

do linealów. Ostatni sposób pozwala zastosowanie rury na wzdziół krzyżulca.

Wyrobienie linealów jest nader proste. Po dokładnym oheblowaniu i wygładzeniu płaszczyzn sankowych, muszą linealy być ułożone jak najdokładniej, aby uniknąć jednostronne tarcie. Ustawienie linealów wykonywa się za pomocą libeli.

C. Uzbrojenie maszyn.

I. RURY.

(*n.* Röhren, *f.* tubes, *a.* tubes, pipes, *r.* трубы.)

§. 31. Obliczanie wymiarów rury.

Rury służą do przeprowadzania płynów, pary lub gazów i muszą posiadać wytrzymałość odpowiednią ciśnieniu, jakie te płyny lub gazy wywierają na ich ściany.

Używamy rozmaitego materiału na rury a mianowicie: żelaza lanego, żelaza kutego, blachę, miedź, ołów i mosiądz. Najsilniejsze są rury kute czyli ciągnięte, najmniej cierpią od kwasów rury miedziane, ołowiane i mosiężne, lecz najtańsze są rury ze żelaza lanego wykonane.

Grubość ściany rur zawisła jest od ciśnienia wewnętrznego lub zewnętrznego. Jeżeli ciśnienie nie przewyższa 8 atmosfer, mówimy że rura jest o niskim ciśnieniu; natomiast, gdy ciśnienie powyżej 8 atmosf. wynosi, mówimy że rura doznaje wysokiego ciśnienia.

Rury o niskim ciśnieniu otrzymują grubość ścian według empirycznego wzoru Brix'a:

$$\begin{aligned}
 \delta &= \frac{d}{2} \cdot \frac{p}{k} \left(1 + \frac{p}{2k} \right) + C \\
 (65) \quad &= \frac{d \cdot n}{200 \cdot k} \left(+ \frac{n}{200 \cdot k} \right) + C
 \end{aligned}$$

gdzie oznacza: δ grubość ściany rury w *mm.* d średnica wewnętrzna rury czyli średnica rury w świetle; p nadciśnienie na jednostkę płaszczyzny; n ilość atmosfer ciśnienia; k dozwolone natężenie materiału; wreszcie C stałą liczbę zależną od materiału rury, a mianowicie dla miar w *m/m*:

dla blachy	$C = 3$	. . . . .	$k = 8$	do 10
„ żelaza lanego . .	$= 9$	. . . . .	$= 4$	— 5
„ „ (na ogień wystawionego) .	$= 13$	. . . . .	$=$	4
„ miedzi	4	. . . . .	$=$	2 — 2.5
„ bronzu	4	. . . . .	$=$	2 — 3.5
„ stali	2	. . . . .	$=$	15 — 20.

Zależnie więc od materiału, z którego rura dla niskiego ciśnienia ma być wykonana, przyjmujemy następującą grubość ściany:

1. Rury z żelaza lanego przy bardzo niskim ciśnieniu tj. od 1 do 2 atmosfer otrzymywują grubość ścian, jeżeli odlew zostanie stojąc przeprowadzonym:

$$\delta = 5 + \frac{d}{50} \quad \text{do} \quad 6 + \frac{d}{60} \quad (66)$$

Jeżeli rury zostały poziomo odlewane, nadajemy im grubość ścian przynajmniej o 3 *m/m* większą.

Dla rur wodociagowych i gazowych bywa

$$\delta = 8 + \frac{d}{80} \quad (67)$$

Przy rurach parowych i rurach do pomp powietrznych jest

$$\delta = 12 + \frac{d}{50} \quad (68)$$

wreszcie posiadają cylindry lane tak parowe jako też do pomp wodnych, ściany o grubości

$$\delta = 15 + \frac{d}{100} \quad (69)$$

Dla jednolitej miary takich rur, które nie doznają większego ciśnienia nad 7 atmosfer, przyjęło towarzystwo niemieckich inżynierów pewne wymiary podane w §. 32. Rury lane dla wysokiego ciśnienia obliczamy według wzoru Brix'a

$$\delta = 9 + \frac{dn}{800} \left(1 + \frac{n}{800} \right) \quad (70)$$

2 Rury żelazne kute i rury z blachy. Grubość ścian tych rur, które posiadają mniejszą średnicę niż 150 *m/m* przyjmujemy

$$\delta = 2 + 0.09 d \quad (71)$$

Rury z większą średnicą np. kotły parowe, rury płomienne i t. p. otrzymują grubość przepisana wedle ustawy państwowej. W Austrii przepisana jest grubość

$$\delta = 1.25 n D + 2 \text{ mm.} \quad (72)$$

przyczém *n* w atmosferach; średnica *D* (kotła lub rury) w metrach. a inne wymiary są w *m/m*. Dla rur z zewnętrznym ciśnieniem jak np. dla rur płomiennych przy lokomotywie lub kotle parowym obieramy

$$\delta = 1.3 + 6.7 D \sqrt[3]{n} \quad (73)$$

przyczém *D* ma być wyrażone także w metrach.

