКА

катедра „Електроизмервателна техника“, Технически университет - София, България
e-mail: kalapchiiska@abv.bg

Резюме: Разработен е математически модел за откриване на причинно-следствена връзка между концентрациите на PM_{10} и пет метеорологични променливи. Моделът дава възможност да се прогнозира нивата на фини прахови частици, като се използват за база измерени стойности на PM_{10} от АИС „Младост“ – София. Получените резултати ще допринесат за повишаване знанието относно динамиката на разглеждания атмосферен замърсител.

Ключови думи: математическо моделиране, PM_{10} , метеорологични параметри

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Основен екологичен проблем в България е замърсяването с фини прахови частици (PM_{10} и $PM_{2.5}$) и общ суспендиран прах (TSPs). В повечето населени места техните концентрации превишават допустимата средноденоношна норма (СДН), регламентирана в Закона за чистотата на атмосферния въздух (ЗЧАВ). Токсичността на праховите частици зависи от техния химичен състав. Те могат да проникнат в алвеолите на белите дробове и да нарушат функциите на респираторната, сърдечно-съдовата и имунната системи, като влияят негативно върху здравословното състояние и продължителността на живот при хората [1].

Основните причини за състоянието на атмосферния въздух в София са физикогеографските особености на района [2]. Градът е разположен в затворено котловинно поле, което има решаващо значение за климата. Безветрието, температурните инверсии и свързаните с тях мъгли са често срещани явления, които възпрепятстват естествената вентилация на атмосферните замърсители. Тези неблагоприятни фактори в комбинация с големия брой антропогенни източници на вредни емисии във въздуха са причина за образуването на високи концентрации на PM_{10} за кратък период от време.

Поддържането на нивата на PM_{10} под регламентираните в ЗЧАВ граници е едно от най-големите предизвикателства пред обществото [3, 4]. Подробното изследване на влияещите фактори ще помогне при изготвянето на ефективни

стратегии за опазване здравето на хората и устойчивото развитие на околната среда.

Настоящата статия е свързана с разработване на математически модел за анализиране и краткосрочно прогнозиране концентрациите на PM_{10} в град София, квартал „Младост“ въз основа на предоставена информация от Изпълнителна агенция по околна среда (ИАОС). Моделът включва масив от данни от АИС „Младост“, за периода от 01.01.2017 г. до 31.03.2018 г. за PM_{10} и пет метеорологични променливи, както следва: средноденоношно атмосферно налягане, посока на вятъра, скорост на вятъра, средноденоношна температура на въздуха и слънчева радиация. Измерванията се извършват на височина 2m от земната повърхност [5,6], пространственото разпространение на PM_{10} се проектира върху равнина, успоредна на повърхността на земята.

2. МАТЕМАТИЧЕСКИ МОДЕЛ

Изборът на точен подход е от голямо значение, тъй като процесът на математическо моделиране включва множество неизследвани комбинации и сложни взаимовръзки между разглежданите променливи [7, 10]. Като най-подходящ модел е избран линейния множествен регресионен анализ. Установено е наличието на линейна корелация и е избрано уравнението на линейна регресия от вида:

$$y = a_1x + a_0 \quad (1)$$

Целта на изследването е да се намерят „оптимални“ оценки на истинските стойности на a_0 , a_1 по смисъла на метода на най-малките квадрати

(МНМК), след като се използва извадката (x_i, y_i) , при $i = 1, 2, \dots, n$. Задачата е: от всички прави с уравнение (1) да се подбере тази, която е „най-близо“ до измерените стойности (x_i, y_i) , като сумата от квадратите на разстоянията от всички измерени точки до получената права линия трябва да бъде минимална. Вземат се квадратите на отклоненията по вертикала (y) на точките (x_i, y_i) от правата (1).

Трябва да се намерят стойностите на коефициентите a_0, a_1 така, че сумата да бъде минимална:

$$\text{Sum} = \sum_{i=1}^n (a_1 x_i + a_0 - y_i)^2 \rightarrow \min \quad (2)$$

Тъй като Sum е диференцируема функция на a_0 и a_1 , то в точката на минимум задължително са изпълнени условията:

$$\frac{\partial \text{Sum}}{\partial a_0} = 0, \quad \frac{\partial \text{Sum}}{\partial a_1} = 0 \quad (3)$$

От тук следва, че:

$$\frac{\partial \text{Sum}}{\partial a_0} = 2 \sum_{i=1}^n (a_1 x_i + a_0 - y_i) = 0 \quad (4)$$

$$\frac{\partial \text{Sum}}{\partial a_1} = 2 \sum_{i=1}^n (a_1 x_i + a_0 - y_i) x_i = 0 \quad (5)$$

Получава се система от две уравнения с две неизвестни:

$$a_1 \sum_{i=1}^n x_i + a_0 \sum_{i=1}^n 1 - \sum_{i=1}^n y_i = 0 \quad (6)$$

$$a_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + a_0 \sum_{i=1}^n x_i - \sum_{i=1}^n x_i y_i = 0 \quad (7)$$

От тук могат да бъдат изчислени коефициентите a_0, a_1 :

$$a_1 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i - n \sum_{i=1}^n x_i y_i}{(\sum_{i=1}^n x_i)^2 - n \sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (8)$$

$$a_0 = \frac{(\sum_{i=1}^n x_i y_i \sum_{i=1}^n x_i) - \sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i}{(\sum_{i=1}^n x_i)^2 - n \sum_{i=1}^n x_i^2} \quad (9)$$

С цел намаляване на големия обем изчисления се използва статистически пакет MS Excel 2010. Благодарение на съвременната изчислителна техника решението на регресионното

уравнение е значително опростено, а точността на прогнозите – висока. Функцията LINEST от този пакет изчислява статистиките за права линия.

В регресионното уравнение са включени пет основни метеорологични променливи поради необходимостта от опростяване на статистическите зависимости, както следва:

$$y(PM_{10}) = m_1 x_1 + m_2 x_2 + \dots + m_5 x_5 + b \quad (10)$$

Тук зависимата променлива $y(PM_{10})$ е функция на независимите променливи x_i , както следва: x_1 (PRESS) - средноденоношно атмосферно налягане, x_2 (WD) - посока на вятъра, x_3 (WS) - скорост на вятъра, x_4 (GSR) - слънчева радиация и x_5 (AirTemp) - средноденоношна температура на въздуха. Коефициентите $m_1 \div m_5$ съответстват на променливите $x_i \div x_5$. Константата b дава информация за всички невключени метеорологични параметри, които не са статистически значими за регресионното уравнение, но също влияят в по-малка степен върху разпространението на PM_{10} . Масивът от регресионни статистики, който функцията LINEST връща е показан в Таблица 1.

табл. 1. Масив от регресионни статистики

Press, mbar	WD, degree	WS, m/s	GSR, W/m2	AirTemp, Celsius	b
0.73	-0.06	-17.12	-0.03	-0.54	-590.53
0.25	0.02	2.15	0.01	0.18	232.86
0.38	16.45				
F=43.54	df = 360				
58949.74	97474.32				

След извършените изчисления окончателния вид на регресионното уравнение е следния:

$$y(PM_{10}) = 0.73x_1 - 0.06x_2 - 17.12x_3 - 0.03x_4 - 0.54x_5 - 590.53 \quad (11)$$

3. МАТЕМАТИЧЕСКА ОЦЕНКА НА РАЗРАБОТЕНИЯ МОДЕЛ

3.1. F-тест.

Използва се критерият на Фишер, с който се определя дали зависимостта между PM_{10} и метеорологичните променливи е статистически значима или е получена на случаен принцип.

Прилага се функцията: FDIST(F, v_1, v_2) за изчисляване на стойността на $F_{кр}$, като: $v_1 = n - df - 1 = 4$ и $v_2 = df = 360$. $F_{кр}$ се сравнява със стойността на $F=43.54$, взета от масива от Табли-

ца 1. $F_{кр}=8.46088*10^{-30} \ll 43.54$. Значителната разлика между $F_{кр}$ и F е сериозно основание да се твърди, че наблюдаваното отношение между зависимата и независимите променливи не е получено на случаен принцип.

3.2. t-статистики.

Проверява се статистическата значимост на метеорологичните параметри, участващи в регресионното уравнение. Целта е да се докаже по отделно наличието на причинно-следствена връзка между всяка една от петте независими променливи и PM_{10} . Използва се следната формула:

$$t_i = \frac{m_i}{se_i}, \quad (12)$$

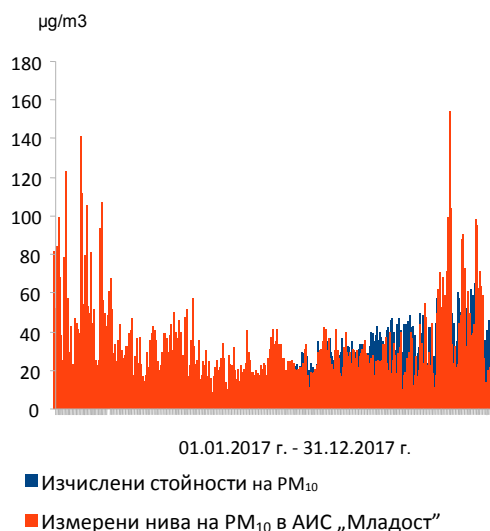
където m_i са коефициентите пред петте метеорологични променливи, а se_i са стандартните грешки за всеки един от коефициентите m_i , взети от масива с регресионни статистики (Табл. 1).

В случаите, когато абсолютната стойност на t_i е по-висока от критичната стойност $t_{кр}$ може да се направи изводът, че разглежданият метеорологичен параметър влияе върху изменението на концентрацията на PM_{10} . Критичната стойност $t_{кр}$ се изчислява с помощта на функцията: $TINV(0.05, df) = t_{кр} = 1.97$

Получените абсолютни стойности на t_i за всяка една от петте променливи са по-големи от $t_{кр}$. Това доказва твърдението, че петте метеорологични променливи са статистически значими за регресионното уравнение.

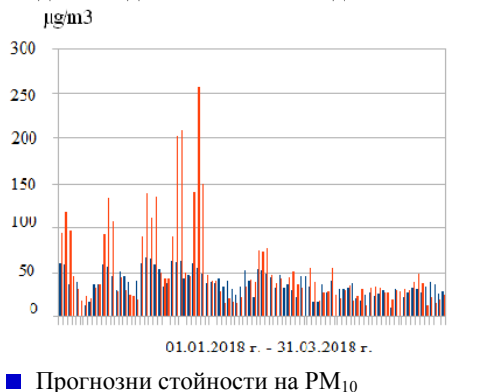
3.3. Проверка за определяне точността на модела.

За тази цел се използва следната функция: TREND (known_y's, known_x's, new_x's, const). Не се въвеждат стойности за new_x's. Приема се, че са равни на known_x's. На база полученото регресионно уравнение (11), петте метеорологични променливи и функцията TREND е изчислен масив със стойности за $y(PM_{10})$ за разглеждания период от 01.01.2017г. до 31.12.2017г. Това позволява да се направи сравнение между изчислените и действително измерени концентрации на PM_{10} за 2017 г. Данните са представени графично на фиг.1.



