чизчичи и ч чничение и ч чичичение ичичение ичичение</li

thtuv

ÉPEBAH

ԽՈՒԱԳՐԱԿԱՆ ԿՈԼԵԳԻԱ:

նասյան Մ. Վ. (պատ. խմբազիթ), Աղոնց Հ. Տ. (պատ. խմբազրի տեղակալ), Ալեքսենսկի Վ. Վ., Անանյան Ա. Կ., Գուշոյան Տ. Ա., Ջաղոյան Մ. Ա., նազաշով Ա. Գ., Տեշ-Ազաշև Ի. Ա., Փինաշյան Վ. Վ. (պատ. խմբաղթի տեղակալ)

Պատասխանատու թաբառւզար Ստեփոնյուն 9. Կ.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ.

Касьян М. В. (ответ. редактор), Аван Г. 1. (зам. ответ. редактора), Алексеевский В. В., Анамян А. К. Гороян Т. 1. Задоян М. 1. Назаров А. Г. Пинаджян В. В. (зам. ответ. редактор), Тер-Азарьев И. А. Ответственный секретарь Степонян З. К.

> ыдрыярніўзый былдый правы-1, Шрядзый фяд. 15. Апрес редакции: Ереван-1, ул. Абовяна, 15.

21134144414 ИИ2 АБАЛГАЛИАНТ ЦАЦАБОРАВА SUQUALAPP ИЗВЕСТИЯ АКАДІМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

зырабираций мытра XXVI, Nr 3, 1973 Серия технических илук

машиностроение

к. х. шахбазян, д. а. джагацпанян

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ЗАМЕНЫ ПОСТУПАТЕЛЬНЫХ ПАР ВРАЩАТЕЛЬНЫМИ В НЕКОТОРЫХ КУЛИСНО-РЫЧАЖНЫХ МЕХАНИЗМАХ

Шаринрно-стержневые механизмы широко применяются в технике и отличаются многообразнем конструктивных форм и способов преобразования движений. Решение повых технических задач при помощи шариврю-стержневых механизмов сопровождается трудностями. Возникающие трудности иногда засгавляют применять компромиссные, промежуточные решения. Например, в конструкцию, наряду с шаринрными сочленениями звеньев, вводят поступательные пары. Трудности, связанные с применением шариврю-стержневых механизмов, не относятся к числу произдодственных. Шариврио-стержневые механизмы изготовляются значительно проще, чем многие другие, например, кулачковые или зубчатые, а изготовлять механизм, и котором отсутствуют детали, образующие поступательные вары, еще проше. Затруднения возникают в самом процессе проектирования.

Для воспроизведения таких кривых, как подеры эллинса и гиперболы [1-2], и кривых, уравнения которых получены в виде (1), существуют голько кинематические схемы кулисно-рычажных механиамов.

В данной статье дается способ построения книематических схем механизмов для воспроизведения вышеуказанных кривых с последовательным уменьшением числа поступательных нар. При переходе на кинематические схемы только с парами йращения число звеньей в кинематических схемах не голько не увеличивается, но даже уменьшается на два. При этом, разуместся, число кинематических пар уменьшается на три.

1. Механизмы, воспроизводящие подошвенные кривые (подеры) эллинса и гиперболы, являются шестизвенниками с тремя поступательными парами. Обобщенная формула, полученная при синтезе механизчов на основе определенных соответствий между пучками прямых

$$v = v_1 + c \cos z + 1' \frac{u^2 - c^2 \sin^2 z}{u^2 - c^2 \sin^2 z},$$
 (1)

дает возможность разработать кинематические схемы шестизвенников с двумя поступательными нарами для воспроизведения подошвенных кривых эллипса и гиперболы, для этого достаточно принять следующий закон изменения 9, в выражении (1):

$$\phi_1 = -c \cos \phi_1 \tag{1}$$

Эго означает, что выражение (2) и слагаемое с $\cos \alpha$ в формуле (1) могут быть приняты как диаметрально противоположно расположенные и антипараллельные раднусы-векторы окружности диаметра с (рис. 1, а и б). На рис рис 1, 2, 3 приняты следующие обозначения:

$$AB = a$$
; $SS_1 = c$; $OA = OS = R$; $SB = g$; $S_1A = g$;



Pite. 1.

Из рис. 1, а в б, а также из выражений (1) и (2) следует, что

$$\rho = 1 \frac{a^2 - c^2 \sin^2 x}{a^2 - c^2 \sin^2 x}.$$
 (3)

или, в прямоугольной системе координат,

$$(x^2 + y^2)^2 = a^2 x^2 + (a^2 - y^2)^2 =$$

Выражение (3) при a > c является уравнением подошвенной кривой эллипса, а при a < p-гиперболы.

Из книематических схем, изображенных на рис. 1. а и б. можно нерейти к 4- и 6-звенным кинематическим схемам механизмов с вращательными парами.

Звено 3 совершает эллинтическое движение относительно звена 5, следовательно, средняя точка звена 3 будет двигаться по окружности радиуса a/2 с центром в точке S. Среднюю точку звена 3 (точка M) шарниром вращения можно соединить жестким звеном SM (длиной a/2), удалить звенья 2.4,5 и получить шарнирный четырехзвенник, изображенный на рис. 1, в, шатун которого совершает такое же движение, что и шатун на кинематических схемах по рис. 1, а и б.

Из книематических схем, изображенных на рис. 1, a и б, можно перейти и к схемам, имеющим шесть звеньев, сочлененных шаринрами вращения. Для этого достаточно на оси Sx взять точку O_1 (рис. 1,a), симметричную точке O, и построить симметричную схему, показанную пунктиром, где $O_1A' = OA$. Мдалив звено 5, все три ползуна и

(2

ибеспечив механизмом параллелограмма нараллельность звеньев $O_t A'$ и OA, получим схему шестизвенного механизма, изображенного на рис. 1,г. Такой переход, можно осуществить и для схемы, изображенной на рис. 1, σ .

На кинематических схемах, изображенных на рис. 1, a, b, b и c, точка B будет перемещаться по подошвенной кривой эллинса при u < c или гиперболы при a < c.

Применение преобразования Робертса-Чебышева дает второй шарнирный четырсхзвенник. Третий четырсхзвенник будет повторением первого с перестановкой ненодвижных шарниров.

2. Рассмотрим две кинематические схемы кулисно-рычажных мехвинамов для воспроизведения кривых четвертого порядка (рис. 2, а и рис. 3, а):

$$s = (2R+c)\cos 2 + \sqrt{a^2 - c^2 \sin^2 2};$$
 (5)

$$p = 2R \sin \alpha - c \cos \alpha + 1 a^2 - c^2 \sin^2 \alpha$$
 (6)

Переходя к прямоугольной системе координат, соответственно получим:

$$|x^{2} + y^{2} - (c + 2R)x|^{2} = a^{2}x^{2} - (a^{2} - c^{2})y^{2},$$
(7)

$$(x^{2}+y^{2}-2Ry-cx)^{2}=a^{2}x^{2}+(a^{2}-c^{2})y^{2}.$$
(8)



Рис. 2.





Точка *В* кулисно-рычажного механизма (рис. 2,*a*) воспроизволит зависимость (5), а точка *N* (основание перпендикуляра, опущенного из точки *A* к *SC*) движется по окружности внаметра 2R + c с центром в гочке *O*₁ на прямой *SS*₁ и удаленной от точки *O* на расстояние $c_i^{i}2$; при этом *O*₁*N*=*R*+*c* 2 и *O*₁*N* || *OA*. Расстояние между точкой *A* и серединой звена *AB* остается постоянным. Следовательно, точку *N* можно посредством звена длицой $\frac{AB}{2} = \frac{a}{2}$ шариприо соединить с центром звена *AB*. Далее, обеспечив схемой параллелограмма нараллельность звеньев *O*₁*N* и *OA* и отбросив нва по науна, звенья *CD* и *D* получим схему пестизвенного механизма, изображенного на рис. 2,6, внатун которого *AB* совершает такое же движение, что и а исходном механизме (рис. 2,*a*).

При 2R+c а выражение (5) будет уравнением подеры эллинса (a>c) и подеры гиперболы (a<c), а шатупная точка В механизмов, изображенных на рис. 2,а и б, будет воспроизводить соответственно подеру эллинса или гиперболы. Отметим, что для восароизведения подер эллинса и гиперболы существуют шестизвенные кулиско-рычажные механизмы с тремя поступательными парами [1; 2].

На рис. 3,4 изображен кулисно-рычажный механизм, шатунная точка которого *B* воспроизводит зависимость (6). В этом случае основание *N* периеидикуляра, онушенного из точки *A* к *SC*, перемещается по окружности раднуса $\sqrt{R^2 + \frac{c^2}{4}}$ с центром в точке O_1 . O_1N с *OA R* составляет постоянный угол, равный углу *SKS*₁, что более наглядно видно при z = 90 (рис. 3,*a*). Следовательно, в плоскости звена O_1N всегда можно взять прямую O_1E (рис. 3,*b*), нараллельную звену *OA*. Как и в предыдущем прямере, расстоянные от точки *N* до середнны звена *AB* величина постоянная, равная $\frac{AB}{2} = \frac{n}{2}$.

Соудинив точку N с середниой звена AB посредством звена NM = a 2, обеспечия при этом $O_1E \parallel OA$ при номощи схемы нарадлелограмма и удалив два ползупа, звеныя SC, CD и S₁D, получим схему пісстизвенного механизма, изображенного на рис. 3,6.

Отметим, что полученные шариприо-стержневые механизмы обладают рядом преимуществ по сравнению с существующими. Укажем некоторые из них:

а) взамен поступательных пар имеем нары вращения,

б) получаются механизмы гораздо меньшего габарита; так, например, расстояние между кранними неподвижными шарнирами механизмов для воспроизведения подер эллипса и гиперболы [1, 2] равно a+c, а го же расстояние эквивалентного шарнирно-ст ржневого механизма (рис. 2, 6) равно c/2, хотя этот размер практически возможно взять любым, гак как в основе механизма лежит нараллелограмм,

в) для воспроизведения подоциненных кривых эллинса и гиперболы

G

получен шаринриын четырехзвенник взамен существующих шестизвенников с тремя поступательными парами,

 кинематические схемы состоят из диад Чебышева, ромбондов и паряалелограммов, свойства которых докольно подробно исследованы.

Поступпло 21.1Х.1972

կ. հ. ՇԱՀԲԱՉՑԱՆ, Գ. Ա. ՋԱՎԱՑՊԱՆՅԱՆ

ՈՐՈՇ ԿՈՒԼԻՈԱ_ԼԾԱԿԱՅԻՆ ԾԵԽԱՆԻՉՈՆԵՐՈՒՄ ՀԱՄԸՆԲԱՑ ՉՈՒՑԳԵՐԸ ՊՏՏԾԱՆ ՉՈՒՅԴԵՐՈՎ ՓՈԽԱՐԻՆԵԼՈՒ ՄԵԿ ՄԵԹՈԳԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Ամփոփում

որվում տրվում է մեքեղ, որի միսում Նարավոր է Համենկաց ուրց բազկացած, չորրորդ կարոր կորեր վերարտադրող որոշ մեկանկովմենը փոխարինել նույն կորերը վերարտադրող՝ պատման կույցերից բաղկացած, մեխանիցմենրով։ Ընդ որում փոխարինումից մեխանիումի օդակների թանակը պակասում երկուսով։

ЛИТЕРАТУРА

 Артоболевский И. И. Теория механизмов для воспроизведения плоских кривых. Изд. АН СССР, 1959.

2 Артоболевский И. И. Механизмы в современной технике, том И 11 (д. «Наука», 1971.

Epl 3'

20.3500.000 002 эрхаризарылар плальорылар хылындар ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Տեխաիկական գիտութ, սևշիա

XXVI, Nº 3, 1973

Серия технических шахк

машиностроение

Л. Б. МКРТЧЯН

СОЧЕТАНИЕ СИНУСНОГО МЕХАНИЗМА С ПЛАНЕТАРНЫМ МЕХАНИЗМОМ ДЛЯ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ ПРИБЛИЖЕННО-РАВНОМЕРНОГО ДВИЖЕНИЯ

В практике приборостроения и машиностроения часто возникает задача проектирования механизмов, воспроизводящих приближенноравномерное движение. Такая задача стоит при проектировании наматывающих кареток ленточных и ровничных машин, занимающих большой удельный вес в технологической ценочке шерстопрядильного производства, привода интеводителей мотальных машин и г. д. [1].

Приближенно-равномерное движение ведомого знена различных рычажных механизмов можно получить:

 Заданая определенный закон движения ведущему звену, при его постоявной длине [2—3];

2. Задавая определенный закон изменения дляны ведущего звена при его постоянной угловой скорости [4]:

 Изменяя определенным образом и длину звена и его угловую скорость.

При синтезе механизмов приближенно-равномерного изижения во последнему способу можно последовательно присоединить шарнирные четырехзвенники к планетарным механизмам.

В данной работе рассматривается механизм, образованный присоединением сипусного механизма к вланетарному (рис. 1), которын представляет витерсе для текстильной вромышленности. Налец шарнира В устанавливается на расстоянии и от центра сателлита О₂.

Нерел тем как начать кинематическое исследование полученного механизма, примем следующие обозначения:

г₁ — раднус пачальной окружности солнечного колеса;

г₂ раднус начальной окружности сателлита;

- *R* длина воображаемого кривошина (в дальнейшем булем называть кривошином);
- у —угол поворота водила;
- угол новорота сателлита;
- утоя поворота кривошина.

Пользуясь рис. 1, можно написать очевидное равенство

$$R^{2} - h^{2} - (r_{1} - r_{2})^{2} - 2h(r_{1} - r_{2})\cos(z - \alpha).$$
(1)

Для получения симметричного закона днижения кривошниа примем

Сочетание синуси то механизма с планстарным механизмом

$$r_2 = \frac{r_1}{2},\tag{2}$$

тогда

$$R = 1 \ \overline{h^2 + 2.25r_{1-1}^2 + 3hr_3 \cos x}. \tag{3}$$



Puc. I.

