

Автор ер.
X 76

Министерство высшего и среднего специального образования УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
имени М. В. ЛОМОНОСОВА

НА ПРАВАХ РУКОПИСИ

Аспирант ХОМЧЕНКО Василий Герасимович

**СИНТЕЗ ПЯТИЗВЕННЫХ
КУЛАЧКОВО-РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ**

Специальность 01.02.02.—Теория механизмов, машин
и автоматических линий

АВТОРЕФЕРАТ
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

ДИССЕРТАЦИЯ НАПИСАНА НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ

Принят 1984

ОДЕССА—1974

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ УССР

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Аспирант ХОМЧЕНКО Василий Герасимович

СИНТЕЗ ПЯТИЗВЕННЫХ
КУЛАЧОВО-РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМОВ

Специальность 01.02.02 - Теория механизмов,
машин и автоматических линий

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Диссертация написана на русском языке

Одесса - 1974

В. О 12373 V

Одесский технологический
институт пищевой про-
мышленности им.
Ломоносова
БИБЛИОТЕКА

Автореферат V 012373
Х-76 ХОМЧЕНКО В.Г.
СИНТЕЗ ПЯТИЗВЕН. КУЛ.
1974 814

ОНАХТ
24.05.12
Синтез пятизвённых к



V012373

12

Работа выполнена на кафедре теории механизмов, машин и автоматических линий Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор В.Я. БЕЛЕЦКИЙ

Официальные оппоненты: доктор технических наук,
профессор П.А. ЛЕБЕДЕВ
(г. Ленинград)

кандидат технических наук,
доцент В.П. ИЗЮМСКИЙ
(г. Харьков)

Ведущая организация - Ворошиловградский машиностроительный институт

Автореферат разослан " _____ " _____ 1974 г.

Защита диссертации состоится 29 ноября
18 октября 1974 г.
на заседании Совета Одесского технологического института пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова.

Просим Вас принять участие в заседании Совета, посвященном защите диссертации или выехать отъезд в двух экземплярах, заверенный печатью учреждения по адресу:

г. Одесса. ГСП-510, ул. Свердлова, 112, Технологический институт пищевой промышленности имени М.В. Ломоносова

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института

Ученый секретарь Совета
кандидат технических наук

Л. ЗАПОРОЖЕЦ

Решение главной задачи девятой пятилетки - обеспечение значительного подъема материального и культурного уровня жизни народа - требует увеличения выпуска высокопроизводительных, долговечных и надежных в эксплуатации машин-автоматов.

При выполнении операций технологических процессов машинами-автоматами часто возникает необходимость преобразования равномерного движения ведущего звена в неравномерное движение ведомого звена с остановками заданной продолжительности. Для этого используются различные механизмы. Наиболее широко - пятизвенные кулачково-рычажные механизмы.

Диссертационная работа посвящена разработке методов комплексного синтеза пятизвенных кулачково-рычажных механизмов (рисунок).

Обзор трудов (И.И. Артоболовского, С.И. Артоболовского, В.Я. Белецкого, Я.Л. Геронимуса, А.С. Глазачко, А.Е. Кобринского, П.А. Лебедева, Н.И. Левитского, В. Лихтенхельда, С.Н. Неклютина, Л.Н. Решетова, Г.А. Ротбарта, Л.П. Солдаткина, Ш.Д. Топурия, К.В. Тира, П.Л. Чебышева, С.А. Черкудинова, В.А. Юдина и других ученых) по проектированию кулачковых, передаточных рычажных и кулачково-рычажных механизмов, приведенный в первой главе диссертационной работы, показал, что вопросы комплексного синтеза кулачково-рычажных механизмов развиты

еще недостаточно.

Во второй главе введено понятие о порядке закона движения (закона перемещения ведомого звена), предложены формулы для расчета коэффициента граничных условий закона движения и для определения дополнительных скоростей и ускорений рабочего звена, вызываемых неточностью изготовления рабочей поверхности кулачка.

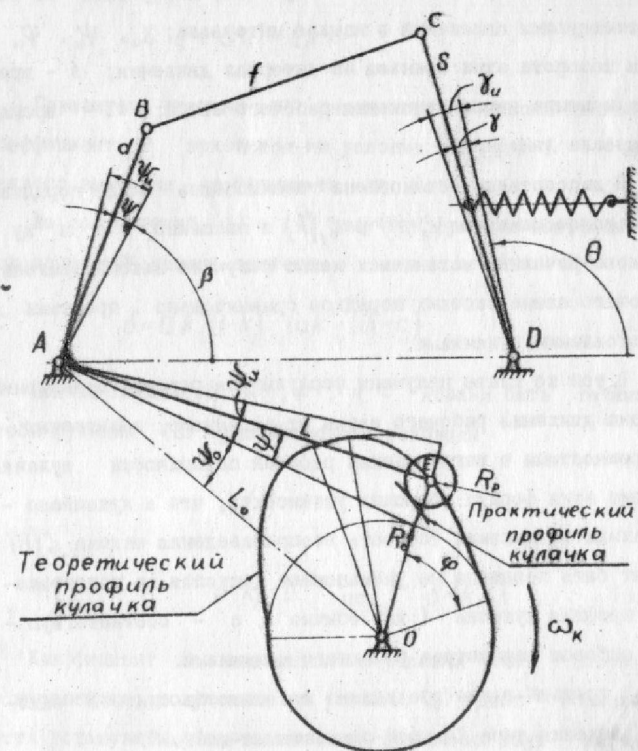
Порядок закона движения q показывает, что значения всех производных закона по независимой переменной от первого до q -го порядка включительно равны нулю в начале и конце интервала движения.