фиг.1. Средноденоношен ход на изчислените концентрации на PM_{10} и измерените от АИС „Младост“ за периода от 01.01.2017 г. до 31.12.2017 г.

На фиг.2 са визуализирани прогнозните концентрации на PM_{10} , получени на база регресионното уравнение за 2017 г. и данните за метеорологичните променливи за първото тримесечие на 2018 г. В графиката са нанесени и действително измерените стойности на PM_{10} за същия период. Направено е сравнение между измерени и прогнозни стойности, с цел проследяване адекватността на модела.



фиг. 2. Средноденоношен ход на прогнозните концентрации на PM_{10} и измерените в АИС „Младост“ за периода от 01.01.2018 г. до 31.03.2018 г.

4. АНАЛИЗ НА ПОЛУЧЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ

Несъответствието между изчислените и измерени в АИС „Младост“ концентрации на PM_{10} за периода от 01.01.2017 г. до 31.12.2017 г. е 39% и се определя чрез корелационен анализ с коефициент на корелация $R=0.61$.

Краткосрочните прогнози за период от 3 месеца, получени с избрания статистически модел, имат добро съвпадение с действителните стойности на PM_{10} . При корелация $R=0.70$ между данните за периода от 01.01.2018 г. до 31.03.2018 г. отклонението е 30%. Съгласно Директива 1999/30/ЕО се допуска точността при изчисление на средногодишни концентрации на PM_{10} да бъде с до 50% отклонение от действителните стойности. От тук следва, че избраният модел е адекватен и е с много добри статистически показатели.

От фиг. 2 е видно, че има несъвпадение между прогнозни и измерени нива на PM_{10} в случаите, когато стойностите надвишават многократно СДН. Причината за това е в принципа на обработка на данните от програмния продукт. За база се използват стойностите за PM_{10} и петте включени метеорологични параметъра за 2017 г. Ако минималната и максимална стойност на всяка една от разглежданите променливи се различава значително от диапазона, в който попадат стойностите на метеорологичните параметри, използвани за прогнознния период, то и грешката при получените резултати за PM_{10} ще се увеличи. За преодоляване на този програмен недостатък, извадката от базови параметри трябва да се разшири назад във времето, докато се включат данни от търсения диапазон.

На фиг. 1 и фиг. 2 се наблюдават максимални концентрации на PM_{10} през студените месеци, с регистрирани стойности 5 пъти по-високи от допустимата СДН от $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Причина за високият градски фон на въздушни частици са липсата на вятър, честите температурни инверсии и интензивния трафик. През топлите месеци силният турбулентен обмен с висок слой на смесване е причина за по-ниските нива на PM_{10} , под СДН [11]. Единичните случаи на завишаване на концентрациите през топлото полугодие е свързано с местни източници на емисии, като строителни дейности и др.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ежедневните, седмични и сезонни промени в емисиите, генерирани от природни и антропогенни източници в района на град София, както и голямото разнообразие на метеорологични параметри могат да доведат до непредвидими последици при разпространението на фини прахови частици. С цел откриване на причинно-следствена връзка между различните метеорологични променливи и концентрацията на PM_{10} е създаден математически модел на база линеен множествен регресионен анализ. Доказана е неговата ефективност с използване на подходящи статистически техники.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] **Pekey B., Bozkurt Z. B., Pekey H., Dogan G., Zararsiz A., Efe N., Tuncel G.**, Indoor/outdoor concentrations and elemental composition of $PM_{10}/PM_{2.5}$ in urban/industrial areas of Kocaeli City, John Wiley & Sons A/S, Indoor Air 2010; 20: p.112–125
- [2] **Veleva B., Hristova E., Nikolova E., Kolarova M., Valcheva R.**, Seasonal variation of PM_{10} elemental composition in urban environment, Journal of composition in urban environment, Journal of International Scientific Publications: Ecology and Safety, Volume 8, ISSN 1314-7234 (online), 2014
- [3] **Amaral S. S., Carvalho J. A. Jr., Costa M. A. M., Cleverson P.**, An overview of particulate matter measurement instruments, Atmosphere, 6, p.1327-1345, 2015
- [4] **Kovačič M., Senčič S., Župerl U.**, Genetic programming and artificial neural network modeling of PM_{10} emission close to a steel plant, RMZ – M&G, Vol. 60, pp. 9–16, 2013
- [5] **Daly A., P. Zannetti**, Air Pollution Modeling – An Overview, The Arab School for Science and Technology (ASST), USA, 2007
- [6] **Kovačič M., Senčič S.**, Modeling of PM_{10} emission with genetic programming, Materials and technology 46 (2012) 5, p. 453–457
- [7] **Георгиев О., Велева Б., Христова Е., Бъчварова Е., Коларова М.**, Връзка между метеорологичните характеристики и замърсяването на въздуха в София, 3rd National Congress on Physical Sciences, 2016
- [8] **Kim K., Kim Y., Roh Y., Lee C., Kim C.**, Spatial distribution of particulate matter (PM_{10} and $PM_{2.5}$) in Seoul Metropolitan Subway stations, Journal of Hazardous Materials 154, 440–443, 2008
- [9] **Liping X., Yaping S.**, Modelling of traffic flow and air pollution emission with application to Hong Kong

Island, Environmental Modelling & Software 20 (2005) 1175–1188

[10] **Ott W.**, Mathematical Models for Predicting Indoor Air Quality from Smoking Activity, Environmental Health Perspectives. 107(Suppl 2), pp. 375–381, 1999

[11] **Veleva B., Hristova E.**, Statistical evaluation of elemental composition data of PM₁₀ air particulate in Sofia, Int. J. Environment and Pollution, Vol. 57, Nos. 3/4, p.175-188, 2015

MATHEMATICAL MODELING OF THE CONCENTRATIONS OF PM₁₀ WITH LINEAR MULTIPLE REGRESION ANALYSIS

Julia KALAPCHIYSKA

Department of Electrical Measurement, Technical University of Sofia, Bulgaria

e-mail: kalapchiiska@abv.bg

Abstract: A mathematical model to detect a causal relationship between PM₁₀ concentrations and five meteorological variables was developed. The model makes it possible to predict the levels of fine particulate matter using the PM₁₀ measured values of AIS "Mladost" - Sofia. The results obtained will contribute to raising knowledge about the dynamics of the atmospheric pollutant concerned in the region of Sofia.

Keywords: mathematical modeling, PM₁₀, meteorological parameters

ИЛЮСТРАЦИИТЕ В МОДАТА КАТО СЪЩЕСТВЕНА ЧАСТ НА ГРАФИЧНИЯ ДИЗАЙН

Пенка ДИМИТРОВА

катедра „Инженерен дизайн”, Технически университет - София, България

e-mail: p.dimitrova@tu-sofia.bg

Резюме: В статията се разглеждат специфичните особености, на илюстрацията, които са свързани с графичното дизайнерско оформление на книги с тематично направление съвременни тенденции в модното облекло. Разглеждат се принципите на изграждане на образа, специфичните особености на стилизацията, видовете композиции и цвета. Обръща се внимание на стилового разнообразие на илюстрациите, свързани с тематичната насоченост и изразният език съобразен със спецификата на изданието.

Ключови думи: стилово разнообразие, графичен и живописен принцип на изпълнение, композиция и цвят.

Модната илюстрация се различава от илюстрацията в литературно произведение по това, че човешката фигура в модата е поставена условно и пропорциите са различни. За целта е необходимо да се предадат правилно пропорционалните съотношения заложи в човешката фигура. При модната графика фигурите са удължени, главата се нанася в тялото, не 8 пъти както при обикновената илюстрация, а 10-12 пъти. При модната графика е важно да се предадат възрастовите групи и пола, а също характера на епохата, модните тенденции. За да се разкрие най-добре съдържанието на костюма като художествен ансамбъл дизайнерът представя човешката фигура в различни пози и движения, като използва разнообразни лаконични средства за постигане най-голяма изразителност на формите. Рисунките се изпълняват опростено, без излишни подробности като се показват най-често срещаните и естествени движения на човешката фигура, характеризиращи нейната пластика.

В модата скица се изпълнява, чрез перо и туш, флумастер, четка, въглен, сангин или други материали, чрез линия, линия и петно или само петно. Те представлява обобщено изображение, изпълнено по най-добър начин. Чрез тях се изразяват основните пропорции, характерните движения, без да се анализира и преработва всяка форма както при рисунката.

Рисунката е продължение на скицата, обогатена с нови детайли. Чрез нея се определят характерните форми, пластиката, цвета, материала и фактурата на повърхността. Бързите рисунки са

спомогателен материал за по-нататъшното разработване на дизайнерските проекти. При тях се придава лаконичност на формата и се обобщават най-типичните черти на обекта.

Предварително обаче трябва да се реши как най-добре да се разположи изображението върху листа (вертикално или хоризонтално). Освен това трябва да се избере мащабът по отношение на фигурата (да не бъде едра или дребна) и да се остави повече място към тази страна, към която тя се развива.

Във възприятията на дизайнера са запечатани тези детайли от облеклото, които са основни за дадена конструкция - пластичност, цвят, индивидуални особености, неповторими черти, присъщи само за даден асортимент. Рисунката може да се третира линейно или тонално чрез петна. Контурът на места е по-тънък, на места по-дебел, принадлежи на обема и няма самостоятелно значение. Чрез него се придава обема на триизмерната форма. Контурът е завършекът на края на формата и се изменя непрекъснато.

При силен ракурс се съкращават линиите на повърхността.

В модната рисунка изобразителните средства са предадени чрез шрих или линия с различна дебелина - прекъсната, течаща или непрекъсната.

Моделите облечени, чрез по-тъмни облекла по-лесно се изобразяват с петно за да се подчертае силуета, докато моделите на рокли с набори се показват чрез линии.

Облеклото обикновено се изобразява на стоящи фигури, с ясно изразено положение на кор-

пуса и опорната плоскост на краката. При опора на фигурата върху два крака - осева линия минава през раменния пояс и таза. Тези две линии са успоредни и се разполагат хоризонтално. Ако опората на фигурата е на единия крак осевата линия, минаваща през таза, се вдига по-високо на ослабената страна. За съхраняване на равновесието на фигурата, гръбначния стълб и главата се накланя към страната на опорния крак. Осевата линия минаваща през раменния пояс има обратно направление на движението на осевата линия на тазовия пояс.

Всички сложни форми на облеклото се обобщават в геометрично по-прости, а по-големите обеми се разделят на по-малки обеми. Това се постига с туш, темперни бои, сангин или въглен. Много често основните силуетни форми се изпълняват с цели петна. Чрез най-бързата и точна рисунка се придава характера на движенията и то без да се откъсва перото от листа чрез няколко плавни и непрекъснати линии.

Дизайнерът подчинява рисунката на главната цел да се изяви пластиката на фигурата при конкретна поза и покажат характерните силуети и детайли в облеклото. В орнаменталните си скици *дизайнерът* си поставя винаги задачата да се изрази характера на костюма, рисунката на тъканите и детайлите на облеклото. При това трябва винаги чрез формата на костюма да се подчертае и обемът на фигурата и отделните детайли в картинната плоскост. Композицията на отделните фигури се получава добре, когато една или две фигури са свързани с една пластична идея. (фиг.2)

Пластичната връзка в композицията е сложно понятие. Пластиката на фигурата, нейните движения, разнообразието на позите трябва да улеснят читаемостта на костюма, динамиката на формите и тяхната изразителност-да подчертаят красотата на костюма, неговите детайли, подчинени на общия силует.