Для дальнейшего исследования удобно длину кривошина *R* выразить через обобщенную координату у, для чего определим зависимость между углом новорота сателлита *d* и углом поворота водила у. Так как сателлит обкатывается вокруг солнечного колеса, то

$$r_{12} = r_{12}d$$
 (4)

или, имея в виду (2),

$$r = \frac{r_1}{r_2} = 2z.$$
 (5)

Полставляя значение и из (5) в формулу (3), получим:

$$R = 1 \ h^2 + 2.25r_1^2 + 3hr_1 \cos 2\gamma. \tag{6}$$

Определны зависимость между углом поворота кривошина 3 и углом поворота водила э.

Из рис. 1 видно, что

где ₇ – угол между кривошином и водилом. Угол ₇ определяется из треугольника *О*₁*О*₂*В*.

$$= \arctan\left(\frac{h}{R}\sin 2\varphi\right)$$
(8)

9

и, следовательно,

$$\beta = \varphi + \arcsin\left(\frac{\hbar}{R}\sin2\varphi\right).$$
 (5)

Чтобы определить скорость ползуна синусного механизма необходимо найти скорость точки В (рис. 2).



Рис. 2.

Переносная скорость точки В равна

$$V_{10} = R_{0} = 01 \ h^{2} \ 2.25r_{1} \ 3hr_{1} \cos 2\varphi, \tag{10}$$

а относительная скорость:

$$V_{40} = a_0 \hbar - 2 a \theta_c$$
 (11)

Сумма проекций этих скоростей на ось XX длег скорость полауна синусного механизма

$$V = Rosin z + 2ohsin 3z, \tag{12}$$

График полученной зависимости сопотавлен на рис. З с прямой V – const.

Для приближения скороста V к постоянной величине по Чебишеву составим выражение их разности [5]:

$$R \circ \sin \beta = 2 \circ h \sin \beta \varphi - V_n = \delta(\varphi). \tag{13}$$

$$(Rosin_{P} + 2oh \sin 3p)_{\varphi = \varphi} - V_{n} = -\frac{1}{2}\dot{\varphi}; \qquad (14)$$

10

$$(Ro\sin\beta + 2ohsin3z)_{i-1} = V_n = -5, \qquad (15)$$

$$(R + \sin 3 + 2\omega h \sin 3\varphi)_{\pm} = -V_{\rm n} = -\delta.$$
(16)



В точке со, функция о(р) имеет экстремум (максимум), и, следовательно, в этой точке производная выражения (13) равна пулка, т. е.

$$\frac{1}{d\varphi} \left(R_{\varphi} \sin \beta - 2\omega h \sin \beta \varphi \right)_{\varphi} = 0.$$
(17)

Подставляя в (14), (15), (16) и (17) значения R из формулы (6), 3 из формулы (9) и учитывая, что при $z = \pi 2$ $\beta = \pi 2$ и ралиус кривошина $R = 1.5r_1 - h$, получим:

$$R_1 m \sin \beta_1 + 2mh \sin 3\phi_1 + V_0 = +$$
(18)

$$\omega(1.5r_1 - h) - 2\omega h = V_0 = -5; \tag{19}$$

$$R_2 \circ \sin = 4 \cdot 2 \circ h \sin 3 \varphi_2 - V_0 = - \epsilon$$
(20)

$$5h\cos 3x_1 - \frac{K_1}{R_1}\sin 3_1 + \cos 3_1 \left(1 + \frac{1}{R_1^2 M_1}\right) R_1 = 0, \qquad (21)$$

rge

$$R = 1 h^2 - 2,25r - - 3hr_1 \cos 2\varphi$$

$$K = 3hr_1 \sin 2\varphi;$$

$$h' - h(2R^2 \cos 2\varphi - K \sin 2\varphi);$$

$$h(-1) R^2 - h^2 \sin^2 2\varphi;$$

$$\beta = \varphi + \arcsin\left(\frac{h}{R}\sin2\varphi\right).$$

Мравиения (18), (19), (20) и (21) были решены на ЭЦВМ, при *V*_n =0,5 *м* сек, *r*₁=0,1 *м* и *r*₂=0,05 *м*, варыгруя значениями свободной переменнов (*φ*, определяет область приближенно-равномерного хода). В результате были найдены искомые параметры ∞, *м* и угол *φ*₁, при котором отклопение скорости достигает максимального значения.

При этом по самому смыслу Чебыневского приближения обеснечивается минимально возможная величниа максимального отклонения скорости на заданном интернале хода ползуна.

Отношение длины участка приближенно-равномерного хода к общему ходу ползуна

 $H = \frac{R_1 \cos \beta_2}{1.5r_1 \dots h}$



Pac. 4.

На основании расчетов построены графики h = h(3) и H = H(6) (рис. 4). Как видно на графиков, при увеличении отклонения 4 возрастают отношение H и расстояние h между цевтрами сателлита и нальца крявощина.

Греванский политеминческий институт им. К. Маркса

Hocrymnno 12.X11.1972

L. P. WHPS28415

սեւմբունձեն Եվ ՊԼԱՆԵՏԱԲ ՄԵԽԱՆԵԶՄՆԵՐԻ ՉՈՒԳԱԿՑՈՒՈՐ։ ՄՈՏԱՎՈԲ-ՀԱՎԱՍԱԲԱՉԱՓ ՇԱԲԺՈՒՄ ՎԵՐԱՔՏԱԳՐԵԼՈՒ ՀԱՄԱԲ

Ամվեռիում

Հորվածում նախաղծված է ստաակոր նակասարաչափ շարժում ապանուց վող մեխանիդմ, որն իր մեջ պարունակում է սինուսային և պյանշետար մեխավող մեխանիդմ, որն իր մեջ պարունակում է սինուսային և պյանշետար մեխա-

Արուլած են նախագծվող մեխանիգ ի պարամեարիները ըստ աարվող օդակի հատուստ ապարություն այսումանի, որոնց ապատունում են տարվող օդակի արագություն՝ Հաստատունությունը արված ճշտության սաշ մաններում,

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Африканов Н. А. в др. Шерстопрядильное оборудование, Изд. «Легкая индустрия», М., 1966.
- В. Мейер цур Канеллен. Механизмы с постоянной скоростью ведомого звена. Анализ и спитез механизмоц. Пад. «Машиностроение», 1969.
- Мыртчан Л. Б. К сиптезу механалмон приближению-равномерного движения. «Папестия ВУЗ. Маниностроение», № 1, 1971.
- 4. Шац Я Ю. Основы онтимизации и автоматизации проектно-конструкторских работ с помощью ЭВМ Изд. «Манивостросние», 1969.
- 5 Черкудинов С. А. Спитез плоских мехакизмов, Изд. АН СССР, 1959.

20.3500.005 002 эрхирфирьвир иминьировые ходышаро ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Տեխնիկական գիտութ, սեշիա

XXVI, M/3, 1973

Серия технических наук

электротехника

я. С. БРОВМАН, К. С. ДЕМИРЧЯН, С. Л. ШМУТЕР

О ЗАВИСИМОСТИ СПЕКТРА ВИБРАЦИИ ОТ ФОРМ ДЕФЕКТОВ АСНИХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

В [1] рассмотрены вибрационные спектры дефектов при силовом элементе, описываемом решетчатой функцией. Для получения математической модели, естественно, был применен аннарат дискретного преобразования Лапласа. Однако для задач сопоставления спектров дефектов различных форм и, особенно, воздействия силовых элементов различных форм (например, магнитных полей малополюсных манни) такая модель приведии к выкладкам, аналогичным изложенным в [1], для каждой из форм. Это обусловило разработку несколько отличноя модели, адекватной таким задачам.

Силовой элемент, имеющий $[z_c]$ полюсов (шаров), характеристику силового поля каждого полюса $F_c(z)$ в вращающийся со скоростью ω_c относительно неводвижной стермы координат xO/y (рис. 1), взаи-



Plice L

модействует с вращающимся со скоростью ω_n дефектом Δ_n (ω) (некруглость бочки ротора или желобов вращающихся колец подшилников) и или с неподвижным лефектом Δ_n (φ) (некруглость расточки статора или неподвижных колец подшилинков), расположенным нол углом ω_n . Определяется спектр выбрации корпуса при очевидных (для первого приближения) допущениях: изотропности динамической

характеристики машины $W'(j_m)$ и линейности силового воздействия. т. с. при учете только линейного члена в разложении $F(z, \Delta)$ в ряд Тейлора по степеням Δ_n или Δ_n

$$F_{c}(\varphi, \Delta) = F_{c}(\varphi, \Delta_{0} - \Delta_{n} - \Delta_{n}) = -F_{c}(\varphi)_{0} - (\Delta_{n} - \Delta_{n})F_{c}'(\varphi)_{0} + \frac{1}{2}(\Delta_{n} + \Delta_{n})^{2}F_{c}'(\varphi)_{0} - \dots$$
(1)

Так как производные $F_{c}^{(n)}(\varphi)_{0}$ бурутся только но параметру Δ при $\Delta = \Delta_{0}$, то (1) можно представить как

О зависимости спектра вибрании от форм дефектов

$$F_{i}(\varphi, \Delta) = F_{c}(\varphi)_{0} - (\Delta_{a} + \Delta_{a})k_{1}F_{c}(\varphi)_{0} + \frac{1}{2} (\Delta_{a}^{2} + 2\Delta_{a}\Delta_{a} + \Delta_{a}^{2})k_{2}F_{c}(\varphi)_{0} - \dots$$
(2)

и без нарушения общности принять коэффициент пормировки k-1.

При взаимодействии силового элемента с неподвижным дефекгом мнювенный (и момент времени t при угле $\gamma_c = \omega_c t$) вектор силы в комплексной форме

$$\int_{u^{*}}^{z_{k}} F_{\epsilon}(z)_{0} \Delta_{u}(z) e^{-i\omega dz} = \int_{0}^{\infty} F_{\epsilon}(z)_{0} \Delta_{u}(z) e^{-i\omega dz} =$$
$$= L \left(F_{\epsilon}(z)_{0} \Delta_{u}(z) \right)_{\lambda = -i}$$
(3)

можно представить L-преобразованием (Лапласа) при определенном значении параметра s = j. Такое представление допустимо, так как переход к бесконечному пределу не изменяет значения интеграла (функция Δ_n (ϕ) определена только в пределах от 0 до 2 π , а $F_c(\phi)_0$ в пределах $2\pi/z_c$), и интеграл всегда сходится ври пяраметре s = -j.

L--нзображение произведения функций отыскивлется как комплексная свертка их изображений [2]

$$F_{s}(z_{0}) = \frac{1}{2\pi f} \int_{z_{0}/z_{0}}^{x_{0}/z_{0}} (z) \cdot f_{c}(s-z) e^{-(s-z)s} dz =$$

$$\int_{z_{0}/z_{0}}^{z_{0}/z_{0}} (z) \cdot f_{c}(s-z) e^{iss} dz = e^{-iss} L^{-1}(\lambda_{0}(z) \cdot f_{c}(s-z)). \quad (4)$$

Здесь $\zeta_n(z) = L$ -изображение $\Delta_n(\varphi)$, а $f_c(z) = L$ -изображение несмещенной ($\varphi_c = 0$) функции $F_c(\varphi)_0$. В (4) учет смещения e^{zz_c} позволил представить $F_c(\varphi_c)$ в виде обратного (L^{-1}) преобразования Лапласа.

Комплексные амилитуды С_в разложения в ряд Фурье взаимолействия дефекта со всеми полюсами (шарами) с учетом периодичности взаимодействия с шагом 2π выразятся так:

$$C_{2} = \int_{0}^{\infty} F_{u}(\varphi_{c}) e^{-ikz_{c}} d\varphi_{c} + \frac{z_{c}}{2\pi} \int_{0}^{\infty} F_{u}(\varphi_{c}) e^{-ikz_{c}} d\varphi_{c} + \dots -$$

$$= \sum_{n}^{(l+1)2r/z_{c}} F_{u}(\varphi_{c}) e^{-ikz_{c}} d\varphi_{c} - \frac{z_{c}}{2\pi} \int_{0}^{\infty} F_{u}(\varphi_{c}) e^{i\varphi_{c}} d\varphi_{c} \Big|_{i-jkz_{c}} -$$

$$= \frac{z_{c}}{2\pi} L(F_{u}(\varphi_{c})) \Big|_{u=p_{c}}.$$
(5)

т. е. онять-таки как L-преобразование вектора в комплексной форме $F_{n}(\varphi_{c})$ при нараметре = jkz_{c} , где номера гармоник k = 0, -1, -2, ... принимают как положительные (векторы прямого вращения), так и отрицательные (векторы обратного вращения) значения. В (5) в силу линейности Фурьс преобразования суммирование воздействий от всех нолюсов сволится к сумме интегралов, которая приводит к одному интегралу в пределах 0 - 2⁻⁻, представленному L-изображением аналогично (3).

Подстановка в (5) выражения $F_{n}(\varphi_{c})$ по (4) приводит к окончательному выражению

$$C_{k} = \frac{1}{2\pi} \delta_{n}(z) f_{c}(s-z) = \frac{1}{2\pi} (j(kz_{c}-1)) \cdot f_{c}(-jkz_{c}), \qquad (6)$$
$$z = jkz_{c-1} s; \ s = -j$$

т. е. комилексные амплитуды C_k ряда Фурье для частот $kz_{e^{in}e}$ равни произведению Фурье-изобряжений (L-изображений) дефекта и силового элемента при частотах (нараметрах) $j(kz_e-1)$ и $-jkz_e$, соответственно. В (6) нараметр z содержит, помимо z, слагаемое s = -i/8 связи с учетом элемента смещения $e^{-iz}e$ в (4).

Для перехода к спектру вибрания 9k следует Сk по (6) умножить на передаточную функцию машины W(jo).

Таким образом, приходим к гармоническому ряду прямых 2+1 в инверсных 2-16, врашахищихся с частотами kz_rm_{et} векторов вибрация

$$p_{-k} = [W(jkz_c \omega_c)]e + C_k e$$
(7)

т. с. к гармоническому ряду эллнисов вибрации с полуосями № d± ±[ε_к], ориентированными на центральную ось дефекта.

Воздействие вращающегося дефекта Δ_n (Ф) следует рассматринать как воздействие, неподвижное во вращающейся со скоростью ω_n системе координат, в которой текущий угол поворота полюсов (шаров) $\gamma_c = (\omega_c - \omega_n) I$. При этом спектр содержит набор векторон на боковых частотах $kz_c(\omega_c - \omega_n) + c$ амплитудами С. Здесь, как обычно, ноложительному значению $\pm kz_c(\omega_c - \omega_n) - \omega_n$ соответствует прямое вращение, а отрицательному—обратное. Следовательно, амплитуде С в по (б) может соответствовать как верхняя боковая частога $-kz_c|\omega_c - |+\omega_n|$ (при $\omega_c > \omega_n - магнитные вибрании, прямое вращение),$ $так и инжняя боковая <math>\pm Rz_c|\omega_c - \omega_n|$ (при — иодиниениконые вибрация: обратное вращение).

