

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ
ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ

ՏԵԴԵԿԱԳԻՐ ИЗВЕСТИЯ

АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

ՏԵԽՆԻԿԱԿԱՆ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՍԵՐԻԱ
СЕРИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК

Журнал издаётся с 1948 г.
Выходит 6 раз в год на русском языке

Կ Ե Ր Ո Վ Ի Ս Կ Ա Ն Կ Ա Լ Ե Գ Ի Ճ

Կառյան Ս. Վ. (պատ. խմբագիր), Աղանց Հ. Տ. (պատ. խմբագիր-տեղակալ),
Ակերսեհիսկի Վ. Վ., Չաղոյան Ս. Ա., Հակոբյան Թ. Ե.,
Սարգսյան Յու. Լ., Ստանյան Ս. Գ., Տեր-Ազարե Ի. Ա.,
Փինաջյան Վ. Վ. (պատ. խմբագիր-տեղակալ),
Գառնիշենյան Զ. Ս. խմբագիր Ստեփանյան Զ. Վ.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Коскин М. В. (ответ. редактор), Лосиц Г. Т. (зам. ответ. редактора),
Алексеевский Б. В., Акипин Р. Е., Зидоян М. А.,
Гуниайджян В. В. (зам. ответ. редактора), Саркисян Ю. Л.,
Стишкин М. Г., Тер-Азирян И. А.
Ответственный секретарь С. С. С. С. С.

С. Б. ГАРАНИН

ОБ ИНВЕРСОРНЫХ ГРУППАХ И ОБЩЕМ ПРИНЦИПЕ
ОБРАЗОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ ИНВЕРСОРОВ

Механизмы с двумя степенями свободы, в основе действия которых лежит принцип инверсии — геометрического преобразования кривых по закону $\overline{r_1} \cdot \overline{r_2} = \text{const} = h$, где $\overline{r_1}$, $\overline{r_2}$ радиус-векторы ведущей и ведомой точек механизма, называют инверсорами. Одно из основных свойств этих механизмов — возможность преобразования движения ведущей точки по дуге окружности в теоретически точное прямолинейное движение ведомой. Анализ работ ([1, 2] и др.), посвященных механизмам инверсоров, показывает, что в основу создания каждой кинематической схемы была заложена та или иная частная закономерность и до настоящего времени не описан единый принцип образования этих механизмов. Некоторые из предложенных схем существенно не отличаются друг от друга и являются частными случаями общих схем. Естественно, возникает вопрос, нет ли внутренней связи между различными кинематическими схемами инверсоров, не связаны ли они между собой, кроме общего математического свойства выполнения преобразования инверсии еще и общим правилом образования структурных схем, подобно тому, как из группы Ассура формируются механизмы произвольной структуры.

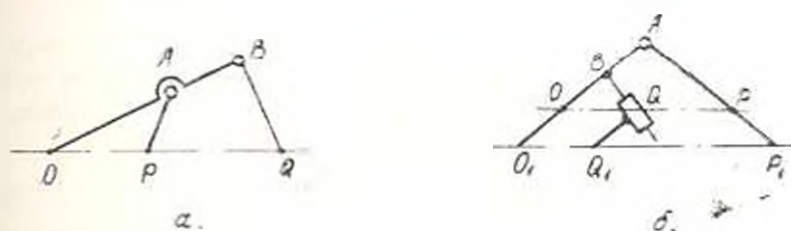


Рис. 1.

Трехзвенную кинематическую цепь с изшшими парами назовем инверсорной группой, если из трех ее точек O , P , Q , принадлежащих разным звеньям, две (P , Q) можно переменить так, чтобы определяемая ими прямая постоянно проходила через третью точку (O) и выполнялось условие $\overline{OP} \cdot \overline{OQ} = \text{const} = h$. Инверсорные группы в зависимости от числа поступательных пар обозначим соответственно i_1 , i_2 , i_3 . Точки P и Q , реализующие преобразование инверсии относительно точки O , назовем функциональными, звенья, несущие точки P и Q — поводками (AP и BQ на рис. 1а), звено OB с центром инверсии O — базисным звеном, а степень инверсии h — степень группы.

Композицию двух инверсорных групп запишем в виде суммы соответствующих символов, например, $i_0 + i_1$. Если такая композиция приводит к механизму инверсора, то запишем символическое равенство, например: $i_0 + i_1 = I$, где I обозначает механизм инверсора, а индексы указывают на число поступательных пар в соответствующих цепях.

Теорема 1. Для того, чтобы трехзвенная цепь с двумя вращательными парами (рис. 1а) была инверсорной группой i_0 , необходимо и достаточно, чтобы размеры ее звеньев удовлетворяли условию $ad - bc = 0$, или, что то же самое, $b/a = d/c = k$, где $a = OA$, $b = OB$, $c = AP$, $d = BQ$, а k — коэффициент пропорциональности. При этом степень группы i_0 определяется по формуле $h = OP \cdot OQ = ab - cd$, что можно записать также и виде $h = k(a^2 - c^2)$.

Теорема 2. Для того, чтобы трехзвенная цепь с одной вращательной и одной поступательной парами (рис. 1 б) была инверсорной группой i_1 , необходимо и достаточно, чтобы в базисном звене OAB ось поступательной пары была перпендикулярна к радиус-вектору центра вращательной пары ($BQ \perp OA$) и соблюдалось условие $OA = AP$. При этом $h = 2a(b - l)$, где l — длина перпендикуляра от функциональной точки Q_1 до оси поступательной пары.

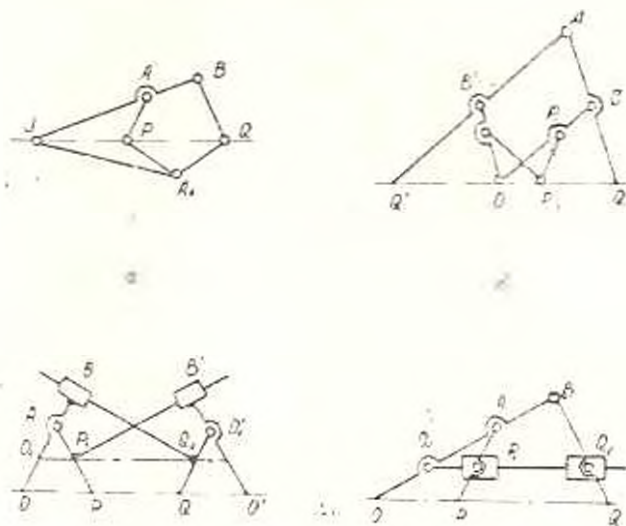


Рис. 2.

Прямолинейный рычаг с двумя поступательными парами (O_1, P_1, Q_1 на рис. 2) отнесен к инверсорным группам условия 1, к такой цепи, хотя и по-прежнему является инверсорной группой (i_2), не имеет определенной степени, вследствие чего может комбинироваться с группами i_0, i_1 любой степени, но не с аналогичной группой i_2 .

Теоремы образования механизмов инверсоров базируются на следующей лемме: для того, чтобы в группах i_0, i_1 функциональные точки

P и Q реализовали преобразование инверсии, необходимо и достаточно, чтобы перемещаясь, они оставались на прямой, проходящей через центр инверсии. При этом подразумевается, что начальные положения поводков не являются особыми (параллельность AT и BQ на рис. 1а или совпадение OA и AP на рис. 1б). Чтобы от трехподвижной инверсорной группы перейти к двухподвижному механизму инверсора, достаточно ввести любую связь, обеспечивающую коллинеарность OP и OQ . Этого можно добиться, комбинируя две инверсорные группы следующими способами.

1. *Аксиальное соединение инверсорных групп.* Если инверсорные группы одной степени, то их центры инверсии и функциональные точки можно совмещать. Соединение в таком положении инверсорных групп с помощью вращательных пар назовем аксиальным. На рис. 2а показан пример аксиального соединения двух инверсорных групп i_0 . Для такого соединения справедлива теорема, которую можно записать так: $I_m + I_{n|A} = I_{m+n}$, где $m = 0, 1, 2$, $n = 0, 1, 2$ (m и n не принимают одновременно значение два), а A означает аксиальное соединение.

2. *Последовательное соединение инверсорных групп.* Последовательным назовем такое шарнирное соединение инверсорных групп, при котором общими являются центр инверсии O и одна из функциональных точек, которую для определенности обозначим P . При этом, если с помощью некоторой связи обеспечить коллинеарность точек O , P , Q , Q' , то согласно лемме $OP/OQ = \text{const} = k$, $OP/OQ' = \text{const} = k'$, следовательно, точки Q и Q' будут связаны между собой преобразованием подобия с коэффициентом $k=k'$. Эту связь можно осуществить без введения дополнительного звена, если базисное звено и один из поводков одной группы образует с аналогичными звеньями другой параллелограмм (точнее, механизм пантиографа). Такие соединения (рис. 2б), реализующие преобразования инверсии между точками P , Q и P , Q' и подобия между Q , Q' , назовем последовательно-пантиографными. Для них справедлива теорема, которую можно записать так: $I_n + I_{n'|P} = I_{n+n'}$, где $n = 0$ или 1 , а P означает последовательно-пантиографное соединение.

3. *Зеркально-поводковое соединение.* Две идентичные инверсорные группы i_0 или i_1 расположим симметрично относительно среднего перпендикуляра, функциональных точек P , Q одной из них и жестко соединим их поводки с соответствующими функциональными точками (рис. 2в). Для такого соединения, которое назовем зеркально-поводковым, справедлива теорема: $I_0 + I_0 = I_{2S}$, где $n = 0$ (инверсор Гартта) или 1 (иный вариант), а S означает зеркально-поводковое соединение.

4. *Параллельное (биаксиальное) соединение инверсорных групп.* Прямая, проведенная из некоторой точки O_1 базисного звена OA параллельно функциональной оси OPQ (рис. 1а, б), пересекает поводки соответствующих групп в точках P_1 и Q_1 , которые определяют перемещающиеся отрезки OP_1 и OQ_1 , соответственно пропорциональные расстояниям

OP и OQ . В силу этого $OP_1 \cdot OQ_1 = \text{const} = k_1$. Применяя относительно новой группы, определяемой точками O_1, P_1, Q_1 , любую из предыдущих трех форм соединения, получим схемы параллельного соединения инверсорных групп, для которых справедлива теорема: $|i_m + i_n|_D = I_{\text{max}}$, где $m=0, 1, 2, n=0, 1, 2$ (m и n одновременно не равны двум), а D означает дезаксепальное соединение. На рис. 2 г показан пример дезаксепального соединения двух инверсорных групп — I_0 и I_2 .

Указанные четыре вида композиции инверсорных групп (включая также их частные виды), дадут свыше 100 схем, из которых нам известны 10. Множество полученных основных схем можно значительно расширить, если с помощью стереографической проекции получить также сферические аналоги указанных механизмов.

Кир. фил. ЕрПН им. К. Маркса

4. V 1986

Մ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԻՆՎԵՐՍՈՐԱՅԻՆ ԿՈՄԲԻՆԻՐ ԵՎ ԿՐԱՆՑ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐԻ ՎԱՃԱՊԱՎՈՐՄԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՍԿԶԵՄՈՒՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Տրվում է ինվերսորային խմբերի և նրանց առանցքային, հաջորդական, հայելային և դուգաճեռ միացումների գաղափարը: Չնայած դրան երբեմն էր, որոնց համաձայն նշված միացումներից ցանկացածի դեպքում կազմավորվում է ինվերսորային մեխանիզմ: Այդպիսի մեխանիզմի հայտնի սխեմաները կազմում են այն բազմություն մոտ տասներորդ մասը, որն ամառա-նում է ընդհանուր սկզբունքի կիրառման դեպքում:

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоленский Н. Н. Теория механизмов для воспроизведения плоских кривых — М., изд-во АН СССР, 1959. — 254 с.
2. Дийксман Е. А. Строгое соответствие между новыми и старыми инверсорами // Тр. Амер. Общ. инж. мех. Конструирование и технология машиностроения. — 1971. — № 1. — С. 276—281.

Плм. АН АрмССР (сер. ГН), т. XI.1, № 6, 1984

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М. А. КАРАПЕТЯН

ПЕРЕХОДНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В МОНОДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЕ СО СФЕРОИДАЛЬНЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ ПРИ УЧЕТЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОВОДИМОСТИ

Расчет переходного электрического поля в дисперсных системах в [1, 2] был осуществлен с учетом диэлектрических проницаемостей ϵ и объемных проводимостей γ веществ компонентов. Однако в ряде случаев весьма важно учесть также поверхностную проводимость включе-

OP и OQ . В силу этого $OP_1 \cdot OQ_1 = \text{const} = k_1$. Применяя относительно новой группы, определяемой точками O_1, P_1, Q_1 , любую из предыдущих трех форм соединения, получим схемы параллельного соединения инверсорных групп, для которых справедлива теорема: $|i_m + i_n|_D = I_{\text{max}}$, где $m=0, 1, 2, n=0, 1, 2$ (m и n одновременно не равны двум), а D означает дезаксепальное соединение. На рис. 2 г показан пример дезаксепального соединения двух инверсорных групп — I_0 и I_2 .

Указанные четыре вида композиции инверсорных групп (включая также их частные виды), дадут свыше 100 схем, из которых нам известны 10. Множество полученных основных схем можно значительно расширить, если с помощью стереографической проекции получить также сферические аналоги указанных механизмов.

Кир. фил. ЕрПИ им. К. Маркса

4. V 1986

Մ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԻՆՎԵՐՍՈՐԱՅԻՆ ԿՈՄԲԻՆԻՐ ԵՎ ԿՐԱՆՑ ՄԵԽԱՆԻԶՄՆԵՐԻ ՎԱՅՄԱՎՈՐՄԱՆ ԸՆԴՀԱՆՈՒՐ ՍԿԵՄՈՒՆԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա Մ Փ Ո Փ Ո Ւ Մ

Տրվում է ինվերսորային խմբերի և նրանց առանցքային, հաջորդական, հայելային և դուգաճեռ միացումների գաղափարը: Չափերպվում են թեորեմներ, որոնց համաձայն նշված միացումներից ցանկացածի դեպքում կազմավորվում է ինվերսորային մեխանիզմ: Այդպիսի մեխանիզմի հայտնի սխեմաները կազմվում են այն բազմություն մոտ տասներորդ մասը, որն ամառաշահում է ընդհանուր սկզբունքի կիրառման դեպքում:

ЛИТЕРАТУРА

1. Антоленский Н. Н. Теория механизмов для воспроизведения плоских кривых — М., изд-во АН СССР, 1959. — 254 с.
2. Дийксман Е. А. Строгое соответствие между новыми и старыми инверсорами // Тр. Амер. Общ. инж. мех. Конструирование и технология машиностроения. — 1971. — № 1. — С. 276 — 281.

Плм. АН АрмССР (сер. ГН), т. XI.1, № 6, 1984

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М. А. КАРАПЕТЯН

ПЕРЕХОДНОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ В МОНОДИСПЕРСНОЙ СИСТЕМЕ СО СФЕРОИДАЛЬНЫМИ ВКЛЮЧЕНИЯМИ ПРИ УЧЕТЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ПРОВОДИМОСТИ

Расчет переходного электрического поля в дисперсных системах в [1, 2] был осуществлен с учетом диэлектрических проницаемостей ϵ и объемных проводимостей γ веществ компонентов. Однако в ряде случаев весьма важно учесть также поверхностную проводимость включе-

ний. Например, поверхностная проводимость стенок газовых полостей в диэлектрике играет решающую роль в возникновении и развитии ионизационных явлений в диэлектрике, а кинетика зарядки и предельный заряд частиц, заряжаемых в поле коронного разряда, существенно определяются поверхностной проводимостью частицы. Необходимость учета поверхностной проводимости включений при изучении поля в дисперсных системах представляет интерес и для других областей.