3. Rury mosiężne i miedziane mają zwykle 1.5 do podwójnej grubości od ścian rur blaszanych w tych samych warunkach się znajdujących. Rury mosiężne z zewnętrznym ciśnieniem obliczają się więc wedle wzoru

$$\delta = 1.8 + 10 D \sqrt[3]{n} \quad (74)$$

§. 32. Rury z żelaza lanego.

n. gusseiserne Röhren, *f.* tuyaux fondu, *a.* cast-pipes.

Odlewnie dostarczały dawniej rury ze żelaza lanego w rozmaitych długościach, mianowicie: od 1 do 4 metrów,

zależnie od średnicy rury. W nowszych czasach zgodzono się wyrabiać rury lane tylko 2 do 3 met. długości.

Połączenie lanych rur ze sobą wykonywa się rozmaicie: albo za pośrednictwem muf albo przez ześrubowanie przelanych łap, czyli obrzeży albo wreszcie za pomocą osobnych łączników. Główne kształty rur podaje Tab. XIV. a mianowicie na fig. 284 okazana jest rura z obrzeżem pierścieniowym. Tylko rury o bardzo małej średnicy mogą mieć obrzeże owalne, czyli tak zwane uszy, które nie są praktyczne, bo łatwo się mogą odłamać.

Na fig. 287 podana jest część rury z mufą. Fig. 288 okazuje mufę starszego kształtu a fig. 289 okazuje przekrój obrzeża normalnego w naturalnej wielkości dla rury 100 mm. w świetle; gdy fig. 290 dla takiej rury okazuje mufę w nat. wielkości. Z rysunku widzimy znaczną różnicę pomiędzy fig. 288 a fig. 290. Ostatnia tj. nowsza konstrukcja jest daleko lepszą, że dozwala używanie dowolnie odciętych rur, które przy długim rurociągu zawsze w znacznej ilości się znajdują. Tutaj wchodzi koniec rury walcowo w mufę, która zwolna się zwęża na wymiar średnicy rury, przez co centralne ułożenie rur jest umożliwione. Dawniejszy kształt fig. 288 wymaga zgrubionego końca, który nie zawsze istnieje przy wymaganej długości rury.

Uszczelnienie rur mufowych wykonywa się linką w smołę nasyoną i zalanie takowej ołowiem p. fig. 288. Najpierw owija się linką koniec rury do mufy włożonej, następnie przyciska się tę linkę dłutem, aż wypełni połowę długości mufy, następnie okala się pozostałą wolną część blachą odpowiednio wygiętą, oblepia się gliną, i wlewa ołów, który po szybkim ostygnięciu zostaje zasztutowany, czyli wgnieciony dłutem ażeby przylegał dobrze do rury. Rury wodociągowe i rury parowe, które nie mają być później rozbiierane, uszczelnia się najpewniej kitem żelaznym, którego skład w Tom. I. str. 71 podałem.

Ponieważ ołów nie trzyma bardzo szczelnie, a kit

z czasem pruchnieje, powinny rury parowe być zawsze z obrzeżami wykonywane i ześrubowane.

Olów utrzymuje się w żłobku, który w tym celu znajduje się w mufie (fig. 288); lecz takie zapewnienie jest zazwyczaj zbyt słabe, bo całą szczelność daje tylko linka a nigdy olów.

Na fig. 291—294 widzimy różne kolana dla rozgałęzienia lub zboczenia rurociągu z prostej linii. Długość kolan L dla jednakowo grubych rur jest przyjętą

$$(75) \quad L = 100 + d$$

Przy równej średnicy rur jest długość ta

$$(76) \quad l = 100 + 0.5 d + 0.5 d_1$$

Na fig. 295 rura literą A oznaczona posiada odnogę prostokątnie przyłąną; ta sama rura zakończona mufą jest oznaczona literą B na fig. 296. Te oznaczenia rur literami są przez towarzystwo techniczne przyjęte i do ogólnego zastosowania polecane. Rozgałęzienia podwójne oznacza się podwójną literą jak na fig. 304—306 rury AA BB i t. d.

Następująca tablica na str. 86 daje wszelkie wymiary dla rur z żelaza lanego, jeżeli ciśnienie w rurze nie przewyższa 7 atmosfer.

Na wymiary te zgodziły się 2 towarzystwa tj. towarzystwo techniczne niemieckich inżynierów i towarzystwo gazowników niemieckich; polecając wszystkim fabrykantom zastosowanie się do tych rozmiarów i przestrzegania ściślego wykonywania rur wedle tej tablicy.