Мчет квадратичных членов н разложении (2) приводит к уточнению комплексных амилитуд C_k на частотах $kz_{e^{19}e}$, соответствующих неподвижному дефекту (член Δ_a^z), и на боковых частотах, соответстнующих вращающемуся дефекту (член Δ^2). Произведение же $\Delta_a \Delta_a$ предопределяет появление вибрационных составляющих на центральной частоте $kz_e |\omega_a|$ и ряде комбинационных. Определение комалексных имплитуд спектра такого тройного взаимодействия $\Delta_a \Delta_a F_e$ (9) может быть выполнено по схеме, аналогичной представленной здесь для нарного взаимодействия.

В импульсной технике широко применяется спектральное представление импульсов различной формы, которое при периодической последовательности этих импульсов характеризует набор амилитуд гармоних разложения в ряд Фурье [3]. Полученное здесь выражение (6) является спектральным представлением вибрационного воздействия дефектов, характеризующим набор комилексных амилитуд гармонического ряда вращающихся составляющих на частотах, определяемых числом 26 полюсов (шаров) электролиниателя.

Hocryman 20.11 4972

ви, и, орадины, ч. и, чытыравны, п. І. Силрене

ՎԵԲԲԱՑԻԱՅԻ ԾՊՆԿՏՐԻ ԿԱԽՎԱԾՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՊԱՍԻՆԽՐՈՆ ԼԼԵԿՏՐԱՇԱՐԺԻՉԻ ԹԵՐՐՅՅՈՒՆԵԵՐԻ ՉԵՂԵՑ

Ամփոփում

8ույց i ավերթացիայի վերութների ընգմանուր կախվա Հությունը ապասինիրոն էլեկտրաշարժիլի ուժային դատի և Բերությունների որն է տեխնոլոգիական Բեռությենի կունպլերս վերափոխումների ապանամար։ Կիրառված է մությեն կունպլերս վերափոխումների ապարատը.

ЛИТЕРАТУРА

 Брижкан Л. С., Лемариян К. С., Шмутер С. Л. Модель вибрации всинхронного заяктродвигателя, «Известия АН Арм. ССР (серия Т. 11.)», т. ХХУ, № 3, 1972.
 Дёч Г. Руководство в прахтическому применению преобразнаянию Лапласа в

Z-ареобразовання, Пад. «Наука», М., 1971.

3. Цыякин Я. Э. Теория линейных импульсных систем. Физмотгиз, М., 1963,

They be also a for a state of the

17

Տեխճիկական գիտութ, սեշիա

XXVI, No3, 1973

Серия технических поуъ

энергетика

Р. А. АМПРИКЯН

АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД ТОЧНОГО РАСЧЕТА ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Вопросу расчета производных от потерь посвящено много работ как советских, так и зарубежных исследователей. В последние годы разработаны алгоритмы точного расчета производных от потерь активной (=) и реактивной (q) мощности [1, 2] и др. Отыскание новых, более рациональных по вычислению методов расчета этих производных продолжает быть актуальным, так как этот вопрое занимает важное место в проблеме оптимизации режимов энергосистем и их объединеани. В Армянской НИН эпергетики проводится инрокое исследование по разработке комплексных программ оптимизации режимов энергосистем и их объединений. При этом опробируются различные математические методы и подходы. В одном из разрабатываемых программ используются частные проязводные $\frac{\partial P_s}{\partial r_s}$ и $\frac{\partial P_s}{\partial r_s}$ где б-номер узла dp. 00. балансирования по активной мощности, а ј номера узлов, и когорых активные и реактивные мощности могут полвергаться вариациям. Предлагаемый алгоритм разработан с учетом приведенных выше позиций.

Постановка задачи. Рассматривается электрическая система содержащая и незанисимых узлов, в одном из которых, являющийся балансирующим, заданы модуль (U_{δ}) и фаза (Φ_{δ}) комплексного напряжения, а в остальных – активиан P_m и реактивная Q_m мощность. В качестве заданных принимаются также активная g_{mk} и реактивная b_{mk} проводвмости между узлами *m* и *k* схемы замещения исследуемон системы или эквивалентного ей многополюсника.

Подлежат определению частные производные:

$$\frac{\partial P_{\delta}}{\partial P_{i}}, \quad \frac{\partial P_{\delta}}{\partial Q_{i}}, \quad \frac{\partial \pi}{\partial P_{i}}, \quad \frac{\partial \pi}{\partial Q_{i}}, \quad \frac{\partial q}{\partial P_{j}}, \quad \frac{\partial q}{\partial Q_{j}},$$

при условия, что активная мощность какого-либо *j*-го узла подвергается варнации при постоянстве реактивной мощности этого же узля и активных и реактивных мощностей всех остальных узлов, кроме балашсирующего. Аналогичное условие ставится, когда варнации подвергается реактивная мощность *j*-го узла.

Алгоритм расчета. Уравнения баланса мощностей длл исследуемой

Анвлитический метод точного расчета частных приниводных параметров

-лектрической системы могут быть записаны в следующем ниде:

$$= \sum_{m=1}^{n} P_{m} - P_{m} + P_{j} + \sum_{\substack{m=1 \\ m < d \\ m \neq j}}^{n} P_{m}; \qquad q = \sum_{m=1}^{n} Q_{m} - Q_{j} + Q_{j} + \sum_{\substack{m=1 \\ m \neq d \\ m \neq j}}^{n} Q_{m}$$
(1)

Из постановки задачи следует, что

$$\frac{\partial P_{i}}{\partial P_{j}} = \frac{\partial P_{i}}{\partial P_{j}} + 1; \qquad \frac{\partial e}{\partial Q_{j}} = \frac{\partial P_{i}}{\partial Q_{j}};$$

$$\frac{\partial q}{\partial Q_{j}} = \frac{\partial Q_{s}}{\partial Q_{j}} - 1; \qquad \frac{\partial q}{\partial P_{j}} = \frac{\partial Q_{s}}{\partial P_{j}};$$
(2)

Из выражений (2) вилио, что для определения искомых

 $\frac{\partial z}{\partial P_j}$, $\frac{\partial z}{\partial Q_j}$, $\frac{\partial q}{\partial Q_j}$ и $\frac{\partial q}{\partial P_j}$ достаточно найти $\frac{\partial P_{\delta}}{\partial P_j}$, $\frac{\partial P_{\delta}}{\partial Q_j}$, $\frac{\partial Q_{\delta}}{\partial Q_j}$ и $\frac{\partial Q_{\delta}}{\partial P_j}$ Для того рассмотрим уравнения, описывающие стационарный режим исследуемой системы,

$$Q_m = U_m \sum_{k=1}^{n} U_k [s_{mk} \sin(\gamma_m - \gamma_k) - b_{mk} \sin(\gamma_m - \gamma_k)];$$

$$Q_m = U_m \sum_{k=1}^{n} U_k [s_{mk} \sin(\gamma_m - \gamma_k) - b_{mk} \cos(\gamma_m - \gamma_k)].$$
(3)

Из уравнений (3), записанных для баланспрующего узла (m=6), получим:

$$\frac{\partial P_{j}}{\partial P_{j}} = \sum_{k=1}^{n} A_{k} \frac{\partial A_{k}}{\partial P_{j}} + \sum_{k=1}^{n} B_{k} \frac{\partial U_{k}}{\partial P_{j}}$$

$$\frac{\partial P_{j}}{\partial Q_{j}} = \sum_{k=1}^{n} A_{k} \frac{\partial A_{k}}{\partial Q_{j}} + \sum_{k=1}^{n} B_{k} \frac{\partial U_{k}}{\partial Q_{j}}$$

$$\frac{\partial Q_{j}}{\partial Q_{j}} = \sum_{k=1}^{n} C_{k} \frac{\partial A_{k}}{\partial Q_{j}} + \sum_{k=1}^{n} D_{k} \frac{\partial U_{k}}{\partial Q_{j}}$$

$$\frac{\partial Q_{j}}{\partial P_{j}} = \sum_{k=1}^{n} C_{k} \frac{\partial A_{k}}{\partial Q_{j}} + \sum_{k=1}^{n} D_{k} \frac{\partial U_{k}}{\partial P_{j}}.$$
(4)

гле k 6, ибо $\frac{\partial U_k}{\partial P_j} = \frac{\partial U_k}{\partial Q_j} = \frac{\partial U_k}{\partial Q_j} = 0$: кожффициенты A_k , B_k , C_k и D_k определяются соответственно из выражений активной (P_n) и реактивной (Q_d) мощностей балансирующего узля, записанных и виде уравнений (3):

$$A_{k} = \frac{\partial P}{\sigma_{\ell k}^{2}} - U_{\delta} U_{k} | g_{k, s} \sin(\frac{1}{2} \sigma - \frac{1}{2} \kappa) - b_{k\delta} \cos(\frac{1}{2} \sigma - \frac{1}{2} \kappa) |;$$

19

$$B_{k} = \frac{\partial P_{k}}{\partial U_{k}} = U_{\delta} [g_{k\delta} \cos(\psi_{\delta} - \psi_{k}) - b_{k\delta} \sin(\psi_{\delta} - \psi_{k})];$$

$$C_{k} = \frac{\partial Q_{\delta}}{\partial \psi_{k}} = -U_{\delta} U_{k} [g_{k\delta} \cos(\psi_{\delta} - \psi_{k}) - b_{k\delta} \sin(\psi_{\delta} - \psi_{k})]; \quad (5)$$

$$D_{k} = \frac{\partial Q_{\delta}}{\partial U_{k}} = -U_{\delta} [g_{k\delta} \sin(\psi_{\delta} - \psi_{k}) - b_{k\delta} \cos(\psi_{\delta} - \psi_{k})],$$

где $k=1:n, k\neq \delta$.

Очевидно, что величины коэффициентов A_k , B_k , C_k и D_k достаточно считать только для узлов, которые имеют связь с балансирующим, так как для остальных узлов их величины равны пулю.

Для определения пензвестных $\frac{\partial S_b}{\partial P_j}$, $\frac{\partial U_b}{\partial P_j}$, $\frac{\partial S_b}{\partial Q_j}$ и $\frac{\partial U_b}{\partial Q_j}$ на основе (3) составим следующую систему уравнений:

$$\begin{bmatrix} \frac{\partial P_m}{\partial P_j} & \frac{\partial P_m}{\partial Q_j} \\ \frac{\partial Q_m}{\partial P_j} & \frac{\partial Q_m}{\partial Q_j} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_m}{\partial \frac{1}{k_k}} & \frac{\partial P_m}{\partial U_k} \\ \frac{\partial Q_m}{\partial \frac{1}{k_k}} & \frac{\partial Q_m}{\partial U_k} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \frac{\partial P_m}{\partial P_j} & \frac{\partial P_k}{\partial Q_j} \\ \frac{\partial U_k}{\partial P_j} & \frac{\partial U_k}{\partial Q_j} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$
(6)

rge $m = 1 \pm n$, $k = 1 \pm n$, $j = 1 \pm n$, m = 6, k = 6, j = 6.

Как видно, имсем 2(n 1) систем уравнений юрядка 2(n-1) правые части которых представляют собой единичную матрицу. Следовательно, обращение матрицы коэффициентов уравнений дает реинение искомых неизвестных, число которых равно 2(n 1) - 2(n 1).

Элементы матрицы коэффицисатов уравнений (6) определяются из (3) следующими формулами, виалогичными с формулами, приведенными в [1].

$$\frac{\partial P_m}{\partial \dot{z}_k} = \begin{bmatrix} U_m U_k | g_{km} \sin((\varphi_m - \dot{z}_k) + b_{km} \cos((\dot{z}_m - \dot{z}_k))] & \text{при } m = k, \\ 0 & \text{при } m = k, \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial P_m}{\partial U_k} = \begin{bmatrix} U_m [g_{km} \cos((\dot{z}_m - \dot{z}_k) - b_{km} \sin((\dot{z}_m - \dot{z}_k))] & \text{при } m \neq k, \\ \frac{P_m}{U_m} + U_m g_{mm} & \text{при } m = k, \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial Q_m}{\partial \dot{z}_k} = \begin{bmatrix} -U_m U_k [g_{km} \cos((\dot{z}_m - \dot{z}_k) - b_{km} \sin((\dot{z}_m - \dot{z}_k))] & \text{при } m \neq k, \\ P_m - U^2 = mm & \text{при } m = k, \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial Q_m}{\partial U_k} = \begin{bmatrix} U_m [g_{km} \sin((\dot{z}_m - \dot{z}_k) - b_{km} \cos((\dot{z}_m - \dot{z}_k))] & \text{при } m \neq k, \\ \frac{\partial Q_m}{U_m} U_m b_{mm} & \text{при } m = k, \end{bmatrix}$$

rae $m = 1 \div n$, $k = 1 \div n$, m = 6, k = 6.