Учет поверхностной проводимости единичного трехосного эллипсоида в однородной среде при расчете электрического поля еще не осуществлен. Эта задача в настоящее время решена для случая единичного сфероидального включения [3, 4]. Как показано в [4], при постоянной по величине проводимости сфероидальной поверхности электрическое поле внутри включения неоднородное (при внешнем однородном поле). Однако для вытянутых сфероидов степень неоднородности поля вдоль малой оси, перпендикулярной к $\vec{E}_0$, весьма мала.

Ниже приводится приближенный расчет переходного электрического поля в микродисперсной системе с ориентированными сфероидальными включениями при учете постоянной проводимости поверхности γ включений. Расчет основывается на предположении, что электрическое поле внутри включения однородное. Принятое допущение обосновывается следующими рассуждениями. Известно [3—5], что рост поверхностной проводимости включений приводит к резкому ослаблению поля внутри включений и усилению его вне включения. Особенно велико усиление поля в среде у вершины вытянутого эллипсоида $\vec{E}_2$. Поэтому рассматриваемая задача представляет большой интерес для определения поля в среде у вершины включения и неточность расчета поля внутри включения $\vec{E}_1$ не имеет существенного значения. Под символом $\vec{E}_1$ в нижеприведенных расчетах следует подразумевать напряженность электрического поля в точке вершины внутри включения, а не во всем объеме. Предполагается, что $\vec{E}_1$ направлен по оси $2a$ эллипсоида.

Пусть оси $2a$ сфероидальных включений ориентированы по направлению внешнего поля $\vec{E}_0(t)$. При регулярном распределении сфероидальных включений задача становится идентичной с задачами [1, 2]

$$\vec{E}_1(s) = \vec{E}_0(s) - \frac{(1-f)N_a}{V\epsilon_2} \rho(s), \quad \vec{E}_2(s) = \vec{E}_0(s) + \frac{1-(1-f)N_a}{V\epsilon_2} \rho(s) \quad (1)$$

с той лишь разницей, что лапласово изображение дипольного момента $\rho(s)$ поляризованного включения определяется и поверхностной проводимостью включений γ . Здесь ϵ_2 — абсолютная диэлектрическая проницаемость дисперсионной среды, V — объем включения, f — объемная концентрация включений в дисперсной системе, N_a — коэффициент деполяризации сфероида вдоль оси $2a$.

Действительно, при регулярном распределении в пространстве одинаковых сфероидальных включений векторы $\vec{E}_1$ и $\vec{E}_2$ параллельны $\vec{E}_0$. Если поле внутри включения принято однородным и равным $\vec{E}_1$, то

имеем дело с расчетной моделью [1, 2], и сопоставляемые задачи должны отличаться только по величинам E_1 и E_2 . Повышенная проводимость поверхности должна приводить к ослаблению поля внутри и, наоборот, его усилению вне включения.

Степень ослабления E_1 и усиления E_2 определяется собственным полем включения или его дипольным моментом p . Влияние собственного поля включения на результирующие поля E_1 и E_2 представляются вторыми членами (1). Таким образом, определение p с учетом поверхностной проводимости включения вполне достаточно для решения поставленной задачи.

С целью определения $p(s)$ воспользуемся принципом непрерывности электрического тока с учетом и поверхностного тока

$$J_{1n}(s) - J_{2n}(s) + \text{Div } J_s(s) = 0. \quad (2)$$

Здесь J_{1n} и J_{2n} — нормальные составляющие плотностей полных токов в граничной точке внутри включения и в среде соответственно, J_s — плотность поверхностного тока проводимости.

Уравнение (2) в сплюснутых сферондальных координатах ξ, η, φ , связанных с декартовыми формулами

$$z = r\xi, \quad 1 - x^2 + y^2 = r^2(1 + \xi^2)(1 - \eta^2), \quad (3)$$

может быть представлено в виде [4]:

$$(\gamma_1 + s\epsilon_1)E_{10}(s) - (\gamma_2 + s\epsilon_2)E_{20}(s) + \gamma_2 - \frac{h_2}{h_1} \frac{\partial}{\partial \xi} \left[\frac{h_1}{h_2} E(s) \right] = 0, \quad (4)$$

где r — половина фокусного расстояния; h_1, h_2, h_s — коэф. Ламе:

$$h_1 = r \sqrt{\frac{\xi^2 + \eta^2}{1 + \xi^2}}; \quad h_2 = r \sqrt{\frac{\xi^2 + \eta^2}{1 - \eta^2}}; \quad h_s = r \sqrt{(1 + \xi^2)(1 - \eta^2)}. \quad (5)$$

Лапласовы изображения напряженностей поля, входящие в (4), могут быть определены из (1) по выражениям

$$E_{11}(s) = E_1(s) \cos \alpha, \quad E_{22}(s) = E_2(s) \cos \alpha, \quad E_{12}(s) = E_1(s) \sin \alpha, \quad (6)$$

где α — угол между нормалью к эллипсу продольного сечения сферондальной поверхности и осью x (рис. 1). Выражения (6) верны при условии однородности поля внутри сфероида, а на вершине сфероида, из-за симметрии поля, эти выражения верны независимо от характера поля внутри включения.

Из рис. 1 следует, что

$$\sin \alpha = \frac{z}{\sqrt{\lambda^2 x^2 + z^2}}, \quad \cos \alpha = \frac{\lambda^2 x}{\sqrt{\lambda^2 x^2 + z^2}}, \quad (7)$$

где $\lambda = 0.4$. Выразив x и z через сферондальные координаты, согласно (3) (при $y=0$) получим

$$E_{12}(s) = E_1(s)^2 \sqrt{\frac{(1+\xi^2)(1-\xi^2)}{\lambda^4(1+\xi^2)(1-\xi^2) + \xi^2\xi^2}}$$

$$E_1(s) = E_1(s) \frac{1}{1 + (1 + z^2)(1 - z^2) + 0.01} \quad (8)$$

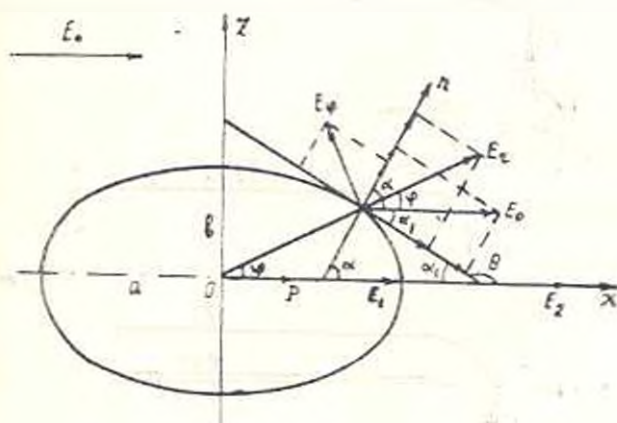


Рис. 1.

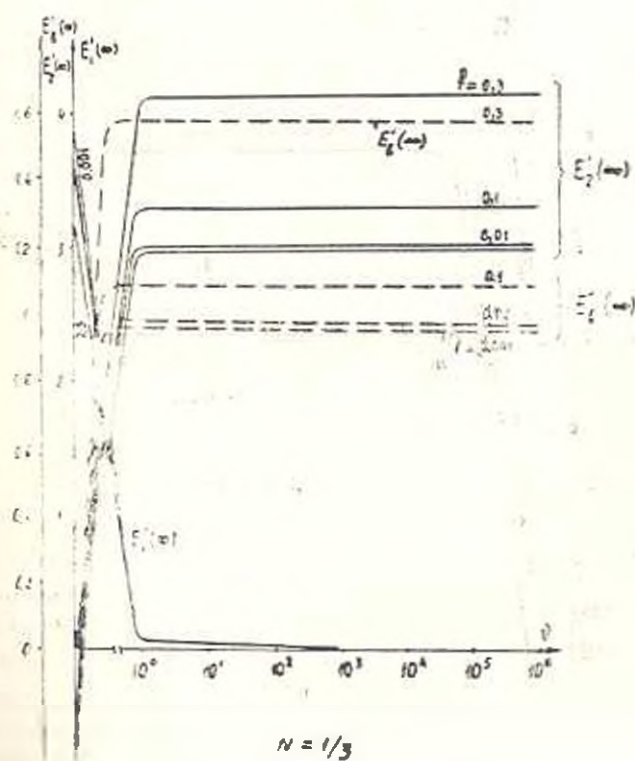


Рис. 2.

Уравнение непрерывности тока (4) должно быть написано для вершины сфероида, координаты которой равны $z = b$, $r = b \sqrt{a^2 - b^2}$, $\xi = 0$, $\varphi = 0$. Осуществив дифференцирование, требуемое в (4), и подставив после этого в уравнение координаты вершины, получим

$$(\gamma_1 + s\varepsilon_1) E_1(s) - (\gamma_2 + s\varepsilon_2) E_2(s) + \gamma_2 \frac{a^2}{b^2 + b \sqrt{a^2 - b^2}} E_1(s) = 0. \quad (9)$$

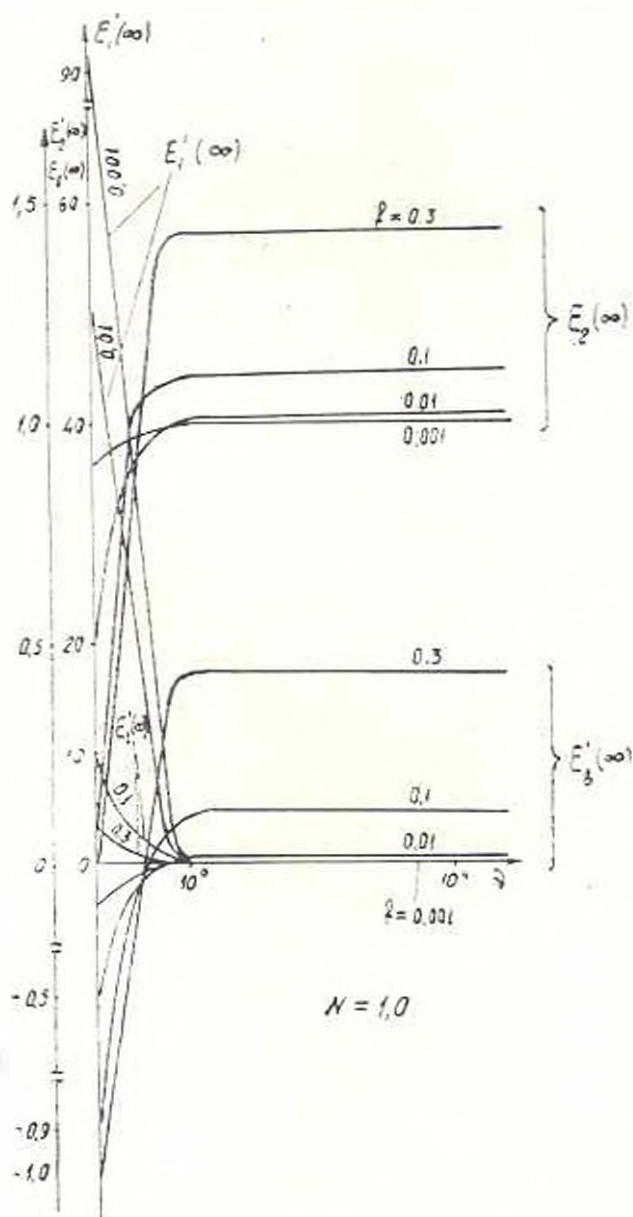


Рис. 3.

После подстановки (1) в (9) и решения относительно $p(s)$

$$p(s) = i\epsilon_2 n_1 \frac{1 + s\gamma_2}{1 + s\gamma_1} E_0(s), \quad (10)$$

где

$$\gamma_1 = \frac{\epsilon_1 - \epsilon_2}{\epsilon_1 - \epsilon_2 + 2\gamma}, \quad 2\gamma = i\epsilon_2 \frac{a^2}{b^2(b + i(a^2 - b^2))}, \quad (11)$$

$$n_1 = \frac{\gamma_1 - \gamma_2 + 2\gamma}{\gamma_2 + (\gamma_1 - \gamma_2 + 2\gamma)(1-f)N_0}, \quad \gamma_2 = \frac{\epsilon_2 + (\epsilon_1 - \epsilon_2)(1-f)N_0}{\gamma_1 + (\gamma_1 - \gamma_2 + 2\gamma)(1-f)N_0}.$$

Совместным решением (1) и (10) и определением оригиналов $E_1(s)$, $E_2(s)$ находим переходные функции напряженностей электрического поля во включении (в его вершине) $E_1(t)$ и в среде (у вершины включения) $E_2(t)$ при внешнем постоянном поле E_0 ($E_0(s) = E_0/s$).

На рис. 2, 3 построены зависимости $E_1(\infty) = E_1(\infty)E_0$, $E_2(\infty) = E_2(\infty)E_0$, $E_2'(\infty) = E_2'(\infty)E_0$ от коэффициента $v = \gamma_1/\gamma_2$ и концентрации f для случаев сплюснутого сфероида и сферы. Из рисунков следует, что уже при γ_2 , по числовому значению равным γ (т. е. при $v = 1$), поле внутри газовой полости ($\gamma_1 = 10^{-11}$ См/м) и диэлектрике ($\gamma_2 = 10^{-14}$ См/м) практически отсутствует независимо от концентрации и формы газовых полостей. Интересно, что с ростом γ_2 поле взаимодействия $E_2 = f\rho 3V$ меняет свое направление. Поскольку для любого диэлектрика отношение $v = \gamma_1/\gamma_2$ всегда больше единицы, можно заключить, что ионизационные явления в газовых полостях диэлектриков при внешнем постоянном поле практически отсутствуют. Этот результат согласуется с экспериментальными данными.

ЕрПН им. К. Маркса

1. VI. 1987

Մ Ա ՎԱՐՔԱՅՏԱՆ

ԳԵՂԱԿԻՐԳ ՆԵՐԱՌՈՒՄՆԵՐՈՎ ԽԵՐԷԻՈՒԹԵՐՈՎ ՀԱՐԱՐԱՐԿՈՒՄ ԱՆՑՈՒՐԱՅԻՆ
ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ԴԱՇՏՐ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒՅՔԱՅԻՆ ՀԱՂՈՐԴԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ
ՀԱՇՎԱՌՄԱՐԸ

Ա մ փ ո փ ո ս ո մ

Իրականացված է էլեկտրական զաշտի լարվածության հաշվարկ ինչպես ներառման ներսում, այնպես էլ դրսում՝ նրա զազաթային կետերում: Հաշվարկի կատարված է համապարգում ներառման վրա ազդող զաշտի զաղափարի և էլեկտրական հոսանքի անընդհատության սկզբունքի օգտագործմամբ, նկատի ունենալով զնդակերպ մարմնի մակերևույթով անցնող հոսանքը: Հաստատուն արտաքին զաշտի զնայրում ուսումնասիրված է ներառման ներսում և դրսում զաշտի լարվածությունների կախումը զնդակերպ մարմնի ձևից, մակերևույթային հաղորդականությունից և ծավալային խտությունից:

1. Карапетян М. А. Исследование электрического поля в дисперсной системе с включениями двух типов // Электричество.—1972.—№ 11—С. 72—76.
2. Карапетян М. А. Электрическое поле в дисперсной системе при произвольной ориентации сферических включений // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1972.—Т. XXV, № 6.—С. 37—43.
3. Rogers E. C., Skipper D. A. Gaseous discharge phenomena in highvoltage d. c. cable dielectrics // Proc. Instn. Electr. Engng.—1960.—V. 107, № 33.—P. 151—155.
4. Джуримы Ч. М., Вольфрейтер Г. В., Штейнрайбер В. Я. Влияние поверхностной проводимости на поле в сферическом газовой включении в диэлектрике // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт.—1972.—№ 5.—С. 76—83.
5. Карапетян М. А. Электрическое поле в дисперсной системе при учете поверхностной проводимости сферических включений // Электрическая обработка материалов.—1973.—№ 4.—С. 64—66.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLI, № 6, 1988

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М. С. ГАЛСТЯН, Э. С. ФРИДЖИБАЗЯН, В. И. ЧИТЕЧЯН

СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В работе рассматриваются вопросы построения структурной модели автономной системы электроснабжения (АСЭ) [1], представляющей собой сочетание структурной модели синхронного генератора (СГ) типа ОС с моделями элементов коррекции и регулирования напряжения.

