

КОЭФФИЦИЕНТЫ ИЗМЕНЕНИЯ УСИЛИЙ В ЦЕПНОМ ЗАЦЕПЛЕНИИ

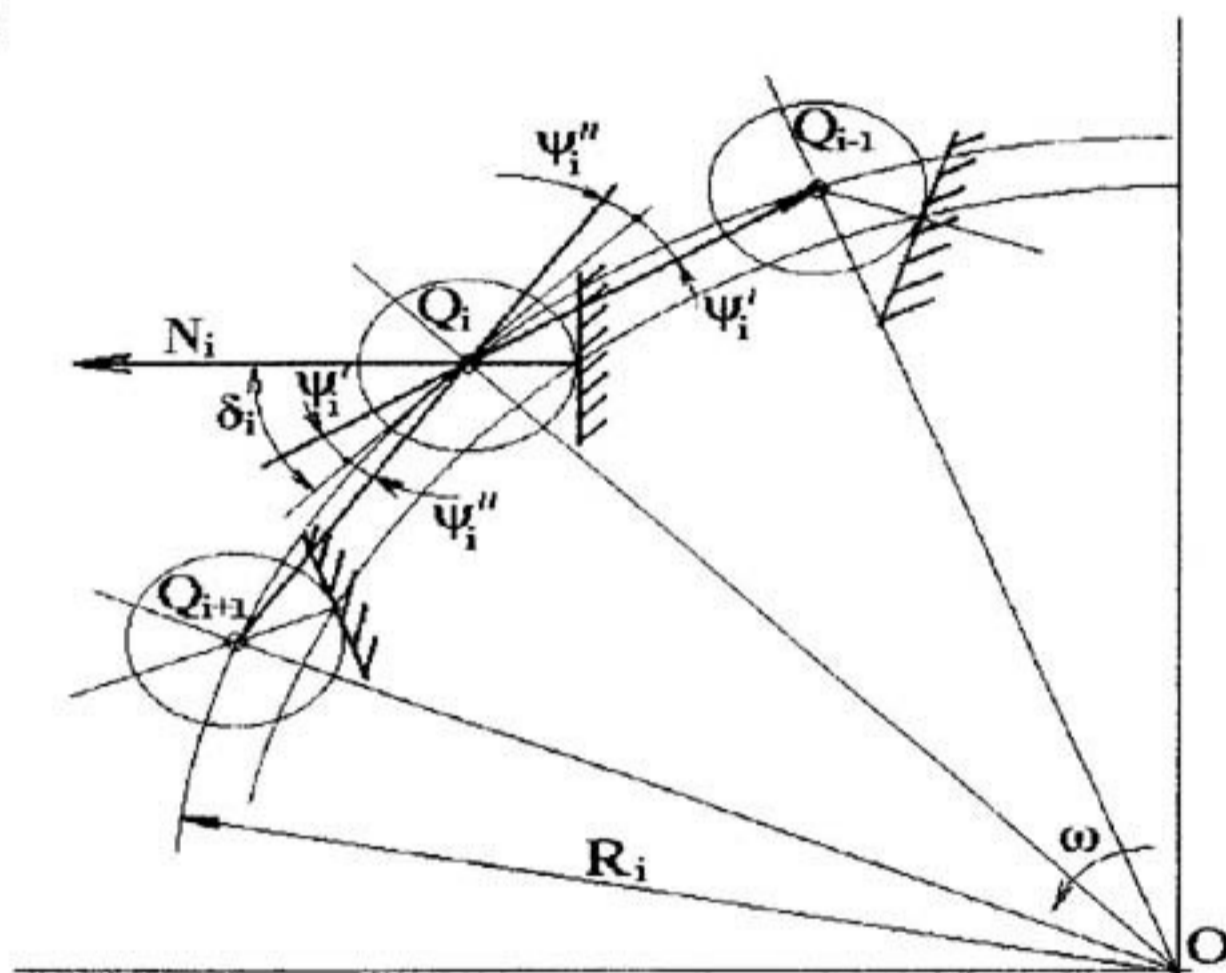
В приведенной работе сделана попытка получить простые соотношения сил, действующих в цепном зацеплении, в результате чего получены расчетные зависимости для определения отношения усилий в цепном зацеплении в виде коэффициентов A , B , C .