С целью сокращения числа нычислительных операций разобъем чистему уравнений (б) па четыре подсистемы, с равными числами уравнений:

$$\begin{bmatrix} K_1 & K_2 \\ \hline K_3 & K_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 & X_4 \\ \hline X_3 & X_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \hline 0 & 1 \end{bmatrix}.$$
(8)

В системе (8) матрица коэффициентов К и матрица неизвестных Х составляются гаким образом, чтобы в них нервые строки и столбцы заполиялись соответственно производными вида

 $\frac{\partial P_m}{\partial U} = \frac{\partial Q_m}{\partial Q_k}, \quad \frac{\partial Q_m}{\partial U_k} = \frac{\partial Q_m}{\partial P_j}, \quad \frac{\partial Q_k}{\partial Q_j}, \quad \frac{\partial U_k}{\partial P_j}, \quad \frac{\partial U_k}{\partial Q_j},$

относящимися к генерирующим узлам, а последующие патрузочным. Из (8) получим:

$$\begin{aligned} X_1 &= (K_1 - K_2 K_4^{-1} K_3)^{-1}; \qquad X_2 = X_1 K_2 K_1^{-1}; \\ X_3 &= -K_1^{-1} K_3 X_1; \qquad X_4 - K_4^{-1} - K_1^{-1} K_3 X_2 = K_3^{-1} - X_3 K_2 K_1^{-1}; \end{aligned}$$

Таким образом, для расчета частных производных

$$\frac{\partial P_{i}}{\partial P_{j}} \quad \frac{\partial P_{6}}{\partial Q_{j}} \quad \frac{\partial =}{\partial P_{j}} \quad \frac{\partial =}{\partial Q_{j}} \quad \frac{\partial q}{\partial P_{j}} \quad \mathbb{H} \quad \frac{\partial q}{\partial Q_{j}}$$

гребуется обращение двух матриц порядка n-1, а для случая $j = 1 \Rightarrow n \ j = 6$ — определять все неизвестные $X_1 \Rightarrow X_1$ вида $\frac{\partial P_1}{\partial P_j}, \quad \frac{\partial U_k}{\partial P_j}$

 $\frac{dV_{k}}{dt}$ и $\frac{dU_{k}}{dt}$. Заметим, что для практических целен задача может быть ограничена расчетами частных производных P_{a} , Q_{b} , = и q голько по P_{j} и Q_{j} генерирующих узлов системы, в когорых P и Q могут иолвергаться нариациям. В этом случае, объем инчислительных онерации может быть значительно сокращен, так как уравнения (9) мотут быть решены только относительно X_{j} и X_{j} (в предноложении,

что число генерирующих узлов не больше нагрузочных).

Расчет частных производных этим методом сводится к следующему:

 по (7) определяются элементы матрины коэффициентов урависний (6);

2. по (9) определяются частные производные

$$\frac{\partial Q_k}{\partial P_j}, \quad \frac{\partial U_k}{\partial P_j}, \quad \frac{\partial Q_k}{\partial Q_j} = \frac{\partial U_k}{\partial Q_j};$$

3. по (4) и (2) определяются искомые частные производные.

Р. А. Амирикян

В случаях, когда балансирование по активным и реактивным мощностям осуществляется в нескольких узлах, г. е. имеется несколько узлов с заданными U и Ф, то:

 в) уравнения (4) и формулы (5) записываются для всех узлов с заланными U и 6) из систем уравнений (6) исключаются соответствующие строки и столбцы, в) формулы (2) принимают вид:

$$\frac{\partial \tau}{\partial P_j} = \sum_{i} \frac{\partial P_i}{\partial Q_j} + 1; \quad \frac{\partial \pi}{\partial Q_j} = \sum_{i} \frac{\partial P_i}{\partial Q_j}; \quad \frac{\partial q}{\partial Q_j} = \sum_{i} \frac{\partial Q_d}{\partial Q_i} + 1; \quad \frac{\partial q}{\partial P_i} - \sum_{i} \frac{\partial Q_d}{\partial P_i},$$

гле с и d принимают значения померов узлов, соответствующих заданным ф и d. Заметим, что уравнения (4) и формулы (5) входят соответственно в (6) и (7). Здесь они выписаны отдельно, ради удобства изложения алгоритма.

В габл. 1 приводится сравнение предлагаемого алгоритма с алгоритмами [1] и [2] с точки зрения числа вычислительных операций. Так как в [1] рассматриваются два алгоритма и предночтение дастся нервому из них, то здесь приводятся показатели только этого алгоритма.

Таблица 1

Алгоритм	Число и порялок обра- щаемой матрицы	Число и порядок умножаемых матрик	л	ополни расчет	ельные ы	
11o [1]	4; (n=1)	6: (<i>n</i> -1)	d= Otiu'	0.	04 01.6	0.4
Ho [2]	Решаются две системы грависний, порядок каж- дой из которых 2(n=1)		$\frac{\partial^{-}}{\partial U_{t}}$	$\frac{\partial z}{\partial U_1} *$	04 007	àq all
Предлагаемый	2. (n-4)	6: (n=1)		_		

Табл. 1 составлена для случая баланспрования активных и реактивных мощностей в одном узле. Кроме того, в табл. 1 не приведения ге вычисления, которые примерно одинаковы для сравниваемых алгоригмов.

Из табл. 1 видно преимущество предлагаемого алгоритма, и поэгому он может быть рекомендован для внедрения в практику расчетов, в которых время счета может иметь существенное значение. В Арм. ННИ энергетики разработана программа, реализующая предлагаемым алгоритм на ЦВМ «Папри».

Таблица 🚽

J	$\frac{\partial P_{\delta}}{\partial P_{I}}$	0Q3 0Q1	$\frac{\partial z}{\partial t' j}$	i den i den i den	$\frac{\partial q}{\partial P_j}$	$\frac{\partial q}{\partial Q_j}$
1	0,872	1+818	0+128	0+270	1+258	2+818
2	0,739	1+558	0+261	0+221	2+652	2+558
4	0,959	2+520	0+011	0+270	—1+127	3+520

В табл. 2 иллюстрируется часть результатов, полученных по этой программе, для примера электрической системы, эквивалентированной до носьминолюсника. В рассмотренном примерс первые четыре узла являются генерирующими, а третий узел—балансирующим по активным п реактивным мощностям.

Ары ШПНЭ

110. typil.to 17 11.1972

н. 1. Китерезий-

ԱԽՏԲԱԿԱՆ ՍԻՍՏԵՄԻ ՌԵԺԻՄԻ ՊԱԲԱՄԵՏԲՆԵՐԻ ՄԱՄՆԱԿԻ ԱԾԱՆՅՅԱԼՆԵՐԻ ՃՇԳՐԻՏ ՀԱՇՎՄԱՆ ԱՆԱԼԵՏԻԿ ՄԵԹՈԳ

Ամփոփում

Շարադրվում է գորության կарուստների մասնակի ածանցյայների ճրշդրիտ այս ան մեքեսգ, որն ապա նովում է ավելի քիչ նա կարական գործոգուքյունների կատարում՝ քան [1.2] ալդորիքմների գեպքում։ Սաացվում են նաև $b = \frac{\partial P_c}{\partial Q_j}$ ածասցյալները, որոնը կարող են օգտադորովել էիներգա/ամակարգերի ռեժիմների օպտումիգացիայի խնդիրներում, երբ նաշվի են առնվում նաև ակալ գորության կորուստները։

ЛНІЕРАТУРА

- Ижид Г. У. Исследования двух алгоритмов расчега частных производных от потерь иктивной и реахтивной мощностей по инраметрам режима энергосистем «Известия АН Арм. ССР (серия 1, И.) – т ХХИ, № 0, 1969.
- Лазебник 1 И. Аналитический метод расчета производных от потерь мощности в знектрической сеги. Применение математических методон и вычислительных ялинии в энергетике, выпуск 2, «лектрические сеги и системы, Клининев, 1968.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՈՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԳԵՈՒԱՅԻ ՏԵՂԵԿԱԳԻՐ ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Серия технических наук

ЭНЕРГЕТИКА

Н. А. ОКСУЗЯН

К ИССЛЕДОВАНИЯМ СХОДИМОСТИ ИТЕРАЦИИ В РАСЧЕТАХ УСТАНОВИВШИХСЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ **ЭНЕРГОСИСТЕМ**

Расчет установившихся электрических режимов сволится к решению системы нелинейных уравнений итерационными методами. Однако, сходимость итераций зависит от многих факторов. Кроме того, система уравнений, описывающих установивниеся режимы, в условиях когда заданы мощности в узлах, неопределена (т. е. имеет более одного решения) Поэтому для получения физически реализуемого решения необходимы дополнительные исследования этих уравнений.

Алгоритм [1], разработанный в АрмНИИЭ, позволяет в некоторой стенени обеспечить сходимость итерации к физически реализуемому решению, использовая теорию о сжимающем отображении.

Согласно этой теорин [2], если отображение является сжимающим в G и все последовательные приближения 30000, то независимо от выбора начального приближения процесс итерации схолится к единственному ревенню, в справедлива оценка

а х⁰¹ — х⁰¹ || = а || х⁰¹ — х⁰¹ для системы приведенной в BHAV X (CL)

где 1--индекс помера шага игерации;

q постоянная, выбираемая в пределах Остас.

В зависимости от величница q можно улучшить схолимость или несходящуюся систему привести к сходящейся.

Настояныя статья посвящена рассмотрению некоторых факторов. выияющих на пронесс сходимости в расчетах установницегося режния одной системы, приведенной к многополюснику с 8-мью узлами, из когорых 4-генераторные в 4 ватрузочные. Одним из гаких факторов является учет или неучет величины q.

Без учета д произведены расчеты для следующих случаев.

Случай І. Заданы:

а) нараметры и bm (актавные и реактивные проводимости) многополюсника; m, k = 1, 2, ..., 8;

б) активные мощности узлов P., (кроме балансирующего P₁);

в) фаза напряжения балансирующего узла 5;;

г) модули напряжений генераторных узлов - U1. U2. U2. U3. U1:

д) реактивные мощности нагрузочных узлов-Q, Q, Q, Q,

К неследованиям сходимости и герации

Случай 2. Заданы:

а) модуль напряжения одного узла 🕼

6) реактивные мощности узлов Q_{6,3} и остальные величины, заданные для случая 1, кроме пунктов "г" и "д".

Результаты расчетов сведены в табл. 1. где x = sin½, ½--фаза напряжений.

Таблица Т

Нонер		Сауч	an 1		Caytali 2				
y 143	Р, кот	x	U. 166	Q. квар	Р. квт	x	U. кв	Q. квар	
1212 43 67 8	260+4 - 54+7 157-9 418+1 229-9 116-9 64+7 -322-8	0.402 0.426 0.134 0.426 -0.270 0.345 0.109 0.203	259 267 251 227 220 220 220 223 223 221	177.5 137.2 138.1 87.3 79.5 67.7 32.4 81.2	286.8 54.7 157.9 415.1 229.0 116.9 64.7 \$22.8	-0,686 0,190 0,661 0,435 -0,558 0,203 0,296	259 217 197 175 160 160 1 160	385,3 137,2 138,1 87,3 79,5 67,7 - 32,4 81,2	

В первом случае сходимость получается при *i* = 14, а во втором даже при *i*=586 сходимости пет.

При учете величины q сходимость значительно улучшается; для первого случая то же решение получается при t = 8 (q = 0.91), а для вгорого—при q = 0.6 итерация на 22 шагу сходится к физически реализуемому решению (табл. 2).

Таблица 2

Ne Yana	I	2	3	-1	Б	6	7	8
l' AU V	256+2 0+392 259+0 178+1	54+7 0+431 26676 137,2	157+9 -0+139 251+0 138+1	-41851 0-121 225+0 87+3	-229+9 0+277 220+0 79+5	14659 0+352 22050 6757	04+7 0+100 22256 32+4	322+8 0+198 210+0 \$1+2

Проведены расчеты и при тругих заданных напряжениях тенераторных тов и U_1 . И но всех случаях с применением у итерация сходится, а к данному решению при определенных у.

Величина q определяется экспериментально для каждого случая. Вторым фактором, влияющим на сходимость итерании, является воследовательность пронумерованных узлов схомы.

В расчетах установившихся режимов нумерация узлов, при неизменной нумерации базисного узла, произведена в следующем порядке:

 от генераторных узлов до нагрузочных 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8;
 от b^{max} до b^{min} (по величине собственной реактивной проводимости узла) 1, 8, 7, 5, 4, 6, 3, 2;

3) от ло b^{mas}-1, 2. 3. 6, 1. 5, 7. 8:

.

 от Со^{тах} до Со^{так} (по количеству связен данного узла с другими)-1, 7, 6, 5, 8, 2, 3, 4;

5) or Chain go Comp. 1, 4, 3, 2, 8, 5, 6, 7;

6) по подсистемам-1, 7, 2, 6, 3, 5, 4, 8.

Расчеты при различной пумерации показали, это к физически ревлизуемому решению птерация сходится при пумерации—1, 2, 3, 1, 5, 6, 7, 8, (табл. 1, 2).

При другой нумерации процесс или расходится (п. 2, 3, 5) или сходится к физически переализуемому решению (п. 4, 6)

Сотласно [1] условне сходимости итерации к единственному ревению, полученное для приведенной линейной системы, можно примении и для системы велинейных уравнений.

На основании этого для нашего примера можно заичесть критерия сходимости итерации:

$$|U_{c}^{(0)}b_{cc}| > \sum_{n=1}^{8} |U_{c}^{(0)}b_{cc}| = \operatorname{ecan} |Q_{c}>0;$$

$$|U_{c}^{(0)}b_{cc} - \frac{Q_{c}^{(0)}}{U_{c}^{(0)}}| = \sum_{n=1}^{8} |U_{n}^{(0)}b_{n}| = \operatorname{ecan} |Q_{c}<0.$$

гле с индекс строки, пробегающий значения с 1:8;

« индекс узла пассивного многополюсника;

ј—индекс генераторного узла, молуль напряжения которого задак. В табл. З приведены результаты проверки условия сходимости, т. с разность между модулями диагональных и суммой неднагональны коэффициентов данной строки уравнений установнишихся режимов, приведенных к многополюснику с п - 8 при различной нумерации узлов

Случан 1-1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8-сходящаяся втерания.

Случай 11-1, 8, 7, 5, 1, 6, 3, 2-расхолящаяся втерация.

TabAll

№ строви	1	·J	3	4	5	6	7	8
Случай I	56+6	5054	5679	54+3	433+0	261+1	151.4	722-2
Случай II—70	53+4	1327-8	14720	1712+3		13189	61.47	

Выводы

1. На сходимость итерационных процессов влияет:

выбор значения постоянной q в допустимых пределах;

 б) язменение нумерации узлов многополюсника при выбранног, базисном узле.

 Достаточные условия сходимости итерации, выведенные для линеной системы уравнений, применным и для нелинсйной системы.

ApmH11H3

Поступило 16.V1.19

v. R. HPURESON

ԷՆԵՐԴԱՀԱՐԱԿԱՐԴԵՐԻ ԿԱՅՈՒԵԱՑՎԱԾ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՌԵԺԻՄՆԵՐԻ ՀԱՇՎԱՐԿՈՒԾՆԵՐՈՒԾ ԻՆՏԵՐԱՏԻԱՅԻ ՉՈՒԴԱՄԻՏՈՒԹՅԱՆ ՀԵՏԱՉՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ՇՈՒՐՋԸ

Ամփոգում

Biff Հանդույցով բաղմաթնեռակի բերված միավորված Լներզամամակարցի Ibկ օրինակի վրա դիտարկվում են որոշ գործոններ, որոնը կայունացված սեմինի Հաշվման ժամանակ աղդում են ինահրացիայի դուղամիտուքիլան վրա

Տրվում է ոչ-դձուլին Ճավասաթումների սիստեմների ինտերացիայի զուգամետության չափանիշը։

литература

 Адонц Г. Т. Алгоритм расчета установнанствен режимв энергосистемы с учетом неликейных характеристик тенераторов и награлок. «Электричестию», 1970, № 2.
 Деманована В. П., Марон И. А. Основы вычислительной математики. Физматгия, 1960.