От пропорциите на фигурата зависят пропорциите на костюма и тяхната взаимна връзка. Облеклото изглежда по-добре върху по-висока и удължена фигура. Тъй като дизайнерският проект се възприема като образ и идеал на дизайнера, то при използването на каноните и, пропорциите се допускат отклонения. Дизайнерът удължава фигурите. При него главата се нанася 12 пъти във фигурата.

Дизайнерът стилизира модната графика и обобщава изображението чрез линия и петно като подчертава най-характерното и типичното. Отказва се от излишното моделиране на формата като условно схематизира костюма без неговата детайлизация. Стилизацията на фигурите, ръцете, краката, главата представя в най-общите, често срещани в живота опростени положения.

При него в процеса на графичното изобразяване на дизайнерските проекти най-важното е:

- Правилно предаване на предварително замисляните движения и характера на пластиката на фигурата;
- Подчертаване особеностите на костюма като цяло, неговия силует, пропорциите и елементите на фигурата;
- Рисуване на главата с характерната прическа шапка, ръцете, краката, обувките;
- Условно образно отразяване на фактурата на материала с помощта на различни начини на технически и графични изображения;
- Определяне на светлинното и цветово съдържание на костюма.

Необходимо е рисунката да се обедини в неразривно цяло с общия композиционен замисъл и да се намери центъра на композицията.

Композиционният център представлява част от общата композиция в костюма, която най-много привлича вниманието. Дизайнерът го постига чрез различни размери или най-светло петно, което се отличава от обкръжаващия го участък по форма, линия, цвят, фактура и т.н. Задачата на автора е чрез композиционен център по свой оригинален и неповторим начин да отдели главното в композицията. Размерът на формата и разположението на другите участъци на рисунката зависят от композиционния ритъм.

В своето творчество дизайнерът построява основата на костюма чрез различни геометрични форми (овал, кръг, ромб, правоъгълник и т.н.), чрез най-разнообразни линии. В зависимост от разположението на формите могат да са насочени нагоре или надолу, наляво или надясно, към центъра на фигурата или настрани. Повечето от формите имат единно направление и създават впечатление за неспокойна (динамична) композиция. Изобразява и противоположно разположение на формите, спокойни и статични композиции.

Разработват се композиции с противоположни неспокойни форми, които контрастират помежду си - кръгли съчетани с правоъгълни, овални с правоъгълни и т.н. При цветовото решение на модната си графика използва плоски и условни петна, често изпълнени и разположени, така че да съществуват връзки между тях и да изграждат цветовата хармония. При решаване на сложни професионални задачи често се използва линия и петно.

Линеарното решение подробно разяснява вътрешното богатство на костюма - композиционния строй, конструктивните и технологични особености.

В композицията се използват основните закономерности, които организират построяването на изображенията:

- Машабът като мярка за намаляване на осите спрямо всички други направления;
- Вертикалата и хоризонталата, построяване и диагонални направления;
- Статика и динамика (покой и движение) в пластичното решение на композицията;
- Симетрия, чиито правила произлизат от пластичното построяване на човешката фигура;
- Равновесието - съчетаване на противоположни страни на изображението, еднакви по маса;
- Ритъмът-закономерно редуване на малки и големи форми, на движение и покой, на контрастно и спокойно, на тъмно и светло;
- „Златно сечение" и конструктивните (опорните пояси на човешката фигури като условия за орнаменталното изкуство);
- Стиливо единство в костюма като ансамбъл;
- Равнинно изображение като условие за орнаменталното изкуство.

Модната графика се представя чрез скици, работни рисунки, ескизи и др., под формата на модна страница, списание, албум, проспект, плакат и др.

Работната рисунка е подробно разработване на формата, детайлите, допълненията към костюма.

Човешката фигура изобразява в различни положения - отпред, отзад, отстрани. Показват се съществени детайли и особености при линейно и конструктивно решение, журнална страница с

шрифтове, текстове, заглавия. Те са част от информацията, която носи дадено списание.

В статиите са отразени модните тенденции, перспективите на модата през даден сезон, модните силуети, линии, детайли, гарнитури и съобщения за развитието на модата.

В своето орнаментално изкуство дизайнерът съзнателно интуитивно се обръща към формите на живата природа.

Внимателно се подбират илюстрациите към книгата като се създават различни художествено-декоративни мотиви. Изучавайки природните форми се търсят техните изразителни пропорции. Симетрията и асиметрията при изобразяването им, като достига до тяхното преобразуване. Като ги стилизира дизайнерът се освобождава от излишното, от случайното и достига до най-изразителния им декоративен елемент. В орнаменталните композиции едни елементи са главни, а други второстепенни (спомагателни).

Основните елементи на формата се свеждат до най-характерните им геометрически структури като се подчертава най-главното и най-характерното. Отначало графично се третира орнаменталната равнина като изобразителните похвати в илюстрациите се доближават до тези на графиката. Като се използва черно, сиво и бяло тя търси ефекти от контрастите между светло и тъмно, между плоскости и линии.

В зависимост от структурата на тъканта може да се придава различна плановост, релефност чрез използването на различни материали.

Обогатява се пластичния ефект на повърхността чрез нисък и висок релеф.

Стиловите форми влияят на чувственото възприятие, притежават естетически ценностен характер, проявяват се като аксеологични параметри на културата и като носители на художествените ценности в изкуството и дизайна. Изследванията върху модата поражда особени затруднения, тъй като тя е многостранна, неизчерпаема, наситена с образност и фантазия.

Чрез интерпретация на фона на общата концепция дизайнерът се стреми да открие нови оригинални решения. Изучава маниерите на носене, проявяващи се в движенията на изобразяваните манекени, пространствената организация от различни по пластика материали. Създава свои об-

рази подчинени на цялостното изграждане на силуетните форми на изделията.

Чрез уверена линия и петно изобразява различни асортименти облекла, както и характерните градивни елементи и пропорции.

Подчертава стила през различните години като създава дизайнерски проекти с типови индивидуални черти. Графичното изпълнение на рисунките е наситено с богата символика, образност и емоционално въздействие.

Силуетите и декорацията се изпълняват нетрадиционно. Темите, които се рисуват в модната графика са бликащите идеи през различните им периоди:

1. Историческите стилове – имитират се детайли, пропорции и прототипи като се търси забележителната нишка от епохата и годините на създаването на облеклото.

2. Архитектурните стилове - търси се стилообразуването в архитектурата като първоизточник на идеи претворени в композиционния подход в облеклото.

3. Традиционния национален костюм на различни народи като символична характеристика

4. Съвременните течения в изобразителното и приложно изкуство, които са оказали съществено влияние в оформянето на текстила и облеклото: абстракционизъм, кубизъм, сюрреализъм, фовизъм, модернизъм и др.

5. Природните биологични форми използвани като първоизточник в структурата на облеклото или като символика.

6. Геометричен стил - при него се използва:

6.1. Една и съща форма построена на по-големи и по-малки геометрични форми или форми с различен мащаб и големина. При необходимост се създава впечатление за увеличен обем, плоскост, чрез геометрични илюзии на затворена или отворена повърхност или криви.

6.2. Пластични, меки, неопределени форми.

Съвременните колекции, се изобразяват в стила на меките, пластични и овални форми. Понякога са оформени, чрез плавни, издуващи се движения, получени чрез драперии, а понякога, чрез нашиване на елементи върху тъканта.

В много ескизи съществуват абстрактните решения изпълнени, чрез различни материали, имащи различна символика. Изобразяват се от

различни асортиментни групи: палта, манта, якета, костюми, рокли, жакети, панталони, гащеризони, поли и т.н.

Разкривайки същността на композицията в дизайна на облеклото дизайнерът проектира различни облекла свързани с асортиментните групи. Разкрива визуалната сила на формата, силуета и отделните елементи - раздвижени и с богата пластичност.

Рисува различни облекла, чрез които подчертава красотата на формата, хармоничната връзка и цялост, единството на подвижни и стабилни елементи. Чрез различни примери на трикотажно мъжко облекло се разкрива ритъма и метъра по вторите на еднакви и с различна големина елементи.

Подчертава се степента на запълване на формата с елементи на вътрешната им разработка.

Набляга се на различните пропорционални съотношения в облеклото. Линиите на раменния пояс, талията, ханша, играещи важна роля в хармоничността на изделията.

Зрителното изобразяване на костюма зависи от свойствата на тъканите, тяхната твърдост, мекота, фактура и художествено оформление. Предлагат се различно художествено оформление на манта и костюми от кариран и раиран тъкани, както и десени използващи се за рокли и блузи. (фиг.1)

Техниките на изобразяване са различни: само с линия, линия и петно, въглен, сангин, акварел, темпера и др.

Много от илюстрациите са оформени чрез линии, които играят първостепенна роля. Чрез линии се изразява обемната и триизмерна форма. Третират се условно и плоскостната форма в силуетното решение.

Посредством линиите (видимите граници на формата) на светлините и сенките постига характера на формата и различната фактура на облеклото.

В случаите, когато силуета е очертан сравнително слабо, линиите са водещи. Това позволява нагледно да се отделят едни детайли и подчертаят други. Чрез петно и със суха четка постига обемно живописно решение. Силуетът понякога е запълнен с един тон, като активно се подчертава даден детайл, с помощта на тънка и дебела линия.

Ритъмът на линиите и петната често имат декоративен характер. Много проекти са многофигурни и обединени от няколко изделия стилово и функционално.

Стиловото единство на асортиментите облекла се проявява в общите устойчиви признаци на образната система. То определя начините и средствата на художественото изразяване.

Човешките фигури се изобразяват в различни положения профил, анфас в три четвърти и т.н. Това зависи от по-точното и добро представяне на формата на облеклото, детайлите, пропорциите, конструкцията и размерите. Някои фигури при нея са изобразени само с петна в разнообразни движения. Пластиката на фигурите, нейните движения, разнообразието на позите улесняват читаемостта на костюма и динамиката на формите и тяхната изразителност. Тя се стреми винаги да подчертава красотата на костюма, неговите детайли, подчинени на общия силует.

Като наблюдаваме дадена форма вниманието ни винаги се насочва към дадени детайли. Акцентът в композицията може да бъде на яки, ръкави с подчертана обемност. Дизайнерите винаги рисуват един и същи силуети с различни детайли, а след това избират най-удачния вариант. Измененията в пропорциите на облеклото водят до изменение на обувки и аксесоари, чанти и шалове.

Драпериите са важна част от роклите и костюмите. Придавайки на тъканите образна характеристика можем да ги наречем меки, струящи се, твърди, стърчащи, тежки или леки, въздушни, прозрачни и т.н. Те зависят от драпируемостта на тъканите.

В дамското облекло се проектират блузи, рокли, костюми, палта, манта, якета.

Дизайнерът се стреми да покаже всички варианти на яки, ревери и дължини при саката в различни стилове: класически и фантазиен със симетрично и асиметрично закопчаване.