Кроме того, показано, что при угле $\delta = \frac{\pi}{z}$ в цепном зацеплении все усилие передается

одной парой зуб звездочки – шарнир цепи. И для большей наглядности приведены графики зависимости коэффициента передачи усилия от звена цепи на зуб звездочки, A , и коэффициента изменения усилия в $i+1$ -м звене по отношению к i -му, C .

Для расчета цепных передач, цепных транспортеров и движителей, например, сельхозмашин большое значение имеет [1,2] теория цепного зацепления. Однако этот вопрос является недостаточно изученным. Нами сделана попытка получить простые соотношения сил, действующих в цепном зацеплении.

а)



б)

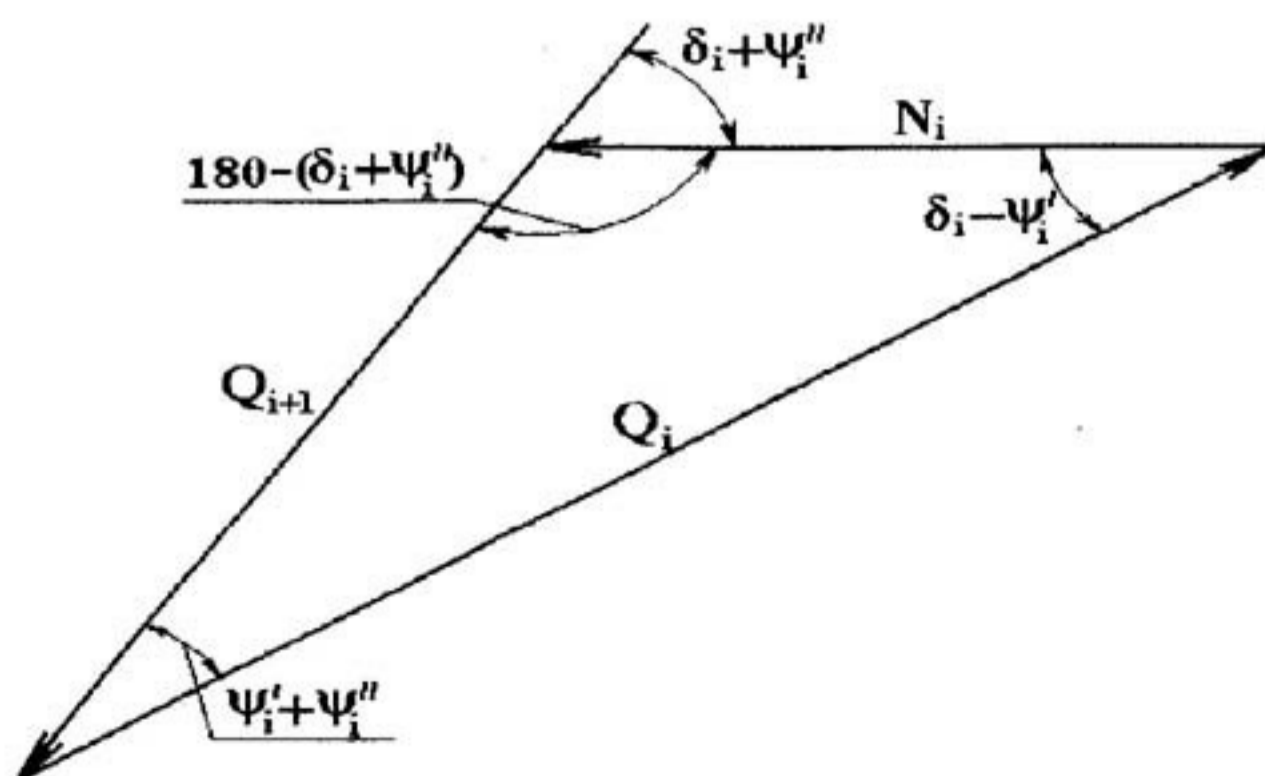


Рис.1. Схема сил, действующих на i -й шарнир цепи, расположенный на дуге обхвата цепью звездочки (а); силовым многоугольником i -го шарнира (б)