Возбуждение СГ типа ОС осуществляется энергией третьей гармоники поля. Следовательно, модель магнитной цепи генератора должна обеспечивать воспроизведение с достаточной точностью не только основной, но и третьей гармоники поля в зазоре. При этом, во избежание излишнего усложнения моделирующего устройства (МУ), целесообразно исключить из рассмотрения остальные гармоники поля в зазоре, а также поля в машине. На рис. 1 приведена принципиальная схема сеточной электрической модели магнитной цепи, удовлетворяющая этим условиям. На основании удобства воспроизведения процессов в обмотках машины электрическому потенциалу модели поставлен в соответствие векторный магнитный потенциал оригинала [2]. Нелинейные сопротивления моделируют магнитные проводимости ферромагнитных областей, а линейные резисторы воспроизводят воздушные участки. Пазовость сердечника статора учитывается коэффициентом Картера. Места подключения моделей обмоток статора показаны стрелками.

Замена исследования магнитного поля анализом распределения электрических потенциалов в узлах резистивной сетки приводит к необходимости взаимного перемещения электрически связанных роторной и статорной частей сетки. При структурном моделировании ЭМ задача

1. Карапетян М. А. Исследование электрического поля в дисперсной системе с включениями двух типов // Электричество.—1972.—№ 11—С. 72—76.
2. Карапетян М. А. Электрическое поле в дисперсной системе при произвольной ориентации сферических включений // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1972.—Т. XXV, № 6.—С. 37—43.
3. Rogers E. C., Skipper D. A. Gaseous discharge phenomena in highvoltage d. c. cable dielectrics // Proc. Instn. Electr. Engng.—1960.—V. 107, № 33.—P. 151—155.
4. Джуримы Ч. М., Вольфрейс Г. В., Штейнрайбер В. Я. Влияние поверхностной проводимости на поле в сферическом газном включении в диэлектрике // Изв. АН СССР. Энергетика и транспорт.—1972.—№ 5.—С. 76—83.
5. Карапетян М. А. Электрическое поле в дисперсной системе при учете поверхностной проводимости сферических включений // Электрическая обработка материалов.—1973.—№ 4.—С. 64—66.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLI, № 6, 1988

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М. С. ГАЛСТЯН, Э. С. ФРИДЖИБАЗЯН, В. И. ЧИТЕЧЯН

СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ АВТОНОМНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

В работе рассматриваются вопросы построения структурной модели автономной системы электроснабжения (АСЭ) [1], представляющей собой сочетание структурной модели синхронного генератора (СГ) типа ОС с моделями элементов коррекции и регулирования напряжения.

Возбуждение СГ типа ОС осуществляется энергией третьей гармоники поля. Следовательно, модель магнитной цепи генератора должна обеспечивать воспроизведение с достаточной точностью не только основной, но и третьей гармоники поля в зазоре. При этом, во избежание излишнего усложнения моделирующего устройства (МУ), целесообразно исключить из рассмотрения остальные гармоники поля в зазоре, а также поля вне машины. На рис. 1 приведена принципиальная схема сеточной электрической модели магнитной цепи, удовлетворяющая этим условиям. На основании удобства воспроизведения процессов в обмотках машины электрическому потенциалу модели поставлен в соответствие векторный магнитный потенциал оригинала [2]. Нелинейные сопротивления моделируют магнитные проводимости ферромагнитных областей, а линейные резисторы воспроизводят воздушные участки. Пазовость сердечника статора учитывается коэффициентом Картера. Места подключения моделей обмоток статора показаны стрелками.

Замена исследования магнитного поля анализом распределения электрических потенциалов в узлах резистивной сетки приводит к необходимости взаимного перемещения электрически связанных роторной и статорной частей сетки. При структурном моделировании ЭМ задача

имитации вращения ротора является одной из наиболее сложных, что объясняется большим количеством электрических связей между моделями сердечников статора и ротора, а также невозможностью воспроизведения плавного вращения ротора из-за дискретности структуры модели магнитного поля. Однако допущения, принятые при выборе схемы замещения магнитной цепи, позволяют создать эффект вращения ротора путем поворота модели обмотки статора относительно модели магнитной цепи. Такой подход исключает необходимость взаимного перемещения частей резистивной сетки и значительно упрощает схему имитатора вращения.

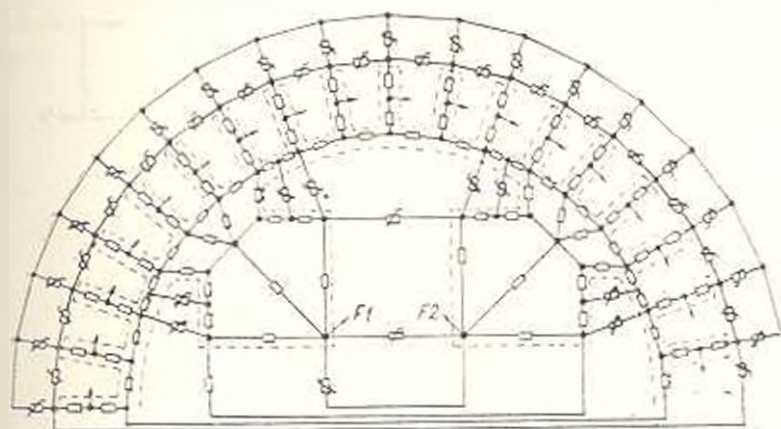


Рис. 1. Схема сеточной модели магнитной цепи.

Дальнейшее упрощение имитатора вращения достигнуто заменой результирующего движения модели статорной обмотки относительно модели магнитной цепи двумя частичными движениями. Все необходимые переключения производятся согласованными электронными коммутаторами, один из которых (ЭК1) скачками на величину угла зубцового деления φ , осуществляет периодический поворот модели магнитной цепи относительно модели основной обмотки статора на угол α в пределах от 0 до $(2\pi/3 - \varphi)$ (рис. 2а), а другой (ЭК2) реализует скачкообразный поворот на угол $\beta = 2\pi/3$ в момент возврата угла α к начальному значению (рис. 2б). При этом результирующий угол $\gamma = \alpha + \beta$ между моделями магнитной цепи и обмотки статора изменяется скачками на φ от 0 до 2π (рис. 2в).

Блок-схема имитатора вращения представлена на рис. 2г. Здесь ГПИ — генератор прямоугольных импульсов с частотой следования $f = f_m z_1 p$; СТ — счетчик импульсов с коэффициентом пересчета, равным z_2/p ; ХУ — кодопреобразователь, переводящий l — элементный параллельный код на выходе счетчика в n — элементный параллельный код управления электронными коммутаторами; z_1 — число зубцовых делений статора; p — число пар полюсов моделируемого генератора; f_m — модельная частота, соответствующая выбранному масштабу времени. В рас-

смаатриваемом конкретном случае моделирования СТ типа ОС в реальном масштабе времени: $z_1 = 36$, $p = 2$, $l = 5$, $k = 6$, $n = 9$, $f = 900$ Гц, $z_1/p = 18$.

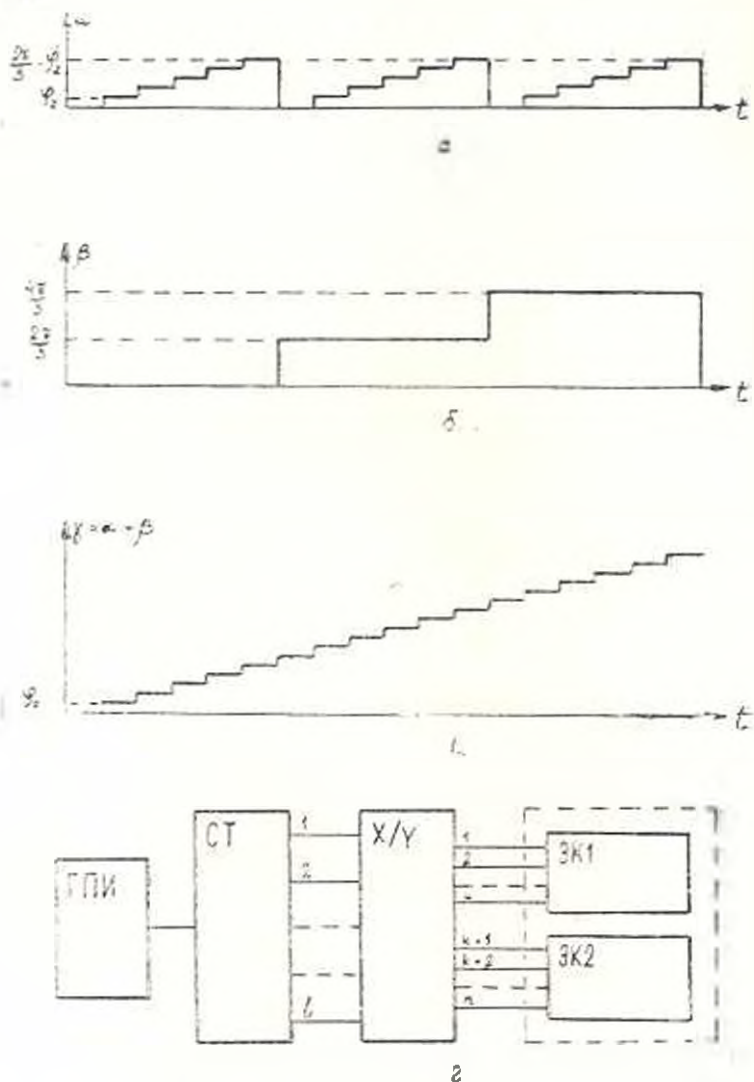


Рис. 2. Питание вращения ротора.

Так как в МУ исследуется плоское-параллельное магнитное поле, структурное моделирование обмоток усложняется необходимостью воспроизведения лобовых соединений между катушками. Это затруднение преодолевается путем электрической развязки моделей обмоток от модели магнитной цепи (например, с помощью трансформаторов) [3].

Каждая фаза основной обмотки статора моделируется группой трансформаторов, число которых определяется количеством катушек в фазе. Выводы их вторичных обмоток через электрические мосты, собранные из обратимых транзисторных ключей и коммутатор ЭК1, подключены к узлам резистивной сетки, соответствующим областям распо-

ложения катушек (рис. 1), а первичные обмотки, соединенные последовательно в соответствии со схемой соединения катушек фаз, через коммутатор ЭК2 выведены на клеммы $A_1, B_1, C_1, x_1, u, z_1$, соответствующие зажимам основной обмотки СГ.

Базовые цепи транзисторов, образующих электронные ключи, питаются напряжением повышенной частоты (1000 Гц) так, чтобы смежные плечи мостов управлялись противофазным сигналом. Этим обеспечивается эффективная трансформация сигналов различных частот, вплоть до инфранизких, за счет высокочастотной модуляции и демодуляции и, следовательно, снимается ограничение в воспроизведении низкочастотных процессов в машине.

Аналогичным образом моделируется и дополнительная обмотка статора.

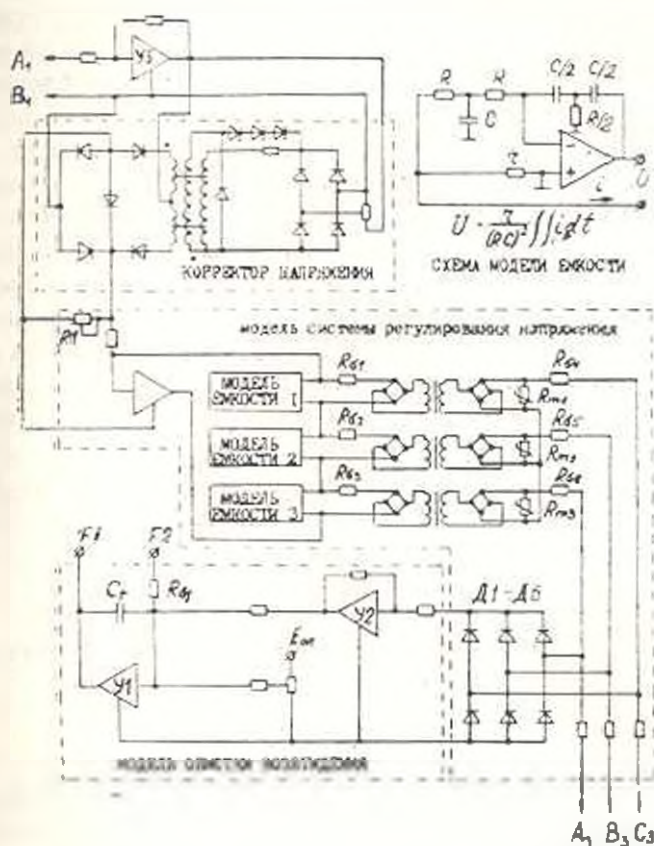


Рис. 3. Схема модели системы возбуждения.

На рис. 3 представлена схема модели системы возбуждения. Параметры обмотки возбуждения (ОВ) СГ воспроизводятся цепочкой $R_0 C_0$, причем, R_0 соответствует индуктивности лобового рассеяния ОВ, а C_0 моделирует ее активное сопротивление. Клеммами F1 и F2 модель ОВ подключается к модели магнитной цепи. Для задания магнитодвижущих сил ОВ емкость C_0 включена в цепь обратной связи усилителя Y_1 , на входы которого подаются сигналы, соответствующие

установившейся магнитодвижущей силе возбуждения и остаточной намагниченности магнитопровода машины. Модель дополнительной обмотки A_2 , B_2 , C_2 подключается как к модели ОВ (через выпрямитель Д1—Д6 и усилитель У2), так и к модели дросселя насыщения. Индуктивности рассеяния управляющих и рабочих обмоток дросселя воспроизводятся, соответственно, резисторами $R_{a1}—R_{a3}$ и $R_{a4}—R_{a6}$, а главные индуктивности рабочих обмоток—нелинейными сопротивлениями $R_{m1}—R_{m3}$. Электрическая развязка рабочих и управляющих обмоток осуществляется трансформаторами и электрическими мостами так же, как и при моделировании обмоток статора. Управляющие обмотки дросселя насыщения зашунтированы конденсаторами, которые воспроизводятся моделями емкостей 1—3. Схема модели емкости приведена на том же рисунке.

Из описанных блоков собирается модель АСЭ с достаточно широкими исследовательскими возможностями. Структурный принцип построения позволяет воспроизвести все связи между блоками, в том числе и скрытые, чем обеспечивается высокая верность моделирования сложных процессов АСЭ. Все исследуемые величины могут быть представлены напряжениями постоянного тока, временными интервалами и цифровыми кодами, благодаря чему структурные МУ легко сочетаются с обычными АВМ и ЦВМ. Возможность введения в модель реальной аппаратуры способствует решению вопросов оптимального согласования отдельных компонентов системы. Легкость варьирования параметров исследуемого объекта, наряду с высокой наглядностью и практически мгновенным получением результата, делают структурные МУ весьма подходящими для решения задач исследования и оптимального проектирования ЭС. Их применение позволит существенно сократить сроки и затраты на создание новых разработок за счет определения всех характеристик на этапе проектирования.

