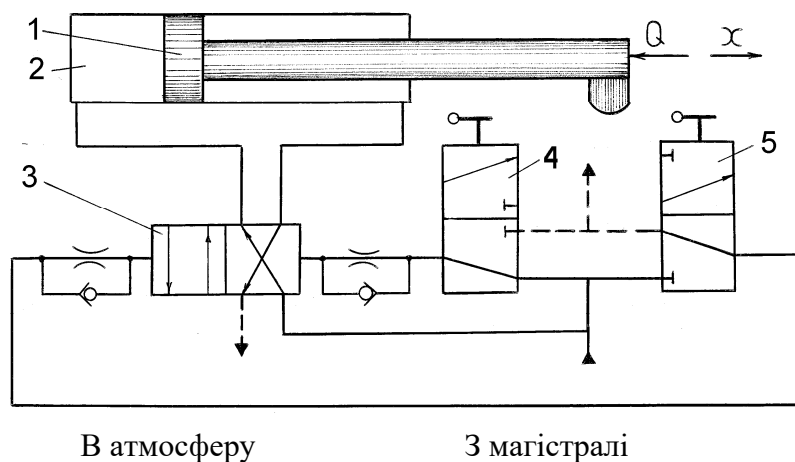


РОЗДІЛ 17. РОЗРАХУНОК ПНЕВМОПРИВОДІВ ПОСТУПАЛЬНОЇ ДІЇ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ЇХ ПАРАМЕТРІВ НА ПЕОМ

Перш ніж перейти до розгляду методики розрахунку пневмоприводу, слід ознайомитись з особливостями його роботи. Типовий пневматичний привод поступальної двосторонньої дії (з урахуванням поршневого циліндра) зображено на *рис. 3.12*.



Мал. 3.12. Пневматичний привід поступальної двосторонньої дії

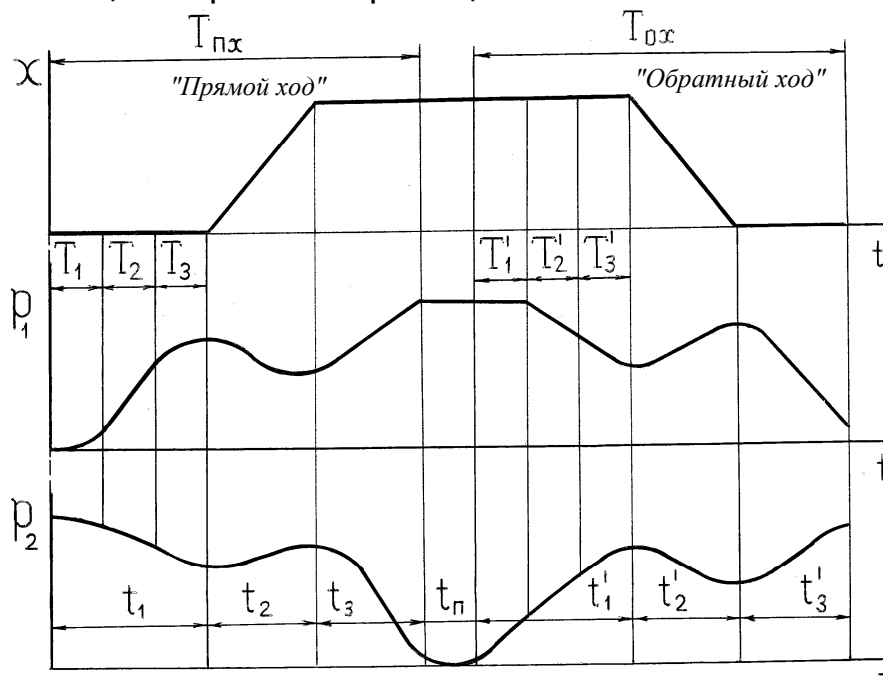
Поршень 1, долаючи силове осьове навантаження на штоку Q , переміщається в робочому циліндрі 2 під дією стисненого повітря, що надходить поперемінно в обидві порожнини циліндра з магістралі через розподільник 3. В кінці ходу кулачки, укріплені на штоку, натискають на важелі 5 (при встановленні золотника 3 з електромагнітним керуванням застосовуються звичайні електричні кінцеві вимикачі).

У положенні, зображеному на *рис. 3.12* поршень переміщається вправо, і коли він займе праве положення, відбудеться перемикання вимикачів 4 і 5 і золотник розподільника 3 змінить своє положення. Тоді стиснене повітря з магістралі надходитиме в праву порожнину циліндра, і переміщатиме поршень 1 вліво. При досягненні поршнем 1 крайнього лівого положення відбудеться перемикання вимикачів 4 і 5 розподільника 3 і починається новий цикл роботи приводу.