На рис. 1а показана схема сил, приложенных к i -му шарниру цепи, расположенному на i -м зубе звездочки; а на рис. 1б – силовой многоугольник [4] для этого случая. Пользуясь теоремой синусов для косоугольного треугольника $N_i Q_i Q_{i+1}$, запишем следующие соотношения:

$$\frac{N_i}{Q_i} = \frac{\sin(\psi'_i + \psi''_i)}{\sin(\delta_i + \psi''_i)} = A \quad (1)$$

– это соотношение назовем коэффициентом передачи усилия от i -го звена цепи на i -й зуб звездочки;

$$\frac{Q_{i+1}}{Q_i} = \frac{\sin(\delta_i - \psi'_i)}{\sin(\delta_i + \psi''_i)} = C \quad (2)$$

– это коэффициент изменения величины усилия в $i+1$ -м звене по отношению к i -му. В работе [2] приводится соотношение усилий i -го шарнира цепи с контактирующим с ним i -м зубом звездочки, называемое коэффициентом сцепления, которое мы запишем в виде:

$$\frac{Q_i}{Q_{i+1}} = \frac{\sin(\delta_i + \psi''_i)}{\sin(\delta_i - \psi'_i)} = B. \quad (3)$$

Для равношаговой цепи при нормальной форме расположения шарниров [3] можно записать

$$\psi'_i \approx \frac{\pi}{z} \approx \psi''_i, \quad (4)$$

где z – число зубьев звездочки.

Тогда зависимости (1), (2) и (3) с учетом (4) можно записать так

$$A_i = \frac{\sin \frac{2\pi}{z}}{\sin(\delta_i + \frac{\pi}{z})}, \quad (5)$$

$$C_i = \frac{\sin(\delta_i - \frac{\pi}{z})}{\sin(\delta_i + \frac{\pi}{z})}, \quad (6)$$

$$B_i = \frac{\sin(\delta_i + \frac{\pi}{z})}{\sin(\delta_i - \frac{\pi}{z})}. \quad (7)$$

Поскольку из-за плохой динамики нельзя допустить, чтобы все усилие с i -го (читай, первого) звена ведущей ветви цепного контура передавалось одним зубом звездочки, то из формул (1) и (5), запишем

$$1) \frac{N_i}{Q_i} = A_i = \frac{\sin \frac{2\pi}{z}}{\sin(\delta_i + \frac{\pi}{z})}. \quad (8)$$

Преобразуя формулу (8), получим $\sin(\delta_i + \frac{\pi}{z}) > \sin \frac{2\pi}{z}$, откуда $(\delta_i + \frac{\pi}{z}) > \frac{2\pi}{z}$,

или

$$\delta_i > \frac{\pi}{z}, \quad (9)$$

что важно знать при профилировании зубьев и выбраковке звездочек по причине износа рабочей части зуба.

Подтверждение этому получим, анализируя формулу (6), из которой следует, что если $\delta_i = \frac{\pi}{z}$, то числитель формулы (6) превращается в нуль. Иначе коэффициент изменения усилия в $i+1$ -м звене по сравнению с i -м равен нулю – то есть усилие на следующее звено не передается.

Таким образом, установлено, что при $\delta = \frac{\pi}{z}$, все усилие с ведущей ветви передается ближайшим к ней зубом ведущей (или ведомой) звездочки.

На рис. 2 приведены графики коэффициента передачи усилия от звена цепи на зуб звездочки в функции угла δ (рис. 2а) и в функции числа зубьев звездочки (рис. 2б), рассчитанные по формуле (5). Из графиков видно, что коэффициент передачи усилия A плавно изменяется в зависимости от угла δ , а число зубьев влияет на него более существенно. Но при реальных [1,2] значениях угла δ и числа зубьев z величина коэффициента A может быть как близкой к единице, так и значительно меньше ее. Причем A , для принятых в расчетах чисел зубьев $z=12...72$ и углов $\delta=30...60^\circ$, лежит в пределах $0,707...0,098$. Он уменьшается при увеличении угла δ и увеличении числа зубьев z .

