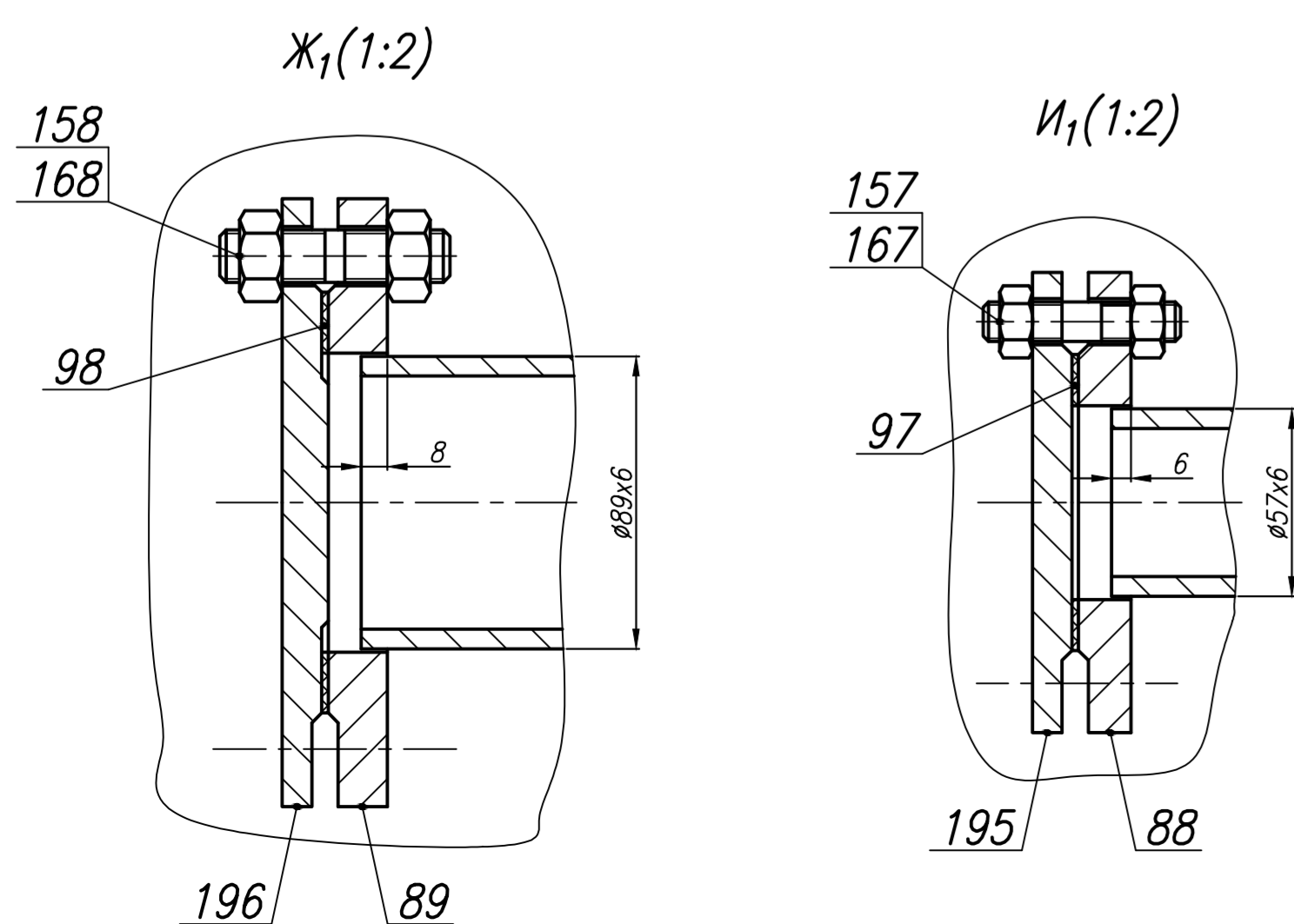
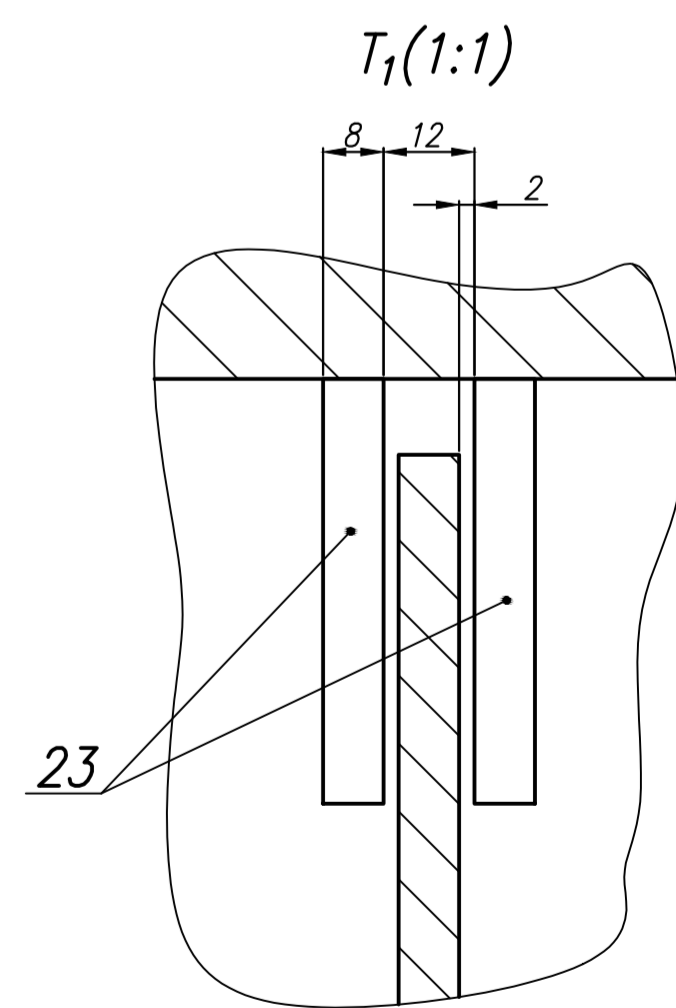
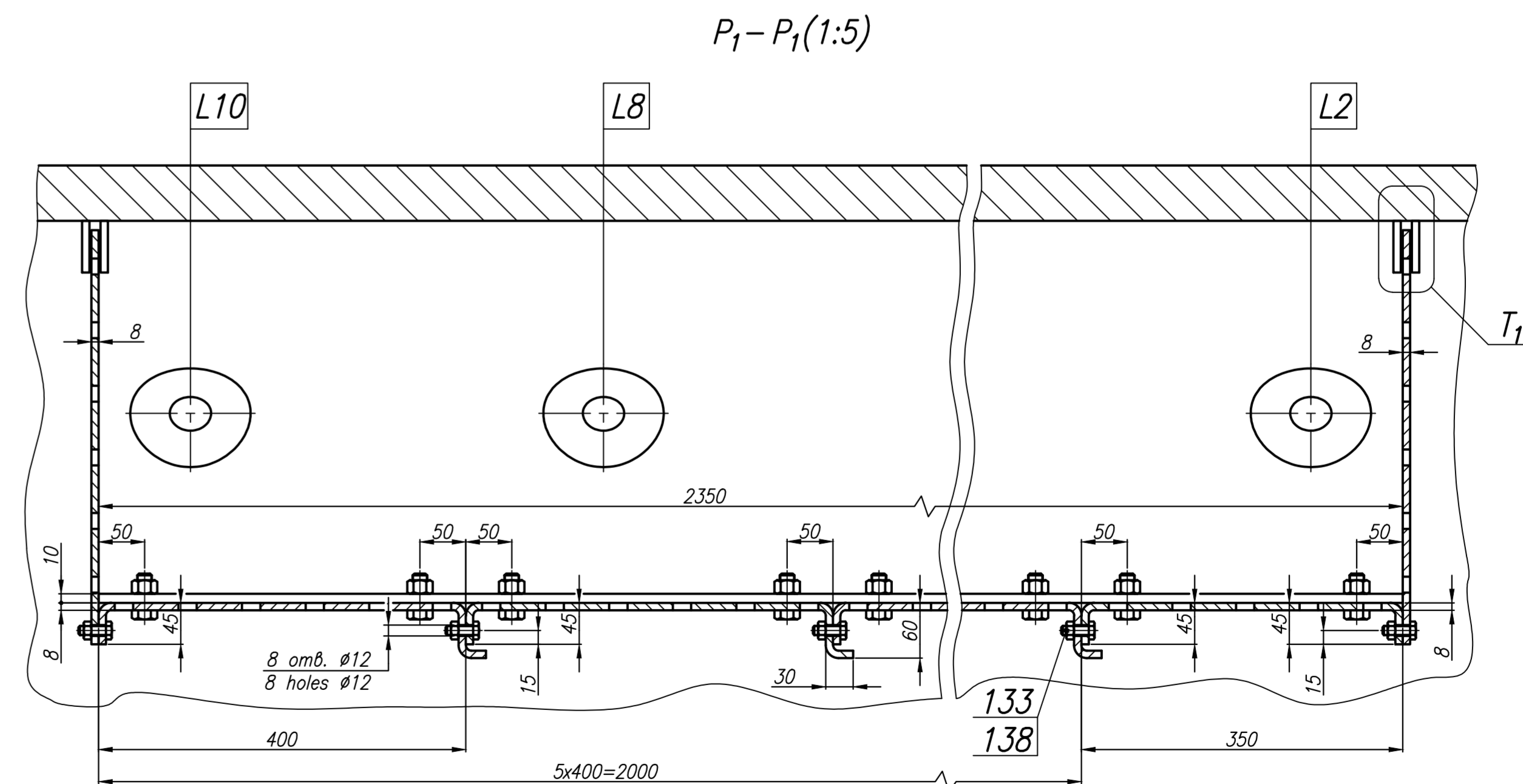