ЕЭПН им. К. Маркса

30 АПР. 1986

Մ. Ս. ՊԱՍՅԱՆ, Է. Ս. ՅԵՂԻՈՒՆՅԱՆ, Է. Ի. ԶԻՏԵՅԱՆ

ԻՆՔՆԱՎԱՐ ԷԼԵԿՏՐԱՄԵԿԱՆԻԿԱԿԱՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ
ԿԱՌՈՅՉՎԱՆՔԱՅԻՆ ՄԱՒԵԼԱՎԱՐՈՒՄ

Ա Վ Փ Ո Փ Ո Վ

Քննարկված են սինթրոն զեննրատրոնների և դրանց հիման վրա ստեղծված էլեկտրամատարարման ինքնավար համակարգերի կառուցվածքային մոդելավորման հարցերը։ Յուրը է տրված էլեկտրամեխանիկական համակարգերի վերլուծության և սինթեզի խնդիրների լուծման համար մասնագիտացված մոդելավորող սարքերի օգտագործման նպատակահարմարությունը։

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Дроздский С. Я., Кривош О. А., Мазия Л. В. Моделирование элементов электро-механических систем.—М.—Л. Энергия, 1966—334 с.
2. Ишхан-Смоленский А. Б., Куряков В. А. Математическое моделирование переходных процессов синхронной выпрямленной машины с учетом нелинейных свойств элементов ее магнитной системы // Изв. АН СССР, Энергетика и транспорт.—1967.—№ 11.—С. 98—103.

Л. А. МАНУКЯН, Г. К. САФАРЯН

РАСЧЕТ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Работа электрических двигателей в современных широкорегулируемых электроприводах сопряжена с протеканием частых и интенсивных переходных процессов, вызванных воздействиями на управляющий вход и изменением момента сопротивления на валу. Создавая электрические машины с оптимальными для системы динамическими показателями, можно повышать качество и динамические возможности системы. Исследование динамических свойств асинхронных двигателей позволит учесть ряд особенностей данного класса машин при проектировании и тем самым расширить области их применения и приступить к созданию специальных серий и модификации асинхронных двигателей, работающих в динамических режимах.

В настоящей статье производится оценка динамических режимов работы асинхронных электродвигателей малой мощности единичных серий. Для расчета переходных процессов асинхронных двигателей была использована система дифференциальных уравнений [1, 2]. Эти уравнения, записанные через потокоцепления в синхронно-вращающейся системе координат, приведены в относительных единицах, что обеспечивает их наглядность и удобство при решении на ЭВМ. При составлении дифференциальных уравнений были приняты общеизвестные допущения, применяемые при вземе реальной машины к обобщенной двухфазной [1, 3]:

$$\left\{ \begin{aligned} \frac{d\psi_{x1}}{d\tau} &= u_{x1} - \frac{R_1}{x'_1} \psi_{x1} + \frac{R_1}{x'_1} K_{m1} \psi_{x2} + \psi_{y1}; \\ \frac{d\psi_{y1}}{d\tau} &= u_{y1} - \frac{R_1}{x'_1} \psi_{y1} + \frac{R_1}{x'_1} K_{m2} \psi_{y2} - \psi_{x1}; \\ \frac{d\psi_{x2}}{d\tau} &= -\frac{R_2}{x'_2} \psi_{x2} + \frac{R_2}{x'_2} K_{m1} \psi_{x1} + \psi_{y2} - m_p \psi_{y2}; \\ \frac{d\psi_{y2}}{d\tau} &= -\frac{R_2}{x'_2} \psi_{y2} + \frac{R_2}{x'_2} K_{m2} \psi_{y1} - \psi_{x2} + m_p \psi_{x2}; \\ \frac{d\omega_p}{d\tau} &= \frac{p_1 M_B}{J \omega_B^2} (m_a - m_c); \end{aligned} \right. \quad (1)$$



$$m_2 = \frac{3p_1 m_1 K_{m2} \Psi^2}{2x_{12} M_0} (\psi_{x1} \psi_{y1} - \psi_{y1} \psi_{x1})$$

где $\psi_{x1}, \psi_{y1}, \psi_{x2}, \psi_{y2}$ — потокоцепления статорной и роторной обмоток по осям x, y ; R_1, x_1, R_2, x_2 — активные и полные индуктивные сопротивления статорной и роторной обмотки; $x_1 = x_{s1} + x_m, x_2 = x_{s2} + x_m, x_m = 10^{-3}$; $K_{m1} = x_m/x_1, K_{m2} = x_m/x_2$; $x_1 = x_1 - x_1^2/x_2, x_2 = x_2 - x_2^2/x_1$; x_{s1}, x_{s2} — индуктивные сопротивления рассеяния обмоток; p_1 — число пар полюсов статорной обмотки; $\omega_1 = 2\pi f_1, \tau = \omega_1 t$ — эл. радиан; $\omega_1 = \omega_1$; m_1 — электромагнитный момент; момент статической нагрузки — m_s ; J — момент инерции ротора; Ψ_0, M_0 — базисные значения потокоцепления и момента.

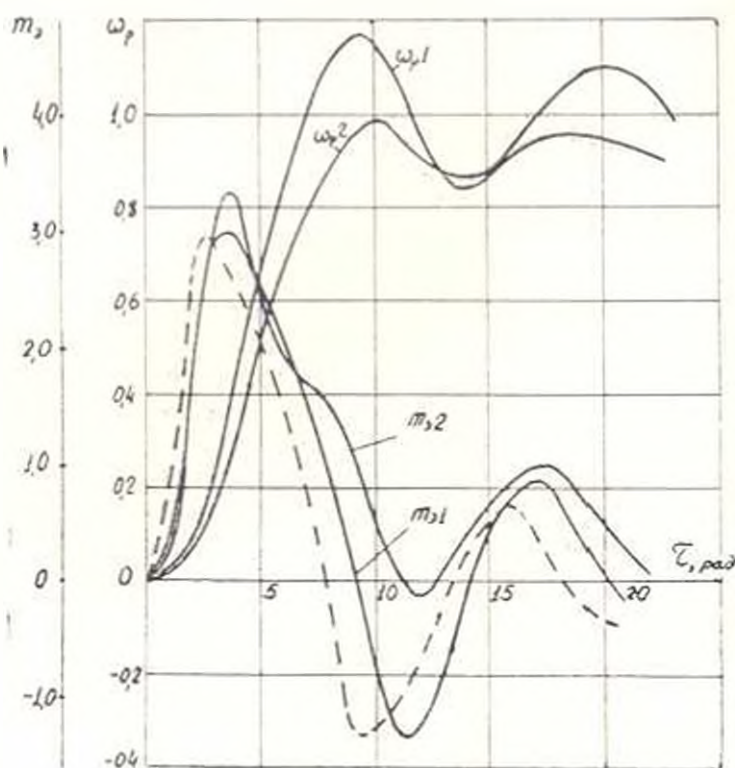


Рис. 1. Динамические характеристики пуска асинхронного двигателя 4А63А4

m_{e1} при $m_s = 0$; m_{e2} при $m_s = 0,02$; m_{e1} — расчет — эксперимент.

С помощью системы уравнений (1) можно исследовать переходные процессы при пуске и реверсе с затухающим и незатухающим полем. Были рассчитаны динамические характеристики двигателей отгелка серии 4А. Расчеты выполнены на ЭВМ ЕС-1022 с помощью стандартной подпрограммы Хемминга *HPCG*. На рис. 1 и 2 представлены динамические характеристики двигателя 4А63А4 при пуске (рис. 1) и реверсе (рис. 2). На представленных динамических характеристиках и анализе

динамических показателей двигателей серии 4ААМ с п. о. в. 50—63 мм следует, что время разгона колеблется от 15 до 30 мс, а ударные моменты достигают до $m_{s2}=3.1-3.5$ о. е. при пуске и $m_{s1}=4.0-4.5$ о. е. при реверсе.

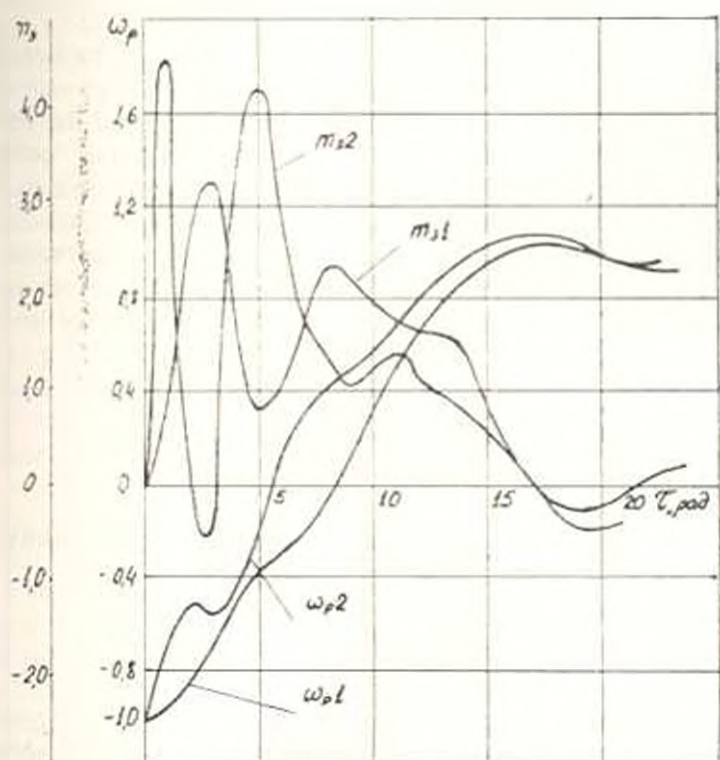


Рис. 2. Динамические характеристики реверса асинхронного двигателя 4А63А4 при $m_c = 0$: m_{s1} — затухшим полем; m_{s2} — с незатухшим полем

В качестве критерия адекватности реального двигателя и ее математической модели приняты экспериментально снятые кривые динамических моментов. На рис. 2 приведена ~~опытная~~ характеристика динамического момента двигателя 4А63А4 (пунктирная линия). Анализ результатов обработки экспериментальных и расчетных данных асинхронных двигателей (АД) малой мощности отрезка серии 4А (п. о. в. 50—63 мм) показывает, что протекание переходных процессов пуска, реверса и торможения отличается от таковых для АД средней и большой мощности [3]. Время затухания переходных процессов при пуске и реверсе АД средней и большой мощности отличается; ударные моменты достигают своих максимальных значений в очень короткий промежуток времени, в кривой разгона электромагнитного момента наблюдается увеличение числа знакопеременных моментов; отрицательные и положительные ударные моменты в начале пуска имеют почти одинаковую амплитуду, электромагнитическая постоянная времени больше, чем электромагнитная постоянная времени, скорости вра-

нения достигает своего установившегося значения почти без перерегулирования.

В исследуемых АД малой мощности электромеханическая постоянная времени соизмерима с электромагнитной постоянной времени, а скорость вращения достигает установившегося значения с перерегулированием.

Анализ полученных кривых динамического момента исследуемых АД малой мощности показывает, что сходимость экспериментальных и расчетных данных не превышает 20%, тогда как для АД большой мощности сходимость не превышает 10%. Это расхождение объясняется тем, что АД малой мощности обычно работают в условиях насыщения магнитной системы, которое не учтено в общепринятых допущениях, а при составлении математической модели не учтены также технологические особенности изготовления (эксцентриситет, эллиптичность листов магнитопроводов, значительно большой воздушный зазор и т. д.).

III Излектромаш

25. III. 1986

Լ. Ա. ԽԱՆՈՒՅԱՆ, Վ. Կ. ՍԱՅԱՅԱՆ

ՓԱՐԵՐ ՀԱՐՈՒԹՅԱՆ ԱՌՆԱՔՐՈՆ ՇԱՐԺԻՉՆԵՐԻ ԴԻՆԱՄԻԿԱԿԱՆ ԲԱՆԻԹԱԳՐԻՆԻ ՀԱՇՎԱՐԿԸ

Ա. Վ. Փ. Ն. Փ. Ն. Վ.

Բերված են փոքր հզորության միասնական շարժի ասինխրոն շարժիչների դինամիկական բնութագրերի հաշվարկի արդյունքները: Տրված է դինամիկական ցուցանիշների գնահատումը թողարկման և դարձափոխման դեպքում: Դինամիկական մոտենումների հաշվարկային արժեքները համեմատված են փորձնական տվյալների հետ:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Копылов Н. Н. Применение вычислительных машин в инженерно-экономических расчетах: Электрические машины.—М. Высшая школа, 1980.—256 с.
2. Касик П. К., Сафарян Г. К., Мелоянц С. Ю. Характеристики двухскоростных совмещенных асинхронно-индукторных двигателей // Изв. АН АрмССР. Сер. III—1985. Т. XXXVIII. № 2.—С. 17—22.
3. Копылов Н. Н., Мелоянц Ф. А., Бесполов В. Н. Математическое моделирование асинхронных машин.—М. Энергия, 1969.—97 с.

Р. М. БАРСЕГЯН

ФИЛЬТРАЦИЯ В ДЕФОРМИРУЕМЫХ ГРУНТАХ С УЧЕТОМ КОЛИЧЕСТВА ОТЖИМАЕМОЙ ВОДЫ НА ГРАНИЦЕ СЛОЯ

В работе [1] даны основные уравнения фильтрации воды в деформируемых водонасыщенных грунтах с учетом изменений между жидкой и твердой фазами грунта. Учет этого обстоятельства имеет важное значение для сильносжимаемых грунтов. Под действием равномерно распределенной нагрузки, приложенной на поверхности водонасыщенного грунта, происходит консолидация грунта и из пор грунта постепенно освобождается вода за счет парового давления, устанавливаемого в воде в момент приложения внешней нагрузки. Количество воды, освобожденное из пор, равно суммарному объему уменьшенной части пор в момент времени t . В настоящее время при рассмотрении разных задач фильтрационной консолидации не учитывается влияние количества освобожденной из пор грунта воды на процесс фильтрации, а для сильносжимаемых грунтов влияние этого количества воды на процесс фильтрации может быть значительным.

В настоящей работе рассматривается задача фильтрации в деформируемом слое грунта мощности T . Поместим начало координат на верхней поверхности слоя (плоскость $z=0$). Нижняя поверхность слоя грунта (плоскость $z=T$) водонепроницаемая. При $t=0$ на верхней поверхности слоя грунта прилагается равномерно распределенная нагрузка интенсивностью ϕ , под действием которой начинается неустановившаяся фильтрация и напряжение постепенно передается на скелет грунта.

Рассмотрим следующее уравнение [1]:

$$\frac{\partial H}{\partial t} = \frac{(\gamma - \gamma_s)k}{\gamma(1 + e_{sp})} \frac{\partial H}{\partial z} + \frac{(1 + e_{sp})k}{\gamma a} \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} - \frac{(\gamma - \gamma_s)k}{\gamma(1 + e_{sp})} \frac{\partial H}{\partial z} \bigg|_{z=0(t)} - \frac{\gamma^2 e_{sp} + \gamma_s}{\gamma(1 + e_{sp})} s'(t).$$

Учитывая, что $s'(t) = k \frac{\partial H}{\partial z} \bigg|_{z=T(t)}$, следующего из равенства

$$\int_0^T k \frac{\partial H}{\partial z} \bigg|_{z=T(t)} dt = s(t), \text{ из данного уравнения получаем}$$

$$\frac{\partial H}{\partial t} - a^* \frac{\partial H}{\partial z} = a^* \frac{\partial^2 H}{\partial z^2} - s'(t); \quad (1)$$

где

$$a^* = \frac{(\gamma - \gamma_s)k}{\gamma(1 + e_{sp})}; \quad a^* = \frac{(1 + e_{sp})k}{\gamma a};$$

$H = H(z; t)$ — искомый напор; ϵ_{cp} — осредненный коэффициент пористости грунта; $\bar{a}$ — коэффициент уплотнения грунта; γ — объемный вес воды; γ_s — удельный вес скелета грунта; k — коэффициент фильтрации; $s(t)$ — осадка слоя грунта в момент времени t ; $s'(t)$ — скорость осадки.

Ниже рассматривается задача о нахождении неизвестной функции $H(z; t)$, удовлетворяющей уравнению (1) и условиям

$$H(z; 0) = \frac{q}{\gamma} = H_0, \quad H|_{z=s_{cp}}, \quad \frac{\partial H}{\partial z} \Big|_{z=\tau} = 0, \quad (2)$$

где s_{cp} — осредненное выражение осадки.

