

POROSITETENS INVERKAN PÅ GASTRYCKET VID
FÖRBRÄNNING AV ETT SPRÄNGÄMNE I EN SLUTEN
KAMMARE.

C.H. Johansson

DS 1971:20

6.5.1971

STIFTELSEN
SVENSK DETONIKFORSKNING

SWEDISH DETONIC RESEARCH FOUNDATION

VINTERVIKEN – 117 48 STOCKHOLM
SWEDEN

POROSITETENS INVERKAN PÅ GASTRYCKET VID
FÖRBRÄNNING AV ETT SPRÄNGÄMNE I EN SLUTEN
KAMMARE.

C.H. Johansson

DS 1971:20

6.5.1971

Sammanfattning:

En droppe NGI i en sluten kammare antages efter övertändning av hela ytan förbrinna radiellt mot centrum. En beräkning ger förbränningssträcka och tryck som funktion av tiden vid olika "porositet", dvs fri volym omkring droppen i förhållande till kammarens volym, vilken antages vara konstant. Modellen kan betraktas som ett element i en kornad massa vars kornytor momentant övertänts av heta förbränningsgaser.

Som ett element i en kornad massa vars yta övertänts av heta förbränningsgaser betrakta vi en sfärisk droppe av NGI som brinner radiellt mot centrum i en sfärisk kammare. (Fig. 1). Därvid antages kammaren bibehålla sin volym oförändrad.

R droppens begynnelse-radie ($t = 0$)

$R + \Delta R$ kammarens radie

r den brinnande droppens radie vid tiden t

Relativa porvolymen q , dvs porvolymen i förhållande till kammarens volym, antages vara liten vid sidan om ett.

För denna gäller (Fig. 1)

$$q = \frac{4\pi R^2 \Delta R}{\frac{4\pi}{3} (R + \Delta R)^3} = \frac{3 \Delta R/R}{1 + 3 \Delta R/R} \approx 3 \Delta R/R \quad (1)$$

Betecknar

ρ_v tätheten för NGI

ρ förbränningsgasens täthet

$$\text{fås} \quad (R^3 - r^3) \rho_v = [R + \Delta R]^3 - r^3 \rho \quad (2)$$

och

$$\rho / \rho_v = \frac{1 - (r/R)^3}{1 + 3 \Delta R/R - (r/R)^3} = \frac{1 - (r/R)^3}{1 + q - (r/R)^3} \quad (3)$$

Fig. 2 återger $\log p$ som funktion av $\log (\rho / \rho_v)$ vid expansion av detonationsgasen för NGI¹⁾ från $\rho_v = 1.6 \text{ g/cm}^3$. Tab. 1 ger en sammanställning av ρ / ρ_v , $\log \rho / \rho_v$, $\log p$ och p för $q = 0.05$ resp. 0.075 för r/R mellan 0.995 och 0 vid isoterm expansion. ρ / ρ_v har beräknats enligt ekv. 3 och $\log p$ har avlästs i fig. 2 (streckade kurvan). Expansionen kan antagas vara isoterm så länge förbränningskammarens volym är tillnärmelsevis konstant.

Förbränningshastigheten antages öka proportionellt mot trycket.

$$\frac{dr}{dt} = a \cdot p \quad (4)$$

Ekv. 4 ger

$$t = \frac{R}{a} \int_1^{r/R} \frac{d(r/R)}{p(r/R)} \quad (5)$$

1) C.H. Johansson and P.A. Persson. Detonics of High Explosives, Academic Press. 1970. Fig. 1.7.3

Fig. 3 återger l/p som funktion av r/R enligt tab. 2 för porositeterna $q = 0.05$ resp. 0.075 . Genom grafisk integration har erhållits de i tab. 2 återgivna värdena för at/R som funktion av r/R . I tabellerna har även införts värden på t i μs för $a = 0.5$ mm/ms då p uttryckes i kbar och $R = 1$ mm. Fig. 4 visar p och r/R som funktion av t enligt tab. 1 och 2.