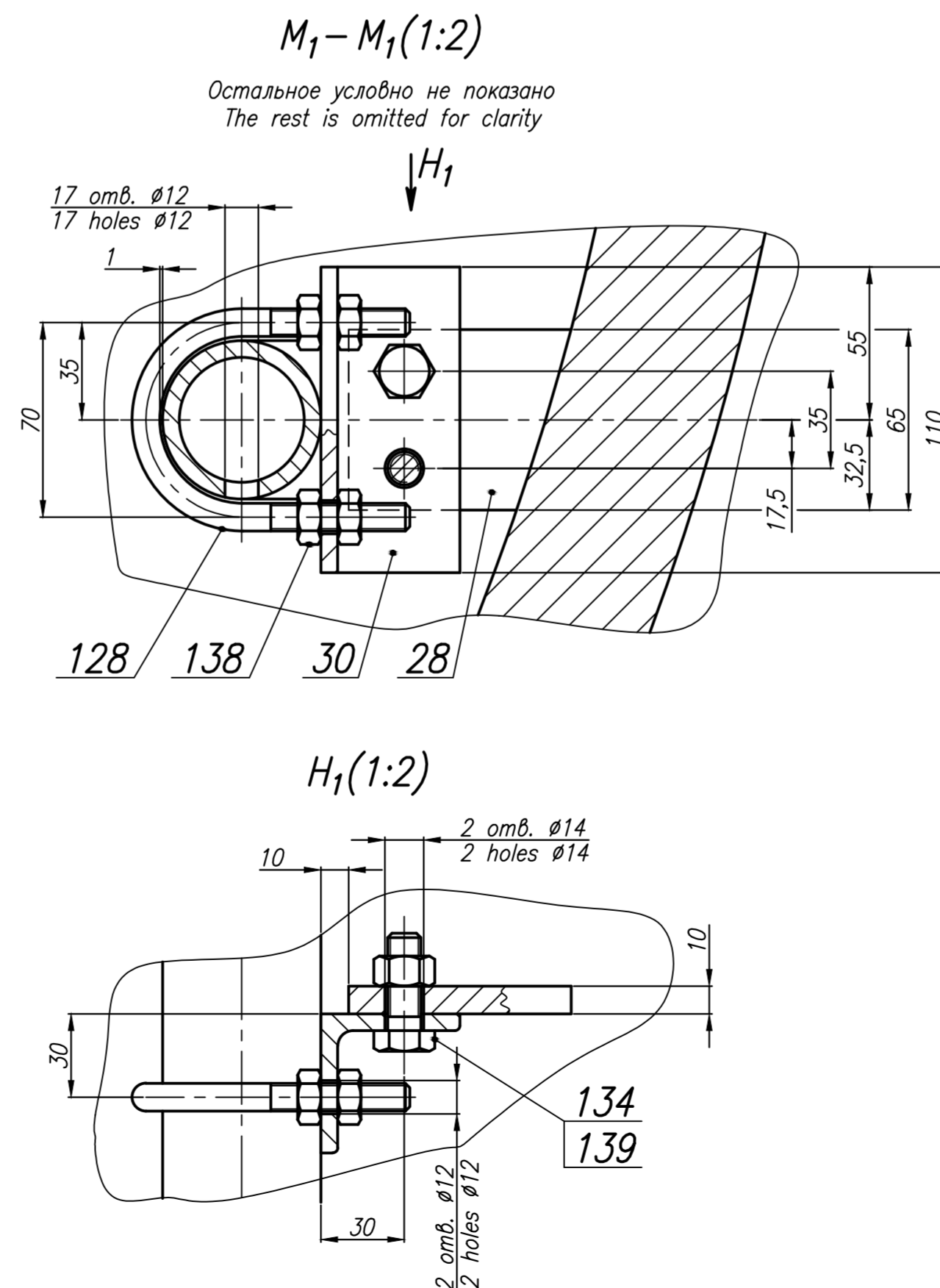
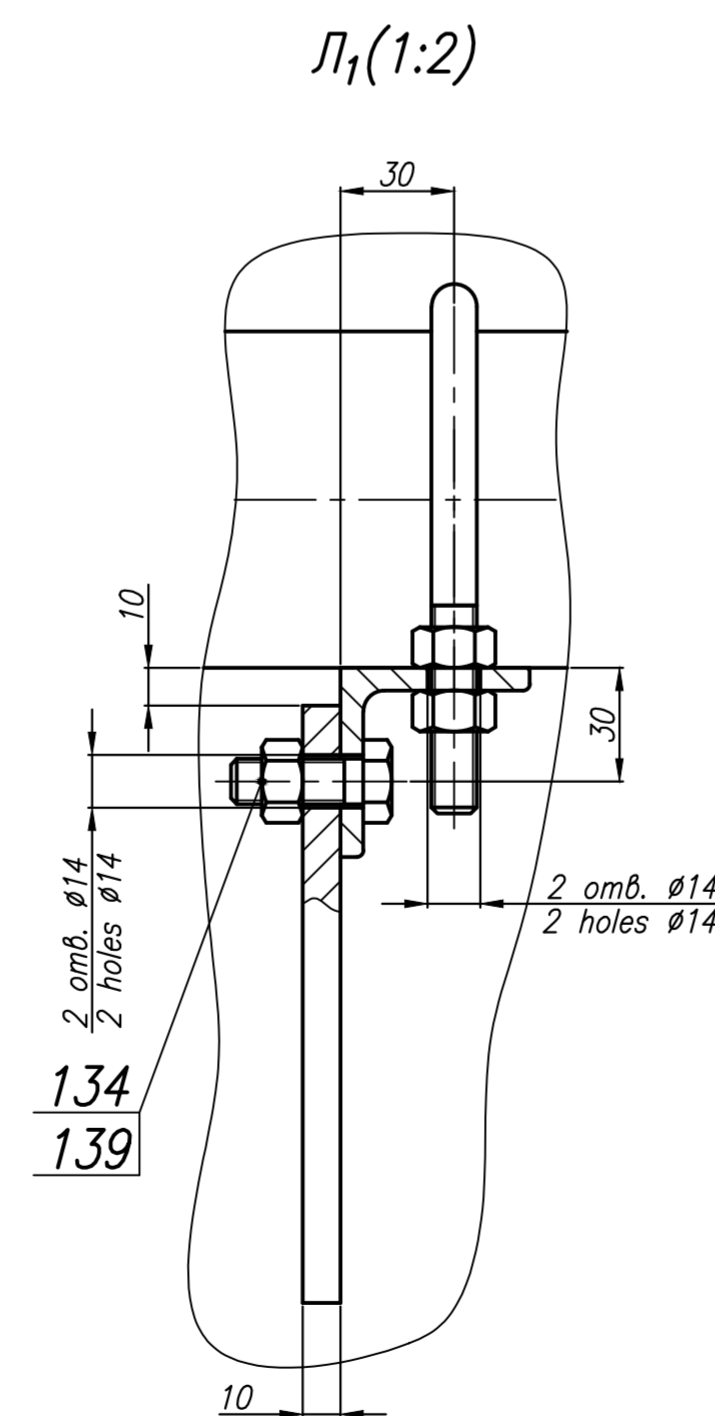
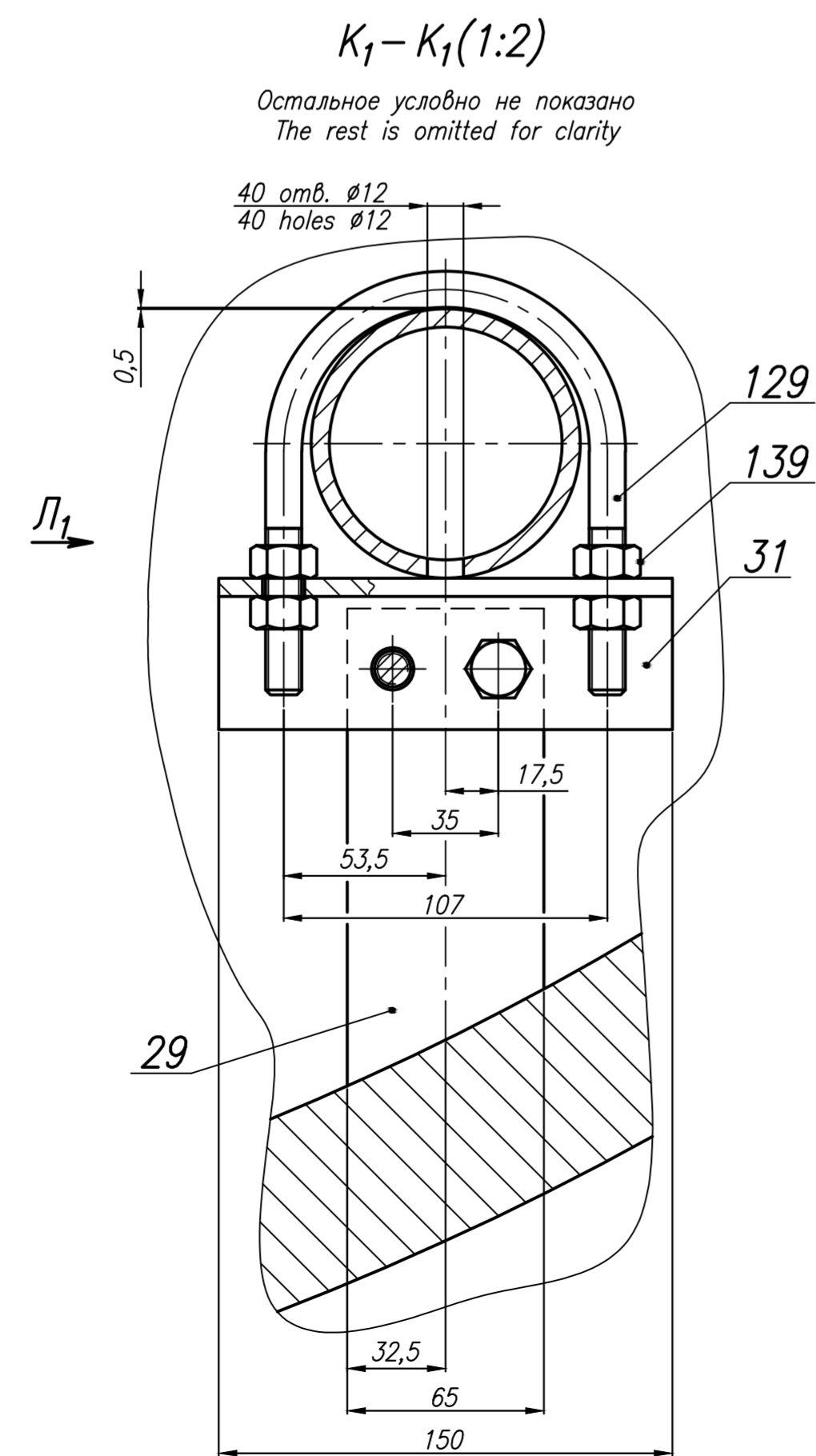
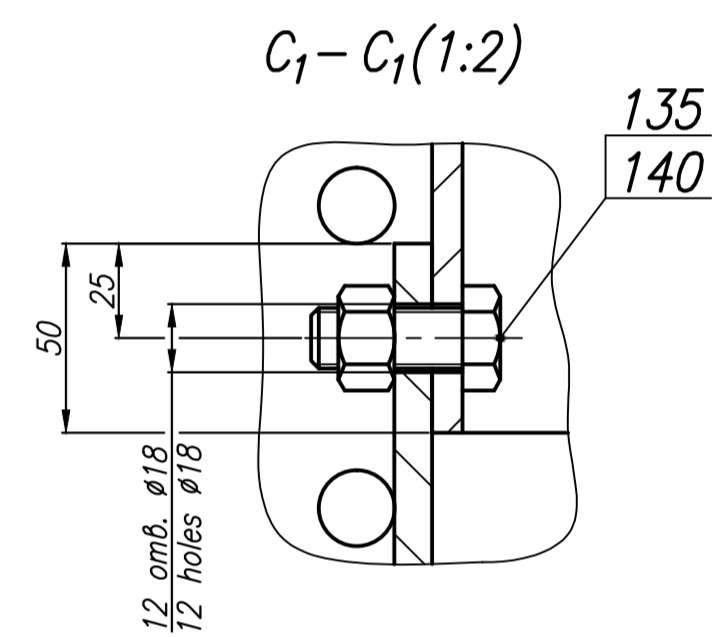