20.350.50.6 002 ЭР8АРРЗИРАБЕРЕ ОБОРАЛИЯТСКАР ЗБУБЬОЛАР НЗВЕСТИЯ АКАЛЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Տեխնիկական գիտուր, սեշիա

XXVI. 3, 1973 Серия технических нау-

ГЕХНИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

K A INFIRAJAPSHI

СВЕРХВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ ФОТОУМНОЖИТЕЛИ со скоростной модуляцией ЭЛЕКТРОННОГО ПОТОКА

Для приема систовых ст. налов, модулярованных с. в ч колебаниями, при помоши фотоумножителя (ф. э. у.), шпроко применяется принции преобразования частоты При этом фототок, вызнанный модулированным светом, модулируется колебаннами гегеродина, в результате чего цоявляется составляющая фототока с разностной частотон (разность между частогами модуляции саета и гетеродина), которая усвливастся умножительной системой и выделяется на выходе ф. э. у. При этом основная задача-создание инрокополосиых модулирующих электродов, требующих мааую мощность для модуляния. Этим требованиям удовлетвориет «лектродинамически способ упраиления током, которыя нока из применяется в фотоэлектронных приборал. В [1] показвия возможность применения этого метода в ф. э. у. В данной статье ряссматринается система модулирующих электродов для электродинамического укравления, а также ф з. у с такими электродами, отличающиеся простотой конструкция. широким дианазоном модулноующих частот в малки модулноующим напряжением.

 Система модулирующих электродов. На рис. 1 показана система электродов для электродинамического управления электронным вотоком. Возможны различные карнанты питания электродов постоянным и управляющим напряжениями. Во всех случаях электроды / и 3 соединены по постоянному току. Потенияал одного из электродов модулирустся относительно двух других. Так, например, на рис. 1, а модулирустся потенциал фотокатода / относительно ускоряющего электрода и отсекающей сетки 3. На рис. 1, 6 молулируется потенциал отсекающей сетки, а на рис. 1, в потенциал ускоряющего электрода. Резистор R и конденсатор С являются развязывающими элементами. Для сравнения вариантов определим их частотно модуляционные характеристики, выражающие зависимость глубниы модуляции фототока от частоты модулирующего сигнала, при постоянстве глубниы модуляции.

2. Частотно-модуляционные характеристики. Для варианта 00 рис 1,а определим энергию электрона, вышеднего из фотокатода / с пулевой пачальной скоростью, на поверхности ускоряющей сетки. Пусть в момент времени / 1, электрон выходит из фотокатода / и динжется к электроду 2. Величина эпергии, приобретенной электроном от постоянного и переменного полей при прохождении отрезка dx, будет

$$dW_{z} = \frac{eU_{0}}{L} dx + \frac{eU_{0}}{L} dx \cdot \sin\omega t, \qquad (1)$$

где 1-расстояние между электродами 1 и 2; Un-ностоянное напря-

жение; U_m -амилитуда управляющего напряжения; t—момент премени, когда электрон нахолится на расстоянии х от фотокатода; r -заряд электрона.

При условии и и что обычно выполняется на праклике, имеем

$$t = t_0 + \frac{2x}{v},\tag{2}$$

где

$$v = \sqrt{\frac{2eU_0}{ml}x} \tag{3}$$

-скорость электрона на расстоянии х.



Рис. 1. Система модулярующих электродов. 1 фотокатод; 2ускоряющий электрол; 3-отсекающая сетка.

Интегрируя (1) в интервале [0, 7] с учетом (2) и (3), получим шряжение для энергии электрона на поверхности электрода 2:

$$W_{s} = eU_{s} + eU_{m}Msin\left(=t_{0} + \frac{H}{2}\right) + \frac{2eU_{m}}{H}\left(M - \cos\frac{H}{2}\right)\cos\left(=t_{0} + \frac{H}{2}\right), \quad (4)$$

гле $M = \frac{2}{\Theta} \sin \frac{\Theta}{2}$; $\Theta = \omega_2 - y$ гол пролетя между электродами I и 2;

т-время пролета между электродами 1 и 2.

Мужлу электролами 2 и 3 поле тормозищее. Электроны могут преодолеть сго тормозящее действие и пройти через сетку 3 при условии W₂ сU₀, т. с. если

$$W_{i} = e U_{m} M \sin\left(-t_{0} + \frac{H}{2}\right) + \frac{2eU_{m}}{H} \left(M - \cos\frac{H}{2}\right) \cos\left(\omega t_{0} + \frac{H}{2}\right) > 0.$$
 (5)

После преобразований выражение (5) примет вид:

 $W_1 = W_m \cos(mt_0 - \tau), \tag{6}$

$$W_m = eU_m \sqrt{M^2 - \frac{4}{44^2} \left(M - \cos\frac{\pi}{2}\right)^2}.$$
 (7)

Если же W₁<0, то электроны, не долетая до сетки -3, нозвращяются обрагно. В реальных условиях, из-за объемного заряда, начальных скоростей электропов и и других факторов, для у правления необходимо иметь напряжение — 18 [1]. Поэтому можно полагать, что, если W больше величины порядка 1 зм, то произойдет эффективны молуляния фототока,

Занисимость W_{eff}(H), построенная по выражению (7), представлена на рис. 2 (кривая 2). Там же показана та же характеристики,



Рис. 2. Частотномодулиционные характеристики модулятора для разных вариантов при одиниковых расстояниях между электродами. 1—для варианта по рис. 1, в: 2—для варианти во рис. 1.а. и. 6: 3—экспериментальная характеристики 1.для кривод 2).

полученная экспериментально (кривая 3). W_m уженьшается с новышением частоты, по, в отличие от функции $M(\Theta)$, не имеет нулевых значений, что имеет место во многих с. в. ч. приборах. Из рис. 2 (кривая 2) видно, что при $\Theta = 3.5$ рад W_m уменьшается в у 2 раза (уровень 0,7), Этому соответствует граничная частота $f_{0,7}$ 0,56/=, выше которой эффективность модулянии фототока надает. Таким образом, и данном варианте полоса молулирующих частот будет 0.4- $f_{0,7}$.

Анвлосичным путем для варианта по рис. 1, 6 находим:

$$W_{3} = eU_{m} \sqrt{M^{2} + \frac{4}{\Theta^{2}} \left(M - \cos\frac{\Theta}{2}\right)^{2}} \cos\left[-t_{0} - \frac{\Theta}{2} - \arctan\frac{\Theta}{2} \frac{\Theta}{2} \left(M - \cos\frac{\Theta}{2}\right)\right]$$

где н-угол пролега между электродами 2 и 3.

Сравнивая выражения (6) в (8) замечаем, что при одинаковых углах пролета ови имеют одинаковые амилитулы и отличаются голько фазой. Следовательно, в эпергетическом отношения карванты во рис. 1,а и рис. 1,6 идентичны. Выбор того или иного варнанта зависит от конструктивных соображения.

Для варианта по рис. З, в при равном расстоянии между электродами 1.2 и 2.3 аналогично находим:

$$W_m = \frac{4eU_m}{E} (\mathcal{M}_1 - 1). \tag{9}$$

График функции 🖤 (Ф), построенный по формуле (9), показан на рис. 2 (кривая 1). В этом случае функция не начинается с пуля с инэких частот), что является недостатком.

3. Конструкция с.в.ч. ф.э.у. На рис. З показана конструкция с.в.ч. ф с модуляцией потенциала фотокатода 3 внешним кольцевым мектродом / [2, 3]. Электроды 5.6 и 8 соединены кондечевторами, образованными диэлектриками 7,9 и электродами 5,6,8 (рис. 1,a). Для выбора рабочей точки на электрод 8 можно подать небольное постоянное напряжение относительно катода. Электростатическое поле между электродами 8 и 10, как и в обычных входных камерах ф.э.у., обеснечивает попадание фотоэлектронов на нужный участок первого динода







Рис I Флу.у с.в.ч с модуляцией потенцияла отескающен сетки. І полупрозрачный фотокатод; 2-манжет; 2 металлическая трубка; 4-система ускоряющих электролов с сеткой: -лизлектрик: 6 цилиндр г отчение трубка; 5-катодный инлиндр (ман- секающей сеткой: 7 умножительная систелич). 6-ускоряваций электрод: 7. 9 эм- ча; 8-линия для подачи напряжении на зактрики: 8-цилиндрический электрод с отсекающую сетку; F модулированный саст.

умножительной системы 11. Устройство отличается простотой конструкции и для его осуществления достаточно в серийных ф.э.у., имеющих ускоряющий электрод типа 6 (папример, ФЭУ-64 и др.), добавшть электрод 8. При расстояния между катодом и ускоряющим электродом 2 c.4 (ФЭУ--64), напряжений $U_a = 400s$ и — 16 имеем $f_{0,7} = 170$ Мгд, а если увеличить — до 10 s, то $f_{0,7}$ повысится до 1000 Мгд. Нахождение с. в. ч. узлов вне вакуумного бяллона также является преимуществом данной конструкции.

На рис. 4 показана схема с.в.ч. ф.з.у. с модуляцией нотенцияла отсекающей сетки. Цилиндрический электрод с отсекающей сетков б находится внутри системы ускоряющих электродов 4, состоящей на металлического пилиндра и двух лиафрагм (олна с сеткой). Роль конденсатора C (рис. 1,6) выполняет емкость, состоящая на электролов 3,4 и стекла баллона ф.з.у. Здесь также электростатическое поле в области между электродами б и 4 обеспечивает попадание фотоэлектронов на нужный участок первого динода умножительной системы 7.

При расстоянии между сетками 2 лл, $U_0 = 200 \ s$, $U_m \approx 1 \ s$ имеем $f_{0,2} = 1000 \ MzR$. Широкая полоса пропускания модулирующих частог, малое модулирующее напряжение и простая конструкция являются очевидными преимуществами этого устройства.

ЕрПП им. К. Маркса

Поступило 9.УП.1971

5, 5, HELSROUGH

Ամփոփում

ЛИТЕРАТУРА

- Гулгазарян К. 1. Применение скоростной модулянии в фотоумчожителях. ПТЭ, 1970, № 6.
- Гулгазарян К. А. Новый способ управления электронным потоком в фотоэлектронных приборах. «Раднотехника», 1970. № 10.
- 3. Скибарко Л. И., Гулгазарян К. Л. Патент США, № 3.555.281, 1971.

20840-005 ПП2 ФРЯЛРФЯЛРФЛАРФ ОБЦФЫТРОВР ЯБЦЬЮ ОБЧЕР ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР

Мибрини фильр. автры XXVI, № 3, 1973 Серия гехнических илук

гидравлика

В. О. ТОКМАЛЖЯН

К ПОСТРОЕНИЮ КРИВЫХ СВОБОДНОП ПОВЕРХНОСТИ В НЕПРИЗМАТИЧЕСКИХ РУСЛАХ

Рассмотрим неравномерное лвижение жилкости в прямоугольном русле, ширина которого по пути меняется по лиценному закону.

Для гидравлического исследования такого движения в качестве рисчетной схемы принят поток, линии тока которого имеют направлеиня радиусов, а живые сечения представляют цилиндрические поверхности. Такая схема более подходит к действительной картине течения в рассматриваемой инии задаче, чем плавноизменяющийся поток с плоскими живыми сечениями.

В указанном случае удобно пользонаться цилиндрическими коордиватами *г*. *θ*, *z*. В случае осесимметричной задачи координата *ч* исключается, и движение жидкости можно рассматривать в любой плоскости *г. z*, *т. с.* имеем двухмерную, но не призматическую задачу.

Аналогично выводу дифференциального уравнения неравномерного звижения в декартовых координатах [1], в данной постановке можно получить уравнение:

$$\frac{de}{dr} = \frac{I_0 - \frac{Q}{\omega^2 C^2 R} \left(1 - \frac{a C^2 R}{g \omega} \frac{d\omega}{dr}\right)}{1 - \frac{a Q^2}{g \omega} \cdot \frac{d\omega}{\sigma r}},$$
(1)

где h—глубина потокя; r—раднус произвольного живого сечения от оси: i_a—геометрический уклон русла; Q—расход: «—площадь живого сечения: R—гидравлический раднус; C—коэффициент Шези: «—коэффициент кинетической энергии; g—ускорение силы тяжести.

О. Ф. Васильевым [2] дается преобразование уравления (1) без учета влияния боковых степок русла. Принимая предположение, что гидравлическими потерями при построении кривых свободной поверхности можно пренебречь, для случая идеальной жилкости и при t_0 О им получено аналитическое решение уравнения (1). Следует отметить, что указанный результат дегко может быть получен неносредственно из уравнения Бернулли, а учет гидравлических иотерь имеет сущест венное значение при построении кривых свободной поверхности.

Рассмотрим решение поставленной зацачи с учетом влияния диа и боковых стенок русла.

В принятой нами схеме (рис. 1). 3 ти м з

$$m = 3rh; \quad \chi = pr + 2h; \quad R = \frac{3rh}{3r + 2h} = \frac{h}{1 + \frac{2h}{3r}}$$

Обозначим $q = Q_{13}$,

где — центральный угол; у смоченный нериметр; у—расход, соответствующий углу и один радиан.



Puc. 1.

Принимая коэффициент Шези по формуле Павловского [1]

$$C = -\frac{1}{n} R^{y}.$$

где и-коэффициент шероховатости стенок русла: у-ноказатель, получим

$$\frac{dh}{dr} = \frac{i_0 - \frac{1}{gr^2h^3} \left[\frac{gn^3}{\sigma h^{2y}} \left(1 + \frac{2h}{3r} \right)^{2y-1} - \frac{h}{r} \right]}{1 - \frac{2q^3}{r}}$$
(2)

или, исходя из выряжения для критической глубины (h_F),

$$\frac{dh}{dr} = \frac{\left(\frac{h_k}{h}\right)^3 \left[\frac{gn^2}{2h^2y}\left(1+\frac{2h}{3r}\right)^{2y-1} - \frac{h}{r}\right]}{1-\left(\frac{h_k}{h}\right)^3}$$

В. Б. Дульнев [3] и В. М. Овсенян [4] дали метод исследования возможных форм кривых свободной понерхности в непризматических руслах, который внолие приемлем для данной задачи.