Tabell 1.

r/R	$1-(r/R)^3$	q = 0.05				q = 0.075			
		$\frac{\rho}{\rho_v}$	$\log \frac{\rho}{\rho_v}$	$\log p$	p kbar	$\frac{\rho}{\rho_v}$	$\log \frac{\rho}{\rho_v}$	$\log p$	p kbar
0.995	0.015	0.230	0.362-1	0.85	7.1	0.167	0.223-1	0.65	4.5
0.99	.030	.375	.574	1.17	15	.286	.456	0.99	9.8
0.95	.143	.742	.870	1.68	48	.656	.816	1.59	39
0.90	.273	.845	.927	1.82	66	.785	.895	1.75	56
0.80	.490	.907	.958	1.92	83	.866	.937	1.84	69
0.50	.875	.946	.976	1.94	87	.920	.964	1.91	81
0	1.0	.953	.979	1.95	89	.930	.968	1.92	83

Tabell 2.

r/R	q = 0.05			q = 0.075		
	1/p	at/R	t μ s	1/p	at/R	t μ s
0.995	0.141	-	-	0.222	-	-
.99	.0670	0.45 10^{-3}	0.9	.102	0.75 10^{-3}	1.5
.98	.0347	0.90	1.8	.0525	1.28	2.6
.97	.0263	1.22	2.4	.0363	1.75	3.5
.95	.0208	1.70	3.4	.0256	2.41	4.8
.90	.0152	2.56	5.1	.0178	3.46	6.9
.80	.0120	3.91	7.8	.0145	5.06	10.1
.50	.0115	7.42	14.8	.0123	8.96	17.9
0	.0112	12.92	25.8	.0120	14.96	29.9

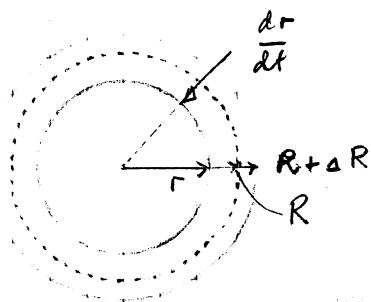


Fig. 1. Brinnande droppe i sluten kammare.