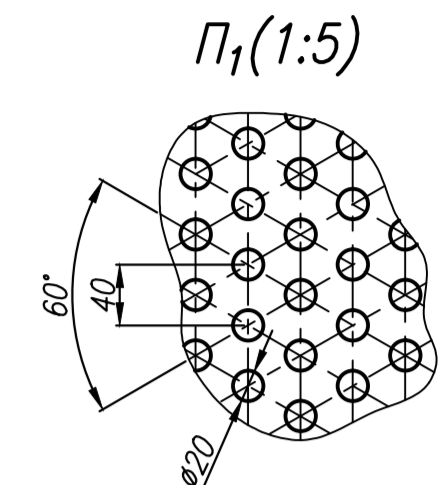
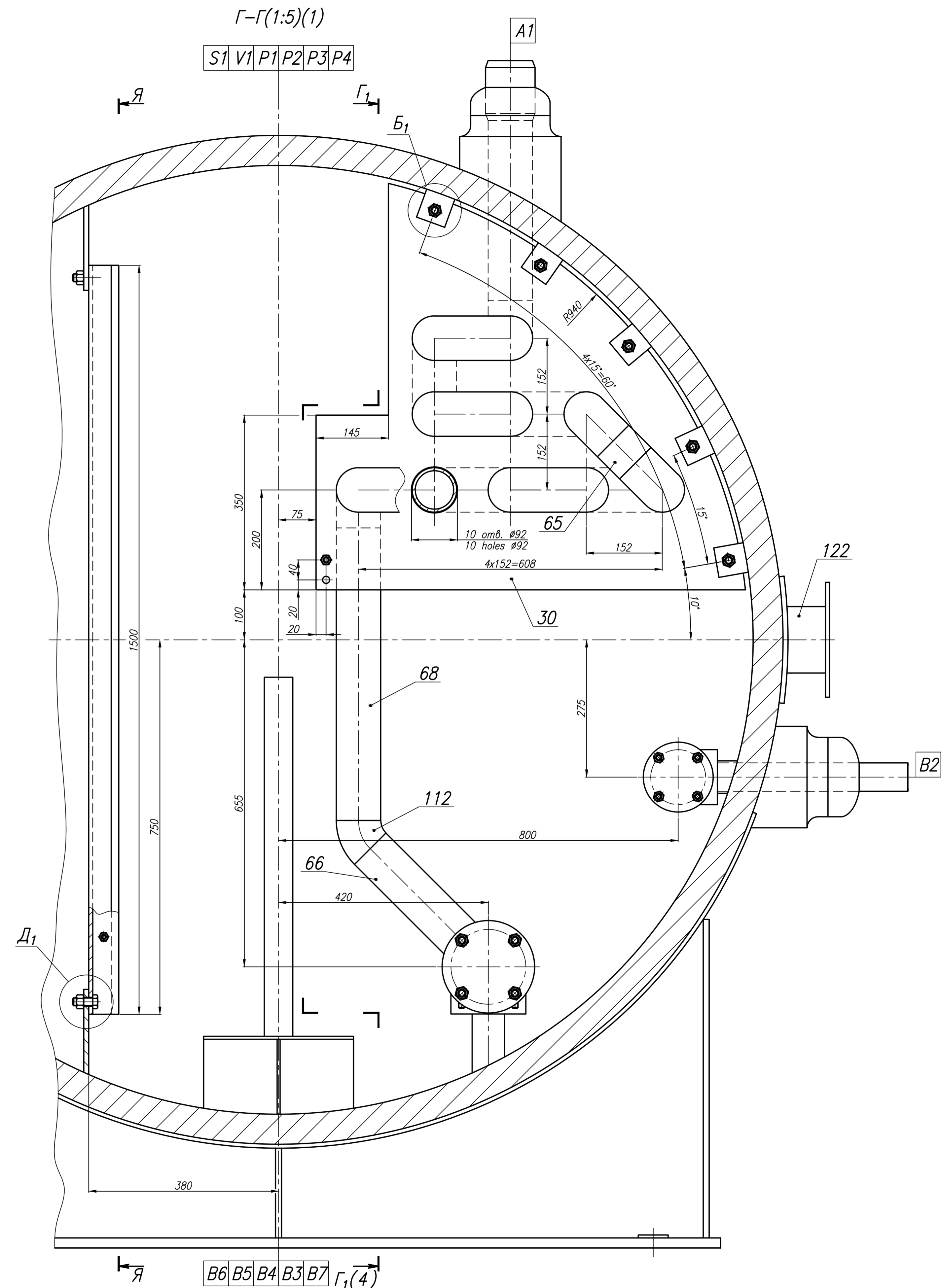
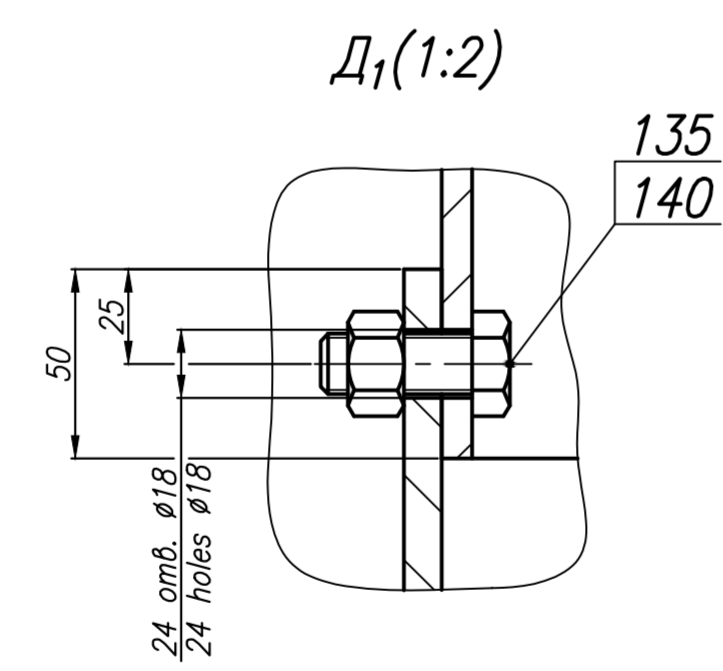
