

B-25

I. G. FARBEINDUSTRIE AKTIENGESELLSCHAFT LUDWIGSHAFEN/RHEIN.

TECHNISCHER PRÜFSTAND OPPAU.

K u r s b e r i c h t Nr. 27

Über

Messung des Wärmeübergangs an Hochdruckrohren
mit 160 mm Innendurchmesser und Rippen 340x400 mm.

Abgeschlossen am 20.4.1943.L.

Bearbeiter: Ing. de Vries.

Die vorliegende Ausfertigung 7 enthält

4 Textblätter, 2 Bildblätter
2 Tabellen.

11072

Messung des Wärmeübergangs an Hochdruckrohren
mit 160 mm Innendurchmesser und Rippen 340x400 mm.

1.) Einleitung.

Vom Ammoniakwerk Merseburg war die Untersuchung von Haarnadelrohren für den Gemischteil von Gasvorheizern angefordert worden. Diese Haarnadeln haben gegenüber den bisher üblichen ^{Abmessungen} (120/171 \varnothing und Rippen 270x320 mm) einen größeren Rohrdurchmesser (160/230 mm \varnothing). Auch die Rippenflächen (340x400 mm) sind größer gewählt, dafür die Teilung mit Rücksicht auf das Gewicht der fertigen Haarnadel vergrößert worden.

2.) Versuchsrohre und Einbau.

Aufgrund unserer Vorschläge wurden nach unserer Skizze TPr W 73 zwei Versuchsstücke in Leuna angefertigt und dem Techn. Prüfstand zugesandt. Die Hauptmaße der Rohre, die die lfd. Nr. 39 und 40 tragen, wie auch die des Einbaues sind aus Zeichnung TPrS 2108 oder der Tabelle I zu sehen.

Auf beiden Rohren waren in der üblichen einseitigen Schweißung 24 rechteckige Rippen aufgeschweißt. Da die Rippenabmessungen 340x400 mm gegenüber den früher untersuchten Rohren größer sind, konnte der genormte Rohrabstand von 400 mm in der Gasse von 710 mm Breite nicht beibehalten werden, er mußte auf 350 mm reduziert werden. Bei diesem Einbau blieb sowohl zwischen den inneren Rippenkanten der beiden Rohre als auch zwischen den äußeren Rippenkanten ^{und} der Gassenwand jeweils nur ein Spalt von 10 mm.

Um auch im Rohr selbst einen guten Wärmeübergang zu erzielen, waren die Rohre wie üblich mit Stahlkugeln gefüllt, zu Messung der inneren Wandtemperatur waren 6 Thermoelemente, drei an der Windseite und drei im Windschatten, eingebaut. (Genaue Angaben über Einbau der Thermoelemente, siehe Bericht Dr. Kling Nr. 608 vom 3.7.1942, Seite 5). Wie früher wurden die Rohre innen von kalter Luft durchströmt (etwa 500 kg/hv im Rohr), außen strömten Rauchgase von 410°C vorbei. Hier sei nebenbei erwähnt, daß die Rauchgase jetzt aus der Verbrennung von Gas stammen, während früher Heizöl verbrannt wurde. Dies hat außer der Annehmlichkeit des sauberen einfachen Betriebes noch den großen Vorteil, daß die Rippen nicht mehr verrosten, wie es früher zuweilen der Fall war.

3.) Versuchsergebnisse.

Die Wärmeübergangszahl α_a , bezogen auf die äußere Rohroberfläche F_a und auf das Temperaturgefälle zwischen Gastemperatur t_g und innerer Rohrwandtemperatur t_w , errechnet sich nach der Formel

$$\alpha_a = \frac{Q}{F_a (t_g - t_w)}$$

Die aus unseren Versuchen errechneten Meßwerte sind in Bild 1 dargestellt in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit w der Rauchgase in der leeren Gasse vor den Versuchsrohren. Beide Rohre gaben die gleichen α_a -Werte.