§. 33. Łączenie rur wykonanych z żelaza lanego.

Rury z obrzeżami bywają ześrubowane według fig. 309—312. Szczelność połączenia osiąga się rozmaicie.

Pierścień z blachy owinięty zwojem konopi nasyconych tłuszczem lub minium, zostaje włożony między obrzeża, które nie potrzeba otaczać. Pierścień zapewnia, że konopie nie zostaną wyciśnięte. W innym razie tj. przy małym ciśnieniu w rurze wystarcza skóra lub płótno, albo siatka drutowa.

Najpewniejszy sposób uszczelnienia, zwłaszcza dla rur parowych daje drut miedzianny, włożony w rowek wytoczony na obrzeżach (fig. 289). Przy rurach wodociagowych o niskiem ciśnieniu jest kauczuk w płytach lub sznurkach bardzo wygodnym materiałem do uszczelnienia.

Ilość śrub i do obrzeży przyjmujemy według następującej tablicy, albo ze wzoru

$$i = 2 + \frac{d}{50} \quad (77)$$

Gdy ciśnienie (n atmosfer) w rurze jest wysokie, przyjmujemy ilość śrub:

$$i = \frac{n}{180} \left(\frac{d}{s} \right)^2 \quad (78)$$

Grubość s tych śrub, możemy łatwo obliczyć według ciśnienia przypadającego na jedną śrubę; zazwyczaj wystarcza przyjąć:

$$s = 1.5 \text{ 2} \quad (76)$$

tj. półtora grubości ściany rury.

Jeżeli zaś ciśnienie w rurze jest bardzo wysokie, natenczas jest najlepiej wpuścić koniec jednej rury w drugą rurę. Tym sposobem uszczelnienie nie będzie mogło być wypchanem p. fig. 311.

Oprócz łączenia mufą i ześrubowania łap, posiadamy bardzo wiele sposobów łączenia, z których głównejsze i lepsze są następujące:

Bardzo praktyczny sposób łączenia okazują fig. 307, 308 mufę podwójną, która dozwala stosowanie rur z koń-

Wymiary rur lanych, wen-

Rury z o b r z e ż e m												
d średnica rury w świetle	δ grubość ściany przy ciśnieniu 6 do 7 atm.	ŚRUBY										
		d_2 średnica obrzeża	δ_1 grubość obrzeża	d_1 średnica środkow otworów na śruby	i ilość	średnica trzpienia		L Długość rury	Waga jednej rury	Waga jednej pary obrzeża	Waga 1 m bież. rury bez obrzeża	długość ramion rur wygiętych i kolan ($L = d \cdot 100$)
						s	s_1 średnica otworu na śruby					
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.		mm.	mm.	m.	kg.	kg.	kg.	mm.
40	8	150	18	115	4	13	15	2	21.4	2	8.75	140
50	8	160	18	125	4	16	17	2	25.5	2.2	10.58	150
60	8.5	175	19	135	4	16	17	3	45	2.7	13.26	160
70	8.5	185	19	145	4	16	17	3	51.4	2.9	15.20	170
80	9	200	20	160	4	16	17	3	61.7	3.5	18.25	180
90	9	215	20	170	4	16	17	3	68.8	4	20.30	190
100	9	230	20	180	4	19	21	3	76	4.4	22.32	200
125	10	260	21	210	4	19	21	3	98	5.6	28.94	225
150	10	290	22	240	6	19	21	3	122	6.9	36.45	250
175	10.5	320	22	270	6	19	21	3	149	8	44.38	275
200	11	350	23	300	6	19	21	3	178	9.6	52.91	300
225	11.5	370	23	320	6	19	21	3	206	9.9	61.96	325
250	12	400	24	350	8	19	21	3	238	11.6	71.61	350
275	12.5	425	25	375	8	19	21	3	273	12.9	82.30	375
300	13	450	25	400	8	19	21	3	306	13.7	93	400
325	13.5	490	26	435	10	22	25	3	343	17.2	102.87	425
350	14	520	26	465	10	22	25	3	376	18.9	112.75	450
375	14	550	27	495	10	22	25	3	415	21.5	124.04	475
400	14.5	575	27	520	10	22	25	3	456	22.6	136.85	500
425	14.5	600	28	545	12	22	25	3	484	24.5	145.16	525
450	15	630	28	570	12	22	25	3	539	26.5	162	550
475	15.5	655	29	600	12	22	25	3	582	28.6	178.84	575
500	16	680	30	625	12	22	25	3	624	30.7	187.68	600
550	16.5	740	33	675	14	25	28.5	3	723	39	214.97	—
600	17	790	33	725	16	25	28.5	3	813	42	243.28	—
650	18	840	33	775	18	25	28.5	3	916	43	276.6	—
700	19	900	33	830	18	25	28.5	3	1034	50	311.27	—
750	20	950	33	880	20	25	28.5	3	1148	53	347.96	—
800	21	1020	36	940	20	29	32	3	1297	68	387.10	—
900	22.5	1120	36	1040	22	29	32	3	1567	74	472.81	—
1000	24	1220	36	1140	24	29	32	3	1872	96	560	—

tyli, kurków i zasuw.