Для оценки граничных условий закона движения рабочего звена и точности обработки рабочей поверхности кулачка при данном законе принят коэффициент граничных условий

$$\lambda = q + \frac{1}{1+Z},$$

где Z — абсолютное значение производной $(q+1)$ -го порядка в начале и конце интервала движения ($0 < Z \leq \infty$).

В трехзвенных кулачковых механизмах чем больше коэффициент λ , тем при прочих равных условиях, как правило, сложнее обработка рабочей поверхности кулачка. А в кулачково-рычажных механизмах (рисунок) кулачок профилируется не по закону движения $\zeta(k)$ рабочего звена CD , а по закону движения $\zeta_1(k)$ коромысла BAE , который может быть выбран отличным от закона $\zeta(k)$. Здесь: $\zeta = \frac{\gamma}{\gamma_u}$; $\zeta_1 = \frac{\psi}{\psi_u}$;



$k = \frac{\varphi}{\varphi_u} = \frac{t}{t_u}$; γ , ψ , φ - углы поворота рабочего звена CD , коромысла BAE и кулачка, измеряемые от соответствующих положений в начале интервала; γ_u , ψ_u , φ_u - углы поворота этих звеньев за интервал движения; t - время с момента начала движения рабочего звена; t_u - время интервала движения.

В диссертации установлена взаимосвязь между порядками законов движения $\zeta(k)$ и $\zeta_1(k)$ и показано, что в кулачково-рычажных механизмах можно получать законы движения рабочего звена высоких порядков сравнительно простыми в изготовлении кулачками.

В той же главе получены формулы для расчета отклонений закона движения рабочего звена от заданного, вызываемых погрешностями в изготовлении рабочей поверхности кулачка. Анализ этих формул позволил установить, что в кулачково-рычажных механизмах точность воспроизведения закона $\zeta(k)$ может быть повышена не уменьшением допусков на изготовление профиля кулачка (как обычно), а - соответствующим выбором параметров рычажного механизма.

В третьей главе предложено три способа синтеза законов движения типа "выстой-перемещение-выстой".

Известно, что синтез закона движения производить проще, если в нем содержатся свободные параметры.

Первый способ синтеза законов движения заключается в корректировании функции коэффициентов скоростей исходного закона движения

$$\delta_{исх}(k) = Q k^m (1-k)^m \quad (1)$$

простейшим четным полиномом вида

$$y = a k^2 + b k + c. \quad (2)$$

Показатель степени m равен порядку закона движения. Коэффициент Q находится из условия $\sum_{исх}(1) = 1$ (для каждого значения коэффициента m).

Из соотношений (1) и (2) получена функция коэффициентов скоростей закона движения

$$\delta = Q k^m (1-k)^m (a k^2 + b k + c). \quad (3)$$

Причем параметры a , b , и c должны быть такими, чтобы функция (3) удовлетворяла условиям

$$\zeta(1) = 1 \quad (4)$$

и

$$\delta(k) = 0 \quad \text{при} \quad 0 < k < 1 \quad (5)$$

Коэффициент b находится из условия (4). Системы неравенств, полученные из условия (5), дают возможность установить область значений остальных двух параметров. Определены условия, при выполнении которых законы движения будут симметричными.

Второй из предлагаемых способов синтеза позволяет получать семейства законов движения с неограниченным (теоретически) числом свободных параметров. Закон движения $\zeta(k)$ представлен в виде сложной функции