В един проект могат да се обединят 2, 3 или 4 фигури от една и съща тема. Всеки проект може да бъде с различни формообразуващи детайли. Разработват се проекти и на детско, дамско и мъжко облекло. Колекциите могат да бъдат обединени в едно стилово единство, както по фактура и структура на детайлите, така и по цвят. В тях се показва определен моден цикъл и формо-

образуващите закономерности на даден фирмен стил.





Пенка Димитрова

Литература

1. **Димитрова П.А.**, Дизайн на облекло, изд. Копи принтгруп, С., 2019, ISBN978-619-90888-4-5
2. **Димитрова П.А.**, Модата на границите на две столетия, С., Крисан-С, 2011г., ISBN978-954-8655-33-0
3. **Долапчиева Г.** Конструктивно-декоративни линии изграждащи формата на облеклото, Научна конференция с международно участие, „Техника, Технологии и образование“, ТК Ямбол, 2008г., Тракийски университет, Ст. Загора, ISBN978-954-9999-63Г
4. **Долапчиева Г., Йорданова Д.** Усъвършенстване на метода на конструиране на детско облекло 11-12/2001г., стр.19-20, ISSN1310-912X
5. **Долапчиева Г.** Анализ на елементи от народния костюм, намиращи приложение в облеклото за об-

лужващ персонал в ресторанти, сп. Текстил и облекло, бр.8/2006г., стр.18-20, ISSN1310-912X

6. **Евтимова М.** Интерпретации с цвят, група цвят –България, Color group – Bulgaria, ISBN 978-954-92095-5-9, CD, 2009

7. **Евтимова М.** Синергия и изкуство, Група цвят – България, Color Group – Bulgaria, ISBN 978-619-7226-05-8, CD, 2015

8. **Евтимова М.** Цвят и въздействие, Група цвят –България, Color Group – Bulgaria, ISBN: 978 -619-7226 – 03-4, , CD, 2015

9. **Евтимова М.** Творческият подход в дизайна VII International congress “Machines, Technologies, Materials” May 26-27, 2010 Sofia, Bulgaria, том I, 11-78

10. **Евтимова М.**, Синергичност на системата изобразителни методи и техники в дизайна, X International congress “Machines, Technologies, Materials”, September 17 – 20 2014 Varna, Bulgaria

11. **Евтимова М.** Дизайн и дизайнерски продукт, XV International Congress “Machines, Technologies, Materials” 2015, 16-19.09.2015 Varna, Bulgaria, ISSN 1310-3946, том 3 стр.70 <http://mtmcongress.com/winter/3-2015.html> с. 70

12. **Евтимова М.** Изкуство – дизайн – изкуство XIII International congress “Machines, Technologies, Materials”, 2016 Varna, Bulgaria ISBN 1310-3946 Issue (23,24,25,26) 209/210/211/213), том 3.

13. **Евтимова М., Младенова М.**, Изследване на автори цетови решения и техните въздействия върху пластичната форма, национална научна конференция с международно участие, дизайн – 2011 – София, 12 – 13 октомври, ISBN 978-954-92092-6-6

FASHION ILLUSTRATIONS AS AN ESSENTIAL PART OF THE GRAPHIC DESIGN

Penka DIMITROVA

Engineering Design department, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: p.dimitrova@tu-sofia.bg

Abstract: The article discusses the specific features of the illustration, which are related to the graphic design of books with thematic direction of modern tendencies in fashion clothing. The principles of image building, the specifics of stylization, the types of compositions and the color are discussed. Attention is drawn to the stylistic diversity of the illustrations related to the thematic orientation and the language spoken according to the specifics of the publication.

Keyword: stylistic diversity, graphic and pictorial principle of performance, composition and color.

ХУДОЖЕСТВЕНИ ИЗИКВАНЯ КЪМ ТЕКСТИЛНИЯ ДИЗАЙН. ОРНАМЕНТИ НА ТЪКАНИТЕ

Пенка ДИМИТРОВА

катедра „Инженерен дизайн“, Технически университет - София, България

e-mail: p.dimitrova@tu-sofia.bg

Резюме: В доклада се разглеждат специфичните особености, свързани с дизайнерското проектиране при текстилния дизайн. Разглеждат се орнаментът, стилизацията, видовете композиции и цвета, които са основни формообразуващи фактори. Обръща се внимание на стилового разнообразие и тематична насоченост, както принципите за реализация на проектите, според начина на изпълнение на текстилните тъкани.

Ключови думи: тъкани, текстил, композиция, орнамент, цвят.

Орнаментът има твърде специфичен стил и е разпознаваем, изпълнява две различни художествени композиционни функции:

- в едни случаи органично се слива с формата като изтъква нейната архитектура;
- а в други изразява своето право на художествена самостоятелност.

Тематичното ядро на орнаментиката е различно - геометрични фигури с животински стилизирани изображения на хора, птици, както и флорални: растения, треви, цветя и дървета.

Растителните видове на орнаментиката и тяхната художествена интерпретация често са свързани с „дървото на живота“ с геометрични животински и човешки изображения. Обща тенденция е в мотивите да блика светлината на слънцето и огъня поднесени равномерно и преливащи се тон в тон. Среца се живописно третиране, разливане акварелно на ярки, сочни петна (мокро в мокро).

Стилизираните се астрални композиции (слънце, въздух, вода и т.н.), както и безпредметни (петна) в преливащи се тонове. Любими са капковидните изображения подчертани чрез контурни линии и наситени петна. Стилизираният орнамент присъства като чист вид в десените и/или се съчетава с повече вида изображения. Отличната рисунка много често води до добре организирана стилизация на изобразителния пластичен образ. Графично или живописно се предава орнаменталния образ. Фигурите са разположени в модулни композиции метрично, симетрично или асиметрично, но много често използва хаотичното движение професионално обвързано с въртеливо

движение. В стилизираните дизайнера съзнателно интуитивно се обръща към формите на живата природа.

Изучавайки природните форми дизайнера търси техните изразителни пропорции, симетрията и асиметрията при изобразяването им, като се достига до тяхното преобразуване. При стилизирания образ се освобождава от излишното, от случайното и достига до най-изразителния им декоративен елемент. В орнаменталните композиции едни елементи са главни, а други второстепенни (спомагателни):

- Основните елементи на формата свежда до най-характерните им геометрически структури като се подчертава най-главното и най-характерното. Отначало дизайнера графично третира орнаменталната равнина като изобразителните похвати се доближават до тези на графиката. Използва ахроматичните черно, сиво и бяло, като търси ефекти от контрастите между светло и тъмно, между плоскости и линии.

В зависимост от структурата на тъканта може да се придава различна плановост, релефност чрез използването на различни материали.

Обогатява се пластичния ефект на повърхността чрез нисък и висок релеф. В много текстилни проекти се срещат десени с цветя представени реалистично със светлосенки и неподправен усет на формите. Начините за стилизиране на фолклорни мотиви, които често участват в текстилни композиции комбинирани с орнаменти от цветя (под влияние на природните форми).

Прецизната завършеност на българските везбени орнаменти и блясъка на цветната им гама

подтикват артистичната фантазия на дизайнера към създаване на съвременни десени.

Любимата тема на дизайнера са цветята - както в текстила, така и в живописа. Рисуват се във всичките им форми – натуралистично третиран и стилизирани. В текстилните композиции често са разхвърляни, но много добре организирани, по цялата равнинна плоскост като преобладава цвятното им решение.

Динамичните композиции, в които се внушава идеята за грацията, за противопоставяне на елементи са изразени и чрез контрастни цветосъчетания. Текстилни проекти се изпълняват много прецизно, тъй като основата на всяка орнамента е ритмичното повторение на първоначалния елемент. Определят се базисните вектори, които обуславят рапортната площ на художествените орнаментални композиции. Естетическите свойства на орнаменталната композиция се изразява в пластиката и на орнаменталния рапорт. Дизайнерът внимателно търси организацията на образите и доминантата на няколко орнаментални мотива по размер, форма, фактура и цвят.

Постига максимална убедителност и изразителност при минимални изразни средства. Като владее в тънкоост изграждането на стилизирания образ постига цялостна композиционна организация в общата групировка.

От незапомнени времена човек се стреми да обясни съществуването на небесните тела и тяхното движение. Космическите мотиви в последно време намират широко разпространение в орнаменталните композиции. Създават се художествени образи, неповторими по съдържание. Актуални са рисуваните живописни пейзажи, чрез които изработват десени чрез степенуване силата на цветовете.

Трябва да отбележим, че смяната на тематиката е предпоставка за различна подредба на изобразявания образ - така той може да бъде основен в даден стил или направление, а след време да е спомагателен.

Изобразяването на хора и животни изисква наличие на голяма фантазия и наблюдателност. От исторически аспект в развитието на орнамента се използват мотиви от животинското царство, преминали през различна стилизация и стилове. Предпочитани са птиците, конят, еленът, паунът, както и човешките фигури. Те са силно схематизи-

зиран, почти геометризиран и често са изобразени статично. Предлагат се стилизация на хора, птици и животни, с характерните извивки, деления на частите и цялото, като чрез обобщаване на формите се подчертава същественото и типичното. Използват се и различни предмети и изделия. Повтаряни в различни геометрични фигури, съчетани с разнообразни растения създават сложни орнаментални композиции.

Дизайнерите разработват десени за детско облекло в стил примитив пейзажи от къщи, стилизирани играчки, кукли, плодове, обувки и особено интересна и забавна за децата тема цирк и др. Орнаментът на дизайнерката изпълнява две различни художествени композиционни функции - в едни случаи органично се слива с формата като изтъква нейната архитектоника, а в други изразява своето право на художествена самостоятелност. Тематичното ядро на орнаментиката е различно - геометрични фигури с животински стилизирани изображения на хора, птици, както и флорални: растения, треви, цветя и дървета. Стилизира и астрални композиции (слънце, въздух, вода и т.н.), както и безпредметни (петна) в преливащи се тонове. Любими са и капковидните изображения подчертани чрез контурни линии и наситени петна. Орнаментът присъства като чист вид в десените и/или се съчетава с повече вида изображения.

ДЕСЕНИ ЗА ЩАМПА

Като основа за печатане се използват всички видове тъкани - памучни, копринени, вълнени, и включително пъстротъкани. Основните материали, върху които се печата, са с мек опип и драпираща способност, с крепова или зърнеста структура, с матова или блестяща повърхност. Печатат се и ефектни тъкани с метални нишки (за тържествени случаи).

При печатаните тъкани преобладават ецовите печати. Те се осъществяват върху вълнени (муселин, вълнен таул, както и сродните артикули), копринени (полиестерни или вискозни крепове и сатени, воал, батиста), памучни и други фини трикотажни платове.

Особено актуални са печатаните с геометрични рисунки памучни десени за мъжки ризи. Напоследък младежите предпочитат и копринените ризи, изпълнени в ярки цветосъчетания с

неопределени мотиви. Често се използват стилизирани предмети в комбинации с геометрични рисунки, космически мотиви и рисунки от творчеството на абстракционистите, сюрреалистите и импресионистите.

За орнамента на мъжки ризи са актуални стиловете Арт Деко, Баухаус и Руски конструктивизъм. Десените са изпълнени с дребни графични и геометрични мотиви - точки, квадратчета, триъгълници, полукръгове, райета във вълнообразен вид, карета в сиви, кафяви и черни цветове.