R u r y m u f o w e									Zasuw, kurki i wentyle		
Listewka do uszczelnienia		D_1 zewnętrzna średnica mufy	D_2 wewnętrzna średnica mufy	g głębokość mufy	Waga 1 m. bież. rury bez mufy	Waga jednej mufy	Waga 1 m. rury z mufą	L długość rury	długość zasuw od obręża do obręża $= d + 200$	długość kurków od obręża do obr. i wentyli przeloc. $= 2 d + 100$	długość kolana wentyli kolankowych $= d + 50$
szerokość z	wysokość w										
mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	kg.	kg.	kg.	m.	mm.	mm.	mm.
25	3	120	69	74	8.75	2	10	2	240	180	90
25	3	132	81	77	10.58	2.6	12	2	250	200	100
25	3	143	91	80	13.26	3.2	15	3	260	220	110
25	3	153	101	82	15.20	3.7	17	3	270	240	120
25	3	164	112	83	18.25	4.3	20	3	280	260	130
25	3	175	122	86	20.30	5.0	22	3	290	280	140
28	3	186	133	88	22.32	5.8	24.5	3	300	300	150
28	3	213	158	91	28.94	7.3	32	3	325	350	175
28	3	242	185	94	36.45	8.9	39	3	350	400	200
30	3	270	211	97	44.38	10.6	48	3	375	450	225
30	3	299	238	99	52.91	12.3	57	3	400	500	250
30	3	315	264	100	61.96	14.3	67	3	425	550	275
30	3	351	291	101	71.61	16.3	77	3	450	600	300
30	3	378	317	102	82.30	19.1	89	3	475	650	325
30	3	406	343	104	93.00	21.9	100	3	500	700	350
35	4	433	368	105	102.87	24.9	111	3	525	750	375
35	4	460	394	106	112.75	27.9	122	3	550	800	400
35	4	489	421	107	124.04	30.0	134	3	575	850	425
35	4	518	448	109	136.85	34.1	148	3	600	900	450
35	4	545	473	110	145.16	37.3	158	3	625	950	475
35	4	573	499	111	162.00	40.5	176	3	650	1000	500
40	4	600	525	112	174.84	44.1	190	3	675	1050	525
40	4	628	551	114	187.68	47.7	204	3	700	1100	550
40	5	682	603	116	214.97	55.3	234	3	750	—	—
40	5	736	655	119	243.28	63.5	265	3	800	—	—
40	5	791	707	122	276.60	73.5	301	3	850	—	—
40	5	846	759	125	311.27	84.6	340	3	900	—	—
40	5	897	812	127	347.96	94.4	380	3	950	—	—
45	5	949	866	129	387.10	104.6	422	3	1000	—	—
45	5	1066	968	134	472.81	135.9	518	3	1100	—	—
45	5	1176	1074	140	560.00	168.5	616	3	1200	—	—

cami gładkimi i zarazem łatwe rozbieranie rurociągu. W celu nałożenia mufy na rurę, okręca się koniec rury linką nasyconą w smole, a okręcanie to trwa tak długo, aż całe miejsce wolne między rurą a mufą wypełnione zostanie linką.

Do szybkiego układania i prędkiego rozbierania rurociągu nadają się konstrukcje Normandy'go i Petit'a. Sposób Normandy'go okazany jest fig. 313—314. Dla uszczelnienia są dwa pierścienie kauczukowe. Podobnie wykonaną jest konstrukcja Petit'a w fig. 315—316, gdzie pierścień kauczukowy leży w żłobku a rury są połączone kutymi skówkami. Oba sposoby są tanie w wykonaniu, ułatwiają prędkie rozbieranie i pozwalają dostateczną ruchliwość połączenia, korzystną zwłaszcza przy długich rurociągach, które zupełnie prosto nie mogą być ułożone.

Błędne miejsca rur lanych mogą być uszczelnione skówką Langensiepa p. Uhland PMC 1884 str. 396.

Inne sposoby łączenia rur lanych p.: Uhland PMC. 1871 str. 275; 1876 st. 359 i tablica 56; 1881 st. 145; 1885 st. 318; 1886 st. 234.