Циклограма роботи типового пневмоприводу наведено на *рис. 3.13*.

Для наочності в ній, крім інтервалів часу переміщення та зупинки поршня, включені інтервали часу зміни тиску в обох порожнинах

робочого циліндра. Вони зображені у вигляді діаграми та вміщені нижче звичайної циклограми «переміщення x – час t ».



Мал. 3.13. Циклограма пневматичного приводу поступальної двосторонньої дії

Аналіз циклограми пневмоприводу починають з моменту вимкнення керуючого пристрою (в даному випадку кінцевого вимикача), з якого вихідний сигнал у вигляді тиску стиснутого повітря надходить на вхід розподільника.

Після спрацьовування розподільника повітря з магістралі подається трубопроводом у порожнину робочого циліндра. Рух стисненого повітря починається відразу після початку відкриття отвору в розподільнику. Деякий період часу обидва процеси (відкриття отвору розподільника та поширення хвилі тиску стисненого повітря до робочого циліндра) відбуваються одночасно і закінчуються в різні моменти часу. Для спрощення завдання припускають, що хвиля тиску виникає після повного відкриття отвору. При такому припущенні не вноситься велика похибка, оскільки час відкриття розподільника 4 більшості пневмоприводів невеликий порівняно з часом робочого циклу. Разом з тим, зазначене припущення дозволяє окремо визначати інтервали часу: T_1 - час відкриття розподільника до циліндра, T_2 - час поширення хвилі тиску від розподільника до циліндра.

При підвищених вимогах до точності розрахунку визначають обидва інтервали часу. Криві тиску на циклограмі відображають дійсні процеси, наприклад, тиск у робочій порожнині починає збільшуватися в період відкриття розподільника і т. д.

Горизонтальні лінії на верхній діаграмі (рис. 3.13) показують інтервали часу вистоїв поршня, а похилі – інтервали часу його руху. Криві на нижніх діаграмах відображають процеси зміни тиску p_1 і p_2 повітря відповідно в порожнинах наповнення та спорожнювання. Як зазначалося вище, тиск робочої порожнини починає збільшуватися невдовзі після відкриття розподільника і цей процес триває на початок руху поршня (інтервал часу T_3). У цей же період часу тиск в порожнині, що випорожнюється, зменшується. Сума перерахованих інтервалів становить час вистою поршня t_1 на початок його переміщення.

У період руху поршня (інтервал t_2) тиск може монотонно збільшуватися (зменшуватись) або коливатися в залежності від співвідношення конструктивних параметрів пристрою та характеру протидії навантаженню на поршні. Після того, як поршень закінчить робочий хід, тиск у порожнині, з'єднаній з магістраллю, збільшується до значення, необхідного технологічним процесом (інтервал t_3). У другій порожнині тиск зменшується майже до атмосферного. Моменти закінчення цих процесів у загальному випадку не збігаються. Після закінчення заданої технологічної операції керуючий пристрій знову перемикається (час технологічної операції t_n не розглядається). Тоді тієї ж послідовності починається зворотний хід поршня, причому функції порожнин пневмоциліндра змінюються.

Час робочого циклу $T_{\text{ц}}$ приводу складається із суми інтервалів часу прямого $T_{\text{пх}}$ та зворотного $T_{\text{ох}}$ ходів. Кожен з них поділяється на такі три інтервали: t_1 - час підготовчого періоду - від початку перемикавання керуючого пристрою до початку руху поршня; t_2 - час руху поршня, протягом якого поршень пройде весь заданий робочий хід; t_3 - час заключного періоду, протягом якого тиск у робочій порожнині збільшується до необхідної величини.

При розрахунку дискретного приводу необхідно мати на увазі, що навантаження при робочому ході може значно відрізнятись від навантаження при холостому ході. У приводі одностороннього дії змінюється як величина, а й характер навантаження: робочий хід відбувається під впливом стиснутого повітря, а холостий під впливом сили тяжкості рухомих частин чи пружини. Тому інтервали часу спрацьовування приводу при робочому ході та холостому ході будуть визначатися для різних значень навантаження.

Час підготовчого та заключного періодів складається відповідно з наступних інтервалів: $T_1 - T_1'$ - час спрацьовування розподільника; T_2

– T_2' - час розподілу хвилі тиску від розподільника до циліндра; $T_3 - T_3'$ - час зміни тисків у порожнинах циліндра на початок руху поршня.