$$\zeta(k) = y_n [y_{n-1} [\dots [y_1 [y_2 [y_3 [y_4 [y_5 [y_6 [y_7 [y_8 [y_9 [y_{10} [y_{11} [y_{12} [y_{13} [y_{14} [y_{15} [y_{16} [y_{17} [y_{18} [y_{19} [y_{20} [y_{21} [y_{22} [y_{23} [y_{24} [y_{25} [y_{26} [y_{27} [y_{28} [y_{29} [y_{30} [y_{31} [y_{32} [y_{33} [y_{34} [y_{35} [y_{36} [y_{37} [y_{38} [y_{39} [y_{40} [y_{41} [y_{42} [y_{43} [y_{44} [y_{45} [y_{46} [y_{47} [y_{48} [y_{49} [y_{50} [y_{51} [y_{52} [y_{53} [y_{54} [y_{55} [y_{56} [y_{57} [y_{58} [y_{59} [y_{60} [y_{61} [y_{62} [y_{63} [y_{64} [y_{65} [y_{66} [y_{67} [y_{68} [y_{69} [y_{70} [y_{71} [y_{72} [y_{73} [y_{74} [y_{75} [y_{76} [y_{77} [y_{78} [y_{79} [y_{80} [y_{81} [y_{82} [y_{83} [y_{84} [y_{85} [y_{86} [y_{87} [y_{88} [y_{89} [y_{90} [y_{91} [y_{92} [y_{93} [y_{94} [y_{95} [y_{96} [y_{97} [y_{98} [y_{99} [y_{100} [y_{101} [y_{102} [y_{103} [y_{104} [y_{105} [y_{106} [y_{107} [y_{108} [y_{109} [y_{110} [y_{111} [y_{112} [y_{113} [y_{114} [y_{115} [y_{116} [y_{117} [y_{118} [y_{119} [y_{120} [y_{121} [y_{122} [y_{123} [y_{124} [y_{125} [y_{126} [y_{127} [y_{128} [y_{129} [y_{130} [y_{131} [y_{132} [y_{133} [y_{134} [y_{135} [y_{136} [y_{137} [y_{138} [y_{139} [y_{140} [y_{141} [y_{142} [y_{143} [y_{144} [y_{145} [y_{146} [y_{147} [y_{148} [y_{149} [y_{150} [y_{151} [y_{152} [y_{153} [y_{154} [y_{155} [y_{156} [y_{157} [y_{158} [y_{159} [y_{160} [y_{161} [y_{162} [y_{163} [y_{164} [y_{165} [y_{166} [y_{167} [y_{168} [y_{169} [y_{170} [y_{171} [y_{172} [y_{173} [y_{174} [y_{175} [y_{176} [y_{177} [y_{178} [y_{179} [y_{180} [y_{181} [y_{182} [y_{183} [y_{184} [y_{185} [y_{186} [y_{187} [y_{188} [y_{189} [y_{190} [y_{191} [y_{192} [y_{193} [y_{194} [y_{195} [y_{196} [y_{197} [y_{198} [y_{199} [y_{200} [y_{201} [y_{202} [y_{203} [y_{204} [y_{205} [y_{206} [y_{207} [y_{208} [y_{209} [y_{210} [y_{211} [y_{212} [y_{213} [y_{214} [y_{215} [y_{216} [y_{217} [y_{218} [y_{219} [y_{220} [y_{221} [y_{222} [y_{223} [y_{224} [y_{225} [y_{226} [y_{227} [y_{228} [y_{229} [y_{230} [y_{231} [y_{232} [y_{233} [y_{234} [y_{235} [y_{236} [y_{237} [y_{238} [y_{239} [y_{240} [y_{241} [y_{242} [y_{243} [y_{244} [y_{245} [y_{246} [y_{247} [y_{248} [y_{249} [y_{250} [y_{251} [y_{252} [y_{253} [y_{254} [y_{255} [y_{256} [y_{257} [y_{258} [y_{259} [y_{260} [y_{261} [y_{262} [y_{263} [y_{264} [y_{265} [y_{266} [y_{267} [y_{268} [y_{269} [y_{270} [y_{271} [y_{272} [y_{273} [y_{274} [y_{275} [y_{276} [y_{277} [y_{278} [y_{279} [y_{280} [y_{281} [y_{282} [y_{283} [y_{284} [y_{285} [y_{286} [y_{287} [y_{288} [y_{289} [y_{290} [y_{291} [y_{292} [y_{293} [y_{294} [y_{295} [y_{296} [y_{297} [y_{298} [y_{299} [y_{300} [y_{301} [y_{302} [y_{303} [y_{304} [y_{305} [y_{306} [y_{307} [y_{308} [y_{309} [y_{310} [y_{311} [y_{312} [y_{313} [y_{314} [y_{315} [y_{316} [y_{317} [y_{318} [y_{319} [y_{320} [y_{321} [y_{322} [y_{323} [y_{324} [y_{325} [y_{326} [y_{327} [y_{328} [y_{329} [y_{330} [y_{331} [y_{332} [y_{333} [y_{334} [y_{335} [y_{336} [y_{337} [y_{338} [y_{339} [y_{340} [y_{341} [y_{342} [y_{343} [y_{344} [y_{345} [y_{346} [y_{347} [y_{348} [y_{349} [y_{350} [y_{351} [y_{352} [y_{353} [y_{354} [y_{355} [y_{356} [y_{357} [y_{358} [y_{359} [y_{360} [y_{361} [y_{362} [y_{363} [y_{364} [y_{365} [y_{366} [y_{367} [y_{368} [y_{369} [y_{370} [y_{371} [y_{372} [y_{373} [y_{374} [y_{375} [y_{376} [y_{377} [y_{378} [y_{379} [y_{380} [y_{381} [y_{382} [y_{383} [y_{384} [y_{385} [y_{386} [y_{387} [y_{388} [y_{389} [y_{390} [y_{391} [y_{392} [y_{393} [y_{394} [y_{395} [y_{396} [y_{397