Dingler tom 196 st. 298; t. 198 st. 197; t. 199 st. 169; t. 202 st. 223; t. 208 st. 103; t. 211 st. 343; t. 216 st. 398; t. 218 st. 529; t. 221 st. 204; t. 223 st. 567; t. 230 st. 396; t. 233 st. 446; t. 234 st. 18; t. 235 st. 19—182; t. 236 st. 12—98; t. 237 st. 437; t. 238 st. 277; t. 239 st. 174; t. 241 st. 92; t. 245 st. 406; t. 248 st. 360; t. 258 st. 386; t. 259 st. 534; t. 262 st. 249; t. 268 st. 337 wreszcie Uhland Skizzenbuch tom I.

§. 34. Łączenie rur kutech, mosiężnych i miedziannych.

Rury kute mogą być albo z blachy znitowane lub spajane (szwejsowane) albo z blachy lutowane.

Sposób nitowania (znany nam z I. tomu) stosuje się tylko dla rur o wielkiej średnicy.

Rury zostają spajane szwą tępą albo za pomocą nakładki i znachodzą się w handlu jako rury gazowe i ogniowe dla kotłów parowych. Rury z blachy żelaznej otrzymują przynitowane obrzeża ze żelaza kątownego lub ze żelaza

lanego p. fig 317—318. Grubość i ilość śrub przyjmujemy według wzoru (77—79). Stosunki odnoszą się do grubości śruby *s*.

Ponieważ połączenie blach nitami wymaga wiele pracy i kosztów, w dodatku posiada każda szew nitowana tę wadę, że osłabia rurę i daje powód do nieszczelności; z tej przyczyny byłoby najodpowiedniej rury ogniowe dla kotłów parowych wykonywać przez spajanie blach czyli przez tak zwane szwajcowanie. Ta praca nie jest jeszcze dotychczas wszystkim fabrykom dogodną, bo nie posiadają do tego wprawnych robotników, którzyby spajanie takie zdołali wykonywać dobrze. Zgrubienie blach w celu zwiększenia wytrzymałości nie możemy dowolnie zwiększać, albowiem przeprowadzenie ciepła zostaje osłabione a spalanie blach rychlej następuje; dlatego blachy żelazne i stalowe nie przyjmujemy grubsze jak 12 do 13 *mm*.

Rury żelazne ciągnięte jakoteż rury mosiężne łączą się najprostszym sposobem przez ześrubowanie osobną wkładką albo nasówką. W pierwszym przypadku powstaje zwężenie przekroju, zato posiadamy rurę zewnątrz gładką jak na fig. 320. W drugim przypadku na fig. 321 jest przekrój rury zachowany. Przy skroplaczach przychodzi często stosować połączenie rur żelaznych, mosiężnych lub miedziannych ze ścianą skroplacza. Sposoby tego rodzaju łączenia są rozmaite; np. na fig. 323 sposób Halla a na fig. 324 sposób Hawden'a często jest stosowany. Warunki dobrego łączenia takich rur z ścianą są następujące: Sposób połączenia nie powinien osłabiać ani rurę ani ściany naczynia, a konstrukcyja musi być prostą i tanią tak w samym wyrabianiu jak i przy utrzymywaniu; zarazem muszą rury szczelnie dolegać i dozwalać rozciąganie i kurczenie spowodowane przez zmianę temperatury. Wreszcie powinna budowa umożliwiać jak najbliźsze ułożenie rur ku sobie i łatwe wyjęcie rury, względnie odnowienie takowej, w razie reperatury. Tym warunkom odpowiadają wspomniane dwa sposoby na fig. 323 i fig. 324.

Otwory w ścianie skroplacza bywają około 3 *mm.* więcej wyfrezowane na zewnątrz od średnicy rury przy 13 do 16 *mm.* głębokości. Następnie wrzynamy gwint i wkładamy uszczelnienie, np. sznurki konopne minią nasyczone, które mosiężną mutrą przyciskamy. Każda mutra jest wykonaną z rury mosiężnej i posiada 4 wcięcia na krzyż, celem jej wkręcania i wykręcania. Przy drugiej konstrukcyi fig. 324 systemu Howden'a są otwory do rur wyfrezowane także o 3 *mm.* w średnicy większe na głębokość 12 *mm.*; a pozostałe miejsce wolne uszczelniasię silnie wtłoczonymi sznurkami. Ten sposób jest tańszy i odpowiada zupełnie warunkom skroplaczy.