Поданою нижче методикою розрахунку пневмоприводу не враховується час на перемикання розподільника. При необхідності його можна врахувати під час підготовки вихідних даних. Для робочого та холостого ходів розрахунок необхідно виконувати окремо.

Коло технічної літератури, що висвітлює методи розрахунку пневматичних приводів, значно вужче, ніж для гідроприводів. Основними авторами робіт із висвітлення цього питання є Герц Є.В., Крейнін Г.В. (Розрахунок пневмоприводу. - М.: Машинобудування, 1975.-272 с.) і Перікман С.М., Перельцвайг М.І. (Інженерний розрахунок пневматичних приводів. – Л.: ЛДНТП, 1963.-46 с.).

Спираючись в основному на ці роботи, пропонуємо методику розрахунку пневмоприводу з використанням персональних електронно-обчислювальних машин, хоча наведені нижче формули можуть бути використані і для ручного рахунку.

Кінцевим завданням методики, що наводиться тут, є визначення часу робочого циклу T і таких параметрів циліндра та трубопроводу, як:

- D - діаметра поршня циліндра;
- $D_{ш}$ - діаметра штока циліндра;
- d - внутрішнього діаметра трубопроводу;
- Δ - товщини стінки циліндра;
- δ - товщини стінки труби.

Для визначення вищеперелічених геометричних параметрів попередньо обчислюють площу поршня F , площа трубопроводу, що підводить f , і коефіцієнт штока $K_{ш}$ за виразами:

$$F = 10^4 \cdot \frac{Q}{pq} (\text{см}^2); f = 2.54 \cdot 10^{-4} \frac{Fs}{T} (\text{см}^2); K_{ш} = \frac{pq}{[\sigma]} = \frac{F_{ш}}{F}, \quad (3.1)$$

- де Q - повне навантаження на шток циліндра, **МН**;
 p - тиск повітря в пневмоциліндрі, **МН/м²**;
 q - параметр завантаження циліндра;
 s - хід поршня, **см**;
 T - час робочого циклу, **с**;
 $[\sigma]$ - допустиме напруження для матеріалу циліндра, **МН/м²**;
 $F_{ш}$ - Площа перерізу штока, **см²**.

Остаточний розрахунок геометричних параметрів пневмоприводу ведуть за формулами:

$$\left. \begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{F}{0.785(1 - K_{\text{ш}} + K_{\text{ш}} \cdot K_1)}} \text{ (см); } d = \sqrt{\frac{f}{0.785}} \text{ (см);} \\ D_{\text{ш}} &= \sqrt{\frac{Q}{0.785[\sigma]}} \text{ (см); } \Delta = \frac{Dp}{2[\sigma]} \text{ (см); } \delta = \frac{dp}{2[\sigma]} \text{ (см),} \end{aligned} \right\} \quad (3.2)$$

K_1 - коефіцієнт, що враховує вид робочої порожнини циліндра.

При прямому ході штока циліндра (коли стиснене повітря подається в поршневу порожнину) $K_1 = 1$, а при зворотному ході - $K_1 = 0$.

Тоді

$$D = \sqrt{\frac{F}{0.785}} \text{ - при прямому ході та } D = \sqrt{\frac{F}{0.785(1 - K_{\text{ш}})}} \text{ - при зворотному.}$$

Час робочого циклу становитиме.

$$T = t_1 + t_2 + t_3, \quad (3.3)$$

де t_1 - час наростання тиску в циліндрі до початку руху поршня (час вистою), с;

t_2 - час руху поршня, с;

t_3 - час наростання тиску в циліндрі до магістрального після зупинки поршня (час наслідку) с;

Час вистою визначається за формулою

$$t_1 = 3.2 \cdot 10^{-4} \frac{V_{\text{оп}} T_{1\text{оп}}}{\mu f}, \quad (3.4)$$

де $V_{\text{оп}}$ - об'єм, що спорожнюється при «вистої» поршня порожнини циліндра, см^3 ;

$T_{1\text{оп}}$ - параметр часу вистою;

μ - витратний коефіцієнт трубопроводу.

Величини μ і $T_{1\text{оп}}$ можуть бути подані у вигляді:

$$\mu = 0.64 - 0.314 \lg \varepsilon \quad \text{при } \varepsilon \leq 35 \quad (3.5)$$

$$\mu = 0.323 - 0.097 \lg \varepsilon \quad \text{при } \varepsilon > 35 \quad (3.6)$$

$$T_{1\text{оп}} = 0.175q - 0.0075 \quad \text{при } q \leq 0.5 \quad (3.7)$$

$$T_{1\text{оп}} = 0.3q - 0.07 \quad \text{при } q > 0.5 \quad (3.8)$$

Розмір $V_{\text{оп}}$ визначається за такою формулою:

$$V_{\text{оп}} = Fs(1 - K_{\text{ш}}K_1) + 100fl, \quad (3.9)$$

де l - Довжина трубопроводу, м.