Введем новую функцию $\bar{H}(z; t) = H(z; t) + s(t)$, для которой имеем задачу (3), (4):

$$\frac{\partial \bar{H}}{\partial t} = a^* \frac{\partial \bar{H}}{\partial z} + a^* \frac{\partial^2 \bar{H}}{\partial z^2}, \quad (3)$$

где

$$H(z; 0) = H_0; \quad \bar{H}|_{z=s_{cp}} = 2s_{cp}; \quad \frac{\partial \bar{H}}{\partial z} \Big|_{z=\tau} = 0. \quad (4)$$

С помощью преобразования $H = h(z; t) \exp\left(-\frac{a}{2} z\right)$, где $a = \frac{a^*}{a^*}$, из (3), (4) получим

$$\frac{1}{a^*} \frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - \frac{a^2}{4} h, \quad (5)$$

$$h(z; 0) = H_0 \exp\left(\frac{a}{2} z\right), \quad h|_{z=s_{cp}} = 2s_{cp} \exp\left(\frac{a}{2} s_{cp}\right),$$

$$\left(\frac{\partial h}{\partial z} - \frac{a}{2} h\right) \Big|_{z=\tau} = 0. \quad (6)$$

К задаче (5), (6) применяем преобразование Лапласа по t , полагая

$$\bar{h} = \int_0^\infty h(z; t) \exp(-pt) dt,$$

$$\frac{d^2 \bar{h}}{dz^2} - \frac{(a+p)}{a^*} \bar{h} = -\frac{H_0}{a^*} \exp\left(\frac{a}{2} z\right). \quad (7)$$

$$\bar{h}|_{z=s_{cp}} = \frac{2}{p} s_{cp} \exp\left(\frac{a}{2} s_{cp}\right), \quad \left(\frac{d\bar{h}}{dz} - \frac{a}{2} \bar{h}\right) \Big|_{z=\tau} = 0, \quad (8)$$

где $a = \frac{1}{4} a^* a^2$.

Решение задачи (7), (8) найдено методом неопределенных коэффициентов. Оно имеет вид

$$\bar{h} = \frac{H_0}{p} \exp\left(\frac{a}{2}z\right) + \frac{H_0 R}{\Delta} \left[\sqrt{\frac{x+p}{a^*}} \operatorname{ch} \sqrt{\frac{x+p}{a^*}}(T-z) - \right. \\ \left. - \frac{a}{2} \operatorname{sh} \sqrt{\frac{x+p}{a^*}}(T-z) \right], \quad (9)$$

где

$$R = \frac{2s_{cp} - H_0}{H_0 p} \exp\left(\frac{a}{2}s_{cp}\right),$$

$$\Delta = \sqrt{\frac{x+p}{a^*}} \operatorname{ch} \sqrt{\frac{x+p}{a^*}}(T-s_{cp}) - \frac{a}{2} \operatorname{sh} \sqrt{\frac{x+p}{a^*}}(T-s_{cp}).$$

Представим решение (9) в виде отношения обобщенных полиномов относительно p

$$\bar{h} = \frac{\Phi(p)}{\Psi(p)},$$

где

$$\Phi(p) = (2s_{cp} - H_0) \left[\operatorname{ch} \sqrt{\frac{x+p}{a^*}}(T-z) - \right. \\ \left. - \frac{a}{2} \sqrt{\frac{a^*}{x+p}} \operatorname{sh} \sqrt{\frac{x+p}{a^*}}(T-z) \right] \exp\left(\frac{a}{2}s_{cp}\right) + \\ + \Delta H_0 \sqrt{\frac{a^*}{x+p}} \exp\left(\frac{a}{2}z\right), \\ \Psi(p) = \Delta p \sqrt{\frac{a^*}{x+p}}.$$

Для функции $\bar{h}$ все условия теоремы обращения выполнены, поэтому

$$h = L^{-1} \frac{\Phi(p)}{\Psi(p)} = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{\Phi(p_n)}{\Psi(p_n)} \exp(p_n t),$$

где p_n — корни уравнения $\Psi(p) = 0$. Корни функции $\Psi(p)$ суть $p = 0$ и p_n ($n = 1, 2, 3, \dots$) характеристического уравнения

$$\operatorname{tg} i \sqrt{\frac{x+p}{a^*}}(T-s_{cp}) = \frac{2}{a} i \sqrt{\frac{x+p}{a^*}}.$$

Если обозначить $i \sqrt{\frac{x+p_n}{a^*}}(T-s_{cp}) = \pi_n$, то $p_n = -x$

$-\frac{a^*}{(T-s_{cp})^2} \pi_n^2$, где π_n — корни трансцендентного уравнения

$$\operatorname{tg} \pi = \frac{2}{a(T-s_{cp})} \pi. \quad (10)$$

После некоторых вычислений и преобразований с учетом характеристического уравнения получим

$$h = 2s_{cp} \exp\left(\frac{a}{2} z\right) + M \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mu_n}{a(T-s_{cp})^2 + a^2 \mu_n^2} \times \\ \times \frac{\frac{a}{2}(T-s_{cp}) \sin \frac{\mu_n(T-z)}{T-s_{cp}} - \mu_n \cos \frac{\mu_n(T-z)}{T-s_{cp}}}{[2a(T-s_{cp}) - a^2(T-s_{cp})^2 - 4\mu_n^2] \cos \mu_n} \times \\ \times \exp\left[-a - \frac{a^2 \mu_n^2}{(T-s_{cp})^2}\right] t,$$

где $M = 4a_0^*(H_0 - 2s_{cp})(T - s_{cp}) \exp\left(\frac{a}{2} s_{cp}\right)$.

Приведем решение первоначальной задачи (1), (2):

$$H(z; t) = -s(t) + 2s_{cp} + M \exp\left(-\frac{a}{2} z\right) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\mu_n}{a(T-s_{cp})^2 + a^2 \mu_n^2} \times \\ \times \frac{\frac{a}{2}(T-s_{cp}) \sin \frac{\mu_n(T-z)}{T-s_{cp}} - \mu_n \cos \frac{\mu_n(T-z)}{T-s_{cp}}}{[2a(T-s_{cp}) - a^2(T-s_{cp})^2 - 4\mu_n^2] \cos \mu_n} \times \\ \times \exp\left[-at - \frac{a^2 \mu_n^2 t}{(T-s_{cp})^2}\right]. \quad (11)$$

Сумма первых двух слагаемых выражения (11) представляет асимптотическое решение задачи для больших значений времени, когда практически завершен процесс неустановившейся фильтрации и тем самым завершена деформация слоя грунта. Ряд в (11) быстро сходящийся, поэтому для практики достаточно удовлетвориться первыми несколькими членами ряда. С этой целью ниже в таблице приводятся значения первых семи корней уравнения (10) для достаточно обширных значений безразмерной величины $\lambda = \frac{2}{a(T-s_{cp})}$.

Корни трансцендентного уравнения (10) можно найти графически, а если требуется большая точность — численными методами на ЭВМ. Заметим, что корни уравнения (10) возрастают с возрастанием индекса i , т. е. $\mu_{i+1} > \mu_i$ ($i = 1, 2, 3, \dots$) и для достаточно больших N имеем $\mu_{N+1} - \mu_N \approx \pi$.

В решение (11) входит неизвестная функция осадки $s(t)$. Ее можно заменить средней величиной s_{cp} как это было сделано раньше при рассмотрении граничных условий задачи. В тех случаях, когда такое осреднение считается грубым, можно определить осадку слоя $s(t)$ и подставить в (11).

Найдем осадку $s(t)$ по формуле

$$s(t) = k \int_0^t \frac{\partial H}{\partial z} \bigg|_{z=0} dt.$$

После несложных преобразований имеем:

$$s(t) = -\delta k (H_0 - 2s_{cp})(T - s_{cp}) \times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{u_n^2 \left[1 - \exp\left(-\alpha t - \frac{a^* u_n^2 t}{(T - s_{cp})^2}\right) \right]}{[4\alpha^2 - 2a(T - s_{cp}) + a^*(T - s_{cp})^2][\alpha(T - s_{cp})^2 + a^* u_n^2]} \quad (12)$$

Таблица

δ	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6	μ_7
0,1	0	3,1761	6,8862	10,2211	13,4996	16,7403	19,9558
0,2	0	3,7902	7,2302	10,5531	13,4996	16,7403	20,1774
0,3	0	4,0220	7,4324	10,6934	13,9019	17,0361	20,2573
0,4	0	4,1726	7,5336	10,7674	13,9600	17,1339	20,2978
0,5	0	4,2717	7,5966	10,8127	13,9952	17,1628	20,3223
0,6	0	4,3462	7,6392	10,8430	14,0189	17,1821	20,3386
0,7	0	4,3983	7,6698	10,8648	14,0357	17,1959	20,3503
0,8	0	4,4378	7,6929	10,8812	14,0484	17,2062	20,3950
0,9	0	4,4687	7,7109	10,8939	14,0593	17,2143	20,3659
1	0	4,4924	7,7253	10,9011	14,0662	17,2208	20,3713
1,5	0,9674	4,5675	7,7634	10,9347	14,0809	17,2401	20,3877
2	1,1656	4,6042	7,7900	10,9469	14,1017	17,2498	20,3958
2,5	1,2644	4,6261	7,8028	10,9591	14,1088	17,2556	20,4108
3	1,3242	4,6407	7,8113	10,9652	14,1136	17,2595	20,4040
3,5	1,3644	4,6510	7,8175	10,9695	14,1169	17,2622	20,4064
4	1,3932	4,6588	7,8203	10,9728	14,1195	17,2613	20,4081
10	1,5044	4,6911	7,8412	10,9865	14,1301	17,2730	20,4155
30	1,5493	4,7053	7,8497	10,9926	14,1348	17,2768	20,4187
50	1,5580	4,7081	7,8514	10,9938	14,1358	17,2776	20,4194
70	1,5617	4,7099	7,8522	10,9943	14,1362	17,2779	20,4197
100	1,5644	4,7103	7,8527	10,9947	14,1365	17,2782	20,4199

Таким образом, решение поставленной задачи дается формулой (11), в которой функция $s(t)$ определяется по выражению (12).

В заключение отметим, что из полученных решений при $s_{cp}=0$ следуют решения для задачи с дополнительными условиями:

$$H(z; 0) = H_0, \quad H|_{z=0} = 0, \quad \frac{\partial H}{\partial z} \bigg|_{z=T} = 0, \quad (13)$$

соответствующие наличию дренажа на верхнем основании слоя грунта и водоупора на нижнем основании слоя. В этом случае, например, решение (11) будет

$$H(z; t) = -s(t) + M_0 \exp\left(-\frac{a}{2}z\right) \times \\ \times \sum_{n=1}^{\infty} \frac{p_n \left[\frac{a}{2} T \sin \frac{p_n(T-z)}{T} - p_n \cos \frac{p_n(T-z)}{T} \right]}{(2aT - a^2T^2 - 4p_n^2) \cos p_n(aT^2 + a^2p_n^2)} \times \\ \times \exp\left(-at - \frac{a^2 p_n^2 t}{T^2}\right),$$

где $M_0 = 4a_n^2 H_0 T$, p_n — корни уравнения $\lg p = \frac{2}{aT} p$.

Формула осадки слоя грунта в момент времени t (12) переходит в следующую формулу:

$$s(t) = s_{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{8p_n^2 \left[1 - \exp\left(-at - \frac{a^2 p_n^2 t}{T^2}\right) \right]}{(4p_n^2 - 2aT + a^2T^2) \left[\left(\frac{aT}{2}\right)^2 + p_n^2 \right]},$$

где $s_{\infty} = \frac{aqT}{1+e_p}$ — конечный осадок слоя грунта.

Условия (13) в настоящее время применяются при решении задач фильтрации в деформируемых грунтах.

Приним К. Маркса

29. III. 1986

Ա. Մ. ԲԱՐՈՆՅԱՆ

ՆՈՒՆՏՐՈՒՄԸ ՍԵՂՄԵԼԻ ԲՆԱՀՈՂՆԵՐՈՒՄ ՇԵՐՏԻ ԵԶՐԻ ՎԵՐԱ ԲԱՄՎԱՍԾ ԶՐԻ ԲԱՆԱԿԻ ՀԱՇՎԱՌՄԱՐ

Ա. Վ. Ֆ. ՈՒՆՈՒՄ

Զրահագեցած սեղմելի հողաշերտի արտաքին եզրի վրա ազդող ուժի շնորհիվ կատարվում է ջրի ծծանցումը ներկայումս ծծանցման տարրեր խորհրդերի դիտարկելիս հաշվի չի առնվում բնահողի ծակոտկեններից ազատված ջրի քանակի ազդեցությունը ծծանցման ընթացքի վրա: Մինչդեռ, հատկապես ուժեղ սեղմելի բնահողերի համար այդ հանգամանքի հաշվի առնելը ունի որոշակի նշանակություն: Աշխատանքում տրվում է ծծանցման հավասարման լուծումը, որը հաշվի է առնում բնահողի դեֆորմացիան և ծծանցման ընթացքում բնահողի փուլերի միջև հարաբերության փոփոխությունը: Մի եզրային խնդրի լուծման մեջ հաշվի է առնվում ծծանցման ընթացքում բամբակի հեղուկի քանակության ազդեցությունը: Դրանով է բնահողի շերտի նրստվածքը ժամանակի ցանկացած պահին:

- 1 Барсегян Р. М. Основные уравнения фильтрации в деформируемых грунтах // ДАН СССР — 1980 — Т. 252, № 4. — С. 817—820

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLII, № 6, 1988

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Э. А. ДЖАНГУЛЯН

КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ РОТОРНЫХ И ЦЕПНЫХ РАБОЧИХ ОБОРУДОВАНИЙ ТРАНШЕЙНЫХ ЭКСКАВАТОРОВ

Рабочим оборудованием роторных экскаваторов является ротор, по периметру которого жестко прикреплены ковши или скребки.

Толщина снимаемой роторным рабочим оборудованием грунтовой стружки переменная, она непрерывно увеличивается в процессе копания, а сама стружка имеет серповидную форму.

Объем грунтовой стружки V , снимаемой одним ковшом или скребком (рис. 1), равен

$$V = \delta' b R (1 - \cos \varphi_1),$$

где δ' — минимальная толщина, соответствующая полному углу φ_1 поворота ротора; b — ширина снимаемой стружки.

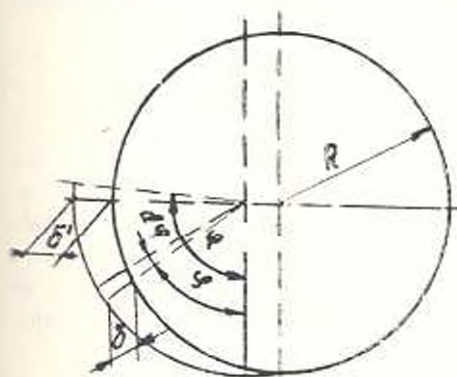


Рис. 1.

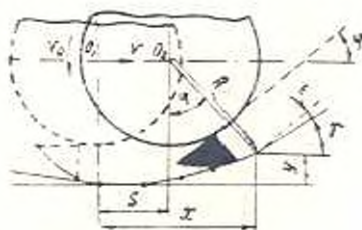


Рис. 2.

Режущие кромки роторного рабочего оборудования в процессе рытья траншей совершают сложное движение: вращательное V_0 совместно с ротором и поступательное V_1 — с экскаватором. Согласно принятым на схеме обозначениям (рис. 2), траектория режущей кромки будет [1]

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{R \sin \varphi}{k + R \cos \varphi},$$

$$\text{где } k = \frac{v_1 R}{v_0}.$$

Угол γ называется «кинематическим» углом резания, значение его меньше геометрического угла резания φ : $\varphi - \gamma = \epsilon = (4-6)^\circ$.