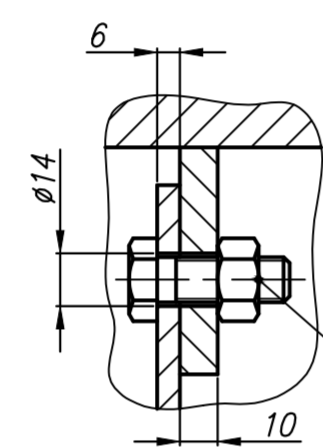
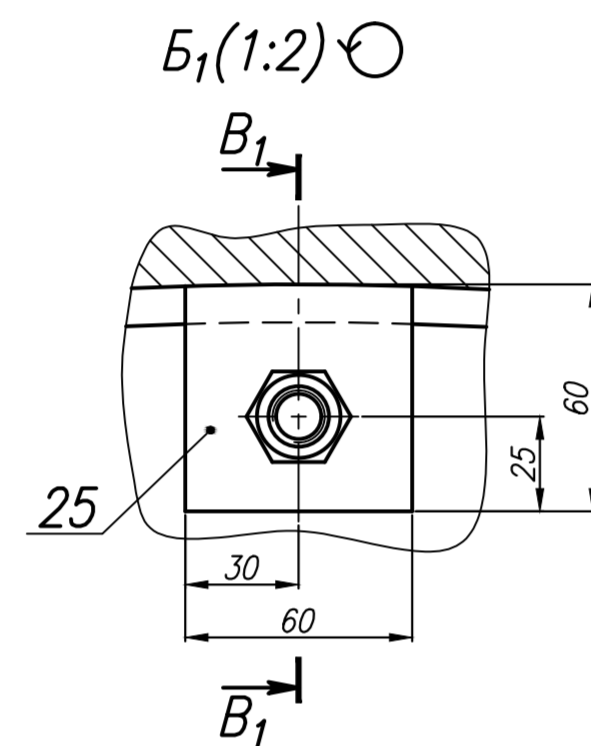
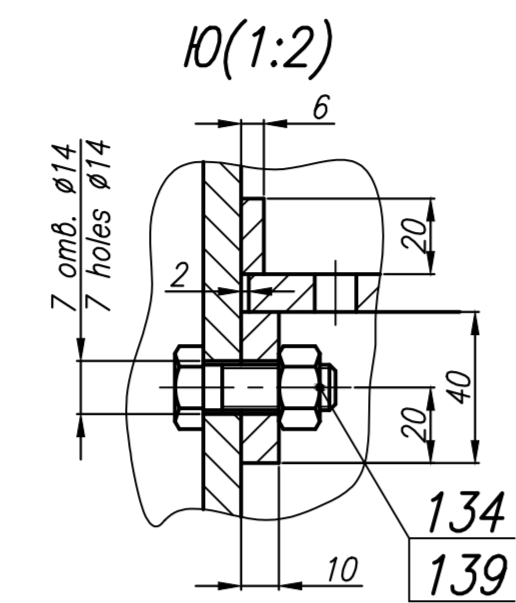