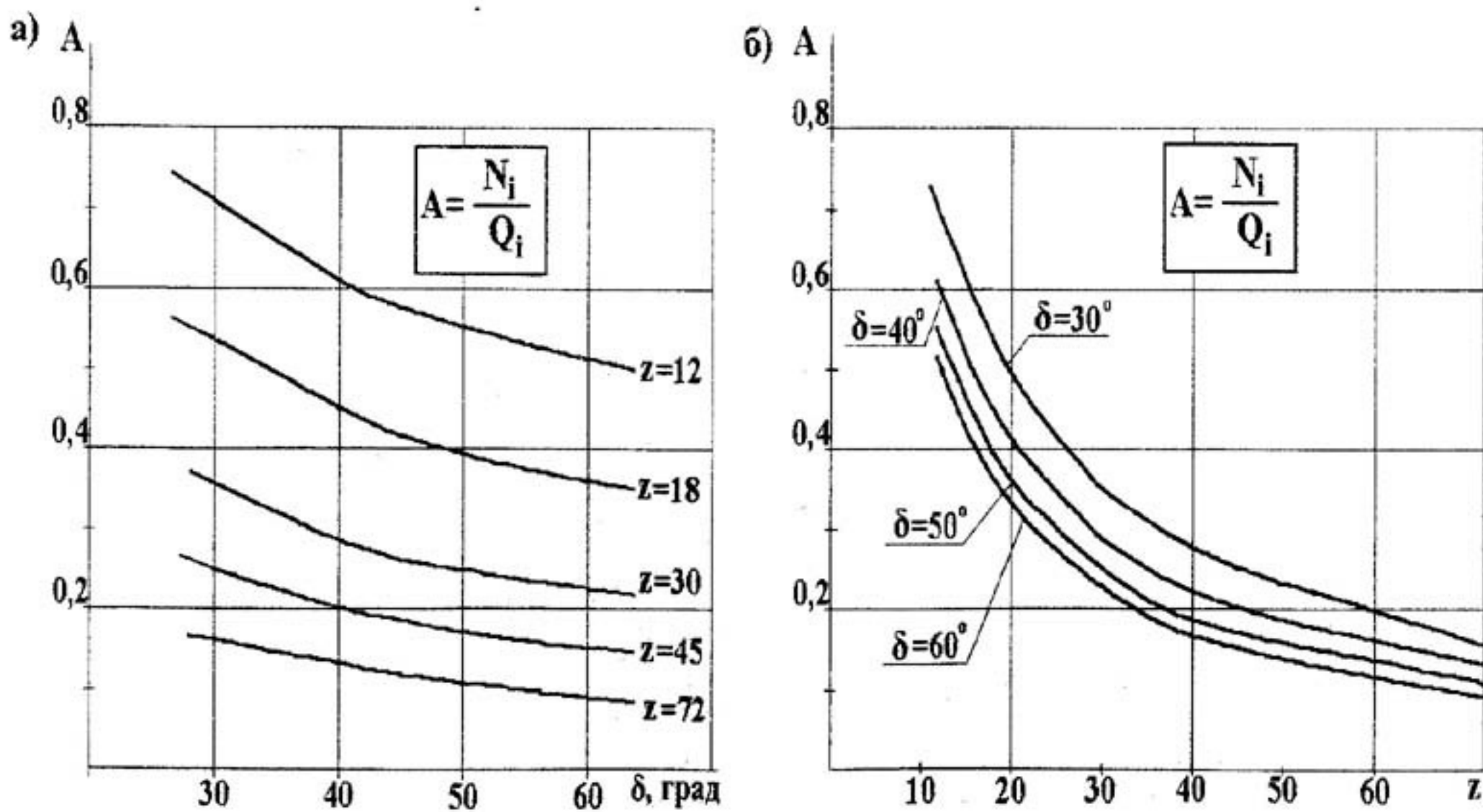


Рис. 2. График коэффициента передачи усилия от звена цепи на зуб звездочки в функции угла δ (а); и в функции числа зубьев звездочки z (б)