} [y_{398} [y_{399} [y_{400} [y_{401} [y_{402} [y_{403} [y_{404} [y_{405} [y_{406} [y_{407} [y_{408} [y_{409} [y_{410} [y_{411} [y_{412} [y_{413} [y_{414} [y_{415} [y_{416} [y_{417} [y_{418} [y_{419} [y_{420} [y_{421} [y_{422} [y_{423} [y_{424} [y_{425} [y_{426} [y_{427} [y_{428} [y_{429} [y_{430} [y_{431} [y_{432} [y_{433} [y_{434} [y_{435} [y_{436} [y_{437} [y_{438} [y_{439} [y_{440} [y_{441} [y_{442} [y_{443} [y_{444} [y_{445} [y_{446} [y_{447} [y_{448} [y_{449} [y_{450} [y_{451} [y_{452} [y_{453} [y_{454} [y_{455} [y_{456} [y_{457} [y_{458} [y_{459} [y_{460} [y_{461} [y_{462} [y_{463} [y_{464} [y_{465} [y_{466} [y_{467} [y_{468} [y_{469} [y_{470} [y_{471} [y_{472} [y_{473} [y_{474} [y_{475} [y_{476} [y_{477} [y_{478} [y_{479} [y_{480} [y_{481} [y_{482} [y_{483} [y_{484} [y_{485} [y_{486} [y_{487} [y_{488} [y_{489} [y_{490} [y_{491} [y_{492} [y_{493} [y_{494} [y_{495} [y_{496} [y_{497} [y_{498} [y_{499} [y_{500} [y_{501} [y_{502} [y_{503} [y_{504} [y_{505} [y_{506} [y_{507} [y_{508} [y_{509} [y_{510} [y_{511} [y_{512} [y_{513} [y_{514} [y_{515} [y_{516} [y_{517} [y_{518} [y_{519} [y_{520} [y_{521} [y_{522} [y_{523} [y_{524} [y_{525} [y_{526} [y_{527} [y_{528} [y_{529} [y_{530} [y_{531} [y_{532} [y_{533} [y_{534} [y_{535} [y_{536} [y_{537} [y_{538} [y_{539} [y_{540} [y_{541} [y_{542} [y_{543} [y_{544} [y_{545} [y_{546} [y_{547} [y_{548} [y_{549} [y_{550} [y_{551} [y_{552} [y_{553} [y_{554} [y_{555} [y_{556} [y_{557} [y_{558} [y_{559} [y_{560} [y_{561} [y_{562} [y_{563} [y_{564} [y_{565} [y_{566} [y_{567} [y_{568} [y_{569} [y_{570} [y_{571} [y_{572} [y_{573} [y_{574} [y_{575} [y_{576} [y_{577} [y_{578} [y_{579} [y_{580} [y_{581} [y_{582} [y_{583} [y_{584} [y_{585} [y_{586} [y_{587} [y_{588} [y_{589} [y_{590} [y_{591} [y_{592} [y_{593} [y_{594} [y_{595} [y_{596} [y_{597} [y_{598} [y_{599} [y_{600} [y_{601} [y_{602} [y_{603} [y_{604} [y_{605} [y_{606} [y_{607} [y_{608} [y_{609} [y_{610} [y_{611} [y_{612} [y_{613} [y_{614} [y_{615} [y_{616} [y_{617} [y_{618} [y_{619} [y_{620} [y_{621} [y_{622} [y_{623} [y_{624} [y_{625} [y_{626} [y_{627} [y_{628} [y_{629} [y_{630} [y_{631} [y_{632} [y_{633} [y_{634} [y_{635} [y_{636} [y_{637} [y_{638} [y_{639} [y_{640} [y_{641} [y_{642} [y_{643} [y_{644} [y_{645} [y_{646} [y_{647} [y_{648} [y_{649} [y_{650} [y_{651} [y_{652} [y_{653} [y_{654} [y_{655} [y_{656} [y_{657} [y_{658} [y_{659} [y_{660} [y_{661} [y_{662} [y_{663} [y_{664} [y_{665} [y_{666} [y_{667} [y_{668} [y_{669} [y_{670} [y_{671} [y_{672} [y_{673} [y_{674} [y_{675} [y_{676} [y_{677} [y_{678} [y_{679} [y_{680} [y_{681} [y_{682} [y_{683} [y_{684} [y_{685} [y_{686} [y_{687} [y_{688} [y_{689} [y_{690} [y_{691} [y_{692} [y_{693} [y_{694} [y_{695} [y_{696} [y_{697} [y_{698} [y_{699} [y_{700} [y_{701} [y_{702} [y_{703} [y_{704} [y_{705} [y_{706} [y_{707} [y_{708} [y_{709} [y_{710} [y_{711} [y_{712} [y_{713} [y_{714} [y_{715} [y_{716} [y_{717} [y_{718} [y_{719} [y_{720} [y_{721} [y_{722} [y_{723} [y_{724} [y_{725} [y_{726} [y_{727} [y_{728} [y_{729} [y_{730} [y_{731} [y_{732} [y_{733} [y_{734} [y_{735} [y_{736} [y_{737} [y_{738} [y_{739} [y_{740} [y_{741} [y_{742} [y_{743} [y_{744} [y_{745} [y_{746} [y_{747} [y_{748} [y_{749} [y_{750} [y_{751} [y_{752} [y_{753} [y_{754} [y_{755} [y_{756} [y_{757} [y_{758} [y_{759} [y_{760} [y_{761} [y_{762} [y_{763} [y_{764} [y_{765} [y_{766} [y_{767} [y_{768} [y_{769} [y_{770} [y_{771} [y_{772} [y_{773} [y_{774} [y_{775} [y_{776} [y_{777} [y_{778} [y_{779} [y_{780} [y_{781} [y_{782} [y_{783} [y_{784} [y_{785} [y_{786} [y_{787} [y_{788} [y_{789} [y_{790} [y_{791} [y_{792} [y_{793} [y_{794} [y_{795} [y_{796} [y_{797} [y_{798} [y_{799} [y_{800} [y_{801} [y_{802} [y_{803} [y_{804} [y_{805} [y_{806} [y_{807} [y_{808} [y_{809} [y_{810} [y_{811} [y_{812} [y_{813} [y_{814} [y_{815} [y_{816} [y_{817} [y_{818} [y_{819} [y_{820} [y_{821} [y_{822} [y_{823} [y_{824} [y_{825} [y_{826} [y_{827} [y_{828} [y_{829} [y_{830} [y_{831} [y_{832} [y_{833} [y_{834} [y_{835} [y_{836} [y_{837} [y_{838} [y_{839} [y_{840} [y_{841} [y_{842} [y_{843} [y_{844} [y_{845} [y_{846} [y_{847} [y_{848} [y_{849} [y_{850} [y_{851} [y_{852} [y_{853} [y_{854} [y_{855} [y_{856} [y_{857} [y_{858} [y_{859} [y_{860} [y_{861} [y_{862} [y_{863} [y_{864} [y_{865} [y_{866} [y_{867} [y_{868} [y_{869} [y_{870} [y_{871} [y_{872} [y_{873} [y_{874} [y_{875} [y_{876} [y_{877} [y_{878} [y_{879} [y_{880} [y_{881} [y_{882} [y_{883} [y_{884} [y_{885} [y_{886} [y_{887} [y_{888} [y_{889} [y_{890} [y_{891} [y_{892} [y_{893} [y_{894} [y_{895} [y_{896} [y_{897} [y_{898} [y_{899} [y_{900} [y_{901} [y_{902} [y_{903} [y_{904} [y_{905} [y_{906} [y_{907} [y_{908} [y_{909} [y_{910} [y_{911} [y_{912} [y_{913} [y_{914} [y_{915} [y_{916} [y_{917} [y_{918} [y_{919} [y_{920} [y_{921} [y_{922} [y_{923} [y_{924} [y_{925} [y_{926} [y_{927} [y_{928} [y_{929} [y_{930} [y_{931} [y_{932} [y_{933} [y_{934} [y_{935} [y_{936} [y_{937} [y_{938} [y_{939} [y_{940} [y_{941} [y_{942} [y_{943} [y_{944} [y_{945} [y_{946} [y_{947} [y_{948} [y_{949} [y_{950} [y_{951} [y_{952} [y_{953} [y_{954} [y_{955} [y_{956} [y_{957} [y_{958} [y_{959} [y_{960} [y_{961} [y_{962} [y_{963} [y_{964} [y_{965} [y_{966} [y_{967} [y_{968} [y_{969} [y_{970} [y_{971} [y_{972} [y_{973} [y_{974} [y_{975} [y_{976} [y_{977} [y_{978} [y_{979} [y_{980} [y_{981} [y_{982} [y_{983} [y_{984} [y_{985} [y_{986} [y_{987} [y_{988} [y_{989} [y_{990} [y_{991} [y_{992} [y_{993} [y_{994} [y_{995} [y_{996} [y_{997} [y_{998} [y_{999} [y_{1000} [y_{1001} [y_{1002} [y_{1003} [y_{1004} [y_{1005} [y_{1006} [y_{1007} [y_{1008} [y_{1009} [y_{1010} [y_{1011} [y_{1012} [y_{1013} [y_{1014} [y_{1015} [y_{1016} [y_{1017} [y_{1018} [y_{1019} [y_{1020} [y_{1021} [y_{1022} [y_{1023} [y_{1024} [y_{1025} [y_{1026} [y_{1027} [y_{1028} [y_{1029} [y_{1030} [y_{1031} [y_{1032} [y_{1033} [y_{1034} [y_{1035} [y_{1036} [y_{1037} [y_{1038} [y_{1039} [y_{1040} [y_{1041} [y_{1042} [y_{1043} [y_{1044} [y_{1045} [y_{1046} [y_{1047} [y_{1048} [y_{1049} [y_{1050} [y_{1051} [y_{1052} [y_{1053} [y_{1054} [y_{1055} [y_{1056} [y_{1057} [y_{1058} [y_{1059} [y_{1060} [y_{1061} [y_{1062} [y_{1063} [y_{1064} [y_{1065} [y_{1066} [y_{1067} [y_{1068} [y_{1069} [y_{1070} [y_{1071} [y_{1072} [y_{1073} [y_{1074} [y_{1075} [y_{1076} [y_{1077} [y_{1078} [y_{1079} [y_{1080} [y_{1081} [y_{1082} [y_{1083} [y_{1084} [y_{1085} [y_{1086} [y_{1087} [y_{1088} [y_{1089} [y_{1090} [y_{1091} [y_{1092} [y_{1093} [y_{1094} [y_{1095} [y_{1096} [y_{1097} [y_{1098} [y_{1099} [y_{1100} [y_{1101} [y_{1102} [y_{1103} [y_{1104} [y_{1105} [y_{1106} [y_{1107} [y_{1108} [y_{1109} [y_{1110} [y_{1111} [y_{1112} [y_{1113} [y_{1114} [y_{1115} [y_{1116} [y_{1117} [y_{1118} [y_{1119} [y_{1120} [y_{1121} [y_{1122} [y_{1123} [y_{1124} [y_{1125} [y_{1126} [y_{1127} [y_{1128} [y_{1129} [y_{1130} [y_{1131} [y_{1132} [y_{1133} [y_{1134} [y_{1135} [y_{1136} [y_{1137} [y_{1138} [y_{1139} [y_{1140} [y_{1141} [y_{1142} [y_{1143} [y_{1144} [y_{1145} [y_{1146} [y_{1147} [y_{1148} [y_{1149} [y_{1150} [y_{1151} [y_{1152} [y_