Скорость резания должна обеспечивать гравитационные высыпания грунтовых частиц, а траектория высыпающих грунтовых частиц — соответствовать положению конвейера, установленного для отвала грунта. Если условно принять, что действующая на грунтовую частицу центробежная $C = \frac{m v_0^2}{R}$ и гравитационная $G = mg$ силы равны между собой и действуют на частицу равнозначно (рис. 3), то высыпание частиц не произойдет. Скорость, соответствующая этому случаю, будет $V = \sqrt{Rg}$. Скорость v_0 называется «критической». Если $v_0 > \sqrt{Rg}$, то имеет место инерционная выписка частиц, если же $v_0 < \sqrt{Rg}$ — гравитационная. На практике скорость вращения ротора принимает $v_0 \approx 1,5 \sqrt{Rg}$.

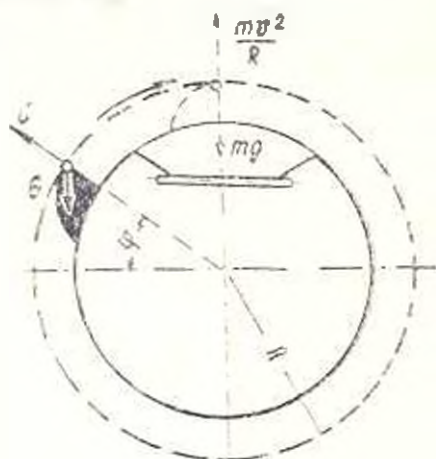


Рис. 3.

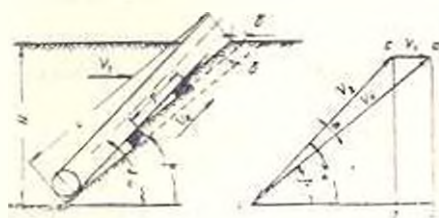


Рис. 4.

При липких грунтах, например, скорость вращения ротора обязательно должна снижаться с учетом сил сцепления частиц к ковшам или скребкам. Этим и объясняется тенденция иметь в конструкциях современных роторных экскаваторов различные скорости вращения ротора $v_0 = 1,5-3$ м/с.

В рабочем оборудовании цепных траншейных экскаваторов тяговым органом является бесконечная цепь, на которой укреплен ряд ковшей или скребков. Из практики эксплуатации траншейных экскаваторов с цепным рабочим оборудованием известно, что производительность экскаватора зависит от числа разгрузок ковшей или скребков Z . Очевидно, чтобы повысить производительность, надо увеличить Z , а для этого достаточно либо увеличить скорость v_2 , либо уменьшить шаг T . Однако, увеличение Z ограничивается взаимосвязью между v_2 и T , несоблюдение которой вызывает нарушение нормальных условий высыпания грунта.

С увеличением скорости рабочей цепи v_2 возникают центробежные силы, что приводит к перебрасыванию части грунта. При липких грун-

тах к центробежным силам присоединяются силы лопкости, препятствующие высыланию грунта. С уменьшением шага T происходит пересылание грунта из ковша в ковш. Число Z в экскаваторах современных конструкций колеблется в пределах: у цепных от 35 до 80, у роторных от 40 до 100 в минуту.

Процесс копания цепным рабочим оборудованием осуществляется совокупностью двух рабочих движений: движением экскаватора со скоростью v_1 и рабочей цепи со скоростью v_2 .

Часто скорость резания v_0 (рис. 1) отождествляют со скоростью рабочей цепи v_2 . Между тем вектор скорости резания (траектория «истинного» перемещения режущей кромки) отклонен от вектора скорости рабочей цепи на некоторый «кинематический» угол θ

$$\theta = \sigma_0 - \arctan \frac{v_2 \sin \alpha_0}{v_2 \cos \alpha_0 - v_1}$$

где

$$\arctan \frac{v_2 \sin \alpha_0}{v_2 \cos \alpha_0 - v_1}$$

Сравнительно большая разница между v_2 и v_1 сближает v_0 и v_2 . Сближение доходит до пределов $v_2 \approx 0,99 v_1$ [2]. Следовательно, для траншейных экскаваторов с цепным рабочим оборудованием толщину снимаемой грунтовой стружки согласно схеме рис. 4 следует определить следующим образом:

$$z = \frac{v_1 T}{v_2} \sin \alpha_0$$

Таким образом, имея основные параметры—скорость резания и толщину снимаемой грунтовой стружки, нетрудно определить производительность, энергоемкость и удельные показатели экскаваторов с рассматриваемыми роторным и цепным рабочим оборудованием.

Бр. фил. НИИПКС

2 VI. 1987

ЛИТЕРАТУРА

1. Землеройные машины непрерывного действия // З. Е. Гароужян, В. К. Ильинский, Г. А. Мутулиян и др. М.—Л. Машиностроение, 1968.—174 с.
2. Джангулян Э. А. Проблемы механической разработки траншей.—Гриван; Изд-во АН АрмССР, 1983.—197 с.

Г. Б. МУРАДЯН

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ОРГАНИЗАЦИОННЫХ СИСТЕМ
МНОГОЭТАПНОГО МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

В организационных системах при практической реализации многоэтапного обслуживания потоков заявок обычно рассматривается задача выявления этапа с наименьшей пропускной способностью — «узкого звена» — с целью ее расширения и, тем самым, минимизации суммарного времени прохождения заявок по всем этапам. Однако, при такой постановке решение может носить лишь ограниченный характер, поскольку при этом не затрагиваются пропускные способности других этапов, которые также могут оказаться сдерживающими. Кроме того, не учитываются этапы с неоправданно высокой пропускной способностью, снижающие эффективность всей системы.

Рассмотрим следующую задачу. Имеется система многоэтапного обслуживания заявок, в которой выходной поток одного этапа является входным для следующего: а) число этапов $i=1, 2, \dots, p$; б) интенсивность потока заявок λ_i по мере прохождения этапов может убывать. В общем случае $\lambda_{i+1} \leq \lambda_i$; в) время обслуживания заявок на каждом этапе — величина случайная с математическим ожиданием $\frac{1}{v_i}$. Соответственно число заявок, обслуживаемых одним человеком за единицу времени, на каждом этапе равно v_i ; г) численность обслуживающего персонала на каждом этапе — n_i ; д) время ожидания обслуживания на каждом этапе не ограничено. При этом естественно условие $\frac{\lambda_i}{v_i n_i} < 1$; е) заявки обслуживаются в порядке хронологической очередности.

Вместе с тем известно N_i — максимально допустимая численность обслуживающего персонала на каждом этапе.

Необходимо максимизировать пропускную способность системы, устранив одновременно избыточность на тех этапах, где она имеется. Задача по сути сводится к сглаживанию пропускной способности системы на возможно высоком уровне. Осуществить это можно следующим образом.

Пропускная способность этапа γ_i — среднее число заявок, обслуживаемых за единицу времени, принимается пропорциональной численности обслуживающего персонала $\gamma_i = v_i n_i$.

Максимальная пропускная способность этапов равна

$$\max \gamma_i = v_i N_i.$$

Максимальная пропускная способность системы, т. е. «узкого звена», для которой $i=1$, равна

$$\min \max \gamma_i = \max \gamma_i = v_1 N_1.$$

Поскольку $v_i N_i$ является максимально возможной пропускной способностью всей системы, то ей соответствует минимум времени пребывания заявок в системе. На этапах $i \neq 1$ пропускная способность избыточна. С целью устранения этой избыточности и повышения экономичности системы необходимо добиться

$$\tau_{i+1} = v_i N_i \rightarrow \min \quad (1)$$

при условии $\tau_{i+1} \geq v_i N_i$.

Минимизация (1) может быть достигнута соответствующим уменьшением n_{i+1} .

В тех случаях, когда абсолютный приоритет отдается пропускной способности системы, на численность персонала ограничения не устанавливаются. Однако реальны ситуации, когда необходимо соблюсти определенные ограничения или по численности обслуживающего персонала по всей системе в целом

$$\sum_{i=1}^r n_i \leq N, \quad (2)$$

или же по некоторой совокупности этапов, относящихся, например, к одной структурной единице системы

$$\sum_{i \in r} n_i \leq N_r, \quad \text{где } r \subset r. \quad (3)$$

Если при τ_i ограничения (2) или (3) не соблюдаются, то необходимо определить

$$\tau_A = v_k N_k, \quad \tau_l = v_l N_l, \quad \tau_m = v_m N_m \dots \text{ и т. д.,}$$

где $\tau_l \geq \tau_k \geq \tau_l \geq \tau_m \dots$

Затем, постепенно уменьшая пропускную способность системы и сглаживая по (1), проверять указанные ограничения до нахождения искомого τ_k , при которой ограничения удовлетворяются, т. е.

$$\tau_{i+1} = v_k N_k \rightarrow \min,$$

при $\tau_{i+1} \geq v_k N_k$.

Эффективность предлагаемого метода складывается за счет повышения пропускной способности всей системы обслуживания в целом, т. е. минимизации времени пребывания заявки в системе и за счет экономии ресурсов путем снижения пропускной способности на тех этапах, где она избыточна.

Г. А. НАЛЯН, Г. В. ДАРВИНЯН

ОСОБЕННОСТИ СХЕМ ОБРАБОТКИ ФАСОК
СЛОЖНЫХ КОНТУРОВ

Большой класс изделий, предназначенных для передачи нагрузки в соединениях машин (шлицевой вал, зубчатое колесо и т. д.), имеют сложный контур (СК) в торцевом сечении. Наличие фаски по СК таких деталей улучшает условия их сборки, повышает надежность работы, уменьшает возможности тривматизма и т. д.

Рассматриваемые СК являются плоскими, могут иметь переменный радиус кривизны или отличаются ломаной формой. СК1 (рис. 1) образован от пересечения рабочей поверхности 2 и плоскости торца 3. Поверхность фаски 4 образуется перемещением образующей 5 вдоль контура 6, идентичного со СК 1 и расположенного на величину катета l фаски от плоскости торца. При этом образующая 5 всегда расположена в плоскости, нормальной к СК, и составляет с плоскостью угол φ ($\varphi = 90^\circ - \alpha$, α — угол фаски).

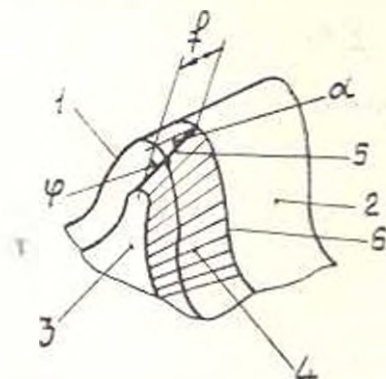


Рис. 1 Элементы поверхности фаски сложного контура

Существующие способы обработки фасок сложных контуров [1] не учитывают специфические геометрические особенности поверхности фаски (длина контура во много раз превышает размеры катетов фаски). Разработанный в ЗФ ЭНИМС технологический процесс обработки фасок на СК отличается от известных как составом формообразующих движений (формообразующей системой — ФС), так и схемой обработки, учитывающей особенности поверхности фаски. Предложены три основные ФС для внешних зубчатых контуров, воспроизводимых движением обката, и любых других контуров (внешних и внутренних), воспроизводимых движением обката.

В первой ФС применяются движение обката и поступательно-кругового движения ПКД по конусу с углом при вершине, равным двойному углу фаски.

Во второй ФС применяется движение обката и винтовое движение с углом подъема, равным углу фаски.

Третья ФС основана на ПКД по конусу [2].

В первых двух ФС контуры инструмента и детали являются взаимнообкатываемыми, а с третьей ФС—совпадают или являются эквидистантными.

Для всех ФС разработана общая схема обработки [3], которая предполагает прохождение инструмента 1 (рис. 2а) вдоль СК2 со скоростью v главного движения резания и вдоль образующей (рис. б, в)—со скоростью s движения подачи. После каждого полного воспроизведения СК инструмент дискретно перемещается по образующей, постепенно вытекая припуск треугольного сечения на торцевую поверхность (рис. 2б—до, в—после обработки).

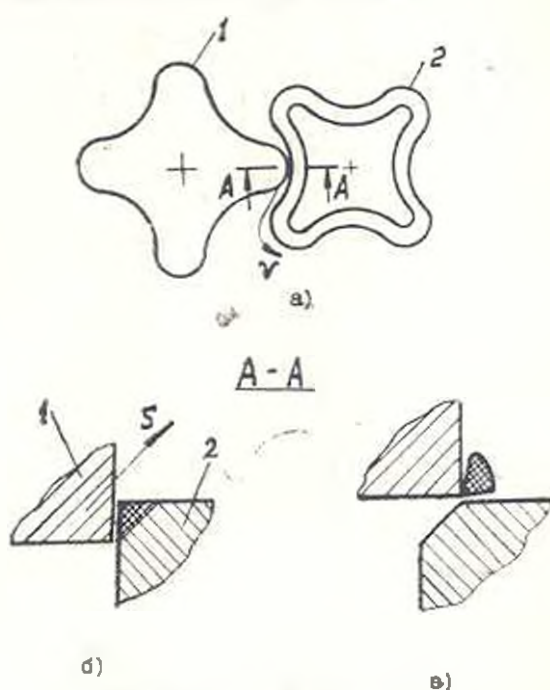


Рис. 2 Схема обработки фаски.

Треугольная форма удаляемого припуска предопределяет резко выраженный неустоявшийся характер процесса резания. Величина усилия обработки зависит от обрабатываемого материала, величины катета фаски, количества и протяженности одновременно обрабатываемых участков СК. Определение последних двух факторов при обработке фасок эвольвентных зубьев зубчатых колес методом обката не представляет трудностей, т. к. количество одновременно обрабатываемых зубьев равняется количеству одновременно зацепляемых пар зубьев, а общая длина контакта в зоне обработки имеет малую величину.

Рассмотрим аналогичную задачу при обработке фасок с применением ПКД по поверхности конуса. Контур инструмента 1 (рис. 3, где показан торцевой контур шлифового вала) и СК 2 (торцевой контур детали со шлифовым отверстием) вращаются синхронно ($\omega_{\text{и}} = \omega_{\text{д}}$) вокруг параллельных осей $o_{\text{и}}$ и $o_{\text{д}}$. В начале обработки шлифовый контур введен в шлифовое отверстие на величину катета обрабатываемой фаски. Обработка происходит, когда расстояние между осями вращения увеличивается и заканчивается выходом контура инструмента на торце детали. При этом на торце детали образуется линия 3—экидистантная сложному контуру 2.

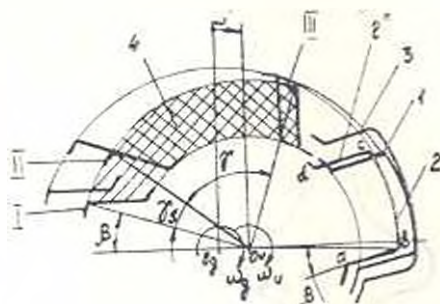


Рис. 3 Схема определения зоны контакта инструмента и детали.

Суммарная длина контактов контуров инструмента и детали в процессе обработки зависит от формы обрабатываемого контура и значений двух формообразующих параметров: угла вращения контуров и расстояния $o_{\text{и}} o_{\text{д}}$ между осями вращения. Решение задачи основывается на определении величины и расположения зон контакта, представляющих собой части траекторий отдельных участков СК инструмента, где происходит внедрение инструмента в тело детали. Рассмотрение отдельных участков СК инструмента вместо всего контура значительно упрощает методику определения длины контактной линии. Величина зоны обработки зависит от расстояния между осями вращения, а ее расположение — от ориентации участка контура инструмента относительно радиуса вращения. На рис. 3 приведена схема для определения расположения и величины зоны контакта правого профиля ab шлифового контура инструмента 2, ориентированного под углом β по отношению к радиусу $o_{\text{и}} b$.