На рис. 3 представлены графики коэффициента C – изменения усилия в $i+1$ -м звене по отношению к i -му в функции угла δ (рис. 3а) и в функции числа зубьев звездочки z (рис. 3б). Из графиков видно, что коэффициент C увеличивается с увеличением угла δ и числа зубьев z ; причем особенно существенно при малом числе зубьев.

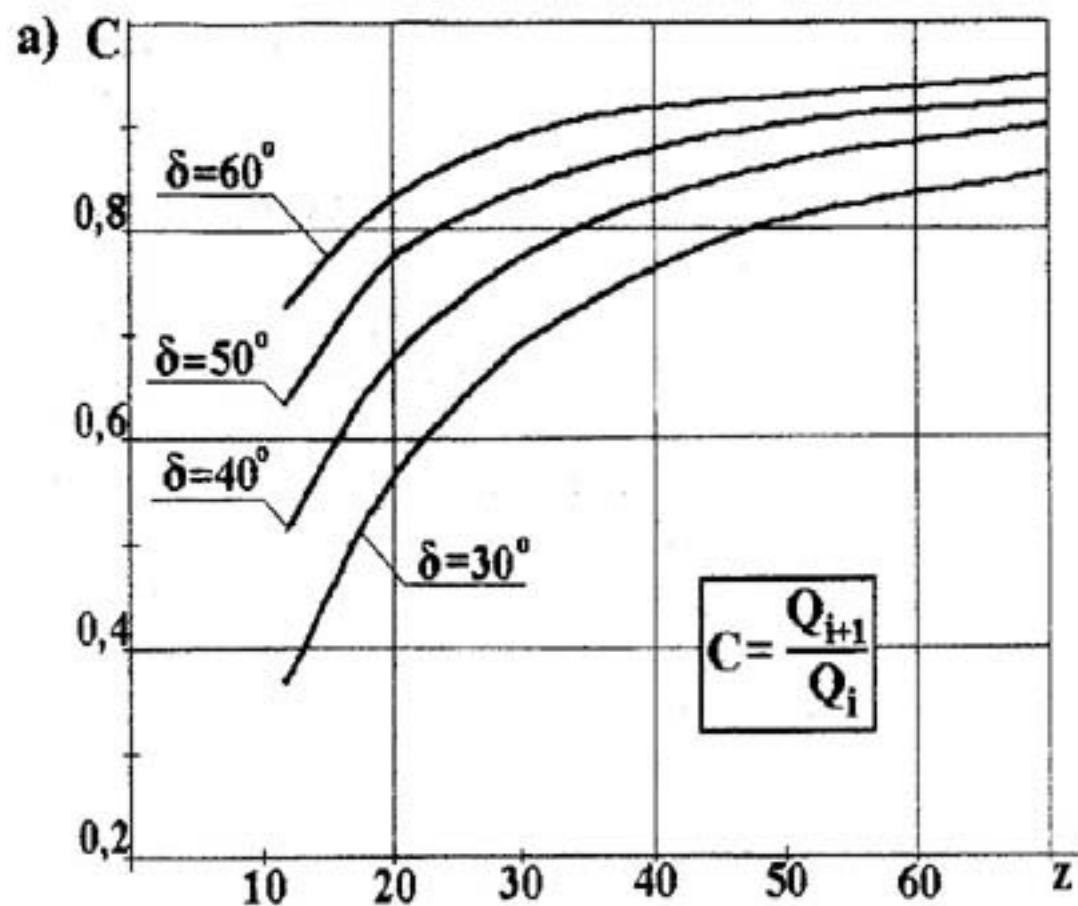
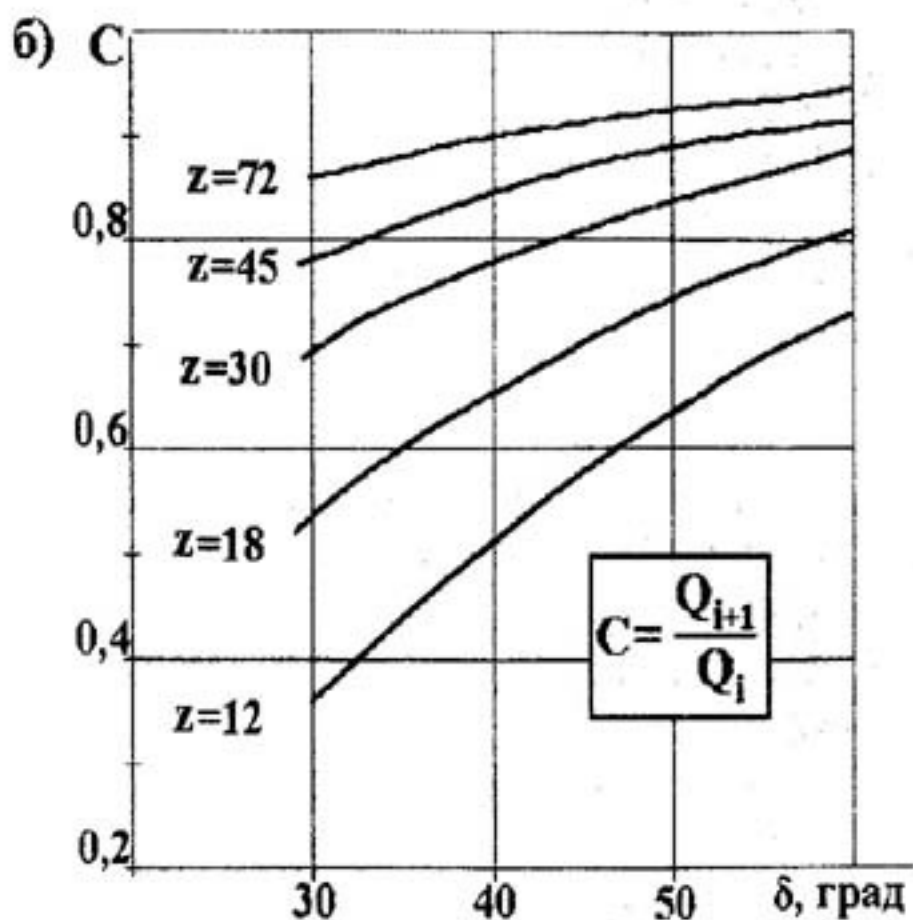