На підставі залежностей (3.4, 3.7-3.9) отримаємо:

при $q > 0.5$

$$t_1 = 3.2 \cdot 10^{-4} (0.3q - 0.07) \frac{[Fs(1 - K_{\text{ш}}K_1) + 100fl]}{\mu f}; \quad (3.10)$$

при $q \leq 0.5$

$$t_1 = 3.2 \cdot 10^{-4} (0.175q - 0.0075) \frac{[Fs(1 - K_{\text{ш}}K_1) + 100fl]}{\mu f} \quad (3.11)$$

Час руху поршня t_2 визначають залежно від конструктивного параметра N

$$N = 2440 \mu \frac{f}{F} \sqrt{\frac{m}{10Fsp}}, \quad (3.12)$$

де m - Маса рухливих частин.

Розглядають два випадки: при $N < 1$ і $N \geq 1$.

При $N < 1$

$$t_2 = 1.52 \cdot 10^{-5} \frac{F \cdot s(\gamma + 3.05)}{\mu \cdot f \cdot \gamma \cdot (1 - 0.9 \cdot q)}; \quad (3.13)$$

при $N \geq 1$

$$t_2 = 4.6 \cdot 10^{-6} \frac{F \cdot s(\gamma + 3.05) [(1.6 \cdot \gamma + \sqrt{\gamma} - 0.85) \cdot N + 5]}{\mu \cdot f \cdot \gamma \cdot (1 + \sqrt{\gamma}) \cdot (1 - 0.9 \cdot q)}, \quad (3.14)$$

де γ - Співвідношення площ перерізу напірної та вихідної магістралі (розрахункові залежності справедливі при $\gamma = 0.25 \dots 10$).

Час післядії t_3 визначають як найбільше з двох величин - часу наростання тиску до магістрального в порожнині наповнення $t_{3н}$ та часу падіння тиску до атмосферного в порожнині випорожнення $t_{3оп}$. Для визначення цих величин можна скористатися формулами:

$$t_{3н} = 6,6 \cdot 10^{-5} \frac{V_n \cdot T_{3н}}{\mu \cdot f}; \quad t_{3оп} = 3,2 \cdot 10^{-4} \frac{V_{оп} \cdot T_{3оп}}{\mu \cdot f}, \quad (3.15)$$

де V_n - Об'єм порожнини наповнення, см^3 ;

$V_{оп}$ - Об'єм порожнини спорожнювання, см^3 ;

$T_{3н}$ - Параметр часу вистою;

$T_{3оп}$ - Параметр часу падіння тиску.
Об'єми порожнин циліндра становлять:

$$V_H = F \cdot s \cdot (1 + K_{ш} \cdot K_1 - K_{ш}) + 100 \cdot f \cdot l; \quad V_{оп} = 100 \cdot f \cdot l \quad (3.16)$$

Параметри часу розглядаються для 2-х випадків залежно від величини параметра завантаження q :

при $q \leq 0.5$

$$T_{3н} = 0,251 - 0,0625 \cdot q; \quad T_{3оп} = 0,15 \cdot q + 0,005; \quad (3.17)$$

при $q > 0.5$

$$T_{3н} = 0,345 - 0,25 \cdot q; \quad T_{3оп} = 0,35 \cdot q - 0,095; \quad (3.18)$$

При підстановці залежностей (3.16, 3.17, 3.18) у виразі (3.15) отримуємо:

при $q > 0.5$

$$t_{3оп} = 3,2 \cdot 10^{-2} \frac{1}{\mu} \cdot (0,35 \cdot q - 0,095); \quad (3.19)$$

$$t_{3н} = 6,6 \cdot 10^{-5} \cdot (0,345 - 0,25 \cdot q) \cdot \frac{[F \cdot s \cdot (1 + K_{ш} \cdot K_1 - K_{ш}) + 100 \cdot f \cdot l]}{\mu \cdot f} \quad (3.20)$$

при $q \leq 0.5$

$$t_{3оп} = 3,2 \cdot 10^{-2} \frac{1}{\mu} \cdot (0,15 \cdot q + 0,005); \quad (3.21)$$

$$t_{3н} = 6,6 \cdot 10^{-5} \cdot (0,251 - 0,0625 \cdot q) \cdot \frac{[F \cdot s \cdot (1 + K_{ш} \cdot K_1 - K_{ш}) + 100 \cdot f \cdot l]}{\mu \cdot f} \quad (3.22)$$

У процесі обчислення виконують порівняння дійсного робочого циклу T із заданим t та при необхідності його коригують.