Едноцветните и двуцветните печатани десени преобладават при тъканите за *дамски рокли* и *блузи*. В елементите на десените, които често се дават в контраст - негатив-позитив, има фантазийност и графичност. Дребните десени са актуални, но се предлагат и много едри рисунки. Често те намират приложение при многослойно облекло в романтичен стил.

За луксозни вечерни дамски облекла се изработват печатани копринени муселини, тафти и тъкани с разнообразни прошивания от метализирани ламета.

Разнообразие в десените внасят необичайните комбинации от геометрични фигури, съчетани с цветя, като това се отразява и върху силуетите на облеклото, а също и върху различни украшения. Някои десени представляват имитация на печатани тъкани, комбинирани с рисунки на едри или дребни цветя, разположени по цялата повърхнинна. Често те са наредени в тапетен ред, като най-използвани са розите, карамфилиите, анемониците, а също боровите клонки и кленовите листа. Срещат се и десени с исторически мотиви от индийските сарита и китайските коприни, както и кашмирски мотиви.

Друг вид десени са ориенталските, включващи персийски мотиви и цветя в червени или лилави тонове, както и в по-новата студена хармония от меки цветове, смесени със сиво, напомняща гобленовия стил. Тези десени дават възможност за контрасти при тъканите за вечерно облекло. Към тях се отнасят орнаментите на тъмен фон със златен печат, както и новите десени в геометричен стил.

В десените наред с националната тема са актуални и мотивите заимствани от фолклора на други страни. Върху копринени тъкани се печатат

рисунки от екзотичната природа на Африка и Индонезия, като най-често това са палми, ананаси, папагали, острови и вулкани.

При някои тъкани се предлагат рисунки на древни и съвременни архитектурни паметници. Актуални са и прецизно нарисуваните пейзажи с постепенно степенуване силата на цветовете.

Значително място заемат десените, напомнящи завеси, райета, вълни, лимби - многоцветни и несиметрично разположени.

За тъканите за плажно облекло се използват елементи от морския пейзаж - лодки, чайки, миди, вълни в комбинация с вълнообразни линии, вължета и др. Точките най-често са в комбинация с райета и бордюри.

Голям раздел представляват вълнените печатани тъкани, при които се препоръчват фолклорните и геометричните десени, комбинирани често с райета. Използват се и растителни мотиви (цветя, разположени в различен ред), придаващи елегантност и класически вид на тъканите.

Десените за детско облекло обикновено се печатат върху памучни платове. Рисунките са най-често геометрични точки, чертички, пръснати райета, карета. Срещат се стилизирани играчки, човечета, кукли, плодове, животни. При щампата за детско облекло особено интересна и забавна е темата „цирк“.

В детското облекло се използват рисунки от детските книжки, филми, списания. Приказните герои често стилизирани се използват в рокли, блузони, детски фланелки. Срещат се кучета, котенца, петли и стилизирани птици.

Десени за облекло - за изработване на тъкани за зимния сезон се използват разнообразни материали както по отношение на структурите на десенирането, така и спрямо различните смеси на влакна и преди. Освен класическите дву- и три-компонентни смеси на вълна с химични влакна все по-широко приложение намират смесите с мулирани преди.

Мъжко облекло. Съвременното мъжко облекло е повлияно от традиционните ретро стилове на английската „кънтри“ мода, от облеклото на ловците, ездачите и бохемите в края на миналия век, както и от работните и военните униформи. Тъканите са по-плътни и с по-голяма обемност - кашмир и различни промазани видове, както и разработки в десени „рибена кост“.

Модни са тъмните, наситени цветове: бордо, бутилково зелено и виолетово. Твърдите и плътни тъкани с различни фактури и уголемени рисунки, кариран, раирани и др. спомагат за постигане на ясна и плоска форма при палтата.

Палтата често се изработват в спортния английски стил от тъкани с десени на карета. Те се характеризират със скъсените пропорции, с едноредно или двуредно закопчаване, с дълги или къси широки ревери.

Актуални са по-тежките щрайхгарни тъкани, които са предпочитани във всекидневното облекло. За палта се препоръчват плътни, вълнени велури, карираны тъкани. Цветовата гама включва традиционните бежово-кафяви и сиво-сини тонове, допълнени от земни (масленозелени) и бронзови нюанси.

Силуетът на зимните палта зависи много от пластичните свойства на платовете. Използват се вълнените и полу-вълнените платове, естествените или изкуствените кожи. Структурите са лекозърнести, велур, каша, двойни тъкани, габардини. Основният фон може да бъде екрю, а десените - райета и карета в свежи цветосъчетания.

При съвременните тъкани, използвани за изработване на мъжки костюми за пролетно-есенния и зимния сезон, се забелязва подчертана тенденция към омекотяване. Структурите са рехави: туид, шетланд, рустикални тъкани. Особено актуални са меките, гъвкави и фини шевиоти, кашата, фланелата, панамата, дублето, ластикотинът.

При десенирането е характерна общата тенденция към равномерност, преливане на тон в тон. Дори контурите на десена трябва да се преливат във фона. Тази тенденция е валидна за цялото мъжко облекло. Актуални остават четирите групи десени:

а) фалшиви едноцветни - меланжирани каша, мулинета, шевиоти;

б) дискретни дребни – мини-пепит, дребна „рибена кост“, варианти на дребни десени, получени от сплитката;

в) иглени райета (единични или на трупи), често върху минидесен, едноцветни райета в дискретна сплитка;

г) карета „прозоречни“, т. нар. гленчек, обикновени и при „Прес дьо Гал“ с преливане на контурите.

За спортните сака тъканите могат да бъдат велур, каша, двойни тъкани, габардини, тъкани с лекозърнести структури. Цветовете трябва да са по-ярки, наситени, а десените - от по-едри до средни. Основният фон може да бъде екрю, а десените - райета и карета, като се използват и кондонета в свежи цветови съчетания. Актуални са кафявите и зелените тонове.

Тъканите, осигуряващи ветроустойчивост, се използват за изработване на шлифери и якета. Те се отличават с изразителност на фактурата. Леките, топли и удобни якета от промазани платове и памучно кадифе с ярки съчетания на тоновете се носят напоследък от младежите вместо есенно палто и шлифер. Късите якета от изкуствена кожа и от промазани тъкани с много ципове и катарамии напомнят за облеклото на автомобилния спорт. За канадките с топла подплата и декоративно оформяне служат промазани тъкани, рипсено кадифе, изкуствена кожа е подплата от козина, вълнени или букле тъкани, наподобяващи астраган или тип тегелирани тъкани.

Според особеностите на фигурата, както и в зависимост от модните тенденции изделията за съставяне на всеки костюм могат да се изработят в един и същи материал или от различни материали. Например за летните и есенните костюми се избират по-леки и тънки тъкани, а за зимните и пролетните костюми - по-тежки и плътни платове (обикновено вълнени). При вълнените тъкани са характерни както едноцветните, гладки, меланжирани фалшиви десени, така и дребните пепити тип рибена кост, пауново око, различни иглени, тебеширени, фолклорни, прекъснати райета и карета.

Тъканите за новите форми панталони са омекотени - за зимния сезон се използват вълна с гладък опип, много фини вълнени платове от пресукани преди (креп), габардини, а за летния сезон - памук и лен в смеси. Едноцветните тъкани се заменят с финни мулинета, промазани памучни тъкани, оксфорди, мрежесто кадифе и др. Панталоните от памучни и ленени тъкани са основна тема в спортното мъжко облекло. Едновременно с тази група тъкани се използват рипсените и гладките кадифета. Като най-актуални се очертават кардираните и развласените видове джинси. Джинсовите тъкани са разновидност главно на док рустикалните видове. Освен синият

цвят се използват белият, лилавият, зеленият, червеният, светлосивият и др.

Рипсените кадифета с различна широчина на ребъра намират приложение в спортните комбинации на мъжкото и детското облекло (за панталони, костюми, якета и др.). На преден план остават кафявите и бежовите тонове, както и зелените.

Характерно за десенирането на вълнени тъкани е оформянето им с неясни мотиви, мини-елементи, карета тип одяло, клубни карета с дребен и среден повтор.

От памучните и ленените тъкани намират приложение само определени видове в съответствие с характера на сезона. Включват се тъкани, които се използват масово в разнообразното по вид и предназначение дамско, мъжко и детско облекло: топли дневни габардини, сержове. Преобладават едноцветните варианти. Актуални са тъканите с „напръскан“ вид, изработени от мулинирани прежди с ефекти.

Характерно за някои тъкани от памук и лен е доближаването им по външен вид и ефект до тези за работно облекло.

Тъканите метласета се предлагат предимно в едноцветни или двуцветни варианти на геометрични десени. Двуцветните тъкани, които могат да се отнесат към тази група, са актуални в различните разработки - едноцветни от двете страни, комбинация на едноцветна с каре, едноцветна с райе и др.

Продължава развитието и използването на промазаните тъкани. Те са изключително разнообразни по вид (магов или лъскав) и структура.

Кардираните тъкани са много голяма група, обхващаща тъкани с различна площна маса, предназначени за блузи, ризи, горно и връхно облекло. Много от тях са шмиргеловани.

Памучните тъкани, както и смесите от памук и полиестер, памук и вискоза (за фигуративна шампа, която е много пъстра), лен и полиестер (за шампа стил батик), полиестер и вискоза (за дребни двуцветни десени) остават водещи за мъжките ризи. Те се произвеждат също от вълнени и тип копринени материали. Тъканите за ризи, които се носят през свободното време, могат да бъдат рустикални, кардирани тип джинси, док и др. в живи тонове. Основни елементи при тези тъкани са каретата без определено повторение

тип „носна кърпа“, шотландски, прозрачни, мрежести със сатенирани ефекти. От особено значение са десените на малки карета, дребна „кокоша стъпка“, пепиг и др. Едноцветните тъкани, освежени със сплитки, нищелкови и жакардови ефекти и ефектни прежди, са характерни за мъжките ризи. Те са в светли, неутрални, приглушени цветове - перленосив, слонова кост, синьо-зелен, бежово-зелен, морскосин и др.

Дамско облекло. При модните десени за дамски блузи се търсят нови, оригинални решения, подходящи за официални и всекидневни елегантни случаи. Характерна е тенденцията за използване на фини, леки, въздушни тъкани с участие и на коприна, като се появяват ажурени ефекти и се използва в значителна степен сплитката гаце.

Напоследък тенденцията към класически стил в дамската мода изисква употребата на копринени тъкани. За есенно-зимния сезон могат да се използват тъканите жоржет, шантунг, твил, тафта от чиста коприна. Копринените тъкани се препоръчват предимно за рокли и блузи тип шемизет.

Предпочитани гладки тъкани за следобедно и вечерно облекло са: крепдешин, крепжоржет, крепмарокен, сатен и меко падащи копринени тъкани с екзотични десени и леки материали като газ, воал, муселин и клоке.