Rury kotłów parowych nie mogą posiadać uszczelnienie z minii a tym mniej sznurki konopne lub bawełniane, gdyż takowe zostałyby zaraz spalone. W tym przypadku są rury szczelnie osadzone w sposób podany na Fig. 322—lub Fig. 330. Rury te mogą być ciągnięte, mosiężne lub miedziane. Materiał jest tu obojętnym a łączenie wykonywa się zawsze jednakowo. Po dokładnym dopasowaniu rury w otwór uszczelnia się rurę przez rozciąganie końca osadzonego w ścianie, na większą średnicę. Dawniej osiągnano ten cel przez wbijanie wałka stalowego nieco stożkowego (Fig. 322), przez co rurę rozszerzono i tym sposobem przyleganie rury do ściany wykonywano, następnie dłutem (sztemonaniem) szczelne przyleganie zapewniano. W nowszych czasach skuteczniejszą się to uszczelnienie osobnym przyrządem, który za pomocą 3 wałeczków stalowych rozszerza i uszczelnia rurę jednocześnie. Dla każdej średnicy rury potrzebujemy osobnego przyrządu, który nie nadwyręża rurę, co przy wbijaniu kolka stalowego łatwo następowało, dlatego stary ten sposób został zaniechany. Rury płomienne czyli ogniowe do kotłów parowych używają się tylko w pewnych rozmiarach, a mianowicie o średnicy 50 do 70 *mm* w świetle; co ułatwia fabrykantom sprawienie takich przyrządów uszczelniających.

Umocowanie rur systemu Fielda podaje fig. 330. Tutaj są rury zawieszono stożkowato i bywają silnie wciśnięte w dno kotła. Rury te są zwykle żelazne, czasami i mosiężne. Zawsze wykonywa się zgrubienie końca rury albo przez nalutowanie lub przez spojenie pierścienia.

Rury miedziane łączą się zazwyczaj obrzeżami kutymi, które spierają się na poprzednio przelutowanych obrzeżach z miedzi. Na fig. 331 widzimy część obrzeża z rurą w nat. wielkości; a na fig. 332 widzimy zestawienie takiego połączenia.

Rury mosiężne można taksamo łączyć z ścianami naczyń jak rury kute; albowiem miedź jest bardzo giętka. Dla uzyskania sztywności rury miedzianej wkłada się do niej pierścień (ϕ) stalowy p. fig. 322.

Rury o małej średnicy łączą się ze ścianami naczyń sposobem okazanym na fig. 326 lub fig. 329. W obu razach są uszczelnienia *UU* odpowiednio do cieczy stosowane, ażeby były szczelne. Zamiast gwintowanych rur, można wykonać połączenie w rodzaju dławika jak na fig. 325, które to połączenie przy prasach hydraulicznych często się stosuje.

Połączenie rur o różnej średnicy np. przy rurociągach gazowych podaje fig. 319.

Inne połączenia p. Dingler, tom 224, str. 585: tom 227, str. 129.

§. 35. Wyrabianie i składanie rurociągów.

1. **Rury lane.** Rury ze żelaza lanego bywają odlewane leżąc lub stojąc. Ostatni sposób jest najwłaściwszy lecz kosztowny, bo wymaga zawsze posiadanie znacznego dołu formowego dość głęboko obmurowanego, w który formy wpuszczane zostają. Przy odlewaniu dodaje się tak zwaną głowę straconą, która po dokonanych odlaniu się odbija albo na tokarce odeina, a brzegi dłutem się zgładza.

Jeżeli rura formuje się z modelu drewnianego, to musi być model wykonany w miarze kurczenia się żelaza. Lepiej

jest używać modeli żelaznych niżeli drewnianych, co się tłumaczy samo przez się trwałością i dokładnością formowania. Dobrze jest także, gdy skrzynka formierska jest żelazna, z dwu części złożona i dokładnie spasowana. Wreszcie potrzebnym jest jądro czyli karń do rury, która dla sztywności posiada oś zwykle wykonaną z rury blaszanej lub ciągnionej żelaznej. Model rozdzielony na 2 połówki odciska się w piasku w skrzynce dolnej i górnej, a po wygładzeniu odcisku wysusza się dobrze całą formę, pociąga się ją mialkiem grafitem (lub proszkiem węgla z kłajstrem) z wodą i wysusza powtórnie. Podczas téj czynności wykonywa się jądro czyli karń. Ażeby jednostajną grubość rury osiągnąć, musimy jądro dokładnie tj. centrycznie ułożyć w formie, co osiągniemy tym sposobem, że nadajemy jądrowi przedłużenia na które się ono opiera przy ułożeniu w formie. Jeżeli rura ma być odlaną leżąco (albo nachylono), musimy ją podpierać drutami (Kernstützen), które pozostają w ścianie rury. Przy stojącym odlewie nie są takie podpory potrzebne.