Рис. 3. График зависимости коэффициента изменения усилия в $i+1$ -м звене по отношению к i -му в функции угла δ (а); и в функции числа зубьев звездочки z (б)

Выводы.

Получены простые расчетные зависимости для определения отношения усилий в цепном зацеплении в виде коэффициентов A , B , C .

Показано, что при угле $\delta = \frac{\pi}{z}$ в цепном зацеплении все усилие передается одной парой зуб звездочки – шарнир цепи.

Приведены графики зависимости коэффициента передачи усилия от звена цепи на зуб звездочки, A , и коэффициента изменения усилия в $i+1$ -м звене по отношению к i -му, C .

Л и т е р а т у р а :

1. Воробьев Н.В. Цепные передачи / Н.В. Воробьев. – М.: Машиностроение, 1968. – 256 с.
2. Глушенко И.П. Цепные передачи / И.П.Глушенко, А.А.Петрик. – Киев: Техника, 1973. – 104 с.
3. Семенов В.С. Формы расположения шарниров цепи и тяговая способность цепной передачи / В.С. Семенов, Н.Н. Саенко // Изв. вузов Сев. – Кавк. регион. Техн. науки. – 2003. – № 5. – С.106 – 108.
4. Тарг С.М. Краткий курс теоретической механики / С.М. Тарг. – М.: Высшая школа, 1998. – 416 с.