Глубина, при которой числитель дифференциального уравнения обращается в пуль. В. В. Дульнев называет граничной, а В. М. Овсеиян-экстремальной.

Эта глубина в данной задаче определяется из условия

К построению кривых спойодной поверхности

$$k_{s} = \frac{aq^{2}}{gr^{2}h_{s}^{3}} \left[\frac{gn^{2}}{ah_{s}^{2y}} \left(1 + \frac{2h}{3r} \right)^{2y+1} - \frac{h_{s}}{r} \right] = 0.$$
(4)

Приближенные метолы интегрирования уравнения (2) грудоемки в не приводят к простым заявсимостям. Численно уравнение (2) легко интегрируется на ЭЦВМ или методом конечных разностей.

Нами рассмотрен ряд случаев построения кривых свободной поперхности путем решения уравнения (2) на ЭЦВМ методом Рунге-Кутта с автоматическим выбором шага и с гочностью расчета глубним в 0,01 л.я. Для построения этих кривых в качестве исходных данных ваяты нараметры из экспериментов, проведенных на лабораторных установках Показатель у определен по кратков формуле Павловского, в коэффициент шероховатости принят *n* 0,009, что и рекомендуется в [1] для весьма тщательно строганных досок.

Нами сделана экспериментальная проверка точности кривых свободной поверхности, полученных теоретическим путем. Экспериментальпач установка при первой серии опытов (13 опытов) представляла собой открытый расширяющийся лоток с постоянным уклопом, изготовленный из тщательно строганных досок. На рис. 1 даются схема и размеры установки. При проведении экспериментов были измерсны коорливаты кривых свободной новерхности для нескольких характерных случаев уклона диа и для серии расходов. Кроме этого, устанавливалось место гидравлического прыжка. Расход измерялся с помощью треупольного водослива, глубина воды в лотке измерялась с помощью мерной иглы с точностью в 0,1 м.

Из всех кривых снободной поверхности, полученных теоретическим (h_{un}) путями, на рис. 2 представлены четыре привые для характерных уклонов. Там же даются кривые критических глубин (h_k), а для опытов № 1 и 8 приведены и кривые граничвых (экстремальных) глубии (h_s).

В опытах № 1 и 5 в начальном сечении ($r_n = 5, 1, u$) имеем критическую глубину, что в используется как начальное условие при интегрировании уравнения (2), а в опытах № 8 и 9 кривые свободной поверхности строятся от начальной глубины (при $r_n = 5, 1, u$), измеряемой опытным путем.

В опытах № 1 и 5 на расстоянии г_{ир} имеем гидравлический прижок (в этих случаях теоретические кривые спободной поверхности имсют смысл до сечения начала гидравлического прижка).

Как показывает анализ результатов рассмотренной серии опытов в теоретических расчетов, отклонение теоретических глубиц от опытных исбольшое. Среднеквадратичные отклонения колеблются в пределах з ~4-12% от среднего значения глубин данной кривой свободной ноперхности.

Вторая экспериментальная установка представляла суживаюшесся или расширяющееся русло с хорошо оштукатуренным бетонным горизонтальным дном и размерами: I 1.9 м; B_и = 970 мм; B_{ков} мм (при расширении значения B_и и B_{ков} меняются местами).

35

Центральный угол довольно большой (3=0,334) и движение нельзя рассматривать плавкоизменяющимся с плоскими живыми сечениями.

Для предотвращения появления отрыва струи на месте расширния русла, был осуществлен плавный подход потока к этому участи Анализ результатов этой серин опытов (8 опытов) показал лучии совпадение теоретических и опытных данных (1 – 1,4 – 1,1%).



Рис 2.

Следуст учесть, что измеряемые глубины находились в пределах нескольких сантиметров, а большие относительные онноки имелиси при малых глубинах потока, и, надо полагать, что в изтурных условиях т. е. при больших глубинах, относительные отклонения будут еще меньше. Такое совпадение теоретических и экспериментальных кривы свободной поверхности можно считать удовлетворительным, учиты также погрешности в измерениях других нараметров потока.

Нами построены гакже кривые свободных новерхностей без учет гидравлических потерь, одна из них (h_{70}) приведена на рис. 2 (дая опыта № 5). При этом относительное отклонение глубии составляю 20—30%, а в некоторых случаях получаются разные по характеру кри выс.

Выводы

і При рассмотренни неравномерного движения жидкости в прячоутольных расширяющихся и суживающихся руслах, шарина которых но путя наменяется по линейному закону, принятие потока с радиальозми лициями тока и цилиндрическими жиными сечениями лучше отражает реальную картину движения, чем плавноизменяющийся поток с плоскими живыми сечениями.

 Дифференциальное уравнение перавномерного движения упроящется и легко подлается численному интегрированию при использоваани цилиндрических координат.

 Как показывает лабораторная экспериментальная проверка, предложенный гидравлический метод построения кривых своболной поверхцости в непризматических руслах не голько прост, но и обеспечивает лостаточную точность.

4. При малых углах расширения учет полиндричности сечения еслествению дает небольшой выигрыш в гочности. Однако, преимуществои предлагаемого метода является возможность точного расчета и при больших углах, встречающихся при сужении русла и в залаче растекаиия кругаон вертикальной струи при встрече се с конической новерхчостью [5].

5. При построении кривых свободной поверхности в непризматических руслах неучет гидравлических потерь не голько приводит к большим количественным опибкам по и, в отдельных случаях, к ренультатам, качественно отличающимся от реальной картаны движения.

Ерин им К Маркса.

Hoetynn.to 19. V1. 1972.

Վ. 🔄 ԹՈՐԲՈւջեԱՆ-

ид-мердицким дарьверные идих польстыдарьные кнеберь кольяные церкносты,

Ամվես վետ եսք

հինկով ոչ-պիիզմատիկ Յուսերում ջրի շարժման զիֆերենդիալ հավաշարուժից (1), Յողվածում մացվում է կողմնամին պատերի և Հատակի աղդեցությունը։ Տրված է այդ Հավաստրման Ատաղստումը և մեջենայական ինանդրումը։

ատարված ևն երկու սերիայի լարորատոր փորձեր, օրոնց միջոցով տոուցված է տեսականորեն կառույված աղստ մակերեույքի կորերի շշտուիունը Վերլուծությունը ցույց է ավել, որ աղատ մակերևույքների տեսական փորձնական կորրդինատները թի։ են աարբերվում միմյանցից և Տոդվածում առատարկվող մեքոգը կարող է դործնական կիրառուքյուն դանել։

ЛИГЕРАТУРА

1. Чертоусов М. Д. Гидравлика, свешиальный хурс. 1962.

- Васильса О. Ф. Гидравлический прыжок и растекание потока в расширяющемся русле ДАН СССР, т. 106, 1956.
- 3 Дульнев В Б. Установнишееся перовномерное линжение жилкости в открытых пепризматических руслах оданной формы. IAII AII СССР. 96. № 4, 1954
- Овсепян В. М. Возможные формы кривых свободной новерхности в непризмятических руслах. Сборинк научных трудов ЕрПИ, № 9, 1955. Ереван.
- Токмаджан В. О. Растеквние круглой вертикальной струи при встрече ее с коми ческой поверхностью. Сборвик научных трудов. ЕрПИ, № 26, 1973, Еревли.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՅՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԳԵՄԻԱՅԻ ՏԵՎԵՒԱԳԻՐ ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ CCP

Shinkhuhuh qhuanp. ukrima XXVI, No. 3, 1973, Серия технических наук

ГИДРАВЛИКА

Т. Г. КОЛЧАЯН, А. М. ГАСПАРЯН, Р. Е. АКОНЯН, Н. С. ИКАРЯН

О КРИТИЧЕСКИХ СКОРОСТЯХ, РАСХОДНОЛ И ДЕИСТВИТЕЛЬНОЙ КОНЦЕНТРАНИЯХ И ПОТЕРЯХ НА трение при движении взвесенесущих потоков по горизонтальным трубам.

В [1] было показано, что критическая скорость гидросмеси может быть пиределена по формуле

$$v_{ep} = \frac{v_0}{(1-\epsilon)},\tag{1}$$

гае го-скорость чистой воды в расходе гидросмеси, отнессиная к нолному сечению трубопровода: с-расходная концентрация твердой фазы. Поскольку 2, в свою очередь является функцией диаметра трубопровода D и характеристики частиц твердой фазы, то для нахожления сиязи между этими величинами и го И. попутно, для исследования потерь напора на трение были проведены экспериментальные работы, результаты которых приведены в настоящей статье.



Pac. 1.

На установке (рис. 1), состоящей из двух монжусов, объемом по 150 л каждый, исследовались гидросмеси с кварцевым песком, маршалитом, слиноземом и хвостами Каджаранской горно-обогатительной фабрики. Средняя величина частиц менялась от 0,028 до 0,25 лл., объемная концентрация гидросмеси от 5 до 35%, а скорость потока от 0,1 до 3 Испытывались трубопроводы диаметрами 12 -7,15; 11, 24; 37 лл.

Подачей воды в монжус 1⁴ производилось выдавливание насты по его центральной трубке. На выходе из монжуса, в специальном смесигеле 8, подачей воды производилось разбавление насты до желаемой концентрации. Получениая суспеция двигалась далее по трубе и понадала в монжус 1⁶. В процессе эксперимента измерялись:

а) скорость подросмеся и в се объемная расходная концентрация с (взятием пробы на выходе из трубопровода):

б) потери напора на трение в точках, отстоящих друг от друга на расстоянии 50 сл. (с помощью дифференциального манометра);

в) действительная объемная концентрация з (одновременным закрытием имеющихся на грубе специальных пробковых кранов 10⁴ и 10⁴, изготовленных так, что их проходное сечение точно совпадало бы с сечением трубы).

Солержаннийся в отрезке трубы между кранами и в одном из кранон песок извлекался, нысущивался, взвешивался и величниа определялась как

(2)



 $\varphi = \frac{G_r}{r_r V_m}.$

Рис. 2.

Трубопровол с *D*_{вп} 69 жм испытывался на установке (рис. 2), тредставляющей собой замкнутое на центробежный насос *I* кольцо, во которому циркулировала пульна. Скорость движения суспензии из-1. грубкой Вентури 3. Установка имела вставку из органического стекла, позволяющую следить за наличием осадка в трубопроводе. Действительная концентрация с определялась объемом системы и количеством загруженного ческа, расходная концентрация с взятием пробиотборника во время работы установки. Скорость суспевзии, проходящей через испытательный участок *I* – 2, регулировалась кранами 9 и 10.

Сначала производились эксперименты с суспенлиями малых конвентраций, затем концентрацию увеличивали добавлением необходимого количества песка через воронку 11. При работе на больших концентраниях (25—30% объемных) для исключения забивка труб и насоса при остановке системы, предусмотрена была промежуточная емкость 4. Перед остановкой системы, регулируя кранами 5. б и 7, часть суспениии циркулировала через смкость 4, в которой происходило осаждение твердых частиц и уменьшалась их концентрация в трубопроводе.

Результаты экспериментов, проведенных на установках по рис. рис 1, 2 обрабатывались в серин кривых i - f(v) по методу, предложенному в [3]. Результаты обработки показали, что, начиная с некопорых значений: v для каждой из постоянных концентраций, опытные точки хорошо сходятся с кривой для чистой воды (рис. 3). Рассмотревне серии кривых показывает, что независимо от размеров частиц и анаметров труб, кривые идентичны Для каждой концентрации в грубопроводе существует определения скорость, выше которой потери напора для чистой воды и суспендии равны. Это—кратическая скорость $v_{\rm xp}$ для данной концентрации в данном трубопроводе. и соответствующие им i приведены в таблянах 1 : 4.



Математическая обработка данных экспериментов с помощью ЭВМ привела к следующему выражению

$$v_0 = 30.8C_0 (D d)^{-3} \operatorname{Re}_0^{-0}$$
(3)

-11

Таблица 1

Квариевый несок фракция-0.25+0.2 ля

Объемная конц. тв.	Percu	т.ж	u _{sp} в pax	и сел тру	e npi 6 /)	вид н (. u.u .)	мет)	р дна в	в с.ж істра	eyer x tpy	ал 6 D (при .м.ч.
क्वैत्वडान ह	0 2, 6.43	1 • 11	7+15	14	24	37	69	7,15	14	24	37	1.9
0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35	1+082 8+161 1+246 1+328 1+410 1+492 1+574	$1 : 7 \cdot 15$ $1 : 3 \cdot 40$ $1 : 2 \cdot 12$ $1 : 1 \cdot 51$ $1 : 4 \cdot 51$ $1 : 4 \cdot 13$ $1 : 0 \cdot 88$ $1 : 0 \cdot 705$	0+96 1+01 1+15 1+25	1 • 30 1 • 35 1 • 15 1 • 55 1 • 70 1 • 80 1 • 90	1+67 1+77 2+02	1+82 1+95 2+05 2+33	2 • 10 2 • 22 2 • 37 2 • 85	21 -5 26 -5 28 -0 33 -5	15.0 16.0 18.0 20.2 23.5 23.7 28.8	10.4 11.6 14.6	8+1 9+5 10+5 13-3	6.0 6.3 7.3

Таблица 2

Маршали d_{ср}=0.028 .и.и

	Prout T N		D 3	-53 .w.u	D .7.15 .0.0		
	n 5b.5%a	1 1 215	Сьр в.ч сек	E CALEVER.A	е _{кр} и <i>м тек</i>	в сли суси. л	
0+10 0+20 0+25 0+30	1 • 164 1 • 328 1 • 110 1 • 192	1 : 3 : 40 1 : 1 : 51 1 : 1 : 13 1 : 0 · 88	0+75 0+84 0490 0495	19 27 31 35	0.80 0.90 1.05	16.0 19.5 25.5	

Таблица З

l'annoisem dep 0,042 au

	0		D=1	4 . <i>H.M</i>	
÷.,	п грама	1 1 715	ekti B u r. K	lup c.M. cych. M	в грусиз
0+05 0+10 0+15	1+125 1+125 1+375	1+5+42 1+2+57 1+1+62	1 -20 [-30 -40	13 15 17	3-5

Tab.mga 1

Хвосты Калжаранской обогатительной фабряки

			D = 69							
ž	Server .	Т : Ж	Pap n .M/	сек при д	(h.n.n)	BE B C.M.C.	уса. м при	(.)/.)(
	režen		0+135	0.17	0+246	0+135	0+17	0+246		
0+10 0+15 0+20	1+161 1+246 1+328	1 : 3 : 10 1 : 2 : 12 1 : 1 : 51	2.0	1+95 	2514 2534	6.2	5.8 7.0	7.0 7.8		

гле C_0 —гидравлическая крупность частним, $\mathrm{Re}_0 = C_0 d < \cdots$ кинематическая вязкость воды

Бопоставление значений о₀, полученных экспериментально и нычисленных по (3), произведено и табл. 5, п. как видно, оно удовлетворительное. Поэтому формуля (3) может быть рекомендована для практаческих расчетов.