Актуални са сатенираните крепове от чиста коприна (за някои спортни видове тъкани се използват металопластични нишки). Модната тенденция предвижда голямо развитие на копринените тъкани, представена чрез многообразни и оригинални разработки, подчинени на общите изисквания за текстил. В колекциите от копринени тъкани най-актуални са: шанжани - получени от ефектите на сплитките чрез използване на мини - десени, напръскани ефекти тип твил, сердж, и др.; тип гоблен - с фолклорни мотиви, с вид на мебелни платове, оформени като размазани десени и ефекти тон в тон.

Кадифетата са гладки и релефни, оформени с рязани ефекти, с десени, на напомними платовете за мебели с геометрични елементи, с безформени мотиви. В цветово отношение при тях се търсят ефектите на патиниран метал (мед, бронз).

Голямо значение в съвременната мода придобиват жакардите, които се ориентират към фолклорните мотиви и бродерии, към геомет-

ричните и тип килим десени. При тях се използват ефектите на пъпки и жакардовото десениране.

Райетата и жакардовите тъкани в стил ампир и директория са разработени под влияние на тъканите, оформящи интериора в края на XVIII в. и началото на XIX в. Това са тъкани с десени на цветове, пламък, различни медальони, пръснати по цялата повърхнина и съчетани с райета от спомнатите варианти.

Сатенираните и лакираните тъкани включват най-разнообразни сатени (едноцветни или двуцветни), лакирани разработки с вид на гладка кожа или с десен, имитиращ кожата на гущер.

Богато оформените тъкани са с ефекти, напомнящи еленова кожа, гофрирани кадифета с използване на златна метало - пластична нишка.

Метласетата са оформени с геометрични безформени мотиви, както и с ефекти от десени на бродериите.

Отоманите са едноцветни или двуцветни, разработени в жакардови десени.

Моаретата често са в класическа интензивна тоналност.

Рустикалните крепове се изработват с участие на ефектни прежди или с орнаментални жакардови десени тон в тон.

От тъканта микрофибър се изработват блузони в скъсени или удължени пропорции, в ярки, контрастни цветосъчетания: оранжев, яркочълт, тюркоазен, ябълковозелен, червен, изумруденозелен, виолетов и др.

Дамските гашеризони с най-различни форми са любимо облекло на младата делова жена. Често те се изработват с изчистени геометрични линии от тъкани с графични десени. Обикновено един и същи модел се изпълнява от различни тъкани. Успешно се използват тъканоподобни трикотажни платове като джинси и други меки тъкани, включително и двулицевите тъкани.

В темите за десениране често се открива влиянието на източната култура. Използват се митични животни, геометрични мотиви, стилизирани лотоси и други цветя, заимствани от китайски порцелан и керамика. Детайлите, мотивите и композициите са разработени с присъщата на Изтока прецизност. Използвани са т. нар. цветове „психичен мираж“. Десените са разработени върху фини основи и представляват съчетания от „весели“ тоналности. Подходящи тъ-

кани са памучни метласета, крепдешин и двулицеви.

Темата „Нострадамус“ пренася в света на тайствеността и предсказанията. Обединяват се различни персонажи и елементи от картите за игра, реализирани в неочаквана композиция и нови хармонии. Използват се и астрологични знаци и калиграфски надписи, съчетани в сложни цветови комбинации, или тон в тон. Подходящи тъкани са сатенираните, лакираните, гласетата.

Простотата на геометричните рисунки е противопоставена на сложните цветосъчетания. Използвани са наситени тонове в хармония с тъмни цветове. Подходяща е гамата „бароково видение“. Тъканите са тафта, моаре, велур, креп и релефни структури.

Темата „минимализъм“ е напълно съвременна, разработена във фалшиво черно-бел и тонове. Характерни са десените с дребни геометрични и контрастни в повтора елементи. Композициите са разработени в две насоки: за тъкани с гладка структура и десени, специално предназначени за релефни структури. Подходяща цветова гама за тази група са т. нар. „филмови снимки“. Тъканите са памучни, топли, релефни фланели.

Темата „примитив“ се характеризира със завръщане към традиционното и примитивното изкуство.

Темата „средновековна миниатюра“ черпи вдъхновение от интериора на средновековните манастири и художественото оформяне на старите книги. За тъкани от тази група се използват мотиви от древните ръкописи, заглавните букви и орнаментите. Цветовете са меки и наситени с понижена звучност. Подходящи са цветовете от гамата „мъртва природа“. Десените са реализирани върху лек фон, като липсват контрасти в цветовете съчетания. Подходящи тъкани са крепове, велури и филц.

Темата „Реномие“ е вдъхновена от интериорния текстил и мебелите в стил ампир и директория. Десените представляват комбинация от райе и фризове, розетки, медальони, ромбове и др.

Композициите са изградени в неутрални и топли тонове, с неформени и груби мотиви, геометрични знаци, петна, живописни фигури и др.



Пенка Димитрова



Пенка Димитрова



Мария Евтимова



Мария Евтимова

Литература

1. **Димитрова-Попска П.**, Дизайн на текстил и облекло. изд. Техника, С, 2000

2. **Димитрова-Попска П.**, Текстилен дизайн“, монография ТУ, София, 1996

3. **Димитрова-Попска П.А.**, История на костюма и орнамента, изд. „Техника“ 2003 г.

4. **Евтимова М.** Синергия и изкуство, Група цвят – България, Color Group – Bulgaria, ISBN 978-619-7226-05-8 , CD, 2015

5. **Евтимова М.** Цвят и въздействие, Група цвят – България, Color Group – Bulgaria, ISBN: 978 -619-7226 – 03-4, , CD, 2015

6. **Евтимова М., Маринов Бл., Пеев, Ив.** Представяне на мултимедиен продукт от поредицата История на изкуството и дизайна - Уилям Търнър, КИН, 2015

7. **Евтимова, М.**, Сезони и цвят в интериора, Съвременни технологии в културно-историческото наследство, том V, 2017

8. **Евтимова, М.**, Коте, котараче, детска книжка, Принт груп, С, 2019

9. **Евтимова М.** Изкуство – дизайн – изкуство XIII International congress “Machines, Technologies, Materials”, 2016 Varna, Bulgaria ISBN 1310-3946 Issue (23,24,25,26) 209/210/211/213), том 3.

10. **Евтимова М.** Сезони и цвят в интериора, технологии в културно-историческото наследство, том V, 2017, с. 13-16 ISSN: 2367-6523

ARTISTIC DESIGNS TO THE TEXTILE DESIGN

Penka DIMITROVA

Engineering Design department, Technical University-Sofia, Bulgaria

e-mail: p.dimitrova@tu-sofia.bg

Abstract: The report examines the specific features associated with design in textile design. The ornament, stylization, types of compositions and color are the main shaping factors. Attention is paid to stylistic diversity and thematic focus, as well as to the principles of realization of the projects, according to the manner of implementation of the textile fabrics.

Keywords: fabrics, textiles, composition, ornament, color

MATHEMATICAL MODELING OF TRANSLATIONAL MOTION OF RAIL-GUIDED CART WITH SUSPENDED PAYLOAD

Rosen MITREV

Logistics Engineering, material handling and construction machines deptment,
Technical University – Sofia, Bulgaria
e-mail: rosenm@tu-sofia.bg

Abstract: In this paper modeling of the translational motion of transportation rail-guided cart with rope suspended payload is considered. The linearly moving cart, driven by a travel mechanism, is modeled as a discrete six degrees of freedom dynamic system. The hoisting mechanism for lowering and lifting of the payload is considered and is included in the dynamic model as one degree of freedom system. Differential equations of motion of the cart elements are derived using Lagrangian dynamics and are solved for a set of real-life constant parameters of the cart. A two-sided interaction has been observed between the payload swinging and the travel mechanism. Results for kinematical and force parameters of the system are obtained. A verification of the proposed model is performed.

Key words: Transportation rail-guided cart, Travel mechanism, Payload swinging, Discrete dynamical model, Mathematical model

INTRODUCTION

An important element of mass line production of reinforced concrete and steel part is a transportation of half-finished product between different production facilities. There are known lots of different structural variations of machines used for performing of this operation (Valev,1988). One widely used solution, especially suitable in case of heavy elements, is a special-purpose transportation rail-guided cart with rectilinear motion and rope suspended payload. A general view of such transportation cart is shown in Fig. 1. Operating principle of the transportation cart is as follows: load-handling device 1, which carries the payload 2, is suspended from the transportation cart 4 by polypast system 3.

The cart moves on rails between two adjacent production facilities PF and is driven by a travel mechanism 6. The payload is transported vertically by drum type hoisting mechanism 5. The experimental and theoretical research, as well as simple visual observations shows, that the rectilinear translational motion of the cart is accompanied by vibrational processes, such as payload swinging, cyclic increasing and decreasing of linear velocity of the cart, vibrations in the travel mechanism el-

ements, etc. These processes result from interaction between the cart travel mechanism and payload swinging.

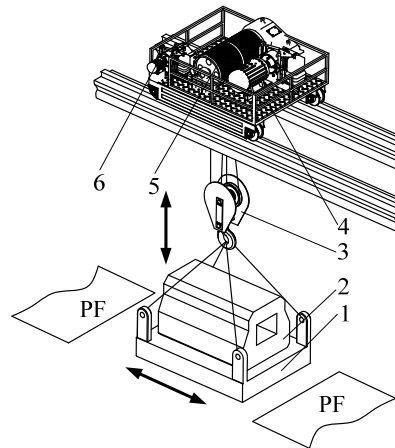


fig.1 General view of the transportation rail-guided cart with rope suspended payload

There is deep concern of creating a mathematical model that can be used for investigation of such problems like: transient processes in driveline kinematics, kinematical and force parameters of the travel mechanism, maximal dynamical loading of

the elements etc. Particular interest could be paid to the investigation of the influence of the payload swinging on the kinematical and force loading of travel mechanism and conversely – influence of the travel mechanism parameters on the payload swinging. This two-sided interaction between travel mechanism and payload swinging affect positional accuracy of the payload, safety in operation, strength and fatigue of the machine elements, etc.

LITERATURE REVIEW AND AIM OF THE STUDY

To our best knowledge, the described problem has not received sufficient attention in the accessible literature. Very few studies consider mathematical modeling of rectilinear motion of the cart and envisage the parameters of travel mechanism kinematics and its interaction with payload. The majority of published studies (Abdel-Rahman et al., 2003; Corrigan et al., 1998; Eksarov et al., 1981, Al-mousa et al., 2003; Omar, 2003; Pauluk et al., 2001) present models which are suitable for control of movement of different kind of cranes and crane carts and resultant payload swinging, but without considering detailed modeling of the travel mechanism kinematics. Some works (Petkov et.al, 1980; Scheffler et al., 1977) consider simplified models of the travel mechanism and assumption of small angle of payload swinging, which models are suitable only for qualitative estimation of the two-sided interaction between payload swinging and the travel mechanism. Other works (Jerman, 2006; Ju, 2006) are devoted to investigation of influence of the payload swinging on the cranes steel structure behavior.

The way of detailed modeling of the driveline has known (Pettersen, 1996; Rahnejat, 1998, Damyanov et al., 2008, Vrazhinski, 2009) and is used in the present work.

For solving the problems listed above, the main objective of this paper is: to propose a mathematical model of rectilinear translational motion of the rail-guided cart with suspended payload, by which to investigate the two-sided interaction between the payload swinging and kinematical and force loading parameters of the travel mechanism.