ИЗДАНИЕ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494	149
---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----





[illegible]

Поз./Item		Обозначение Mark	Наименование Description	Кол./Q-ty	Масса 1шт.(кг) Weight of 1 piece (kg)	Наименование и марка материала Material grade and description	Примеч. Remark
122			Цанфа 4-1-16-1000 09Г2С				
			Trunnion				
			ГОСТ 13716-73	4	13,74		
			Шплинты ГОСТ 397-79				
			Splints				
125			5x90.2	1	0,013		M1
126			Серьга 3-1-1/1-400 09Г2С				
			Shackle				
			ГОСТ 13716-73	1	0,25		M1
			Хомуты ГОСТ 24137-80				
			Clamps				
128			60-12X18H10T	10	0,141		B2
129			95-12X18H10T	8	0,292		A1
			Болты ГОСТ 7798-70				
			Bolts				
133			M10-6gx30.12X18H10T	88	0,029		
134			M12-6gx35.12X18H10T	85	0,045		
135			M16-6gx40.12X18H10T	48	0,098		

[illegible]

Поз./Item		Обозначение Mark	Наименование Description	Кол./Q-ty	Масса шт.(кг) Weight of 1 piece (kg)	Наименование и марка материала Material grade and description	Примеч. Remark
			Патрубки				
			Branch pipes				
			Труба 57х6-В-09Г2С				
			Pipe				
			ГОСТ 32528-2013				
59			L=460	1	3,52		B2
60			L=785	1	5,92		B7
61			L=5680	1	42,86		B2
			Патрубки				
			Branch pipes				
			Труба 89х6-В-09Г2С				
			Pipe				
			ГОСТ 32528-2013				
65			L=63	1	0,77		A1
66			L=334	1	4,13		A1
67			L=360	1	4,42		A1
68			L=586	1	7,22		A1
69			L=5174	2	63,54		A1
70			L=5680	1	69,76		A1
71			L=5700	8	70		A1

Поз./Item		Обозначение Mark	Наименование Description	Кол./Q-ty	Масса шт.(кг) Weight of 1 piece (kg)	Наименование и марка материала Material grade and description	Примеч. Remark
19			Перегородка				
			Baffle plate	1	30,56	09Г2С	
20			Перегородка				
			Baffle plate	5	36,73	09Г2С	
21			Перегородка				
			Baffle plate	2	26,61	09Г2С	
22			Перегородка				
			Baffle plate	12	46,92	09Г2С	
23			Пластина				
			Plate	4	0,45	09Г2С	
24			Стяжка				
			Tension strap	6	0,72	12Х18Н10Т	
25			Кронштейн				
			Bracket	35	0,26	09Г2С	
26			Кронштейн				
			Bracket	2	24,91	09Г2С	
27			Кронштейн				
			Bracket	2	63,48	09Г2С	
28			Кронштейн				
			Bracket	10	0,34	09Г2С	
29			Кронштейн				
			Bracket	8	0,42	09Г2С	
30			Полка				
			Flange				
			Уголок 50х50х6 09Г2С				
			Angle	10	0,48		
31			Полка				
			Flange				
			Уголок 50х50х6 09Г2С				
			Angle	8	0,67		
Изд. № подл. Orig. inv. No.						16017-43/6-K06.001B0	
		Изм. REV.	Лист Sheet	№ докум. Doc. No.	Подп. Sign.	Дата Date	Лист Sheet
							6