Для участка ab зоной обработки является сектор кругового кольца 4, величина центрального угла γ которого зависит от порядка номера i приращения параметра подачи s вдоль образующей фаски

$$\gamma_i = 90^\circ - \gamma_s = 90^\circ - \arcsin \frac{i}{i+1}.$$

где $0 < i < i_{\text{max}}$, $i_{\text{max}} = \frac{f_t}{\Delta f_i}$, f_t — торцевой катет фаски, Δf_i — приращение параметра подачи вдоль торцевого катета фаски.

Максимальное значение γ равняется прямому углу, причем, начальному контакту соответствует его сторона, параллельная направлению подачи, а конечному—перпендикулярная. По мере обработки зона контакта сужается на величину γ . Вся зона контакта ориентирована относительно направления подачи под углом β , равным углу ориентации данного участка СК инструмента. На рис. 3 положение I и III контура инструмента соответствуют началу и концу зоны обработки, а положение II текущее, определяемое углом γ .

Аналогично определяются зоны контакта других (например, левого профиля cd , дуги окружности cb и т. д.) профилей и при фиксированных значениях угла вращения и расстояния между осями рассчитывается суммарная длина контактной линии. Разработана блок-схема для расчета на ЭВМ длины контактной линии и ее изменения в процессе обработки.

Силовые характеристики, определенные с учетом треугольной формы припуска и его длины, равной суммарной длине контактной линии, дают возможность рассчитать жесткость звеньев ФС при проектировании оборудования для снятия фасок на СК.

ИПО «Аристарх»

5. IX. 1986

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурштейн И. Е., Коротков Ю. Н., Черноморский И. С. Механизация снятия фасок и заусенцев на зубчатых колесах.—М.: Машиностроение, 1966.—92с.
2. Наляя Г. А. Возможности применения экидистантного копирования при обработке сложнoproфильных изделий // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1985.—Т. XXXVIII, № 1.—с. 13—17.
3. А. с. 1122456 СССР. МКН В23Г 19/10. Способ обработки фасок по профилю зубьев зубчатых колес / Г. А. Наляя, Г. В. Дарбинян (СССР).—№ 3656199/23—08; Заяв. 27. 10. 83; Опубл. 07. 11. 84, Бюл. № 41.

Изв. АН АрмССР (сер. ТН), т. XLII, № 6, 1988

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

О. В. ТОКМАДЖЯН

МЕТОДЫ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО РАСЧЕТА БОКОВОГО ВОДОСЛИВА

Гидравлическому расчету бокового водослива посвящено много работ, но их результаты в большинстве противоречивы. Экспериментальные исследования бокового водослива в призматическом канале, проведенные Х. Энгельсом, показали, что в водосливной зоне глубина потока по пути возрастает, а в исследованиях Колемана и Смита получен противоположный результат. Согласно Де-Марки первое имеет место при спокойном, второе—при бурном режиме движения жидкости. О

же предложил гипотезу о том, что удельная энергия сечения по всему фронту бокового водослива остается постоянной. Но это имеет место только в том случае, когда коэффициент изменяющихся масс $a = \frac{v_x}{v} = 1$, где v_x — проекция скорости отсоединяющихся частиц по направлению движения основного потока, а v — средняя скорость движения основного потока. В [1] находят эту гипотезу неточной и предлагается при расчетах принять $a=0$, но согласно [2] расхождения при $a=1$ составляют 5%, а при $a=0$ — 45—50%. Согласно [3, 4] наименьшие расхождения между экспериментом и расчетными данными получаются при значениях $a=0,9-1,2$.

Гидравлический расчет бокового водослива целесообразно произвести на ЭВМ методом непосредственного интегрирования системы дифференциальных уравнений неравномерного движения жидкости и сливного расхода [5]

$$\frac{dh}{dl} = \frac{\sin \varphi_0 - \frac{Q^3}{A^3 g R} + \frac{\partial Q^3}{\partial A^3} \cdot \frac{\partial A}{\partial l} - \frac{m Q}{g A^3} (2-a) \frac{dQ}{dl}}{\cos \varphi_0 - \frac{\partial Q^3}{\partial A^3} \cdot \frac{\partial A}{\partial h}},$$

$$\frac{dQ}{dl} = -m_0 V 2g (h-p)^{3/2}. \quad (1)$$

В предложенной расчетной схеме приняты следующие допущения:

- а) движение установившееся;
- б) коэффициент изменяющихся масс принимается постоянным;
- в) пренебрегаются центробежными силами, возникающими из-за искривления свободной поверхности, вследствие чего в расчетной схеме отсутствуют такие местные явления, как сжатие потока до водослива и нагон потока к водосливу;
- г) теоретически точное определение значения коэффициента бокового водослива пока не представляется возможным. При расчетах можно использовать эмпирические зависимости, приведенные в [4].

На практике могут встречаться три основных случая гидравлического расчета бокового водослива.

1. Известны расходы до и после водосливной зоны, а также геометрические параметры русла (ширина b_1 и b_2 в начальном и конечном сечениях водослива, уклон Δz , коэффициент шероховатости n , высота порога водослива).

Требуется определить длину фронта водослива L и построить кривую свободной поверхности.

а) Режим движения — бурный, расход водослива $Q_2 = Q_1 - Q_3$. Граничными условиями системы дифференциальных уравнений (1) при бурном режиме движения являются расход и глубина в начале водослива Q_1 и h_1 . Значение глубины h_1 в зависимости от Q_1 определяется из гидравлического расчета канала до водослива. Интегрирование системы

(1) производится до сечения, где расход потока $Q=Q_2$. Соответствующая этому расходу длина l будет длиной фронта водосливной зоны L_w , а координаты $h=h(l)$ в зоне интегрирования—координатами кривой свободной поверхности.

б) Режим движения—спокойный. Граничными условиями системы (1) являются расход и глубина в конечном сечении водослива Q_2 и h_2 . Значение глубины h_2 в зависимости от Q_2 определяется из гидравлического расчета канала за водосливом. Интегрируя систему (1) в обратном к движению направлении до сечения, где расход потока $Q=Q_1$ определяем длину фронта водослива L_w и координаты кривой свободной поверхности.

Пример. В водосливной зоне канала прямоугольного поперечного сечения режим движения спокойный. Известны значения: $Q_1=30 \text{ м}^3/\text{с}$, $b_1=b_2=16 \text{ м}$, $\sin \varphi_0=0,0001$, $n=0,013$, $p=1,07 \text{ м}$, $h_2=1,24 \text{ м}$, $m_1=0,254$, $Q_2=16 \text{ м}^3/\text{с}$, $a=1$.

Требуется определить длину фронта бокового водослива L_w и построить координаты кривой свободной поверхности.

Результаты интегрирования по вышесказанному методу приведены в таблице.

Таблица

$l, \text{ м}$	0	50	100	150	200	250	284
$Q, \text{ м}^3/\text{с}$	16	19,61	22,59	25,05	27,11	29,91	30,02
$h, \text{ м}$	1,24	1,22	1,201	1,186	1,175	1,166	1,163

Согласно расчетам длина фронта водослива $L_w=1,163 \text{ м}$.

Тот же пример, рассчитанный по методам в [4], дает ощутимо завышенные результаты: $h_1=1,135 \text{ м}$, $L_w=316 \text{ м}$.

2. Известны расход и начальное сечение водосливной зоны Q_1 , а также все геометрические параметры русла. Требуется определить расход водослива Q_2 и построить кривую свободной поверхности.

Метод расчета второго случая полностью приведен в [5].

3. Известны расход в конечном сечении водосливной зоны Q_2 , а также все геометрические параметры русла. Требуется определить расход водослива Q_1 и построить кривую свободной поверхности.

а) Режим движения—бурный. Граничными условиями системы (1) являются глубина и расход в начальном сечении водосливной зоны Q_1 , h_1 . Согласно произвольно взятому расходу Q_1 по гидравлическому расчету канала за водосливом определяется соответствующая ему глубина h_1 . Интегрируя систему (1) до $l=L_w$, строится кривая $Q_2=f(Q_1)$. По данному значению Q_2 определяется соответствующий ему расход Q_1 и вычисляется значение начальной глубины h_1 . Интегрируя систему (1), согласно полученным граничным условиям, определяем координаты свободной поверхности.

б) Режим движения—спокойный. Граничные условия системы (1) являются расход и глубина в конечном сечении водосливной зоны Q_2 , h_2 . Согласно заданному расходу по гидравлическим расчетам канала за водосливом определяется соответствующая ему глубина h_2 . Интегрирование системы (1) производится в обратном к направлению движения до начального сечения водосливной зоны.

ЕрПН им. К. Маркса

25 VI. 1986

ЛИТЕРАТУРА

1. Петров Г. А. Гидравлика переменной массы.—Харьков: Изд-во ХГУ, 1964.—224 с.
2. Навоян Х. А. Примеры гидравлических расчетов подопропускных сооружений.—Киев: Будиниальник, 1975.—148 с.
3. Токмаджян О. В., Балабян П. О. Экспериментальные исследования бокового водослива в призматическом русле // Вопросы мелиорации и водного хозяйства АрмССР—1985.—Вып. XI—С. 173—178.
4. Курганов А. М., Дуляк В. Д. Гидравлический расчет подопропускных сооружений.—Киев: Будиниальник, 1982.—96 с.
5. Токмаджян О. В. Гидравлический расчет бокового водослива в непризматическом русле // Изв. АН АрмССР. Сер. ТН.—1983.—Т. XXXVI, № 3, С. 38—41.

«ՀԱՍՏ ԳԱ տեղեկագիր (տեխնիկական գիտությունների սերիա)»
հանդեսի 31-րդ հատորի

ԸՆԹԵՆԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Վ. Ա. Բուրայան, Ն. Ի. Իսիկովսկայան, Կ. Ա. Կասարյան: Քիմ. թթվիության ազդեցության խը-
ցների բնագծերի հաղորդվող հզորության որոշումը 2—3
- Ա. Բ. Դուրանյան: Ինվերտորային խմբերի և նրանց մեխանիզմների կազմավորման ընդ-
հանուր սկզբունքի մասին 6—3
- Ա. Ս. Հախարյան, Ս. Հ. Դասարյան: Կրճատված տեղականությանը հղանալիս
փորձարկումներ 1—23
- Վ. Լ. Կասյան, Կ. Ի. Խաչատրյան: Արմատե հղանալիս ինվերտորային մշակման
համակարգի օրինաչափությունների մասին 4—3
- Կ. Լ. Պետրոսյան: Բնագծային փոխադրված ֆիդերների սա մասնային ճնշման
որոշման մեթոդիկա 1—11
- Ա. Կ. Պոլոսյան, Ն. Կ. Իվանովսկայան, Ն. Ա. Լաբարյան: Երկայնակ ներդիրների բարձր
քննամատչելիության մաշվածությունը հաշվարկ 2—7
- Յու. Լ. Սարգսյան, Կ. Գ. Սահակյան, Ս. Ա. Զարուբանյան: Պինդ մարմնի տեղափո-
խումները կառավարող առանձնականային մեխանիզմների քիմ. մոդուլային հա-
մադրություն 1—3
- Մ. Գ. Սոսովյան, Ա. Ս. Մուսախանյան, Ս. Ժ. Իզմիրյան: Կոնստրուցիոն լոգոպատներից
առարկայված մեքենայների հաշվարկության բնութագրերի որոշման վերա-
բերյալ 1—17
- Ս. Գ. Սոսովյան, Ն. Ս. Իսախանյան, Ա. Ի. Բորիսենկո: Հղանալիս փորձարկումների
պատմիչագրումը, հարցերը 3—3
- Ա. Կ. Խաչատրյան: Պնդային և տարածական հաղմողական մեխանիզմների նախագծումը
հարթ մոդելավորման մեթոդով 1—5
- Ռ. Պ. Չափարյան, Վ. Հ. Առաքելյան: Մեխանիզմների մասնակի դինամիկական համա-
կարգում 1—13
- Ն. Ի. Զափարյան: Տարբ. զորմանների ազդեցությունը ուսումնասիրությունը պանտո-
գրաֆային մոնիտորային շարժիչ ուժերի վրա 5—3
- Ա. Վ. Խեչումյան, Կ. Ս. Խաչատրյան: Իսային հանգույցի տեխնիկական վիճակի ազ-
դեցությունը մեքենայների տեխնոլոգիական չափանիշների վրա 3—7

ԷԼԵԿՏՐՈՏԵԽՆԻԿԱ

- Ի. Ի. Կոստյան, Է. Ս. Յոնչիկովսկայան, Վ. Ի. Սիմոնյան: Ինքնուրույն էլեկտրամեխանիկա-
կան համակարգերի կառուցվածքային մոդելավորում 6—12
- Դ. Ա. Կարապետյան: Ենդակերտ ներառումներով միադիսպերս համակարգում անդու-
մային էլեկտրական դաշտի մակերևութային հաղորդականության հաշվարկում 6—6
- Լ. Ա. Խանուկյան, Կ. Կ. Սահակյան: Փոքր չողությունների առկայությունը շարժիչների դինա-
միկական բնութագրերի հաշվարկ 6—12
- Վ. Բ. Ներսիսյան: Երկա. հոսանքային ծնագիտության մագնիսական շղթայի պատմույ
առնությունների որոշում 2—31
- Ա. Ա. Սոսովյան, Վ. Ի. Սիմոնյան, Վ. Կ. Բուրայան, Հ. Հ. Իսիկովսկայան, Ս. Ա. Պա-
րուսյան: Կառուցված ուժի մեքենայի բնութագրային տեխնոլոգիայի զննար-
տությունը էլեկտրամագնիսական պրոցեսների յուրահատկությունների 1—29
- Ս. Ռ. Փանկելյան: Ինքնավար էլեկտրամեքենայների համակարգում էլեկտրական
մեքենաների յուրահատկություններ 4—13

ՀԻՆԱՐԱՐԱԿԱՆ ՄԵԽԱՆԻԿԱ, ՀԻՄՆԵՐԱՐԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՄԱՆԻ

- Հ. Մ. Արթուրյան: Ծրկրաշարժական ազդեցությունները շրջանային կոնստրուկցիոն
բաղանդների տեսքի կառուցվածքների վրա 4—8

СОДЕРЖАНИЕ

XII тома журнала «Известия АН АрмССР» (серия технических наук)

МАШИНОСТРОЕНИЕ

- В. А. Балян, Н. О. Григорян, Г. А. Касбян.** Определение мощности, сообщаемой нагрузке помольных камер вертикальных вибрационных мельниц . . . 2—8.
- С. Б. Гиракян.** Об инверсионных зрелищах и общем принципе образования механизмов инверсоров . . . 6—3.
- Н. Р. Джавахян.** Исследование влияния различных факторов на движущие силы эпиптографического манипулятора . . . 3—5.
- Р. П. Джавахян, В. Г. Аракелян.** Матричное динамическое уравновешивание механизмов . . . 1—13.
- А. У. Зикирян, С. А. Гаспарян.** Испытания на усталость сжатой продольнотельности . . . 1—23.
- В. Л. Князян, К. Р. Таталян.** О вероятностных закономерностях электроэрозионной обработки плазменных кругов . . . 4—3.
- Г. Л. Петросян.** Методики определения предельного давления порошковых фильтров . . . 2—11.
- А. К. Погосян, Н. Г. Меликян, Н. А. Лимбарян.** Расчеты высокотемпературного изнашивания фракционных накладок . . . 2—7.
- Ю. Л. Саркисян, К. Г. Степанян, С. С. Арутюнян.** Блочный-модульный синтез зубчатых рычажных механизмов для управляемого перемещения твердого тела . . . 1—3.
- М. Г. Стакян, А. С. Мнацаканян, М. Ж. Есаян.** К определению характеристик трещиностойкости деталей из конструкционных сталей . . . 1—17.
- М. Г. Стакян, Н. С. Исаханян, А. Н. Борисенко.** Вопросы селективной обработки на усталость . . . 3—3.
- А. Е. Харатян.** Синтез сферических и призматических многозвенных механизмов методом плоского моделирования . . . 1—8.
- А. В. Хечумян, Г. С. Мартиросян, Р. С. Мартиросян.** Влияние технического состояния шпиндельного узла на технологические параметры детали . . . 5—7.