Порівняння ведеться за формулами:

при $T > t$

$$C = \frac{(T - t)}{t}, \quad (3.23)$$

при $T < t$

$$C = \frac{\sqrt{(T - t)^2}}{t} \quad (3.24)$$

Коригування T здійснюється у разі, якщо величина C перевищує допустиме значення. При $T > t$ приймають $C = 0.05$ і коригують T спочатку шляхом зменшення величини q , а потім збільшенням величини f .

Приймають $T < t$ і коригують T при $C = 0.1$ спочатку шляхом збільшення q , а потім зменшенням f .

При розрахунку на ЕОМ крок зміни q для коригування T в обох випадках приймають $\Delta q = 0.01$. Зміна величини q обмежують межами $0.4 \leq q \leq 0.7$, та її початкове значення приймають рівним 0,5. Інші величини, що використовуються при розрахунку на ЕОМ, представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. Ідентифікатори вхідних, проміжних та вихідних величин.

Фізична величина	Найменування параметрів	Одиниця	Ідентифікатор	Числове значення
Вхідні величини				
Q	Повне навантаження на шток циліндра	МН	Q	0,015
m	Маса рухомих частин	кг	M_1	50
p_h	Початковий тиск у системі	МН/м ²	P_H	0,5
p_k	Кінцевий тиск у системі	МН/м ²	P_K	0,7
s	Хід поршня	см	S	40
t	Час робочого циклу	з	T	1,0

Продовження таблиці П. 3.5

1	2	3	4	5
$[\sigma]$	Допустима напруга для матеріалу циліндра	МН/м ²	G	60
ϵ	Коефіцієнт опору системи	-	E	30
i	Довжина трубопроводу	м	L	12
γ	Співвідношення площ перерізу напірної та вихідної магістралей	-	I	1,0
K_1	Коефіцієнт, що враховує вид робочої порожнини циліндра	-	K_1	1,0
Δp	Крок зміни тиску	МН/м ²	H	0,1
Проміжні величини				
F	Площа поршня	см ²	F	-
$K_{ш}$	Коефіцієнт штока	-	K_2	-
f	Площа перерізу трубопроводу	см ²	F_1	-
μ	Витратний коефіцієнт трубопроводу	-	M	-
t_1	Час вистою поршня	з	T_1	-
$t_{3н}$	Час наростання тиску в порожнині заповнення	з	T_4	-
$t_{3оп}$	Час падіння тиску в порожнині випорожнення	з	T_3	-
t_2	Час руху поршня	з	T_2	-
N	Конструктивний параметр	-	N	-
t_3	Час післядії	з	TT_3	-
C	Відносна різниця розрахункового та заданого часу робочого циклу	-	C	-
Вихідні величини				

T	Розрахунковий час циклу	з	TT	-
q	Розрахунковий параметр завантаження циліндра	-	Q₁	-
p	Розрахунковий тиск повітря у системі	МН/м²	P	-
D	Діаметр поршня	см	D	-
D_ш	Діаметр штока	см	D₃	-
d	Внутрішній діаметр трубопроводу	см	D₂	-
Δ	Товщина стінки циліндра	см	DLT	-
δ	Товщина стінки труби	см	OM	-

Блок-схема обчислювального процесу показано на *рис.3.14*.

Відповідно до блок-схеми обчислювальний процес організований наступним чином:

- Блок 1. Вводять вихідні дані (*табл.3.5*) і виводять на друк.
- Блок 2. Перевіряють умову $E - 35 \leq 0$. При виконанні умови йти на блок 3, не виконанні на блок 4.
- Блок 3. Розраховують за формулою (3.5).
- Блок 4. Розраховують за формулою (3.6).
- Блок 5. Надають тиску системі початкове значення $P = P_H$.
- Блок 6. Надають параметру завантаження Q_1 значення 0,5.
- Блок 7. Обчислюють за формулою (3.1).
- Блок 8. Перевіряють умову $Q_1 - 0.5 \leq 0$. При виконанні умови йти на блок 9, не виконанні - блок 10.
- Блок 9. Обчислюють за формулами (3.11, 3.21, 3.22).
- Блок 10. Обчислюють за формулами (3.10, 3.19, 3.20).
- Блок 11. Обчислюють за формулою (3.12).
- Блок 12. Перевіряють умову $N - 1 < 0$. При його виконанні йдуть на блок 13, не виконанні - блок 14.
- Блок 13. Обчислюють за формулою (3.13).
- Блок 14. Обчислюють за формулою (3.14).
- Блок 15. Перевіряють умову $T_4 - T_3 < 0$. При його виконанні йдуть на блок 17, не виконанні - блок 16.
- Блок 16. Виконують присвоєння $TT_3 = T_4$.
- Блок 17. Виконують присвоєння $TT_3 = T_3$.
- Блок 18. Обчислюють за формулою (3.3).
- Блок 19. Перевіряють умову $TT - T < 0$. При його виконанні йдуть на блок 20, не виконанні - блок 21.
- Блок 20. Обчислюють за формулою (3.24).
- Блок 21. Обчислюють за формулою (3.23).
- Блок 22. Перевіряють умову $C - 0.1 > 0$. Якщо воно виконується, йдуть на блок 27, якщо ні, то - блок 23.
- Блок 23. Обчислюють за формулою (3.2).