Поз./Item		Обозначение Mark	Наименование Description	Кол./Q-ty	Масса 1шт.(кг) Weight of 1 piece (kg)	Наименование и марка материала Material grade and description	Примеч. Remark
1			Антизавихритель				
			Vortex breaker	3	2,46	09Г2С	В3–В5
2			Антизавихритель				
			Vortex breaker	1	8,1	09Г2С	В6
3			Короб каплеуловителя				
			Demister casing	1	94,13	09Г2С	
8			Обечайка				
			Shell	1	24072	09Г2С	
9			Крышка				
			Cover	1	348,83	09Г2С	М1
10			Обечайка				
			Shell	1	287,5	09Г2С	М1
11			Кронштейн				
			Bracket	1	34,42	09Г2С	М1
12			Скоба				
			Clamping iron	1	3,48	09Г2С	М1
13			Ручка				
			Handle	1	1	09Г2С	М1
16			Пластина перфорированная				
			Perforated plate	1	27	08Х17Н13М2Т	
17			Полоса упорная				
			Stop strip	2	0,93	09Г2С	
18			Полоса прижимная				
			Hold-down strip	2	2,97	09Г2С	

Подп. и дата	Инва. № дубл.	Взам. инв.№	Подп. и дата	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Шабанов			
Пров.	Попов А.			
Н. контр	Груздева			
Утв.	Ильичев			
16017-43/6-К06.001ПЗ				
2-ой паровой барабан У-162				
Пояснительная записка				
Лит.	Лист	Листов		
Т	1	2		

Гипрогазоочистка

Инженерная компания

Формат А4

1 Назначение

1.1 Аппарат предназначен разделения пароводяной смеси.

2 Описание и техническая характеристика

2.1 Аппарат представляет собой горизонтальный цилиндрический сосуд с эллиптическими днищами, установленный на седловых опорах.

2.2 Давление, МПа (кгс/см²):

расчетное внутреннее	7,0 (71,4)
расчетное наружное	0,098 (1,0) при 20°С
рабочее внутреннее избыточное	5,85 (59,7)
рабочее максимально допустимое	не выше 7,0 (71,4)

2.3 Температура, °С:

расчетная	287
рабочая	275

2.4 Среда:

вызывает опасность, пожаробезопасная, не вызывает коррозионное растрескивание, не вызывает межкристаллитную коррозию.

Класс опасности по ГОСТ 12.1.007-76 – ;

Газовая (паровая) фаза – пар насыщенный, Н₂О - 100%.

Жидкая фаза – котловая вода, Н₂О - 100%.

2.5 Основной материал аппарата:

- Сталь 09Г2С-12 ГОСТ 5520-79.

2.6 Прибавка на коррозию 2 мм.

2.7 Срок службы – 20 лет.

2.8 Расчетное число циклов нагружения за весь период эксплуатации, не более 1000.

1 Service

1.1 Separation of steam&water mixture.

2 Description and Technical Characteristics

2.1 The equipment item is horizontal cylindrical vessel with elliptic heads, it is saddle-supported.

2.2 Pressure, MPa (kgf/cm²):

design internal	7,0 (71,4)
design external	0,098 (1,0) при 20°C
working internal gauge	5,85 (59,7)
working maximum allowable	not above than 7,0 (71,4)

2.3 Temperature, °C:

design	287
working	275

2.4 Fluid:

inexplosive, non-fire hazardous, it does not cause corrosion cracking, it does not provoke intercrystalline corrosion.

Class of harmful substances as per GOST 12.1.007-76 – ;

Gaseous phase - saturated steam, H₂O - 100%.

Liquid phase - boiler water, H₂O - 100%.

2.5 Main material:

- Steel 09Г2С-12 GOST 5520-79.

2.6 Corrosion allowance 2 mm.

2.7 Equipment life time – 20 years.

2.8 Design load cycle number during service-life 1000.

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16017-43/6-К06.001ПЗ	Лист
						2

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

2-ой паровой барабан

V-162


16017-43/6-K06.001PP

Расчеты

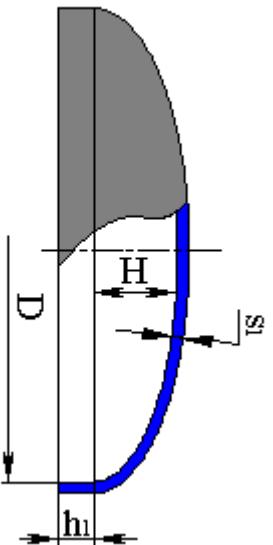
2017

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	3
2. Исходные данные для расчета.....	3
3. Днище эллиптическое	4
4. Обечайка цилиндрическая	6
5. Люк М1	12
6. Крышка плоская М1	16
7. Штуцер А5.....	24
8. Штуцер А4.....	28
9. Штуцер В6.....	32
10. Штуцер В5	36
11. Штуцер В2	40
12. Штуцер В2_DN50.....	44
13. Штуцер А1	47
14. Штуцер А1_DN80.....	51
15. Опора седловая	54
16. Список литературы	57
17. Лист регистрации изменений	58

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.						
					Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
					Разраб.	Шабанов				
					Пров.	Попов А.				
Н. контр.	Груздьева									
Утв.	Ильичев									
					16017-43/6-К06.001РР			Лит.	Лист	Листов
					2-ой паровой барабан V-162			Т		2
			Расчеты			 Гипрогазоочистка Инженеринговая компания				

3. Днище эллиптическое



Исходные данные

Материал:

09T2C Gr.OCT 19281

Внутр. диаметр, D:

1900 MM

Толщина стенки днища, s_1 :

60 MM

Прибавка для компенсации коррозии и эрозии, c_1 :

2 MM

Прибавка для компенсации минусового допуска, c_2 : 1,3 мм

1,3 mm

Прибавка технологическая, сз:

0 MM

Суммарная прибавка к толщине стенки, с:

3,3 MM

Высота днища, Н:

475 MM

Длина отборочки, h_1 :

100 MM

Расчёт в рабочих условиях (Внутреннее давление)

Условия нагружения:

Расчётная температура, T:

287 °C

Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 7,009 МПа

MIIa

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ Р 52857.2-2007

Допускаемые напряжения:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

 $[\sigma] = 136,5 \text{ MIIa}$

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С-Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$:

ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^{\circ}\text{C}$: $E = 1,723 \cdot 10^5 \text{ MPa}$

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок :

$$s_p + c = \frac{p \cdot R}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - 0.5 \cdot p} + c = (7,009 \cdot 1900) / (2 \cdot 136,5 \cdot 1 - 0.5 \cdot 7,009) + 3,3 = 52,72 \text{ mm}$$

 $52,72 \text{ mm} \leq 60 \text{ mm}$

Заключение: Условие работоспособности выполнено

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (s_1 - c)}{R + 0.5 \cdot (s_1 - c)} = 2 * 136.5 * 1 * (60 - 3.3) / (1900 + 0.5 * (60 - 3.3)) = 8.027 \text{ MIta}$$