Od wykonania formy, wysuszenia i dobrego ułożenia jądra zależy dobre odlanie rury. Jądro wyrabia się najlepiej na rurze (Spindel) ciągniętej, opatrzonej wieloma otworami (2 mm. średnicy), ażeby gazy wywiązane przy odlewie mogły uchodzić swobodnie. Do wykonania jądra układa się wspomniana rura (Spindel) na przyrządzie zwanym tokarką jądrową (Drehlade), obwijając rurę przewrótłami ze słomy lub siana i oblepiając takową gliną, która zostaje zgładzana podług kształtu podoby tj. drewnianej linii obok ułożonej. Tym sposobem bywa zebrany nadmiar gliny aż kształt wewnętrzny rury w zupełności otrzymamy. Grubość jądra czyli karni powinna odpowiadać dokładnie średnicy wewnętrznej rury i dlatego bywa sprawdzaną cyrklem. Obwijanie słomą ma cel podwójny; a mianowicie: daje jądrowi pewną sprężystość przy ściąganiu się żelaza podczas kurczenia jego i następnie służy za kanały, które gazy wywiązujące się

podczas odlewania uchodzą; wreszcie zwęglona słoma pozwala łatwiejsze wyciąganie rury jądrowej z formy.

Tak wykonywane zazwyczaj jądra mają tę wadę, że rura wewnątrz nie jest gładką, bowiem w miejscach gdzie słoma nie jest dość silnie nawinięta, powstają w rurze wypukłości, które przekrój zwężają, co nie jest pożądanem.

Tę wadę omija się użyciem na jądra wrzecion konstrukcyi Cochrane które to wrzeciona poddają się przy ostyganiu żelaza jednolicie na całej swęj długości, pozwalają łatwiej wydobyć z modelu i wymagają cienką (10 - 15 mm.) warstwę gliny (bez sznurów słomianych) która warstwa prędzej wysycha niżeli gruba warstwa znajdująca się w powyżej opisanych jądrach.

Podobnie jak formę wysusza się jądro i czerni się je tzn. pociąga się zewnątrz mialkiem grafitem z wodą. Tak otrzymane jądro wkłada się do formy, a odlew rury może nastąpić.

Wielkie odlewnie posiadają osobne przyrządy do wyrabiania form na rury, a odlewy takie są czyste, dobre i nie posiadają szwów. W tym przypadku nie potrzeba ani modeli, ani skrzynek formierskich tak dokładnie wykonanych jak dla poprzedniego sposobu formowania.

Dobrze oddane rury muszą być wolne od szlaki i dziurek, nieposiadać baniek itp. wad; muszą być zupełnie proste i jednakowo grube. Żelazo powinno być o tyle twarde aby łatwo w niem otwory wywiercać lub gwint nacinać można; odlam żelaza nie powinien być biały (jasny) lub szklisty.

Po dokonany odlewie oczyszcza się rurę, by wszystkie rapate miejsca zgładzić tj. szwy z powierzchni usunąć, a wlewy czyli miejsca gdzie leizna wchodziła dłutem ścierać.

Tak odlane i oczyszczone rury zostają zazwyczaj poddane próbie, celem przekonania się, czy są w stanie wytrzymać ciśnienia, jakie w użyciu doznawać będą. Rury wodociągowe i rury gazowe próbują się na 5 do 10 atmosfer ciśnienia. Próba może być przeprowadzona wodą lub

powietrzem. W pierwszym razie włącza się wodę w zamkniętą rurę za pomocą pompy a ciśnienie odczytuje się na manometrze. Przy drugim sposobie wkłada się dobrze uszczelnioną rurę we wodę a włącza się do niej powietrze. Drugi sposób jest pewniejszy bo uwidocznia szczelność rury, okazuje bowiem miejsca błędne przez wydobywanie się baniek powietrznych. Gdy nieszczelne miejsca są nieznaczne tj. gdy okaże się tylko tak zwane pocenie się rury, to można rurę użyć, jeżeli uszczelnimy to miejsce przez zasztemowanie lub zakitowanie. Często wymaga się większą szczelność a nawet bywa przypisanem, by przy próbie uderzać rurę młotkiem o przepisany ciężar. Przyczyna jest ta, aby się zapewnić, że rura uderzeniom wody dostateczny opór stawi. Takie próby są nieodpowiednie; bo uderzenia są zawisłe nietylko od robotnika władającego młotkiem, lecz także od długości styliska i dlatego taka próba zawsze jest niepewną. W tym przypadku zaleca się wywoływać rzeczywiste wstrząśnienie, dodając następujący przyrząd: Dwuramienny drążek obciążony ciężarem bezpieczeństwa zostaje nieco przedłużony, by przez nagle opuszczony ciężar wywołać zamierzone uderzenie wody. Natenczas skutek może być ściśle zachowany.

Rury mufowe wykonywują się tak samo jak rury z obrzezami, a przypadkowe otwory w leiznie, bywają zalewane ołowiem lub zalepiane kitem żelaznym jeżeli błąd ten może być dozwolony ze względu na małe ciśnienie.

Rury parowe muszą być starannie wykonywane, a błędne miejsca albo kitem żelaznym wypełnione lub cała rura odrzuconą i na nowo odlaną.

Ażeby rurę ochronić od wpływu powietrza i wilgoci tj. od rdzewienia, jest najprostszy środek pociągać rury świeżem wapnem lub gorącą smołą.