{1153} [y_{1154} [y_{1155} [y_{1156} [y_{1157} [y_{1158} [y_{1159} [y_{1160} [y_{1161} [y_{1162} [y_{1163} [y_{1164} [y_{1165} [y_{1166} [y_{1167} [y_{1168} [y_{1169} [y_{1170} [y_{1171} [y_{1172} [y_{1173} [y_{1174} [y_{1175} [y_{1176} [y_{1177} [y_{1178} [y_{1179} [y_{1180} [y_{1181} [y_{1182} [y_{1183} [y_{1184} [y_{1185} [y_{1186} [y_{1187} [y_{1188} [y_{1189} [y_{1190} [y_{1191} [y_{1192} [y_{1193} [y_{1194} [y_{1195} [y_{1196} [y_{1197} [y_{1198} [y_{1199} [y_{1200} [y_{1201} [y_{1202} [y_{1203} [y_{1204} [y_{1205} [y_{1206} [y_{1207} [y_{1208} [y_{1209} [y_{1210} [y_{1211} [y_{1212} [y_{1213} [y_{1214} [y_{1215} [y_{1216} [y_{1217} [y_{1218} [y_{1219} [y_{1220} [y_{1221} [y_{1222} [y_{1223} [y_{1224} [y_{1225} [y_{1226} [y_{1227} [y_{1228} [y_{1229} [y_{1230} [y_{1231} [y_{1232} [y_{1233} [y_{1234} [y_{1235} [y_{1236} [y_{1237} [y_{1238} [y_{1239} [y_{1240} [y_{1241} [y_{1242} [y_{1243} [y_{1244} [y_{1245} [y_{1246} [y_{1247} [y_{1248} [y_{1249} [y_{1250} [y_{1251} [y_{1252} [y_{1253} [y_{1254} [y_{1255} [y_{1256} [y_{1257} [y_{1258} [y_{1259} [y_{1260} [y_{1261} [y_{1262} [y_{1263} [y_{1264} [y_{1265} [y_{1266} [y_{1267} [y_{1268} [y_{1269} [y_{1270} [y_{1271} [y_{1272} [y_{1273} [y_{1274} [y_{1275} [y_{1276} [y_{1277} [y_{1278} [y_{1279} [y_{1280} [y_{1281} [y_{1282} [y_{1283} [y_{1284} [y_{1285} [y_{1286} [y_{1287} [y_{1288} [y_{1289} [y_{1290} [y_{1291} [y_{1292} [y_{1293} [y_{1294} [y_{1295} [y_{1296} [y_{1297} [y_{1298} [y_{1299} [y_{1300} [y_{1301} [y_{1302} [y_{1303} [y_{1304} [y_{1305} [y_{1306} [y_{1307} [y_{1308} [y_{1309} [y_{1310} [y_{1311} [y_{1312} [y_{1313} [y_{1314} [y_{1315} [y_{1316} [y_{1317} [y_{1318} [y_{1319} [y_{1320} [y_{1321} [y_{1322} [y_{1323} [y_{1324} [y_{1325} [y_{1326} [y_{1327} [y_{1328} [y_{1329} [y_{1330} [y_{1331} [y_{1332} [y_{1333} [y_{1334} [y_{1335} [y_{1336} [y_{1337} [y_{1338} [y_{1339} [y_{1340} [y_{1341} [y_{1342} [y_{1343} [y_{1344} [y_{1345} [y_{1346} [y_{1347} [y_{1348} [y_{1349} [y_{1350} [y_{1351} [y_{1352} [y_{1353} [y_{1354} [y_{1355} [y_{1356} [y_{1357} [y_{1358} [y_{1359} [y_{1360} [y_{1361} [y_{1362} [y_{1363} [y_{1364} [y_{1365} [y_{1366} [y_{1367} [y_{1368} [y_{1369} [y_{1370} [y_{1371} [y_{1372} [y_{1373} [y_{1374} [y_{1375} [y_{1376} [y_{1377} [y_{1378} [y_{1379} [y_{1380} [y_{1381} [y_{1382} [y_{1383} [y_{1384} [y_{1385} [y_{1386} [y_{1387} [y_{1388} [y_{1389} [y_{1390} [y_{1391} [y_{1392} [y_{1393} [y_{1394} [y_{1395} [y_{1396} [y_{1397} [y_{1398} [y_{1399} [y_{1400} [y_{1401} [y_{1402} [y_{1403} [y_{1404} [y_{1405} [y_{1406} [y_{1407} [y_{1408} [y_{1409} [y_{1410} [y_{1411} [y_{1412} [y_{1413} [y_{1414} [y_{1415} [y_{1416} [y_{1417} [y_{1418} [y_{1419} [y_{1420} [y_{1421} [y_{1422} [y_{1423} [y_{1424} [y_{1425} [y_{1426} [y_{1427} [y_{1428} [y_{1429} [y_{1430} [y_{1431} [y_{1432} [y_{1433} [y_{1434} [y_{1435} [y_{1436} [y_{1437} [y_{1438} [y_{1439} [y_{1440} [y_{1441} [y_{1442} [y_{1443} [y_{1444} [y_{1445} [y_{1446} [y_{1447} [y_{1448} [y_{1449} [y_{1450} [y_{1451} [y_{1452} [y_{1453} [y_{1454} [y_{1455} [y_{1456} [y_{1457} [y_{1458} [y_{1459} [y_{1460} [y_{1461} [y_{1462} [y_{1463} [y_{1464} [y_{1465} [y_{1466} [y_{1467} [y_{1468} [y_{1469} [y_{1470} [y_{1471} [y_{1472} [y_{1473} [y_{1474} [y_{1475} [y_{1476} [y_{1477} [y_{1478} [y_{1479} [y_{1480} [y_{1481} [y_{1482} [y_{1483} [y_{1484} [y_{1485} [y_{1486} [y_{1487} [y_{1488} [y_{1489} [y_{1490} [y_{1491} [y_{1492} [y_{1493} [y_{1494} [y_{1495} [y_{1496} [y_{1497} [y_{1498} [y_{1499} [y_{15$$