KINEMATICS OF THE TRAVEL MECHANISM

The kinematics of the travel mechanism of the cart under consideration and some of its parameters are shown in fig.2.

The electric motor 1 exerts a driving moment, which is transferred to the driving wheels 5 by a central mounted two stage gearbox 4 and a slow-speed shaft 6, which consists of two sections with length L_2 . The electric motor is connected with gearbox by an elastic coupling 3. Stopping of the cart is realized by jaw brake 2.

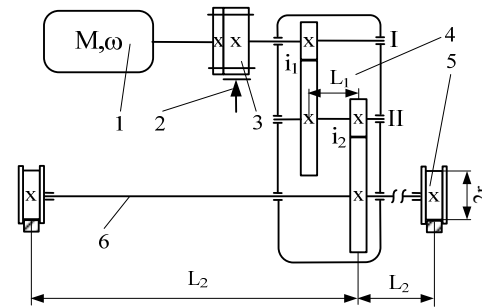


fig.2 Kinematics of the travel mechanism

MODELLING OF THE LINEAR MOTION OF THE CART

1. Dynamical model of the cart

The real cart is a complex mechanical system, which consists of several subsystems: travel mechanism, hoisting mechanism, different auxiliary mechanisms, etc. All subsystems mutually affect each other. The proposed discrete dynamic model of the cart (Fig.3) includes only systems and parts, which affect the translational motion of the cart and has six degrees of freedom (DOF). The bodies are connected by springs and dampers and perform rotational and translational motions under the applied forces and moments. The motion of the bodies is described by the generalized coordinates, shown in Fig.3. The vector of the generalized coordinates of the system has the following form:

$$\{q\} = \{q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6\}^T \quad (1)$$

Generalized coordinates q_1 , q_2 and q_3 are associated with motion of the driveline components (see Fig.2); q_4 represents the linear motion of the cart; q_5 represents the rotation of the hoisting drum and q_6 represents payload swinging.

The following notations are used:

- mass and inertia parameters of the system

J_1 – sum of the reduced mass moments of inertia of the electric motor rotor and the coupling driving disk; J_2 – sum of reduced mass moments of inertia of the coupling driven disk, driven and driving gearwheels of the first gear stage; J_3 – sum of reduced mass moments of inertia of the driving and driven gearwheels of the second gear stage. All mass moments of inertia are reduced to the driving slow-speed shaft 6 (Fig.2), mass moments of inertia of the gearbox shafts are added to corresponding discrete rotational masses; m_1 – sum of mass of the cart and reduced to it mass moments of inertia of the driving wheels; m_2 – sum of mass of the payload and operating element; J_4 – sum of reduced to the driving drum mass moments of inertia of the hoisting mechanism elements;

- geometrical parameters of the system

L – initial length of the suspending rope, measured from the common mass center of the payload and operating element; R – radius of the hoisting mechanism drum; r – radius of the driving wheel of the cart;

- elastic and damping parameters of the system

c_1, b_1 – equivalent coefficients of angular stiffness and damping of elastic coupling and electric rotor motor; c_2, b_2 – coefficients of angular stiffness and damping of shaft with length L_1 (Fig.2); c_3, b_3 – equivalent coefficients of angular stiffness and damping of slow-speed shaft (Fig.2); parameters c_1, b_1, c_2, b_2 are reduced to the slow speed shaft; b_6 – coefficient of angular damping of the payload swinging.

- force parameters

$M_1(\dot{q}_1)$ – reduced to the slow-speed shaft torque of the travel mechanism electric motor; $M_2(\dot{q}_5)$ – torque of the hoisting mechanism electric motor, reduced to drum of the hoisting mechanism; W – resistance of the cart movement.

Damping of the oscillations of the payload has a complex nature and various origins (Ely,1997). In the present work we consider, that damping of the

oscillations is proportional to its speed by damping coefficient b_6 . By reason of insignificant influence of most of the parameters of the hoisting mechanism on rectilinear motion of the cart and payload swinging, it is represented by a single DOF mechanism. Its purpose in the model is to consider variation of rope length (and accompanying change of the amplitude and the frequency of payload oscillations) when the linear motion of the cart is combined with payload lifting or lowering.

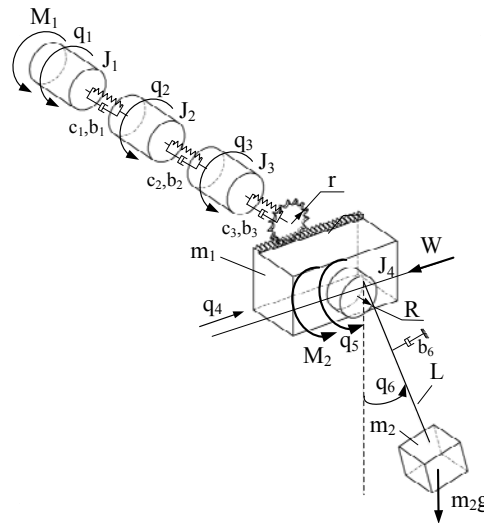


fig.3 Dynamic model of the linearly moving cart

There are several assumptions accepted in the proposed dynamical model: payload and rope behave as a mathematical pendulum; the rope is mass-less and non extensible; there is no slipping between the driving wheels and rails (holonomic constraint); stiffness of the steel frame of the cart is much bigger than stiffness of the elastic joints; the relative oscillations of the bodies are small; the damping forces are proportional to the velocity; gearwheels are considered as absolutely stiff, the shafts are elastic; air resistance is neglected by reason of low speeds of motion of the cart.

2. Mathematical model of the cart

The differential equations of motion of the mechanical system are derived using Lagrange's equations of the second kind

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial U}{\partial q_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} = Q_i \quad i=1..6 \quad (1)$$

By $\{\ddot{q}\}$ and $\{\dot{q}\}$ are denoted the vectors of generalized accelerations and velocities respectively:

$$\{\ddot{q}\} = \{\ddot{q}_1 \ddot{q}_2 \ddot{q}_3 \ddot{q}_4 \ddot{q}_5 \ddot{q}_6\}^T \quad (2)$$

$$\{\dot{q}\} = \{\dot{q}_1 \dot{q}_2 \dot{q}_3 \dot{q}_4 \dot{q}_5 \dot{q}_6\}^T \quad (3)$$

The total kinetic energy of the system T in terms of generalized coordinates and velocities is

$$\begin{aligned} T = & \frac{1}{2} J_1 \dot{q}_1^2 + \frac{1}{2} J_2 \dot{q}_2^2 + \frac{1}{2} J_3 \dot{q}_3^2 + \frac{1}{2} J_4 \dot{q}_5^2 + \frac{1}{2} m_1 \dot{q}_4^2 + \dots \\ & \dots + \frac{1}{2} m_2 (\cos q_6 \dot{q}_6 (L - Rq_5) - \sin q_6 \dot{q}_5 R + \dot{q}_4)^2 + \dots \\ & \dots + \frac{1}{2} m_2 (\sin q_6 \dot{q}_6 (L - Rq_5) - \cos q_6 \dot{q}_5 R)^2 \end{aligned} \quad (4)$$

The total potential energy of the system U is

$$\begin{aligned} U = & \frac{1}{2} c_1 (q_1 - q_2)^2 + \frac{1}{2} c_2 (q_2 - q_3)^2 + \dots \\ & \dots + \frac{1}{2} c_3 (q_3 - \frac{q_4}{r})^2 - m_2 g (L - Rq_5) \cos q_6 \end{aligned} \quad (5)$$

The total dissipation energy of the system Φ is

$$\begin{aligned} \Phi = & \frac{1}{2} b_1 (\dot{q}_1 - \dot{q}_2)^2 + \frac{1}{2} b_2 (\dot{q}_2 - \dot{q}_3)^2 + \dots \\ & \dots + \frac{1}{2} b_3 (\dot{q}_3 - \frac{\dot{q}_4}{r})^2 + b_6 \dot{q}_6 \end{aligned} \quad (6)$$

The generalized forces Q_i corresponding to the generalized coordinates (1) are derived by means of virtual work method.

Obtained six second order nonlinear differential equations are complex and for convenience they are represented in matrix form

$$[A]\{\ddot{q}\} + [B]\{\dot{q}\} + [C]\{q\} + \{N\} = \{Q\} \quad (7)$$

The following notations apply in (7):

$[A]_{6 \times 6}$ – mass-inertia matrix of the system with variable coefficients, which has the following form:

$$[A]_{6 \times 6} = \begin{bmatrix} [A_1]_{3 \times 3} & [0]_{3 \times 3} \\ [0]_{3 \times 3} & [A_2]_{3 \times 3} \end{bmatrix} \quad (8)$$

where: $[A_1]_{3 \times 3} = \text{diag}(J_1, J_2, J_3)$,

$$[A_2]_{3 \times 3} = [a_{ij}]_{3 \times 3}, \quad i=1..3, \quad j=1..3$$

$$\begin{aligned} a_{11} = & m_1 + m_2; a_{21} = a_{12} = -m_2 \sin q_6 R; \\ a_{22} = & J_4 + m_2 R^2; a_{31} = a_{13} = m_2 (L - Rq_5) \cos q_6 \\ a_{32} = & a_{23} = 0; a_{33} = m_2 (L - Rq_5)^2. \end{aligned}$$

$[0]_{3 \times 3}$ – zero matrix; $[C]_{6 \times 6}$ – matrix of elasticity, which has the following notation:

$$[C]_{6 \times 6} = [c_{ij}]_{6 \times 6}, \quad i=1..6, \quad j=1..6 \quad (9)$$

where: $c_{11} = c_1; c_{21} = c_{12} = -c_1;$

$$c_{22} = c_1 + c_2; c_{32} = c_{23} = -c_2; c_{33} = c_2 + c_3;$$

$$c_{43} = c_{34} = -c_3 / r; c_{44} = c_3 / r^2;$$

$[B]_{6 \times 6}$ – matrix of damping, which has the following notation:

$$[B]_{6 \times 6} = [b_{ij}]_{6 \times 6}, \quad i=1..6, \quad j=1..6 \quad (10)$$

where: $b_{11} = b_1; b_{21} = b_{12} = -b_1; b_{22} = b_1 + b_2;$

$$b_{32} = b_{23} = -b_2; b_{33} = b_2 + b_3; b_{43} = b_{34} = -b_3 / r;$$

$$b_{44} = b_3 / r^2; b_{66} = b_6.$$

$\{N\}_{6 \times 1}$ – vector which consists of coriolis and centrifugal terms

$$\{N\}_{6 \times 1} = \{n_i\}_{6 \times 1}, \quad i=1..6 \quad (11)$$

where:

$$n_4 = m_2 \sin q_6 \dot{q}_6^2 (L - Rq_5) - 2m_2 R \cos q_6 \dot{q}_6 \dot{q}_5$$

$$n_5 = m_2 \dot{q}_6^2 R (L - Rq_5)$$

$$n_6 = -2m_2 \dot{q}_6 \dot{q}_5 R (L - Rq_5)$$

All elements in (8), (9), (10) and (11) with indexes different from pointed above, are equal to zero.