- Блок 24. Друкують вихідні величини: p ; Q_1 ; TT ; D_1 ; D_2 ; D_3 ; DLT ; OM .
- Блок 25. Змінюють поточне значення $p = p + H$.
- Блок 26. Перевіряють умову $p > p_k$. Якщо воно виконується, відбувається зупинка, якщо ні, то йдуть на блок 7.
- Блок 27. Змінюють поточне значення $Q_1 = Q_1 + 0.01$
- Блок 28. Перевіряють умову $Q_1 - 0.8 < 0$. Якщо воно виконується, йдуть на блок 7, якщо ні, то - на блок 29.
- Блок 29. Надають нові значення $F_1 = F_1 - 0.1$ і $Q_1 = Q_1 - 0.01$, і йдуть на блок 11.
- Блок 30. Перевіряють умову $C \leq 0.05$. Якщо воно виконується, йдуть на блок 23, якщо ні, то - на блок 31.
- Блок 31. Надають поточне значення $Q_1 = Q_1 - 0.01$.
- Блок 32. Перевіряють умову $Q_1 > 0.3$. Якщо воно виконується, йдуть на блок 7, якщо ні, то - на блок 33.
- Блок 33. Змінюють поточне значення $F_1 = F_1 + 0.1$ та $Q_1 = Q_1 + 0.01$ йдуть на блок 9.

На підставі блок-схеми складено програму "Wosdux" для ПЕОМ мовою Турбо Паскаль 6.0, наведену нижче. Вихідна інформація для неї готується відповідно до *таблиці 3.5*.

Після успішного завершення трансляції користувач запускає програму на рахунок **GRT**.

На запит "Введіть П.І.Б." вводять прізвище та групу, наприклад: Іванов І.І. ММО-1-95

На запит "Введіть $M_1, s, G, E, L, p_n, p_k, T, I, K_1, H, Q$ " вводять через пропуск їх відповідні значення.

5 0. 04 0. 06 0. 03 0. 012.0 0.5.7 01. 01. 01.0 0. 015

Результати рахунку подаються як таблиці. На підставі отриманих результатів виконується креслення циліндра або підбирається стандартний циліндр (*табл. 3.2*), а також вибирають відповідну направляючу та регулюючу апаратуру (*табл. 3.4*).

ПРОГРАМА ДИНАМІЧНОГО РОЗРАХУНКУ ПНЕВМАТИЧНОГО ПРИВОДУ

```

program Wosdux;
Uses Crt, Printer;
Label
  6,7,21,18,19,25,28,100,200
Type
  Qf=real; Fioi = string [25];
Var
  Fio: Fioi;

```

```

Q, M1, Ph, Pk, S, T, G, E, L, J, K1, H, K2, N, M, P, G1, F, F1,
T1, T2, T3, T4, T3, Tt, C, D1, D2, D3, Dlt, Om, Q1:Qf;

{ Програма введення вихідних даних }
procedure Vvod(Var A1:Fioi;
               Var M11, S1, G1, E1, L1, Ph1, Pk1, T1, J1, K11, H1, Q1:Qf);
begin
  writeln( ` Введіть Ф. _ I. _ Про ` );
  readln(A1)
  writeln( ` Введіть M1, S, G, E, L, Ph, Pk, T, J, K1, H, Q ` );
  readln(M11, S1, G1, E1, L1, Ph1, Pk1, T1, J1, K11, H1, Q1);
end;

{ Підпрограма виведення вихідних даних }
procedure Vivod1(Var A1:Fioi;
                Var M11, S1, G1, E1, L1, Ph1, Pk1, T1, J1, K11, H1, Q1:Qf);
begin
  writeln (Lst. ``: 10, A1);
  writeln (Lst. ``: 15, ` Вихідні дані `);
  writeln(Lst. `` `M1=`, M11:6:2, `` `S=`, S1:6:2, `` `G=`, G1:6:2,
          `` `E=`, E1:6:2, `` `L=`, L1:6:2, `` `Pn=`, Ph1:6:3);
  writeln(Lst. `` `Pk=`, Pk1:6:3, `` `T=`, T1:6:3, `` `J=`, J1:6:3,
          `` `K1=`, K11:6:3, `` `H=`, H1:6:3, `` `Q=`, Q1:6:3)
end;