причем коэффициент скорости

$$\delta(k) = \frac{dy_n}{dy_{n-1}} \cdot \frac{dy_{n-1}}{dy_{n-2}} \cdots \times \frac{dy_i}{dy_{i-1}} \cdots \times \frac{dy_2}{dy_1} \cdot \frac{dy_1}{dk},$$

где

$$\frac{dy_i}{dy_{i-1}} = Q y_{i-1}^m (1 - y_{i-1})^n (a_i y_{i-1}^2 + b_i y_{i-1} + c_i); \quad (i=1+n).$$

Чтобы закон движения (6) удовлетворял условию (4) достаточно использовать один из $3n$ свободных параметров, но при этом возникают значительные затруднения определения $(3n-1)$ -мерной области значений остальных параметров. Однако задача упрощается, если потребовать, чтобы каждая из функций

$$y_i = y_i(y_{i-1}),$$

входящая в состав сложной функции (6), отвечала условиям (4) и (5). Тогда получим $2n$ -мерную область значений свободных параметров, которая в свою очередь распадается на n плоских (двумерных) областей, аналогичных полученным для закона движения (3).

Третьим способом целесообразно синтезировать законы движения третьего и четвертого порядков при инерционном нагружении звеньев механизма. Полученные этим способом законы движения $z(k)$ составлены из трех полиномов, сопоставленных между собой в точках $k=m$ и $k=n$, а именно:

$$\left. \begin{aligned} z_I &= z_I(k); & (0 \leq k \leq m); \\ z_{II} &= z_{II}(k); & (m < k \leq n); \\ z_{III} &= z_{III}(k); & (n < k \leq 0,5). \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Полином $z_I(k)$ представлен в виде многочлена второй степени, что обеспечивает постоянство ускорения на участке $m < k \leq n$ интервала движения.

Исходя из граничных условий, которым должны удовлетворять каждый из полиномов (7) в точках $k=0$; $k=m$; $k=n$ и $k=0,5$, получены законы движения третьего и четвертого порядков. В диссертации приведены номограммы для выбора значений параметров m и n .

Четвертая глава посвящена синтезу пятизвенных кулачково-рычажных механизмов (см. рисунок) по условию ограничения контактных напряжений на рабочей поверхности кулачка. Решение проводится двумя этапами на ЭВМ.

На первом этапе определяются закон движения коромысла, основные параметры кулачкового механизма и закон движения рабочего звена (если он не задан). Для этого формула Герца, по которой определяются контактные напряжения на рабочей поверхности кулачка, представлена в виде произведения

$$\sigma_a = \mu_G \cdot G.$$

где μ_G — масштабный коэффициент контактного напряжения, зависящий от материалов кулачка и ролика, абсолютных размеров звеньев, угловой скорости кулачка и других факторов;

G — безразмерный коэффициент контактного напряжения.