Wykonywanie rur z blachy opisałem w tomie I. w rozdziale o nitowaniu. Obrzeża zostają nałożone, przynitowane i uszczelnione a następnie otoczone.

2. Rury miedziane. wykonują się z blachy przez spoje-

nie w ogniu lutem i następnie przez przeciąganie rury na ławce rurowej. (Röhrenziehbänk) Rury mosiężne bywają tak samo jak z żelaza lanego odlewane.

Wygięte rury żelazne i miedziane otrzymujemy z rur prostych przez wygięcie takowych. W tym celu napełnia się prostą rurę żelazną, piaskiem, zamyka się oba końce denkami, i rozgrzewa się przy powolnym wyginaniu aż otrzymamy kształt wymagany. Piasek służy na to, by rura się nie zagięła. Podobnie postępuje się przy wyginaniu rur miedzianych z tą różnicą, że zamiast piasku wlewa się smołę gorącą, a po zamknięciu końców wyginanie wykonywa się na zimno. Przy znacznej krzywiznie potrzeba także i miedzianą rurę ogrzać, ażeby takowa swą ciągłość nie straciła. Po skończonj pracy wytapia się z rury miedziannej smołę.

Układanie rurociągów. Przy składaniu długich rurociągów tak parowych, gazowych jako i dla wody przeznaczonych powinniśmy uważać na następujące okoliczności:

1. Poziomo ułożone rury z mufą prowadzić o ile możliwości w prostej linii, ażeby oś poszczególnych rur była wspólną całemu rurociągowi. Gdy bowiem jedna rura leży skośnie względem drugiej rury, to następujące uginanie się rur może w mufach spowodować łatwo pęknięcie. W zagięciach rur gazowych pozostaje woda, która odpłynąć nie może, więc jeżeli nic innego, to spowoduje zwięźenie przepływu.

2. Rury wodne, które przeciw zamarznięciu ochronić musimy, i ułożone zostają w ziemi, powinny leżeć przynajmniej 1.5 met. głęboko pod poziomem, ażeby nie tylko uchronić je przed zamarznięciem ale także i wszelkie uderzenia wywołane jazdą wozami i t. d. uczynić nieszkodliwymi.

Przy ułożeniu rur wykopuje się rów, na którego dnie rury się kładzie. Szerokość rowu na dnie powinna być przynajmniej 0.75 m. ażeby robotnik potrzebną pracę przy ułożeniu i uszczelnieniu dogodnie wykonał. Dno powinno być

zrównane, a gdy pochyłość jest pożądana, takowa dobrze oznaczona; co najłatwiej w ten sposób się wykonywa, że w dowolnych odstępach układamy łąty wizowe oznaczające zniżenie dna rowu. Rury powinny spoczywać na całej swój długości na samym dnie rowu, a nie powinny być podpierane kamieniami lub słupkami podmurowanemi; gdyż w takim razie przy powstałych wstrząśnieniach łatwo pękają. Jeżeli rura przechodzi przez kanał przeprowadzający inne ciecze, natenczas bywa ochronioną w kanale osobnym płaszczem. Po ułożeniu rur powinno się je dopiero wtedy ziemią zasypać, gdy wodociąg w ruch puścimy i przekonamy się, że wszystkie miejsca spojone są szczelne a rury są dobrze ułożone. Także nie powinno się po zasypaniu rurociągu zaraz brukować drogę, gdyż ziemia usiada się dopiero po paru tygodniach dostatecznie.

3. Długie rurociągi parowe służące do ogrzewania warsztatów, zakładów fabrycznych, wreszcie długie rury wystawione na znaczną zmianę temperatury, powinny być tak ułożone, by przedłużenie i ściąganie się ich było możebne, a nawet ułatwione. Najprościej osiągamy ten cel przez wygięcie rury na kształt *U*. Tak wykonane wygięcia zwiemy rurami kompensacyjnemi (Compensationsrohre) a rozmaity ich kształt jest podany na fig. 331.—335.

4. Przy pionowych rurach z mufą powinny być mufy ułożone z szyją do góry, dla ułatwienia wykonania uszczelnienia. Przy leżących rurach natomiast kierunek muf jest zawisły od kierunku przepływu cieczy; staramy się układać mufy tak, by przepływająca ciecz nie miała zamiar i dążność wypychać uszczelnienie z mufy. Rury leżące wykonywają się najlepiej z obrzeżami, bo są łatwiej do rozbierania i dogodniejsze do składania niżeli rury mufowe. W szczególnych przypadkach łączymy rury, jednym z powyżej podanych sposobów Normandy'go, Pétita i t. p.

Odrębny sposób łączenia rur Hanssen's Verschluss für Anbohrungen an Gas & Wasserleitungen unter Druck p: Dingler tom 247 st. 483.