Die Wärmeleistung der Rohre 39 und 40 (umgerechnet auf 1 m berippte Rohrlänge) gemäß der Formel

$$Q_{(1\text{ m})} = \alpha_a \cdot F_a \cdot (1\text{ m}) \cdot (t_g - t_w) \cdot 100$$

ist in Bild 2 dargestellt. Bei geringer Rauchgasgeschwindigkeit

Bis $w = 6$ m/sec. deckt sich die Wärmeleistung mit der der Normalrippe 270x320 mm. Bei hohen Rauchgasgeschwindigkeiten bis etwa 8,5 m/sec. erreicht die Wärmeleistung unserer Versucharohre sogar den hohen Wert der bisher besten rechteckigen Rippenrohre 270x300 mm mit Verdränger. Die errechneten Versuchswerte sind in Tabelle II zusammengestellt. - Der scheinbar andere Kurvencharakter der Rohre 340x400 mm gegenüber den Vergleichskurven ergibt sich dadurch, weil unser Versuchsbereich nur von 3 - 8,5 m/sec. geht. Die Kurven sind als Ausschnitt aus einer allgemeinen α_g -w Kurve zu betrachten, wie sie bereits in einem Vortrag von Herrn Dr. Klir auf der 6. Wärmetagung in Oppau (Bericht Nr. 508) theoretisch diskutiert wurde.

Der Druckabfall für ein Rohrpaar in der Gasse 710x500 mm ist bei 6 m/sec. Rauchgasgeschwindigkeit gleich dem der Normalrohre 270x320, bei 8 m/sec. steigt der Wert bis zu 35% über den der Normalrohre. Bild 3 zeigt den Druckabfall der untersuchten Rohre im Vergleich mit den bereits früher untersuchten Normalrohren 270x320 mm. Die Steigerung der Wärmeleistung muß also durch höheren Druckverlust erkauft werden.

Aug

Ch. Tress

Tabelle I.

Innendurchmesser	mm	161	161
Außendurchmesser	mm	229	229
Anzahl der Rippen		24	24
Rippenabmessungen	mm	340x400	340x400
berippte Rohrlänge	mm	485	465
Rippenstärke	mm	4	4
Rippenteilung	mm	21	20
Gassenbreite	mm	710	710
Gassenquerschnitt f_g (ohne Rohr)	m ²	0,355	0,355
Innerer freier Rohrquerschnitt f_1	m ²	0,02036	0,02036
Innere Rohroberfläche zwischen den Sieben F_1	m ²	0,2428	0,2455
Äußere Rohroberfläche F_a	m ²	4,879	4,865
Äußerer freier Strömungsquerschnitt der Rauchgase f_a	m ²	0,0519	0,0512
Rohr Nr.		39	40

Tabelle II

Anlage zum Kurzbericht Nr. 27
des Techn. Prüfstandes Oppau

Bez.	G	t ₁	t ₂	Q	t _w	Q ₁	Q ₂	V _R	ρ _R	t _R	W _{R-gas}	W _{R-Rippen}	α, a
Dm.	kg/h	°C	°C	kcal/h	°C	kcal m ² /h	kcal m ² /h	m ³ /h	kg/m ³	°C	m/sec.	m/sec.	kcal m ² h °C
Rohr 39	504	7,5	79,5	8712	85,8	35900	1787	4640	0,493	410,0	4,107	16,55	5,51
	516	8,0	76,0	8420	79,0	34700	1726	3305	0,494	408,0	2,963	11,97	5,25
	501,5	7,0	82,5	9087	86,4	37487	1863	5957	0,490	412,0	5,207	21,00	5,72
	503	5,5	82,5	9295	90,2	38300	1905	6988	0,488	410,0	6,024	24,28	5,94
	511	4,0	83,0	9695	89,7	39960	1988	7795	0,497	409,0	6,650	26,81	6,20
	512,5	3,5	84,0	9910	95,0	40850	2062	9035	0,487	412,5	7,627	30,75	6,37
Rohr 40	540,5	3,0	83,5	10450	86,9	43100	2142	9720	0,488	412,0	8,635	33,23	6,59
	508,7	7,5	80,0	8855	79,3	36080	1820		Werte genau wie bei Rohr 39.				5,51
	515,7	8,0	76,5	8975	71,0	34580	1744						5,145
	502	7,0	83,0	9156	78,5	37300	1882						5,64
	503	5,5	83,2	9380	81,5	38400	1928						5,86
	512,5	4,0	83,0	9723	83,2	39650	1999						6,12
	514,8	3,5	84,0	9955	87,3	40550	2047						6,27
	546,7	3,0	84,5	10695	83,0	43550	2199						6,68

Bezeichnungen: siehe Bericht Dr. Kling Nr. 463
vom 14.7.1941.