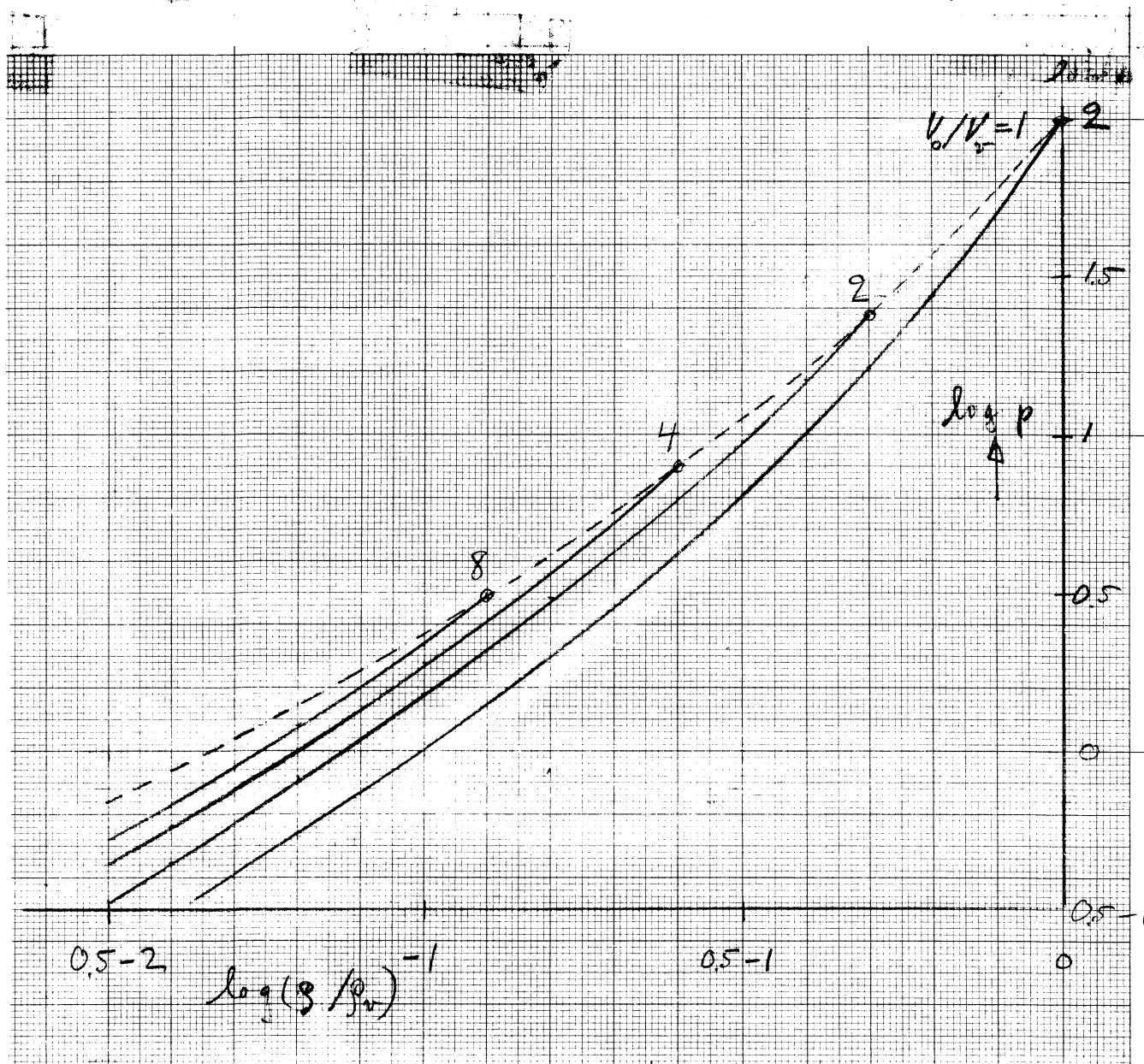


Fig. 2. Trycket vid expansion av detonationsgaser från NGI. Streckad kurva, isoterm, heldragna kurvor isentrop expansion. $\rho_v = 1/V_v = 1.6 \text{ g/cm}^3$. V_0 spec. volym vid början av den isentropa expansionen. p i kbar.

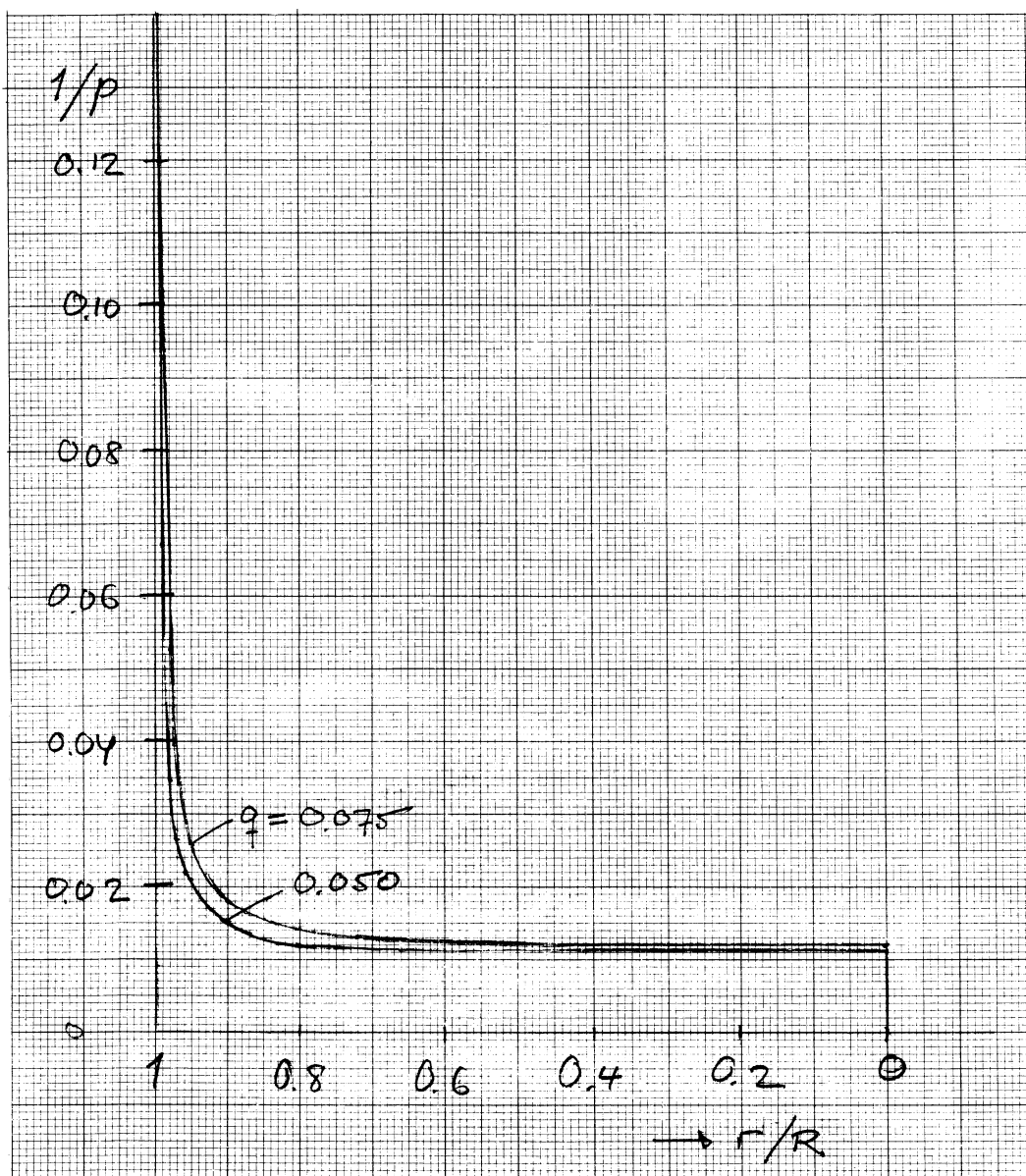


Fig. 3. Inverterade trycket.