Te	uí)	IJ	a	ιţι	E d
 _			_		_

1) N.N. 11	d B-acie	U .V (êK	n . <i>u rek</i>	Процент отклонения	Примечание
7,15 14.0 24.0 37.0 69.0 69.0 69.0	0+195 0+195 0+195 0+195 0+195 0+195 0+170 0+246	0.9] 1.23 1.50 1.74 2.00 1.75 1.85	1+00 1+24 1+44 1+65 1+99 1+70 1+83	-1 10.50 -4.32 -5.17 -0.51 -3.14 -1.35	Данные авторон
100+0 202+0	0+100 0+250	1+98 2-53	1+99 2+55	0,50 0,79	Ланные Карасика и Асаузенко [6]
614+0 800+0 306+0	0,280 0,280 0,420	3+29 3+74 2+90	3+52 4+05 2+78	7,90 - -7,55 4,13	Данные Кобсоника и Войтенко [11]

В литературе [4:41] предложено несколько видов зависимости $r - \varphi(z, v)$. Однако, при использования той или вной зависимости наблюдается противоречие в результатах. Так, нами произведен расчет для конкретного случая при z = 0.122, D = 202 мм и $d_{ep} = 0.28$ мм. При чим но данным [11] $v_{ep} = 2.91$ м сек

Результаты расчета при с и_{кр} 0.5 - 3.0 приведены на рис. 4. Там же приведены результаты наших измерсний (кригая 6). Как видно из



Рис. 4. Зависимость «/ę от v/v_{кр} по данным: I—Роера [4]: 2-Карасика [5]: 3-Силина [7]: 4-Карасика и Асауленко [6]: 5-Юфица [8]; 6-авторов.

43

рис. 4, результаты, полученные по формулам различных авторов, противоречивые. Это указывает на необходимость дальнейшего изучения зависимости з э(г. г).

Наши эксперименты показали, что при малых скоростях величина действительной концентрации у намного чревышает величину з. С увеличением скорости – уменьшается, приближаясь к з, и при скорости выр, когли все частицы переходят во извешенное состояние, а потери напора тля чистой жидкости и гидросмеси становятся ранными, приравниваются также значения – и з.

На основании экспериментальных данных востроена графическая зависимость *a* or *v_{ep}* (рис. 5). Величина *v_{ep}* рассчитывалась по (1).



Значения для кварцевого неска, маршалита и глинозема взяты из [1]. Как видно из рис. 5. в докритической области ($v v_{xp} = 0.9$), независимо от D, между $z > n - v_{xp}$ имсо ся линенвая зависимость вида

$$z/p = 0.113 - 0.97 v_{\rm b}.$$
 (4)

Нри $v = v_{e_1}$ становится равным елинице. Область 0,9 $v = v_{ep} < 1$, видимо, переходная —происходит то выпадение частип в осадок, то размыв осадка.

Таким образом, практическое различне между расходной и действительной концентрациями имеет место лишь при скоростях и икр. а при изетика то минимальное значение и икр. при котором при данной концентрации в произойдет лабивка грубопровода, т. с. действительная концентрация в грубе стапет равной концентрации рахлого осадка.

Обобщая результаты исследований по горизонтальному и пертикальному [2] потокам, можно сказать, что для безосалочного двяжения суспензии, независимо от направления двяжения, гидравлический уклон гранспортируемой суспензии числению равен гидравлическому уклону при двяжении чистой воды. Следовательно, потеон напора на трение потока суспензии (со скоростью $v = v_{sp}$) следует рассчитынать по формуле Дарси-Венсбаха.

Таким образом, результаты проведенных эксисриментов, вопреки мнению многих авторов [8, 12, 13, 14 и др.] указывают на вриемлемость иредложенной Кнорозом [3] зависимости вида *i* — ⁷⁰ в широких пределах изменения объемной концентрации гидросмеся (от 5 до 35%) при скоростях – *v* = *v*_{sp}

Ниститул органической химпи АН Арм. ССР Տ. Գ. ԿՈԼՉԱՅԱՆ, Ա. Մ. ԳԱՍԳՈՐՅԱՆ, Ռ. Ե. ՀՍԿՈՐՅԱՆ, Ն. Η. ԻՅԱՐՅԱՆ

սբիջիկացան ԱՐԱԳՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԸ, ԻՐԱԿԱՆ ՈՒ ԵԼՔԱՅԻՆ ԿՈՆՑԵՆՏՐԱՑԻԱՆԵՐԸ ԵՎ ՃՆՇՄԱՆ ԿՈՐՈՒՍՏՆԵՐԸ ՀՈՐԻԶՈՆԱԿՍՆ ԽՈՂՈՎԱԿՆԵՐՈՒՄ ՀԻԳՐՈԽԱՈՒՆՈՒՐԳԻ ՇԱՐԺՄԱՆ ԺԱՈԱՆԱԿ

Ամփոփում

Կատարված է Նախկինում [1] առաջարկված (1) կապակցութքյան Տեսադա հատղոտում, Նպատակ անհնուլով դանել չեր որոշման բանաձեր։ Փործերի փման վրա առաջարկված է (2) կապակցութքյանը։

Փորձնոր կատարված են սուսպենդիայի չարժման ժամանակ չ-ի և .-ի միջն հղած կապը բացաչայտնյա նպատական Պարզվել է, որ ելջային և իրական կոնցենտրատիաններ միջն գործնականորին տարրերություն կա միայն պայմանի ասկայություն գնպրում, իսկ գնպրում շ... Մինչկրիտիկական (ո ver≪0,9) տիրայինի համար առաջարկված է (4) էմպիրիկ կապը։

_որիդոնական և ուղղաձիդ խողովակներում չփման կորուստների ուսումհասիրումը և ստացված արզյունենրթի չամագրումը ցույց է արվել, որ հատվածքի բացակայության դևպրում շփման կորուստները թեվապես Հավասար են հույն խողովակում նույն աբազությամբ շարժվող մարուր ջրի շփման կորուստներին։

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гаспарян А. М., Колчаян Т. Г., Икарян Н. С., ДАН Арм. ССР., т. ХЕVИ, № 5, 1958.
- 2 Гаспарян 4 М., Колчаям Т. Г., Икарин Н. С. «Штестит АН Анм. ССР (серия 1. Ш.) -, 1. XXII № 3, 1969.
- 3. Кнороз В. С. «Известия ВИНИГ им. Веденсева», 1911. т. 30.
- Роср Г. Н. «Евдротехническое строительство», № 8, 1948.
- 6 Каралия В. М. В. ян. «Дослідження з разрахунки з годравліки за годротехники Вид-ви АН УРСР, Киев, 1962
- 6 Каросик В. М., Цайленка И. .1. Напорный гидрогранскорт несчаных материндов. Киев, 1966.
- Силик И. Ц., Пащевко И. 4. Очеретько В. Ф. Гидротехника и гидромекзинка. Киса, 1964.
- Юфия 1. П. Напорный гидротранспорт. Госупертонздат, 1950; «Изоестия АН СССР. ОТН., № 8, 1949.
- 9 Климентов И «Гидротехническое строительство», № 11, 1953.
- 10 Девентьев М. Панестия BHI1111 им. Велентева», № 36, № 38 1948.
- 11 Коберник С. Г. Войтемко В. И. Напоршай сидротранспорт хвостой горно-обога тительных хомбинатов. Киев, 1967.
- 12. Мальцев М. В. Данжение неоднородных жилкостей, пыв. 15, 31. М., 1963,
- 13 Гарюнов С. И Способ приближенного расчета напорного тидрогранспорта несвя ных груптов. Госянерговздат, М. 1955.
- 14 Durand R., Condollos F. Экспериментальное исслетоназине напорного гиарогранспорта, S. H. F., июнь, 1952.

20.3500.5002 Эреприяльный прочение сор Известия академии наук армянской сср

Shladhudhud alamarp, alasha XXVI, No. 3, 1973

Серия технических науы

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

В. В. АТОЯН, Э. Я. ТКАЧЕНКО, Л. П. ПАХЛЕВАНИЧ

СКЛЕНВАЮЩАЯ ПАСТА С ФЕРРОМАГНИТНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ ДЛЯ СТЫКОВЫХ МАГНИТОПРОВОДОВ

Наличие залора между стыкующимися поверхностями стыковых магнитопроводов, в частности, пространственных магнитоприводов силовых трансформаторов, приводит к резкому увеличению гока холосгого хода и к снижению механической прочности конструкции магнитопровода. В достаточной степени удается синзить вредное влияние этих факторов путем применения специальной скленизкощей пасты с ферромагнитным наполнителем.

В данной статье рассматривается вопрос выбора ферроматнитного наполнителя.

Магнитная пронинаемость насты предопределяется количеством и гином ферромагнитного наполнителя. Кроме того, нужно учитывать гребования технологичности напесения пасты на скленваемые поверхности (оптимальная вязкость) и необходимость обеспечения достаточно высокого электросопротивления клеевого шва.

Был исследован ряд составов пасты с наполнителем на разных порошков: пермендюра (К 35), распыленного чистого разданского и на карбонильного железа, восстановленного железя-нж.

Магнитная проницаемость пасты измерялась с помощью витого разрезного сердечника, изготовленного из стали МбХ, с толщиной листов 0,35 мм. После разрезки была сията коявая намагничивания сердечника в переменном поле частотой 50 в координатах $B_{\rm max}$ Стыки разрезанного магнитопровода были тщательно обработаны и чих установлены калибрующие зазор (≈ 1 мм) иланка из гетинаксв (рис 1). После нанесения клея магнитопровод стятивался специальным винтовым устройством и отправлялся на нолимеризацию.

При намативчивания склеенного магнитопровода переменным гоком имсем соотношения:

$$hw = H_{\star}t_{\star} - H_{\perp}t_{\star}$$

где H_a —напря кенность поля в неразрезанном сердечнике ири заланвой индукции, $a \in a$; B индукция в магнитопроводе, m.t; длина визора, c.m; w—число витков намагничивающей обмотки; f—частота, ги; M—коэффициент взаимонидукции катушки взаимонидуктивности, ги; i длина средней липпи сердечника, c.m; $E_{\rm ср}$ —показания вольтметра средних значений на вторичной обмотке катушки взаимонидуктивности, s.



Рис. 1. Схема намагничникований цени и смерительного устровства: 1—калибрующие рамки; 2—магнизопровод; ?-катушка взаимонидуктивности; 1— намагничивающая обмотка.

Погреннюєть измерений цесь, в основном, обусловлена погрешностью определения глины зазора в появленнем воздушных включений в некоторых случаях при полимеризации. Проверка показала, что целесообразнее измерения проводить в неполимеризованном состоянии клея. При этом разница в результатах оказывается небольшой.

В целях определения зависимости пропицаемости насты от содержания в ней ферромагивтного цаполнителя было опробовано 4 состава с распыленным порошком пермендюра фракции менее 100 лк. Восовые характеристики этих составов приведены в табл. 1. Поскольку,

Taō.mua 1

Компоненты	Номер рецелта							
	2	3	a[5				
Смола, вуд Ферромагнетик, п. % Расчетные значения И., V., п. %, в 2004	24+5 75-5 30+0 2+30	20+6 79+4 35+6 2+55	16+5 83+5 42+4 2+90	14.5 85.5 44.7 3.12				

Содержание смолы и ферромагнитного порошка и магнитнам пропинаемость различных составов

в консчном птоге, проинцаемость смеен связующего и наполнителя определяется объемными соотношениями, го представляет интерес расчет объемного содержания ферромагнетика в составе Если предноложить, что ферромагнетик полностью смачивается связующим и при их смешивании удается избежать образования воздушных включений, то

$$\frac{V_{s}}{V_{b}} = \frac{1}{1 \pm \frac{G_{c} d_{s}}{G_{1} d_{s}}} \cdot 100 \ \gamma_{b}, \qquad (2)$$

где G_{c} — весовое содержание связующего; G_{c} — весовое содержание наполнителя; d_{c} — удельный вес наполнителя; d_{c} —удельный вес связующего; V_{u} объем наполнителя; V_{k} — объем смеси,

В табл. 1. приведены вычисленные но формуле (2) значения V_{μ} V_{k} и величниы магнитной проинцаемости пасты (y_{k}) при индукции 1.5 *т.г.* График зависимости Igg_k от содержания в насте ферромагнитного наполнителя (порошок пермендюра размерами частиц менее 100 *чк*) приведен на рис 2. Этог график в пределах V_{μ} V_{k} =30 : 40 % аппрокеммируется зависимостью



 $\underline{I_{200k}} = 0.36 \quad 0.0086 \left(100 \cdot \frac{V_{0}}{V_{k}} - 30\right).$

Рис. 2 График написимити и диж от процента содер жания и пасте пермендюра (К--35). ВКІ мк

Результаты измерения пропицаемости смесей с разными типами наполнителей приведены в табл. 2. Из этой таблицы видно, что по магнитным свойствам к порошку К-35 ближе подходит разлавское распы-

Таблица 2

Магнитная	пропоциемость наст с разла	навын тинами
	ферромагантного наполните	818

Марка порошка	пж	Карбониль- нос железо) азданское железі — 100 <i>мк</i>	Пермендюр (К-35) 100 <i>.</i> мк
Проницаемасть при В 1.5 <i>тл</i>	[-(詳]	2+00	2.66	2+90

ленное железо. Исходя из этого, оно было рекомендовано для применения в серип трансформаторов со стыковыми пространственными магнитопроводами.