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

- М. С. Галстян, А. С. Фрунжибашян, В. Н. Читемян.** Структурное моделирование автономных электромеханических систем . . . 6—12.
- М. А. Карапетян.** Переходное электрическое поле в неоднородной системе со сфероидальными включениями при учете поверхностной проводимости . . . 6—6.
- Л. А. Манукян, Г. К. Сафарян.** Расчет динамических характеристик асинхронных двигателей малой мощности . . . 6—17.
- В. Б. Нерсисян.** Определение оптимальных соотношений магнитной цепи преобразователя . . . 2—31.
- А. Р. Налбандян.** Цифровое моделирование электромагнитного звена автономных электроизмерительных систем . . . 4—12.
- А. А. Сафарян, В. Н. Читемян, В. Г. Бурназян, А. О. Григорян, С. А. Парунакин.** Особенности электромагнитных процессов в автономных электроизмерительных генераторах и утилизационных режимах . . . 1—29.

СТРОИТЕЛЬНАЯ МЕХАНИКА, СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

- А. М. Алоян.** Статические воздействия на сооружения типа круговой кольцевой цилиндрической оболочки . . . 4—8.

- Ю. А. Гаспарян, С. А. Маргарян, Б. Ю. Гаспарян, А. Г. Ишкчарян. Импендансные характеристики объемных полых низкочастотных звукопоглозителей 2—25
- Ю. А. Гаспарян, А. В. Аршикян, С. А. Маргарян. Определение собственных частот низкочастотного резонансного звукопоглозителя с внутренней пилелью на упругих связях 3—19
- В. Н. Дорофеев, О. К. Полюсян. Методика построения рациональных статистической модули сейсмического воздействия 3—20
- Р. О. Саакян, Э. С. Саркисян. Изгибно-крутильные колебания конструктивной системы при сейсмическом воздействии 2—15
- С. О. Хачатрян, Г. К. Мартикян. Практический метод применения волновой теории в задачах сейсмологии 3—15

ЭНЕРГЕТИКА

- А. С. Авакимов, Г. А. Айрапетян, Т. П. Асатрян, Р. Д. Мурадян. Реализация противоаварийной автоматики электроэнергетических систем на базе микро-ЭВМ 5—20
- А. М. Вирганян, Ю. А. Казарян, Г. Д. Беджикян. Об одном методе расчета потокораспределения больших газотранспортных систем 5—20
- Э. А. Этмекчян. Об одном методе расчета установившегося режима электрической системы 3—24

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

- Р. Г. Аджоян, Г. Г. Мирджинян, А. Г. Сафарян, Г. А. Мартиросян. Сравнительный анализ принципа максимума Понтрягина с методом градиента при оптимизации процесса парофазного синтеза аллилацетата 2—35
- А. В. Маргарян. Модификация кодов Боула—Чоудхури—Хоккиндама 5—35

ТЕХНИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА

- А. А. Мурадян. Современный многовариантный алгоритм компоновки и размещения 3—32

ГИДРАВЛИКА, ГИДРОТЕХНИКА

- С. А. Ананян, В. С. Саркисян. Прогноз качества поровых растворов и грунтовых вод при применении ядохимикатов и удобрений 3—37
- Р. М. Барсегян. Фильтрация в деформируемых грунтах с учетом количества отжимываемой воды на границе слоя 6—21
- Р. М. Барсегян, В. А. Сагатемян. Задача фильтрации в деформируемых грунтах с учетом изменения соотношений между фазами грунта 1—31
- А. А. Михнюк, В. Б. Цатрян, Т. Д. Гоцеридзе. Нелинейные взаимодействия волн при лабораторном моделировании нерегулярного волнения 5—38
- А. С. Мезрибян, В. С. Саркисян. Спаренные откачки и нагнетания для определения фильтрационных свойств водоносных пластов 2—40

АВТОМАТИЗАЦИЯ И СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

- Э. С. Аристюнян, А. А. Мурадханиян, Р. М. Тициян. Синтез установочной последовательности для генерации тестов дискретных устройств с памятью 5—28
- А. А. Мирков, М. В. Маркисян, А. С. Саядян, С. С. Торосян. Определение обобщенных характеристик многофазных систем массового обслуживания 4—25
- П. А. Матевосян, Н. Т. Хачигрян. Автоматизация проектирования развития газотранспортных систем 1—15

- Г. Б. Мурадян. Об одном подходе к определению целесообразного уровня интеграции автономных АСУ 5—31
- С. В. Памбукчян, Л. С. Костянян. Синтез квазиоптимальных систем автоматического управления третьего порядка с применением нелинейного программирования 5—24
- С. Б. Оганесян. Математическая модель проектируемой системы оптимального снабжения с жидким газом 4—22
- Л. А. Унянц. Нечеткое управление территориальными системами газоснабжения 4—18

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

- В. Р. Вардакян, В. В. Вардакян, М. В. Вардакян. Дифференциальный пьезометрический датчик давления с частотным выходом 3—32

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

- Ю. А. Аветисян, В. Г. Гербо, И. Ю. Волосевич, О. А. Мкртчян. Структурные изменения стали Х18Н107 при циклическом деформировании с мягким нагружением 5—11

НАУЧНОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

- Л. Г. Карапетян. Определение отношения шум-сигнал в матричных фотоприемниках на приборе с зарядовой связью 5—42

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

- Б. Г. Арутюкян, Т. А. Палчадмян. Определение закона распределения вероятностей выходного параметра активности ингибитората 3—41
- В. А. Вагаршакян, В. Г. Никогосян, Б. Б. Айрапетян, А. Р. Матевосян. Цифровая система автоматизированного сбора и отображения технической информации 2—43
- Э. А. Джонгулян. Кинематические параметры пистонных и коньных рабочих сбородовалей праннейных эвекаторов 6—27
- М. А. Кучирян. Влияние постоянного электрического поля на процесс гетеродинамизации в высокочастотном фотоэлементе 3—47
- В. Т. Минасян. Стенд для испытания высоковольтных тиристорных модулей 4—38
- В. М. Мирзоян, А. А. Мирзоян. Кинематический анализ принципиальных схем обработки наружных поверхностей тел вращения 1—40
- С. О. Мкртчян, С. Ж. Есаян, М. Г. Абгарян. Кинематика фазообразования в диффузионной зоне системы никель—алюминий 4—41
- Г. Б. Мурадян. О совершенствовании организационных систем многоэтажного массового обслуживания 6—30
- Г. А. Налян, Г. В. Дарбинян. Особенности схем обработки фазов сложных контуров 6—32
- А. С. Полосян. Проектирование целого механизма шарового перемещения 4—32
- В. О. Токмиджян, Р. Г. Мартirosян. Неравномерное движение воды в каналах с криволинейным очертанием профиля дна 3—43
- О. В. Токмиджян. Методы гидравлического расчета бокового водослива 6—35
- Г. Х. Тен, Б. Н. Тен. О влиянии факторов воздействия эксплуатационных условий на надежность подшипниковых узлов АДММ 4—29
- Р. Б. Шатворян. Анализ работы алмазного инструмента в режиме самозатачивания 1—43
- П. Г. Шемян, Э. П. Халитян. Снижение уровня вибрации и шума роторных машин путем исключения динамических реакций линейно-податливых опор 4—35

Բ Ո Վ Ա Ն Վ Ա Կ Ո Ւ Թ Ց Ո Ւ Ն

ԴԵՔԵՆԱՇԻՆԱԻԹՅԱՆ

Ս. Յ. Գաբուկյան: Ինվերսորային խմբերի և նրանց մեխանիզմների գաղափարման ընդհանուր սկզբունքի մասին	3
--	---

ԷԼԵԿՏՐՈՏԵԽՆԻԿԱ

Մ. Ա. Կորապետյան: Փնդակերպ երաշտավերագ միացությունը: Խառակարգում անցումային էլեկտրական գույքի մանրերկայթյան հաղորդականության առաջնություն	6
Մ. Ս. Գալստյան, է. Ս. Յևեդիքյան, Վ. Ի. Միսելյան: Ինքնազար էլեկտրամեխանիկական համակարգերի կառուցվածքային մոդելավորում	12
Լ. Ս. Խունուկյան, Պ. Կ. Սահակյան: Պարզ էլեկտրական ուժերի և շարժիչների դինամիկական բնութագրերի հաշվարկ	17

ՀԻԴՐԱՎԱԿԱՆ

Ծ. Մ. Քարսեղյան: Ծանկյունի անգամի ընդհանուր շեղումի կերպի վրա ծանկյունի շեղումի հաշվարկ	21
---	----

ՖԻՏԱԿԱՆ, ՆՈՓԻՐ

է. Շ. Ջեմեղովյան: Երաշտային էրեկտրատերերի ուսարային և չորային բնագավառներում կենսատիկ պարամետրերի	27
Զ. Ս. Դուրախյան: Բազմափուլ զանգվածային աղ-սարկման կազմակերպական համակարգերի կառուցվածքային մասին	30
Գ. Ն. Նալյան, Շ. Վ. Գաբրիելյան: Բարդ էլեկտրոնների արևային շաղկապի արևային աղ-սարկման	32
Զ. Վ. Քալանթարյան: Կազմային քրակային էրեկտրական առաջնությունների	35

С О Д Е Р Ж А Н И Е

МАШИНОСТРОЕНИЕ

С. Б. Гаранян: Об инверсорных группах и общем процессе образования механизмов инверсоров	3
--	---

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

М. А. Карапетян: Переходное электрическое поле в монодисперсной системе со сферическими включениями: при учете поверхностной проводимости	6
М. С. Галстян, Э. С. Фриджибашян, В. Н. Чигеян: Структурное моделирование автономных электромеханических систем	12
Л. А. Манукян, Г. К. Сафарян: Расчет индукционных электротехнических устройств малой мощности	17

ГИДРАВЛИКА

Л. М. Барсегян: Фильтрация в деформируемых грунтах с учетом количества отжимаемой воды на границе слоя	21
--	----

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Э. А. Джангулян: Кинематические параметры роторных механизмов рабочих оборудования траншейных экскаваторов	27
Է. Բ. Մուրադյան: Դիսկրետիզացիոնային մոդելավորում մեխանիկական մեքենայի օբյեկտի	30
Դ. Ա. Ոսկանյան, Դ. Յ. Դարբինյան: Դիսկրետիզացիոնային մոդելավորում ֆազային շարժումների	32
Օ. Վ. Թոքմաճյան: Մեթոդ ճիշդագրության մոդելավորման ճիշդագրության	35

ՄԵԹԵՄԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Ն. Ի. Զավախյան: Տարբեր դորժոնների աղղեցության ուսումնասիրությունը *Համալսարանական ժաննալայատուրի շարժիչ ուժերի վրա* 3
- Ս. Վ. Լեշույան, Դ. Ս. Մառտիրոսյան, Ի. Ս. Մառտիրոսյան: *Դրոշմի հանգույցի տեղի-
նիկական վիճակի աղղեցությունը մեքենամասերի տեխնոլոգիական շտախմբիչ
ների վրա* 7

ՆՅՈՒԹԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

- Ս. Ս. Ովկոխյան, Վ. Դ. Դուրաչ, Դ. Յ. Վոլոսիկ, Ս. Չ. Բելաշյան: *Պողոսյան X18H10T-ի
կառուցվածքային փոփոխությունները փափուկ բեռնամթմանի ցիկլային ղեկար-
ման մասնակի* 11

ԷԽԻՐՈՆՏԻՎՈՒ

- Ս. Ս. Վարդանյան, Յու. Չ. Ղազարյան, Դ. Դ. Բնգալյան: *Ինդատրանսպորտային մեծ
համակարգերի հոսքարժանման հաշվարկի մեկ մեթոդի մասին* 16
- Ս. Ս. Ավանիսով, Պ. Ա. Հուրապետյան, Ի. Չ. Բուրաչյան: *Էլեկտրական դերձակահան
համակարգերի հակափխրային ախտաժողովրդային իրադրությունը ՄԻԿՐՈՆԷՄ-ի կի-
րառմամբ* 20

ԿԱՌԱՎՈՐՈՒՄ, ՀԱՅՐԱՊԵՐՈՒՄ

- Ս. Վ. Փամբուխյան, Լ. Ս. Կոստանյան: *Արտրոյ վարդի կեղծ ուղտիմալ զեղափարման
մակարդների համադրումը ալ գծային ծրարարափարման կիրառմամբ* 24
- Է. Ս. Հաբարյան, Ա. Ս. Կուրադանյան, Ս. Ս. Խաչյան, Դրոշմային հաշվարկա-
նային սինթեզում *Դիսկոնային տեղանակող բնական տարափարմանների տեղ-
անի համար* 28
- Չ. Ս. Բուրաչյան: *Ինյանավար ԿԱՆ-երի ինտեգրացման հաշվարկային մակարդակի
արդյեւ, մի մասնագետի մասին* 31

ՀԱՇՎՈՒԹՅՈՒՆ, ՏԵԽՆԻԿԱ

- Ա. Վ. Մառտիրոսյան: *Բուր-Զուր-Զուր-Հովհաննիսյանի կողմից մեխանիզմներ* 35

ՀԻՊՈԿՐԻՎՈՒ

- Ս. Ս. Իրինյուկ, Վ. Ս. Սուրյան, Տ. Դ. Գուկելիկ: *Ալյումինի ալ գծային փոխադրու-
թյունների անկանոն ալիկոման լարարարությունը մոդելավորման գնորդում* 38

ԿԵՏԱՎՈՐ, ՍԵՐՎԱՇԻՆՈՒԹՅՈՒՆ

- Լ. Չ. Խառապետյան: *Դիսկոնային հատվածի ուղղորդված մասերիցային ֆորտեղացուցիչներում աղ-
մակ-աղղանքային հոսքերի ուղղության որոշումը* 42

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Н. Р. Джавахан	Исследование влияния различных факторов на движущие силы пультотрафного манипулятора	3
А. В. Хечумян, Г. С. Мартirosян, Р. С. Мартirosян	Влияние технического состояния шпиндельного узла на технологические параметры детали	7

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Ю. А. Аюсегян, В. Г. Горбач, П. Ю. Воловсевич, О. А. Мкртчян	Структурные изменения стали Х18Н10Т при циклическом деформировании с мягким нагружением	11
--	---	----

ЭНЕРГЕТИКА

А. М. Нартян, Ю. А. Казарян, Г. Д. Беджакян	Об одном методе расчета потокораспределения больших газотранспортных систем	17
А. С. Авакимов, Г. А. Айрапетян, Т. П. Асатрян, Р. Д. Мурадян	Реализация противопожарной автоматики электроэнергетических систем на базе микро-ЭВМ	20

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

С. В. Памбухчян, Л. С. Костанян	Синтез квазиоптимальных систем автоматического управления третьего порядка с применением нелинейного программирования	24
Э. С. Арутюнян, А. А. Мурадхакян, Р. М. Тацян	Синтез установочной последовательности для генерации тестов дискретных устройств с памятью	28
Г. Б. Мурадян	Об одном подходе к определению целесообразного уровня интеграции автономных АСУ	31

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

А. В. Маржарян	Модификация кадров Боуза-Чоудхури-Хоквингема	35
----------------	--	----

ГИДРАВЛИКА

А. А. Михнюк, В. Б. Цитрян, Т. Д. Гоцеришв.	Нелинейные взаимодействия волн при лабораторном моделировании нерегулярного волнения	38
---	--	----

НАУЧНОЕ ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

Л. Г. Карапетян	Определение отношения шум-сигнал в матричных фотоприемниках на приборах с цифровой связью	42
-----------------	---	----