

T 4-678.601, část 1.



1. část stkript „Konstrukce pístových spalovacích motorů“ pojednává o kinematice klikového hřídele o silách vyvozených tlakem plynů a silách setrvačných, působících v klikovém ústrojí. Dále jsou probrány způsoby redukce hmoty ojnice a výsledné síly zatěžující čepy klikového hřídele. Souhrnně je uvedena metoda tzv. „Dynamického výpočtu klikového ústrojí“.

V kapitole „Vyvažování“ je pojednáno o analýze vyváženosti motorů a způsobech jejich vyvažování. Torzní kmitání klikových hřídelů je zpracováno ve větším rozsahu než se přednáší. Je zde probrán způsob výpočtu jak vlastního, tak i vynuceného kmitání hřídelů, což může být využito při zpracování ročníkových a diplomových projektů.

O b s a h

Předmluva	4
Úvod	4
Kapitola I: Dynamika klikového ústrojí spalovacích motorů	19
Kapitola II: Dynamický výpočet spalovacího motoru	55
Kapitola III: Vyvažování klikového mechanismu spalovacích motorů	65
Kapitola IV: Torzní kmitání klikových hřídelů	96

KAPITOLA 1.

DYNAMIKA KLIKOVÉHO ÚSTROJÍ

str.

11.0. ÚVOD

20

12.0. KINEMATIKA KLIKOVÉHO ÚSTROJÍ

21

12.1. Všeobecně.

21

12.2. Kinematika klikového hřídele.

21

12.3. Dráha pístu.

22

12.4. Rychlost pístu.

28

12.5. Zrychlení pístu.

33

12.6. Odchyly kinematiky klikového ústrojí

s vedlejšími ojniciemi.

37

13.0. SÍLY PŮSOBÍCÍ V KLIKOVÉM ÚSTROJÍ SPALOVACÍHO MOTORU

44

13.1. Síly od tlaku plynů.

45

13.2. Síly setrvačné.

48

13.2.1. Setrvačné síly hmot posuvných.

13.2.2. Setrvačné síly hmot rotačních.

13.2.3. Setrvačné síly hmoty ojnice.

13.3. Redukce hmoty ojnice.

50

KAPITOLA 2.

DYNAMICKÝ VÝPOČET KLIKOVÉHO ÚSTROJÍ

21.0. ÚVOD	str.
22.0. VÝSLEDNÉ SÍLY PŮSOBÍCÍ V KLIKOVÉM ÚSTROJÍ SPALOVACÍHO MOTORU	56
23.0. VÝSLEDNÉ SÍLY ZATĚŽUJÍCÍ ČEPY KLIKOVÉHO HŘÍDELE	59
21.0. Ú V O D	

V předcházející kapitole byly zjišťovány jednotlivé síly vyvolané tlakem plynů a pohybem částí klikového ústrojí. V této části máme za úkol provést souhrně t.zv. "Dynamický výpočet klikového ústrojí".

Tento úkol je možno řešit dvěma způsoby. Výpočtovou metodou - tabulkově, nebo metodou graficko - početní. V principu jsou obě metody téměř shodné. Zvolme metodu druhou pro její lepší názornost (viz lit.[2]).

Vycházíme z indikátorového diagramu, který je buď přímo sejmuto z motoru, případně určen na základě tepelného výpočtu motoru.

Jak je patrné z obr. 22.1., je nutno nejprve stanovit průběh síly od tlaku plynů F_z a výsledné síly setrvačné F_{Sp} v závislosti na úhlu otočení klikového hřídele α . Součtem stanovíme průběh výsledné síly na píst F_z . Tuto sílu je nutno dále rozložit na jednotlivé složky a to

- sílu v ojnici F_{Oz}
- sílu působící na stěnu válce F_{Nz}
- sílu tangenciální F_{Tz}

jak je uvedeno v kap.1 obr. 13-1. Další postup je uveden v následujících odstavcích.

KAPITOLA 3

VYVAŽOVÁNÍ

KLIKOVÉHO MECHANISMU

SPALOVACÍCH MOTORŮ

	str.
31. ÚVOD	67
31.1. Setrvačné síly	67
32. VYVÁŽENÍ JEDNOVÁLCOVÉHO MOTORU	69
32.1. Vyvážení setrvačných sil rotačních hmot	69
32.2. Vyvážení setrvačné síly posuvné I. řádu vývažkem na klíce	71
32.3. Vyvážení setrvačných sil I. a II. řádu dvěma dvojicemi rotujících vývažků - systém Lanchester	73
33. VYVÁŽENÍ ŘADOVÝCH VÍCEVÁLCOVÝCH MOTORŮ	74
33.1. Účinek setrvačných sil a jejich momentů na řadový motor	75
33.2. Vyvážení setrvačných sil rotačních a posuvných	78
33.3. Vyvážení momentů setrvačných sil rotačních a posuvných	82
33.4. Směrnice pro vyvažování víceválcových řadových motorů	90
34. VYVAŽOVÁNÍ VÍCEŘADOVÝCH MOTORŮ	92

KAPITOLA 4

TORZNÍ KMITÁNÍ KLIKOVÝCH
HŘÍDELŮ

	str.
41. PODSTATA A VÝZNAM TORZNÍHO KMITÁNÍ	101
42. NÁHRADNÍ SOUSTAVA MOTORU. REDUKCE DĚLEK A HMOT	102
42.1. Redukce hmot	104
42.1.1. Redukce rotujících hmot	104
42.1.2. Redukce posuvných hmot	107
42.1.3. Redukce hmot spojených s klikovým hřídelem převody	109
43. VLASTNÍ TORZNÍ KMITÁNÍ	116
43.1. Vznik a druhy vlastních kmitů	116
43.2. Výpočet frekvencí vlastního kmitání	121
43.2.1. Soustava jednohmotová	121
43.2.2. Soustava dvouhmotová	125
43.2.3. Soustava tříhmotová	127
43.2.4. Soustava n-hmotová	129
43.3. Vliv tlumení na vlastní torzní kmitání	134
44. VYNUCENÉ TORZNÍ KMITÁNÍ	139
44.1. Vynucené kmitání jednohmotové soustavy bez tlumení	139
44.2. Vliv tlumení na vynucené kmi- tání jednohmotové soustavy	146
44.3. Budící momenty. Harmonická analýsa	152
44.3.1. Harmonické složky budí- cího momentu od setrvač- ných sil posuv. hmot	153

44.3.2. Harmonické složky budícího momentu od tlaku plynů	155
44.3.3. Výsledné harmonické složky budícího momentu	156
44.4. Vliv budících momentů na torzní kmitání	159
44.5. Relativní vydatnost rezonančních kmitů	162
44.6. Torzní výchylky v rezonanci	168
44.7. Torzní výchylky v mimorezonančních oblastech. Spektrum torzních kmitů	171
45. NAMÁHÁNÍ KLIKOVÉHO HRÍDELE TORZNÍMI KMITY	175