11077

Bild 1

$\frac{kcal}{m^2 \cdot h \cdot ^\circ C}$

Wärmeübergangszahlen α_a

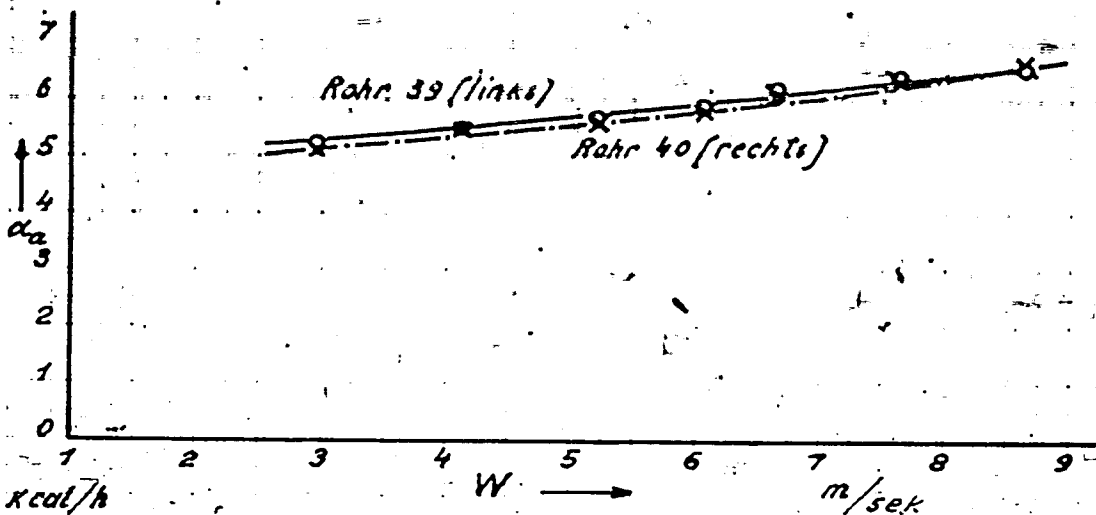


Bild 2

Wärmeleistung Q von 1m berippter Rohrlänge

$kcal/h$

8000

7000

6000

5000

4000

270x300 mit Verdränger
Rohr 171mm ϕ

Rippe 340x400
Rohr 229mm ϕ

Normalrippe 270x320mm
Rohr 171mm ϕ

1107°

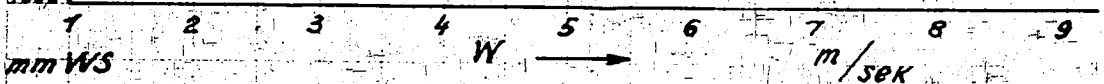


Bild 3

Drukverlust Δp einer Haarnadel

mm WS

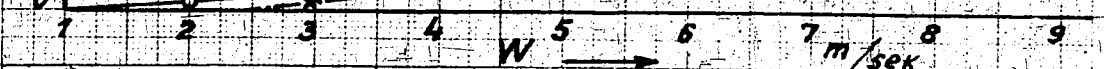
20

10

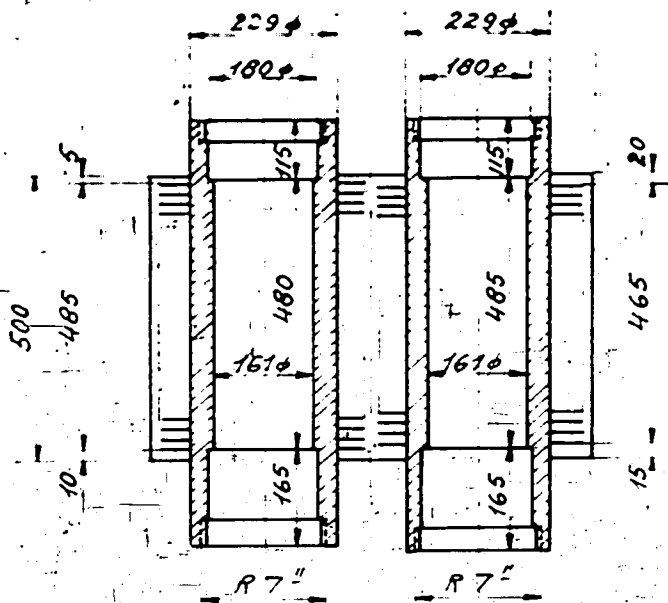
0

Rippe 340x400 bei 350mm
Rohrabstand

270x320mm ohne Verdränger



Skizze der Versuchsrohre



2 Rohre 340 x 400 mm

	$f_i [m^2]$	$F_i [m^2]$
39	0,02036	0,2428
40	0,02036	0,2455

	$F_a [m^2]$	$f_a [m^2]$
39	4,879	0,0519
40	4,865	0,0512

$$f_g = 0,355 m^2$$