```

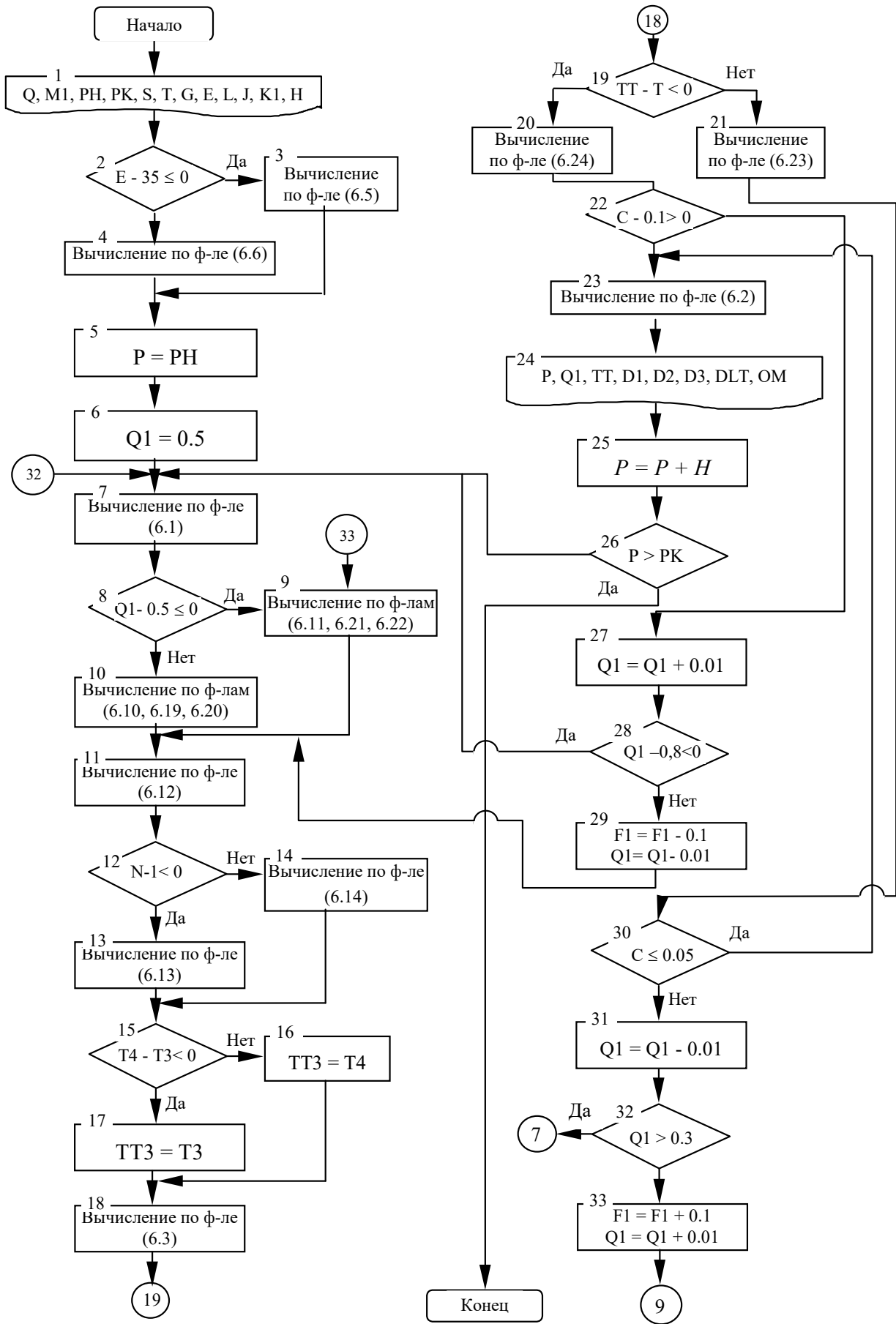


Рис. 3.14. Блок-схема вычислительного процесса

```

{Підпрограма друку шапки таблиці}
Procedure Wiwod2;
begin
  writeln (Lst.``: 20, `Результати рахунку`)
end;

{ Підпрограма друку лінії }
procedure Line(N:byte);
Const
  C=#196;
Var
  I:byte;
begin
  for I:=1 to N do
    write(Lst,C)
  end;

Procedure Wiwod3;
begin
  writeln(Lst.``: `F`,``,`Q1`,``,`TT`,``,`
          `D1`,``,`D2`,``,`D3`,``,`DLT`,``,`
          `OM`,``,`)
end;

{Основна програма динамічного розрахунку пневматичного приводу}
Begin
  Vvod(Fio,M1,S,G,E,L,P h,P k,T,J,K1,H,Q);
  Vivod1(Fio,M1,S,G,E,L,P h,P k,T,J,K1,H,Q);
  writeln;
  Wiwod2;
  Line(65);
  writeln(Lst);
  Wiwod3;
  Line(65);
  writeln(Lst);
  if (E-35.0)<=0 then M:=0.64-0.314*(ln(E)/ln(10))
    else M:=0.323-0.097*(ln(E)/ln(10));
  P:=P h;
  200: Q1= 0.5;
  21: F:=10000.*Q/(P*Q1);
  F1:=2.54*F*S/(10000.*T);
  K2:=P*Q1/G;
  if (Q1-0.5)<=0 then goto 6 else goto 7;
6: T1:=0.00032*(0.175*Q1-0.0075)*(F*S*(1.0-K2*K1)+100.0*F1*L)/(M*F1);
  T3:=0.032*L*(0.15*Q1+0.005)/M;
  T4:=0.000066*(0.251-0.0625*Q1)*(F*S*(1.0+K2*K1-K2)+100.0*F1*L)/(M*F1);
  goto 28;
7: T3:=0.032*L*(0.35*Q1-0.095)/M;
  T1:=0.00032*(0.3*Q1-0.07)*(F*S*(1.0-K2*K1)+100.*F1*L)/(M*F1);
  T4:=0.000066*(0.345-0.25*Q1)*(F*S*(1.0+K2*K1-K2)+100.0*F1*L)/(M*F1);
28 : N:= 2440.
  якщо (N-1)<0 then