При заданных технологических условиях законе нагружения рабочего звена и углах поворота кулачка за интервал удаления и интервал приближения вид функции коэффициента контактного напряжения

$$\sigma = \sigma(k) \quad (8)$$

зависит лишь от свободных параметров кулачково-рычажного механизма $\Pi, \Pi_1, \psi_u, \psi_o, L, r_p$ (здесь; Π, Π_1 - группы параметров, однозначно определяющие законы движения рабочего звена CD и коромысла BAE ; ψ_o - угол, определяющий начальное положение коромысла AE относительно линии OA ; $L = L_o/L$ - отношение эксцентрового расстояния OA к длине коромысла AE ; $r_p = R_p/L$ - отношение радиуса ролика к длине коромысла AE).

Каждой системе значений указанных параметров соответствует вполне определенный максимум функции (8) - σ_{max} , т.е. величина коэффициента σ_{max} является функцией свободных параметров кулачково-рычажного механизма:

$$\sigma_{max} = \sigma_{max}(\Pi, \Pi_1, \psi_u, \psi_o, L, r_p). \quad (9)$$

Таким образом, решение задачи синтеза кулачково-рычажных механизмов по условию ограничения контактных напряжений сводится к отысканию такого сочетания значений свободных параметров (в допустимой области), которое доставляет минимум целевой функции (9).

Особый вид этой функции и наличие ограничений в виде нелинейных неравенств приводят к необходимости использова-

ния поисковых методов определения оптимальных по контактным напряжениям свободных параметров функции. В диссертации использован градиентный метод.

Второй этап заключается в синтезе четырехзвенника $ABCO$ (см. рисунок). Полученная совокупность параметров однозначно определяет функциональную зависимость

$$\zeta = \zeta(\zeta_1), \quad (10)$$

которая должна быть воспроизведена рычажным механизмом $ABCO$. Поскольку углы γ_u и ψ_u известны, синтез четырехзвенника может быть произведен по пяти параметрам его кинематической схемы β, θ, d, f, S (при $AO = 1$). Однако целесообразно вычислять только четыре из пяти параметров, варьируя при этом значения пятого, т.к. это дает возможность получить семейство механизмов, удовлетворяющих как требованиям воспроизведения функции (10), так и дополнительным условиям. В качестве дополнительных условий могут быть, например, ограничения на величину угла передачи, на длины звеньев механизма и другие. В работе параметры θ, d, f, S определялись методом интерполяционного приближения функции, а параметр β варьировался. Выбор варьируемого параметра β можно подчинить, кроме того, получению из указанного семейства такого четырехзвенника, при котором коэффициент σ_{max} минимален, т.е. определять параметр β из условия минимизации целевой функции

$$\sigma_{max} = \sigma_{max}(\beta).$$

Полученное таким образом значение коэффициента σ_{max} служит основой для расчета размеров кулачково-

рычажного механизма либо при заданных размерах для расчета его срока службы.

В работе приведен алгоритм решения задачи (обоих этапов).

Результаты расчета показали, что предложенный метод обеспечивает достаточно хорошую сходимость вычислительного процесса при различных исходных данных.

В пятой главе изложено решение задачи проектирования пятизвенных кулачково-рычажных механизмов из условия ограничения нормального износа рабочей поверхности кулачка путем выравнивания пиков этого износа. Задача решена в два этапа.

На первом этапе выражение для расчета нормального износа $\Delta \rho_a$ на поверхности кулачка, полученное С.А. Шароновым, записано в виде произведения

$$\Delta \rho_a = \mu_{\Delta \rho} \cdot \Delta \rho,$$

где $\mu_{\Delta \rho}$ — масштабный коэффициент нормального износа, зависящий от материалов кулачка и ролика, абсолютных размеров звеньев и др.

$$\Delta \rho = P \cdot G \quad (II)$$

— безразмерный коэффициент нормального износа, равный произведению безразмерных коэффициентов нормального давления P и контактного напряжения G .

Получение из выражения (II) целевой функции

$$\Delta \rho_{\max} = \Delta \rho_{\max}(P, P_1, \psi_u, \psi_o, L, r_p),$$

минимизация этой функции, а также выполнение второго этапа решения задачи (синтез четырехзвенника) аналогичны соот-

ветствующим операциям при решении задачи по ограничению контактных напряжений на рабочей поверхности кулачка.

Приведены алгоритмы решения этой задачи на ЭВМ и ряд примеров, в том числе расчет исполнительного кулачково-рычажного механизма машины-автомата для изготовления крышек коробок сахара.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Законы движения целесообразно классифицировать по их порядку q , который определяется тем, что все производные закона движения по независимой переменной от первого до q -го порядка включительно в начале и конце интервала движения равны нулю.

2. Качественная оценка закона движения по его граничным условиям, по динамическим свойствам и по характерной для данного закона сложности изготовления рабочей поверхности кулачка может быть произведена с использованием коэффициента граничных условий λ . Получена формула для расчета этого коэффициента.

3. В кулачково-рычажных механизмах законы движения рабочего звена высоких порядков можно осуществлять кулачками более простыми в обработке, чем это требовалось бы при применении трехзвенных кулачковых механизмов.

4. Соответствующим выбором параметров рычажной группы кулачково-рычажного механизма можно снизить величину др-