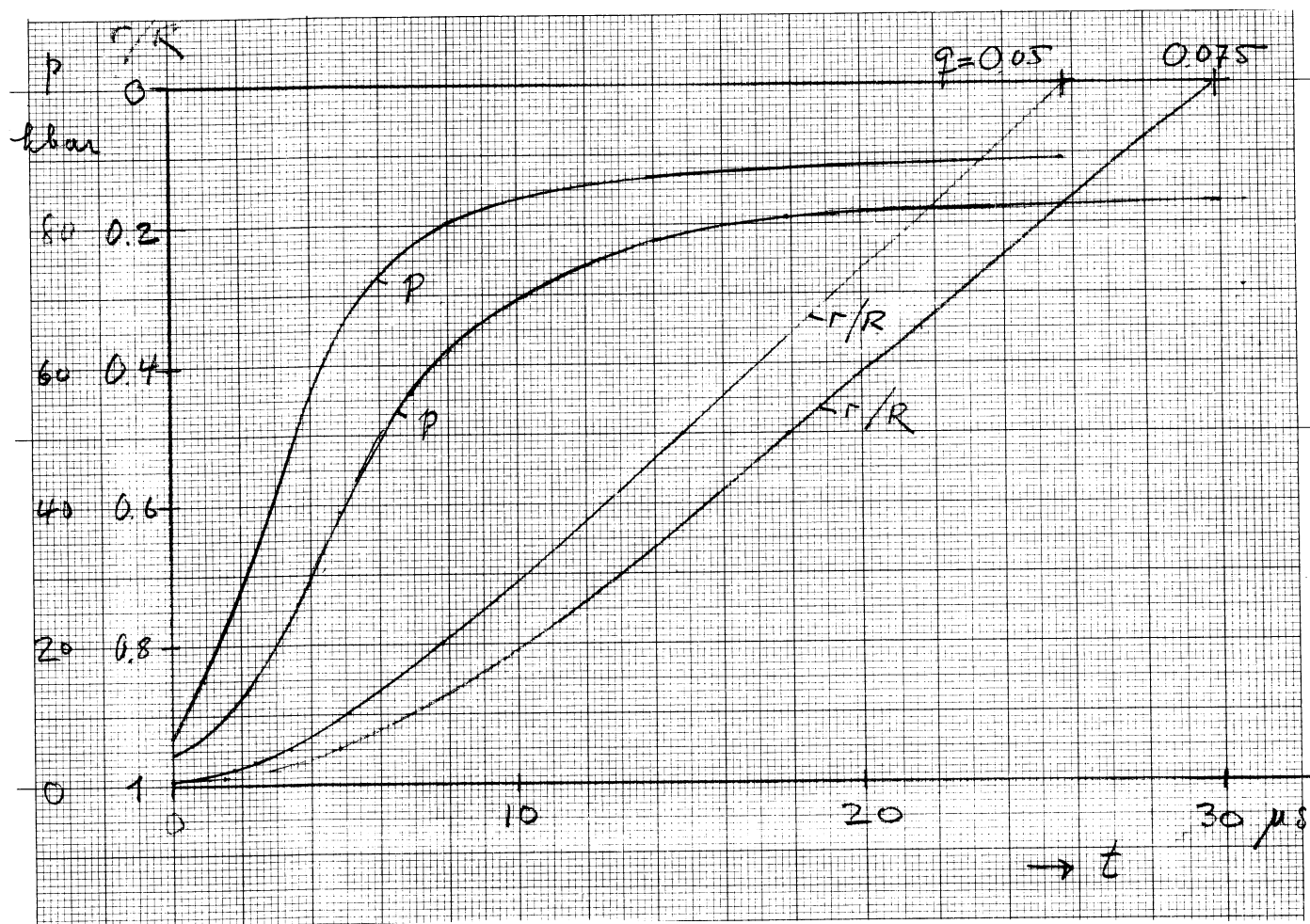


Fig. 4. Radiell förbränningssträcka och tryck som funktion av tiden.