The vector of generalized forces $\{Q\}$ has the following form:

a) for starting period of the cart, combined with lifting or lowering of the payload:

$$\{Q\} = \{Q_1 \ Q_2 \ Q_3 \ Q_4 \ Q_5 \ Q_6\}^T \quad (12)$$

where: $Q_1 = M_1(\dot{q}_1); Q_4 = -W;$

$$Q_5 = M_2(\dot{q}_5) - m_2 g R \cos q_6;$$

$$Q_6 = m_2 g (L - Rq_5) \sin q_6; \quad Q_2 = Q_3 = 0$$

b) for stopping period of the cart, combined with lifting or lowering of the payload, vector (12) has the same form, except $Q_1 = -M_{1st.}$, where by $M_{1st.}$ is denoted reduced to low-speed shaft stopping moment of the brake.

The system of differential equations (7) is suitable for investigation of the mechanical system param-

eters in case of large payload swinging. If the angle of payload swinging is small, system (7) can be simplified. In this case we can suppose that $\sin q_i \approx q_i$, $\cos q_i \approx 1$ and vector $\{N\}$, which consists of higher order terms, can be dropped.

NUMERICAL EXAMPLE AND DISCUSSIONS

The proposed system of differential equations is nonlinear and suitable for its solving is a numerical method. Solution is realized by fourth-order Runge-Kutta fixed-step method and all initial conditions are set to zero. There is considered a case of starting of the cart with lifting of the payload. Calculations are performed for set of constant parameters of the real-life cart and linear laws of motion of the travel and hoisting mechanism are considered.

As results of realized solutions, there are obtained changes in time of the force and kinematical parameters of the mechanical system and they are shown in Fig.4, Fig.5, and Fig.6.

It is obvious (Fig.4), that the force loading in the elastic coupling at the starting period of the cart is considerably larger than its static value – about 2.5 times. This fact is a result of elasticity of the travel mechanism parts, which introduces high frequency vibrations, and payload swinging, which introduces additional low-frequency force component in the travel mechanism. This fact must be considered in design, life duration and reliability calculations. The payload swinging (Fig.5) has noticeable influence on the linear velocity of the cart, which increases and decreases cyclically dependent on the frequency of the payload swinging. The amplitude and the frequency of the payload swinging (Fig.6) depend on the current rope length and law of motion of the rotor of the electric motor and they have damped character.

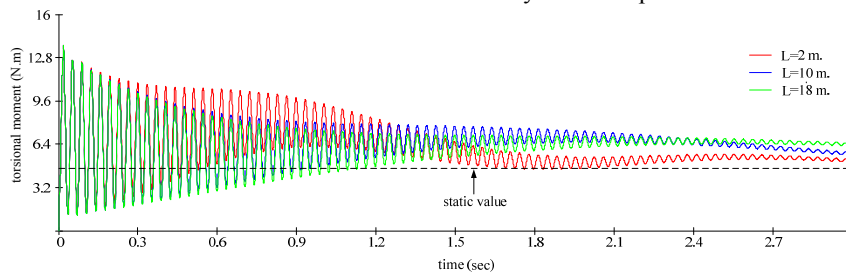


fig.4 Torsional moment in the elastic coupling

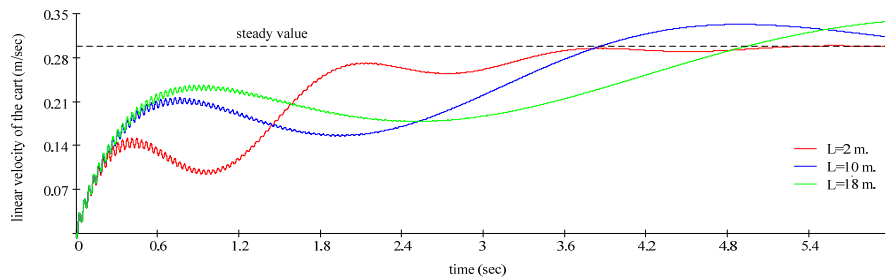


fig.5 Linear velocity of the cart

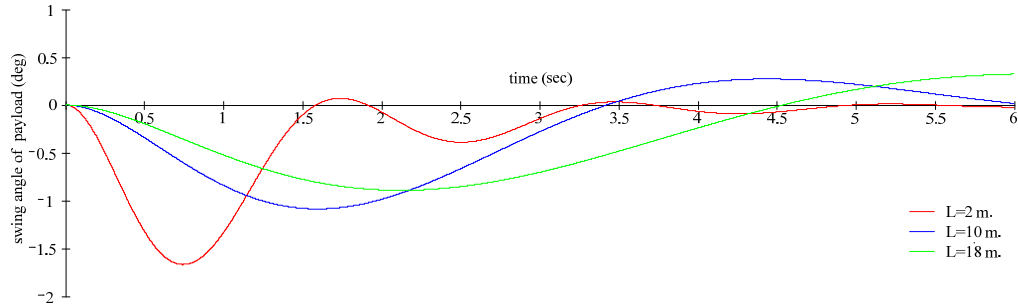


fig.6 Swinging angle of the payload

VERIFICATION OF THE PROPOSED MATHEMATICAL MODEL

The verification of the derived mathematical model is realized by a comparison of obtained results for parameters with those obtained by solving of the well-known classical linearised 2 DOF model (Fig.7).

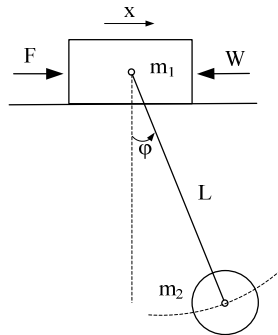


fig.7 Classical 2 DOF model

Differential equations of motion of the bodies of 2 DOF model are (Eksarov et al., 1981):

$$(m_1 + m_2)\ddot{x} + m_2 L \ddot{\phi} = F - W \quad (9)$$

$$\ddot{x} + L \ddot{\phi} = -g \phi$$

where by F is denoted the driving force. Direct comparison of the results is incorrect by reason of different structure of the models - in the two degree of freedom model kinematics of the travel mechanism is not considered and the rope has constant length. For that, in both models are agreed constant parameters and laws of motion of the electric motor rotor, so that the behavior of both

models is similar. This is achieved by setting in the proposed model negligible values of the mass moments of inertia of rotational components of the travel and hoisting mechanisms and rope with constant length. The results of comparison of models are shown in Fig.8 and Fig.9.

Apparently, results of the 6 DOF model with small values of mass moments of inertia of the travel mechanism components has excellent agreement with the results obtained from the classical model. Increasing of the mass moments of inertia of the travel mechanism components has noticeable influence on the parameters of motion of the cart and payload swinging.

CONCLUSIONS

Author considers that the main contribution of the study is the proposed and verified mathematical model of rectilinear translational motion of the rail-guided cart with suspended payload by which can be investigated the two-sided interaction between the payload swinging and the travel mechanism.

As a result of the performed theoretical and numerical investigations following conclusions have done:

1) The proposed six degree of freedom model of the translational motion of the cart is suitable for investigation of the two-sided interaction of the payload swinging and kinematical, force and other parameters of the travel mechanism;

2) The proposed mathematical model could be used for analysis, synthesis and optimization of machines with similar kinematics and structure.

3) Parameters of the travel mechanism noticeably affect the motion of the cart and payload swinging; also the payload swinging introduces

additional low-frequency force component in the travel mechanism and affects the motion of the cart.

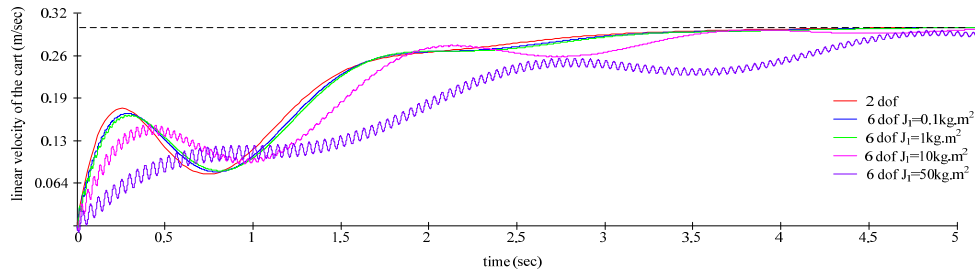


fig.8 Results from verification of the proposed model – linear velocity of the cart

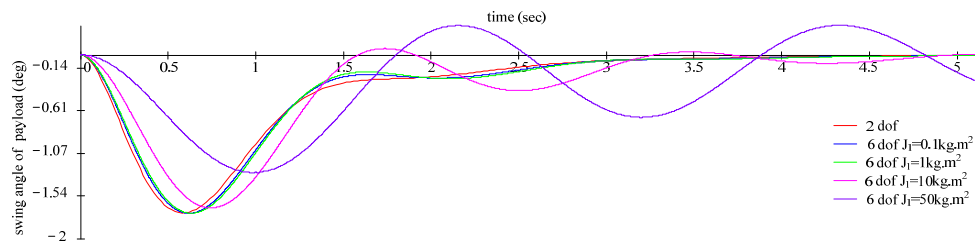


fig.9 Results from verification of the proposed model – swinging angle of the payload

References

- Abdel-Rahman, E. M., Nayfeh, A. H., Masoud, Z. N., 2003. Dynamics and control of cranes: A Review. *Journal of Vibration and Control*, **9**:863-908.
- Al-mousa, A, Kachroo, P., 2003. Control of rotary cranes using fuzzy logic. *Shock and Vibration*, **10**:81-95.
- Corriga, G., Giua, A., Usai, G., 1998. An implicit gain-scheduling controller for cranes. *IEEE Transactions on Control Systems Technology*, **6**:15 – 20.
- Eksarov, P., Grigorov B., 1981. About possibility for damping of payload swinging in transient motion of overhead crane. *Machinebuilding*, **3**:114-117 (in Bulgarian).
- Ely, P.T, 1997. Internal damping rates of construction cranes, Master thesis, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA, p.
- Jerman, B., 2006. An enhanced mathematical model for investigating the dynamic loading of a slewing crane. *Proc. of institution of mechanical engineering science*, **220**:421-433
- Ju, F., Char, Y. S., Cui, F. S., 2006. Dynamic response of tower crane induced by the pendulum motion of the payload. *International journal of solids and structures*, **43**:376-389
- Omar, H.M., 2003. Control of Gantry and Tower Cranes. Ph.d dissertation, Virginia Polytechnic Institute and State University, USA, p.12-14.
- Pauluk, M. et al., 2001. Time optimal control of 3D crane. MMAR 2001: proceedings of the 7th IEEE international conference on Methods and Models in Automation and Robotics, p.122-128.
- Petkov, G. et al., 1980. Experimental research of material handling machines. *Tehnika, Sofia*, p.191-192 (in Bulgarian).

- Pettersson, M., 1997. Driveline Modeling and Control. Linköpings Studies in Science and Technology, Ph.d Thesis 484, Sweden, p.23-48.
- Rahnejat, H, 1998. Multibody dynamics: Vehicles, Machines and Mechanisms. Professional engineering publishing, London, p.275-332.
- Scheffler, M., Dresig, H., Kurth, F.,1977. Unstetigförder 2, VEB Verlagstechnik, Berlin, p.45-48.
- Valev, V., 1988. Technology of reinforced concrete constructions. Tehnika, Sofia, p.122-163.