Для определения приемлемого фракционного состава разданского железа определена проинцаемость смесей с размерами гранул менее: 100 мк, 60 мк, 40 мк. Результаты этих испытаний, приведенные в

Таблица З

Размер	—40 .wк	- 60 .uk	-100 JIK
Проннцаемость	2.6.	2,55	2.66

Магнитная проницаемссть наст с различным размером гранул разданского железа

табл. З, показывают, что размер гранул в указанных пределах практически не влияет на проницаемость насты. Однако, при испытаниях васт в изделиях оказалось, что при размерах гранул чорошка более 40 мк имеет место замыкание между стыкующимися повеохностями ярм и стержней, что приводит к возрастанию потерь холостого хода трансформаторов.

Указащое явление, в отдельных случаях, имело место и с порошком - 40 мк, поэтому был опробовав фосфатированные порошок — 40 мк Испытание этого порошка дало удовлетворительные результаты. Наряду с определением магнитных свойств, были проведены механические испытания клеевых швов на сданг и разрыя. Для определения прочноств на сданг применялись пластины размером 20×150 им, толициюй 1,5=2 мм. Чтобы обеспечить достоверность результатов, несколько склеенных образцов с определенным усилием зажималось в специальном приспособлении и затем подвергалось полимеризация (рис. 3). Образцы для определения прочности на разрыя (рис. 4) собярались из



r

Рис. 3. Кассета для зажима склеенимх образцов. 4. ТН № 3



Рис 4. Образец для вспытания пасты на разрыв: 7-слоя насты; 2-сварной шов.

пластии электротехнической стали толщиной 0,35 мм, имитируя стык магнитопровода.

Испытания образнов с разданским фосфатированным железом -40 мк ноказали результаты: прочность на слвиг 160 180 кГ/см², прочность на разрыв 250-300 кГ/см², удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к клеевым шиам трансформаторов. Отметим, что применение насты с разданским железом в опытио-промышлениюй серин трансформаторов (30 шт.) мощностью 250 ква привело к снижению потерь холостого хода на 1% в снижению тока холостого хода на 14%.

Выводы

 Исследование различных составов склеивающих наст с ферромагнитным наполнителем показало, что онтимальным является состав, содержащий 57,6 объемных частей эпоксидной смолы и 42,4 части фосфатированного порошка разданского железа фракции — 10 мк.

 Применение указанной пасты для склейки стыкоа пространственных трансформаторов снижает потери и ток холостого хода соответственно на 4 и 14%.

Hocrymento 20 X 1972

Վ. վ. ԱԹՈՅԱՆ, Է. Լ. ՏԿԱՉԵԵՍՈ, Լ. Ի, ՓԱՀԼԵԼԱՆՅԱՆ

ՖԵՌՈՄԱԳՆԻՍԱՏԻՆ ԼՑԱՆՅՈՒԹՈՎ ՍՈՍՆՉՈՂ ՄԱԾՈՒԿ ՀԱՄԱԿՑՈՂ ՄԱԳՆԻՍԱԼԱԲԵՐԻ ՀԱՄԱԲ

Ամվողիում

Հնտազոտվել է սոսնձող մածուկի մազնիսական խափանցելիության կախվածությունը լպատված և ֆոսֆորացված ֆեռոմազնիսային լցանյութի պարունակությունից, նրա տեսակից և Հատիկների լափերից։ Հայտնաբերված է մածուկի օպտիմալ թաղագրությունը՝ կազմված 57.6 ծավալային մաս էպոջսիզային խեժից և 42,4 ծավալային մաս Հրազգանի երկաքի ֆոսֆատացված փոշու—40 միկրոն ֆրակցիայից, որը 250 կվա Հզորության արանաֆորմատորի կորուստները և պարապրության ցքի Հոսանջը նվագեցնում է Համապատասխանաբար 4 և 11 առկոսով, Կատարված են միակցվող կարանների սաշին և կարման մեխանիկական Հետազոտություններ նշված մածունի օգտագործմամբ և Համապատասխանաբար ստացվել են 160—180 և 250— 300 կզ/ավ- ամրություններ, որոնք թավարարում են արանսֆորմատորների սոսնձային կարաններին ներկայացվող պաՀանջներին,

 50°

$Y_{41}K = 62 - 231 = 221 + 62 - 234 + 62 - 514 = 2$

Об скінам метале зажены поступательных пар оращательными в некопрых кулисно-рычажных нехачизнах Шахбатян К. Х., Джаганнанын Д. А. «Изнестия АН Ары ССР (серия Т. И.)», т. ХХVI, № 3, 1973, 3-7.

Дается метод, с понощью которого некоторые меляннимы с поступательными пярами для воспроизредения хривых четвертого порядка можно тайснить механизмами, состоящими из нар пращения и воспроизводящими и и кравые При лом число цельси чеханизма уменьшлется на два

Han. 3. Buda, 2 main.

MZIK 621,833.6

Сочетание синусного меканизма с плачетарным механизмом для доспроизнечения приближенно равномерного снижения Мартчан Л Б «Пласстия АН Арм ССР (серия Т. Н.14, т. XXVI, № 3, 1973, 8-13).

В работе спроектировки механиты приближенио-разничерного дважения, сочетающий сипусный и планстарный механизмы

Определены пирвметры синтетируемого мехлиязма для осуществления приближение-равномерного движения ведомого звена спиусного механизма. При пом обеспочновется мнизмально возможная величила максималь ного отклонении скорости на надалном интервале хода ведомого наева Пла. І. Биба 5 пада

YJIK 691 313.333 : 62--752

О зависамости спектра вибрации от форм Осфектов осинхронного инигродонентеля Брониян Я. С. Лемиряян К. С., Шхутер С. Л. «Известян АН Арм. ССР (серия Т. Н.)», т. XXVI, № 3, 1973, 14-17.

Дается вывод общей зависимости вращающихся векторов инорания от форм дефектов и силового поля эснихрояного электродангателя, необходимой для ввороднагностики тел одогвческих Дефектов Применен авпарат комплексиото Фурьс-преобрадования

Нал 1. Библ 3 назв.

YAK 621.311 519.47

Іпализический леток) точныго рисчета чистных произножных параметров режима электрической системы. Ампракан Р. А. «Известия» $-\Lambda H$ Apu. CCP (cepas T. II 18, 7 XXVI, Nº 3 1973, 18-23

Илингистся методика точного расчета частичных протиондинах от потерь монности, обеспользовала меньшее число вычислительных операции. чем существующие адугие алгоритым Получаются значения производных. которые могут быть использованы и элтамах по онтимизации режимов пергосистем с учетом потерь, активной мощнести.

Табл. 2 Бябл. 2 позв.

Y/IE 621.311

в исследованиям сходимость исерации в расчетах истоновившихся зантрических режимов сперемастем. Оксузан 11 А «Панестан Alf Apa CCP (серия Т. H.)», 1 XXVI № 3, 1973, 24-27

На примере одной объединенной системы, принеденной в висьминытие нику, рассматриваются некоторые факторы вличношие на слодимость втерационных процессов в расчетах установнинихся электрических режимоя эксргосистем.

Дается критерия сходимости итерации системы нелинейных уравнений

Таол. З. Библ. 2 назв.

MIK 621.3.035.2 | 621.359.482

Сверхвысокочастотные фотоумножитела со скоростной модуляцией электронного потоко, Гулгазарян К. А «Пэвестия АН Арм. ССР (серяк Т. 11)», т. XXVI, № 3, 1973, 28—32.

Произвелен анализ системы молулирующих электродов состоящей из фотохитола, ускоряющего электрода в отескающей сетки, но постоянному току соединенной с фотокатодом. Приведены конструкции с.в.ч. фотоумножителей с модулянией потещиная фотокатода в отсехающей сетки. Конструкции отличаются предельной простотой, широким дианазоном молули рующих частот (0÷1000 Мгц) и малыми модулирующими напряжениями.

Нал. 4. Библ. 3 наля.

УДК 627 152.12+551.481.212+517.91

К построению криных свобидной подерхицсти в непризматических русзах. Токмаджин В. О. Плиестия АН Арм. ССР. (серия Т. Н.)», т. XXVI. № 3, 1973. 33--38.

Предложен метод востроения кривых свободной новерхности в непризматических руслах, основанный на численном интегрирования дифференцияльного ураниения движения, представленного в нилиндрических координатах, с учетом влияния дна и обковых стенок русла. Произведена лабораторияя проверка предлагаемого метода, которая дала хорошую сходимость теоретических в экспериментальных результатов

Иля, 2. Библ. 5 позв.

N/IK 621.643/646+532.5.011.18+532.529.2

О критических скоростях, расходной и действительной концентрациях и потерях на трение при дважении взоссенесущих потоков по соразок тальным грубам. Колчаян 1. Г., Гаспарян А. М., Аковян Р. Е., Икаран 11. С. «Известня АН Арм. ССР (серия Т. И.)», т. ХХУІ, № 3, 1973, 39—45.

Научено влияние расходной концентрация твердон фала, дияметра трубопровода и характеристики частиц на величину критической скорости Предложена эмпирическая формула для определения критической скорости. Найдено, что при скорости равной или выше критической, объемная действительная в расходная концентрации горизонтяльного потохя суспензик ранны. Предложена эмпирическая записимость между действительной и расходной концентрациями в докритической областа. Показано, что при безосадочном движении суспензии, независимо от направления движения, индавлический уклон гранспортируемой суспензии численно равен гидравлическому уклону при движении чистой воды.

Таба, 5. Нал. 5 Биба 14 назв.

MJIK 538.26+668.31.001

Скленнающая паста с ферромаскатным наполнителем для стыковых маснатопроводов Атоян В. В., Гкачевко Э. Л., Пахлеванян Л. II «Известия АН Арм. ССР (серия Т. II)», XXVI, М. 3, 1973, 46- 50.

Исследована зависимость магнитной проницаемости скленвающен насты для стыковых магнитопроводов от содержания непокрытого и фосфатврованного ферромаїлитного наполіштеля, его марки в размеров Грану. Выявлен онтимальный состав насты, содержащий 57,6 объемных частей поксидной сислы и 42,2 части фосфатированного порошка разданского железа фракции —10 мк, что синжает потери в ток холостого хода трансформаторов моняностью 250 кви соотаеттиченно на 4 и 14%. Испытання клеевых щиов с врименением указайной пасты на слоиг в разрыв соответственно показали репультаты: [60 : 180 кГ сл. в 250 : 360 кГ/см².

Taña, 3, Hay, 4

содержание

Машиностроение

K X	Шахбазли, Д. 1. Джагацианзи. Об одном методе чимены поступатель- имх пар працательными в искоторых Кулисно-рычьжных механизмах. 5. Мюртчин. Сочетание синусного механизма с вланетарным исхана мом для воспроизведения приближенно-равномерного движении.	3 3		
	Электротехника			
Я. С. Вровман, К. С. Демарчян, С. Л. Шмутер. О зувисимости спектра инбрации от форм дефектов асинхронного электродангателя				
	Энергетика			
Р. Л. Н. Л	Амирикли Апалитический метод точного расчета частных производных параметров режима электрической системы. Осслата К исстетованиям сходимости итемпини в расчетах установляющими	81		
10. 11	ся электрических режимон энергосистем,	24		

Гехинческая электроника

K	1. Гулгазарчы,	улгазарчя. Сверхвысокочастотны		фитоумножители		¢U	скоростной		моду		
	аяцией элект	oronnoro	ματυκα							1.1	20

Гидравлика

В.	0	Токмасская К построению кривых свободной поверхности и непризма-	
		тических руслах с с с с с с с с с с с с с с с	33
7	Γ.	Колчаян, т. М. Гаспария, Р. Е. Льопия, Н. С. Икария. О вритических сво-	
		ростях, расходноя и действительной концептрациях и потерях на трение	
		ари движении влаессвесущих потоков по горизовтальным трубам .	33
		All an an an and an	

Материалниедсине

Б. В. Аголи. Э. Л. Ткаченко Л. И. Нихлеванян. Склевазющая васта с ферро матинтным ваполнителем для стаковых магиятопроводов. 46

ՔՈՎԱՆԳԱԿՈՒԹՅՈՒՆ

Մեքենաջինություն

ч.	Iч,	, Շահրազյաս, Գ. Ա. Ջաղագպանյան. Ոթոչ կուլիսա-լծակային մեխանիդմներում ՝ամբերաց դույդերը պատման դույդերով փոխարինելու մեկ մեթողի վերաբերյալ	J
		էլ եկ տշատ եխ ճիկա	
វ <u>ា</u> ព	. 1	Ս. Բոսվվան, Կ. Ս. Դեմիշճյան, Կ. է. նմատեռ, Վիլբացիայի սպեկտրի կախվածու։ Թյուհը ապասինիւրոն էլեկտրայարժիչի Բերություհների ձևից	14
		է ն և տ դ և տ ֆ կ տ	
0	+	Ավիբիկյան, էլեկտրական սիստեմի ռեժիմի պարամետրենթի մասնակի ածանց յայների Հղղթիտ հայվման անայիտիկ մեքեղ	15
և.	IJ	. Օքտուզյան, էհերգաՅամակարդերի կայունացված էլեկտրական ռեժիմների Յաչ- վարկումներում իտերացիայի գուգամիտության Յեսազոտությունների շուրբը .	24
		Տեխնիկական էլեկտունիկա	
(1,	Ц	Գողզազաւյան, էլեկտրոնային մոսթը ըստ արադուքյան ժողուլացուժով դերբացոր Համախականության ֆոտորագժապատկիչներ	28
		Հի դ շ ավլի կ ա	
Ŀ	-	Թուքմազչան, Ոչ պրիզմատիկ Յուներում ապատ մակերևույնի կորերի կառուցման վերարերյալ	33
S,	η.	Կոլշայան, Ա. Մ. Գաստրաշյան, Ռ. և Հակոբյան, և, Ս. Իկաշյան հրիտակական արացությունները, իրական ու եյթային կոնցենաթացիաները և Տևշման կորուստ	
		ները Յորիդոնական խողովակներում Չիդրոխառնուրդի յարմման ժամանակ	49
		Նլութագիտություն	
4.	4	Արոյան է է Տկաչենկո է Ի Փանլեանյան Ֆեռոմազեիսային լցածյութեով սո որհեռո մամուկ Տամակցող մադերսալարերի Տամար	14