    T2:=0.0000152*F*S*(J+3.05)/(M*F1*J*(1.0-0.9*Q1))
  else
    T2:=0.0000046*F*S*(J+3.05)*((1.6*J+sqrt(J)-0.85)
    *N+5.0)/(M*F1*J*(1.0+sqrt(J))*(1.0-0.9*Q1));
  if (T4-T3)<0 then T t3:=T3; else T t3= T4

```

```

Tt:=T1+T2+T3;
if (Tt-T)<0 then
    C:=sqrt(sqrt(Tt - T))/T
    else
    begin
        C:=(Tt-T)/Tt; goto 25
    end;
якщо (C-0.1)>0 then goto 19;
18: D1:=sqrt(F/(0.785*(1-K2+K2*K1)));
D2= sqrt (F1/ 0.785);
D3:=100.*sqrt(Q/(0.785*G));
Dlt:=D1*P/(2.0*G);
Om:=D2*P/(2.0*G);
writeln(Lst,`,`,P:7:4,`,`,Q1:7:4,`,`,
        Tt:7:4,`,`,D1:7:4,`,`,D2:7:4,
        `,`,D3:7:4,`,`,Dlt:7:4,`,`,Om:7:4,`,`);
P:=P+H;
if P>Pk then goto 100
    else goto 200;
19: Q1= Q1+0.01;
    if (Q1-0.8)<0 then goto 21
    else
    begin
        F1= F1-0.1;
        Q1= Q1-0.01;
        goto 7
    end;
25: якщо (C<=0.05) then goto 18
    else
        Q1= Q1-0.01;
    if (Q1>0.3) then goto 21
    else
    begin
        F1:= F1+0.1;
        Q1:= Q1+0.01;
        goto 6
    end;
100: End.

```

Петрова О.М. ММО-1-96

Вихідні дані

M₁ = 50.00 S = 40.00 G = 60.00 E = 30.00 L = 12.00 P_h = 0.500

P_k = 0.800 T = 1.000 J = 1.000 K₁ = 1.000 H = 0.100 Q = 0.015

Результати рахунків.

P	Q ₁	TT	D ₁	D ₂	D ₃	DLT	OM
0.5000	0.3100	1.0517	35.1111	6.1853	1.7846	0.1463	0.0258
0.6000	0.3100	1.0494	32.0519	5.6539	1.7846	0.1603	0.0283
0.7000	0.3100	1.0487	29.6743	5.2362	1.7846	0.1731	0.0305