 $8,027 \text{ MIIa} \geq 7,009 \text{ MIIa}$

Заключение: Условие прочностью выполнено

Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	

<p align="center">Расчёт в рабочих условиях (Внутреннее давление)</p> <p>Условия нагружения:</p> <p>Расчётная температура, Т: 287 °С</p> <p>Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 7,009 МПа</p> <p>Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ Р 52857.2-2007</p> <p>Допускаемые напряжения:</p> <p>Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Ст.ГОСТ 19281 при температуре Т = 287 °С (рабочие условия):</p> <p>$[\sigma] = 136,5 \text{ МПа}$</p> <p>Модуль продольной упругости для материала 09Г2С Ст.ГОСТ 19281 при температуре Т = 287 °С:</p> <p>$E = 1,723 \cdot 10^5 \text{ МПа}$</p> <p>Расчётная толщина стенки с учётом прибавок:</p> $s_p + c = \frac{p \cdot R}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - 0,5 \cdot p} + c = (7,009 \cdot 1900) / (2 \cdot 136,5 \cdot 1 - 0,5 \cdot 7,009) + 3,3 = 52,72 \text{ мм}$ <p>52,72 мм ≤ 60 мм</p> <p>Заключение: Условие работоспособности выполнено</p> <p>Допускаемое давление:</p> $[p] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (s_1 - c)}{R + 0,5 \cdot (s_1 - c)} = 2 \cdot 136,5 \cdot 1 \cdot (60 - 3,3) / (1900 + 0,5 \cdot (60 - 3,3)) = 8,027 \text{ МПа}$ <p>8,027 МПа ≥ 7,009 МПа</p> <p>Заключение: Условие прочности выполнено</p>									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16017-43/6-К06.001РР				

Лист	4
------	---

Расчёт в рабочих условиях (Наружное давление)

Условия нагружения:

Расчётная температура, Т: 20 °C

Расчётное наружное избыточное давление, р: 0,09800 МПа

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ Р 52857.2-2007

Допускаемые напряжения:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рабочие условия):

$$[\sigma]^{20} = 183 \text{ MIIa}$$

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С Гр.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$E_{20}^2 = 1.99 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$$

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок (при давлении $p = 0,09800$ МПа):

$$s_p + c = \max \left\{ \frac{K_3 \cdot R}{161} \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot p}{10^{-5} \cdot E} \cdot \frac{1.2 \cdot p \cdot R}{2 \cdot [\sigma]}} \right\} + c = \max \{ 0.846 \cdot 1900 / 161 \cdot (2.4 \cdot 0.09800 / (10^{-5} \cdot 1.99 \cdot 10^5))^{1/2} \cdot 1.2 \cdot 0.09800 \cdot 1900 / (2 \cdot 183) \} + 3.3 = 6.732 \text{ mm}$$

$$6,732 \text{ mm} \leq 60 \text{ mm}$$

Заключение: Условие работоспособности выполнено

Допускаемое наружное давление из условия устойчивости :

$$[p]_E = \frac{26 \cdot 10^{-6} E}{\eta_y} \cdot \left[\frac{100(s_1 - c)}{K_3 \cdot R} \right]^2 = 26 \cdot 10^{-6} \cdot 1,99 \cdot 10^5 / 2,4 \cdot (100 \cdot (60 - 3,3) / (0,846 \cdot 1900))^2 = 26,82 \text{ MPa}$$

$$[p] = \frac{[p]_{\pi}}{\sqrt{1 + \frac{([p]_{\pi})^2}{([p]_{\text{E}})^2}}} = 10.76 / (1 + (10.76 / 26.82)^2)^{1/2} = 9.988 \text{ MHA}$$

 $9,988 \text{ MIIa} \geq 0,09800 \text{ MIIa}$

Заключение: Условие прочностью выполнено

Расчёт в условиях испытаний (Гидроиспытания)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчётная температура, T: 20 °C

Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 11,72 МПа

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ Р 52857.2-2007

Допускаемые напряжения:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr. ГОСТ 19281 при температуре $T = 20^\circ\text{C}$ (условия гидротестирования):

$$[\sigma]^{20} = \eta^* R_{e/20} / \eta T = I^* 280 / I, I = 254,5 \text{ MIIa}$$

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$E^{20} = 1.99 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$$

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок :

$$s_p + c = \frac{p \cdot R}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - 0.5 \cdot p} + c = (11.72 \cdot 1900) / (2 \cdot 234.5 \cdot 1 - 0.5 \cdot 11.72) + 3.3 = 47.55 \text{ mm}$$

47,55 mm ≤ 60 mm

Заключение: Условие работоспособности выполнено

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (s_1 - c)}{R + 0.5 \cdot (s_1 - c)} = 2^{254,5} * 1 * (60 - 3,3) / (1900 + 0.5 * (60 - 3,3)) = 14,97 \text{ Mbit/s}$$

 $14.97 \text{ MIIa} \geq 11.72 \text{ MIIa}$

Заключение: Условие прочностно выполнено

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Расчёт в условиях испытаний (Гидроиспытания)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчётная температура, T: 20 °C

Расчётное внутреннее избыточное давление, p: 11,72 МПа

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ Р 52857.2-2007

Допускаемые напряжения:

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Ст.ГОСТ 19281 при температуре T = 20 °C (условия гидротестирования):

$$[\sigma]^{20} = \eta * R_{e20} / n_T = 1 * 280 / 1,1 = 254,5 \text{ МПа}$$

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С Ст.ГОСТ 19281 при температуре T = 20 °C :

$$E^{20} = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок :

$$s_R + c = \frac{p \cdot R}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi - 0,5 \cdot p} + c = (11,72 * 1900) / (2 * 254,5 * 1 - 0,5 * 11,72) + 3,3 = 47,55 \text{ мм}$$

47,55 мм ≤ 60 мм

Заключение: Условие работоспособности выполнено

Допускаемое давление :

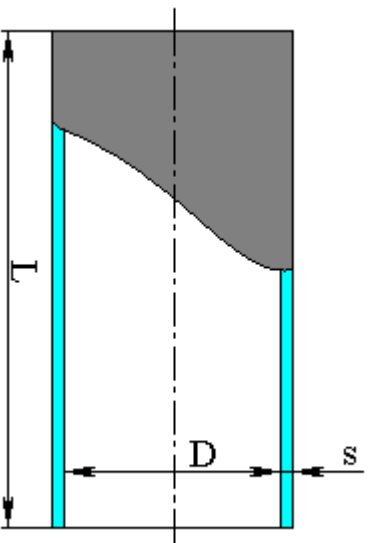
$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi \cdot (s_1 - c)}{R + 0,5 \cdot (s_1 - c)} = 2 * 254,5 * 1 * (60 - 3,3) / (1900 + 0,5 * (60 - 3,3)) = 14,97 \text{ МПа}$$

14,97 МПа ≥ 11,72 МПа

Заключение: Условие прочности выполнено

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
16017-43/6-K06.001PR				
	Лист			
	5			

4. Обечайка цилиндрическая



Исходные данные

Материал:

09T2C Gr.TOCCT 19281

Внутр. диаметр, D:

1900 MM

Толщина стенки, s :

60 MM

Прибавка для компенсации коррозии и эрозии, c_1 :

2 MM

Прибавка для компенсации минусового допуска, c_2 : 1,3 мм

1,3 mm

Прибавка технологическая, сз:

0 mm

Сумма прибавок к расчётной толщине стенки, с:

3,3 mm

Длина обечайки, L:

8300 MM

Расчёт в рабочих условиях (Внутреннее давление)

Условия нагружения:

Расчётная температура, T:

287 °C

Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 7,009 МПа

7,009 MIIa

Расчётный изгибающий момент, М:

 $2,386 \cdot 10^5 \text{ H M}$

Расчётное поперечное усилие, Q:

 $1,878 \cdot 10^5 \text{ H}$

Расчётное осевое растягивающее усилие, F: $6,497 \cdot 10^4$ Н

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ Р 52857.2-2007

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

 $[\sigma] = 136,5 \text{ MIIa}$

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$:

 $E = 1,723 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок:

$$s_p + c = \frac{p \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_p - p} + c = (7.009 \cdot 1900) / (2 \cdot 136,5 \cdot 1 - 7.009) + 3,3 = 53,37 \text{ mm}$$

Допускаемое давление:

$$[p] = \frac{2 \cdot [c] \cdot q_p \cdot (s - c)}{D + (s - c)} = 2 * 136,5 * 1 * (60 - 3,3) / (1900 + 60 - 3,3) = 7,911 \text{ MHa}$$

 $7.911 \text{ Mpc} \geq 7.009 \text{ Mpc}$

Заключение: Условие прочно выполнено

Обещайка, нагруженная осевым растягивающим усилием (п. 5.3.3)

Допускаемое осевое растягивающее усилие:

$$[F] = \pi \cdot (D + s - c) \cdot (s - c) \cdot [\sigma] \cdot \varphi_T = 3.142 * (1900 + 60 - 3.3) * (60 - 3.3) * 136.5 * 1 = 4.758 \cdot 10^7 \text{ H}$$

[illegible]

Допускаемый изгибающий момент :

$$[M] = \frac{[M]_{\pi}}{1 + \left(\frac{[M]_{\pi}}{[M]_{\text{E}}} \right)^2} = 2.26 \cdot 10^7 / (1 + (2.26 \cdot 10^7 / 6.71 \cdot 10^8)^2)^{1/2} = 2.259 \cdot 10^7 \text{ H m}$$

Расчётная длина для расчёта от действия давления:

$$l_p = 8817 \text{ mm}$$

Допускаемое поперечное усилие :

$$[\mathcal{Q}] = \frac{[\mathcal{Q}]_{\pi}}{\sqrt{1 + \left(\frac{[\mathcal{Q}]_{\pi}}{[\mathcal{Q}]_{\text{E}}}\right)^2}} = 1.155 \cdot 10^7 / (1 + (1.155 \cdot 10^7 / 1.022 \cdot 10^8)^2)^{1/2} = 1.148 \cdot 10^7 \text{ H}$$

Обещайка, работающая под совместным действием нагрузок (п. 5.3.7)

Обечайка, работающая под совместным действием наружного давления, осевого сжимающего усилия, изгибающего момента и попережного усилия.

Проверка условия устойчивости:

$$\left(\frac{p}{[p]} + \frac{F}{[F]} + \frac{M}{[M]} + \left(\frac{Q}{[Q]} \right)^2 \right) \leq 1$$

$$\frac{P}{[P]} + \frac{F}{[F]} + \frac{M}{[M]} + \left(\frac{Q}{[Q]} \right)^2 = 0/0 + 0/0 + 2.386 \cdot 10^5 / 2.259 \cdot 10^7 + (1.878 \cdot 10^5 / 1.148 \cdot 10^7)^2 = 0.01083 \leq 1$$

Заключение: Условие устойчивости выполнено

Обечайка, работающая под совместным действием внутреннего давления, осевого растягивающего усилия и изгибающего момента.

Проверка условия прочности:

$$\frac{F+p \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}}{[F]} + \frac{M}{[M]_{\text{imp}}} \leq 1.0$$

$$\frac{\pi \cdot D^2}{4} \frac{F + p}{[F]} + \frac{M}{[M]_{\text{mp}}} = (6,497 \cdot 10^4 + 7,009 \cdot 3,142 \cdot 1900^2 / 4) / 4,758 \cdot 10^7 + 2,386 \cdot 10^5 / 2,26 \cdot 10^7 = 0,4297 \leq 1$$

Заключение: Условие прочности выполнено

Для расчёта обечайки от действия седловых опор:

Допускаемое наружное давление из условия прочности:

$$\frac{[p]_{\text{Pr}}}{D + (s - c)} = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot (s - c)}{D + (s - c)} = 2 \cdot 136,5 \cdot (60 - 3,3) / (1900 + 60 - 3,3) = 7,911 \text{ MPA}$$

$$[p] = \frac{[p]_{\pi}}{\sqrt{1 + \left(\frac{[p]_{\pi}}{[p]_E}\right)^2}} = 7,911 / (1 + (7,911 / 4,951)^2)^{1/2} = 4,197 \text{ Mta}$$

Допускаемое наружное давление: $[p] = 4,197 \text{ МПа}$

Обещайка, нарушенная осевым сжимающим усилием (п. 2.3.4)

Допускаемое осевое сжимающее усилие:

$$[F] = \frac{[F]_{\pi}}{\sqrt{1 + \left(\frac{[F]_{\pi}}{[F]_{Et}} \right)^2}} = 4.758 \cdot 10^7 / (1 + (4.758 \cdot 10^7 / 1.236 \cdot 10^9)^2)^{1/2} = 4.754 \cdot 10^7 \text{ H}$$

Допускаемый изгибающий момент :

$$[M] = \min \{M_{\text{ip}}, M_{\text{yrt}}\} = \min \{2.26 \cdot 10^7, 2.259 \cdot 10^7\} = 2.259 \cdot 10^7 \text{ H M}$$

Допускаемое поперечное усилие :

$$[\eta] = \frac{[\eta]_H}{1 + \left(\frac{[\eta]_H}{[\eta]_E} \right)^2} = 1.155 \cdot 10^7 / (1 + (1.155 \cdot 10^7 / 1.05 \cdot 10^8)^2)^{1/2} = 1.148 \cdot 10^7 \text{ H}$$

Расчёт в рабочих условиях (Наружное давление)

Расчётная температура, Т: 20 °C

Расчётное наружное избыточное давление, р: 0,09800 МПа

Расчётный изгибающий момент, М: $2,32 \cdot 10^5 \text{ Н м}$

Расчётное поперечное усилие, Q: $1,852 \cdot 10^5$ Н

Расчётное осевое растягивающее усилие, F: $5,565 \cdot 10^4$ Н

Расчёт на прочность и устойчивость по ГОСТ Р 52857.2-2007

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Ст.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (рабочие условия): $[\sigma]^{20} = 183\text{ МПа}$

$$[\sigma]^{20} = 183 \text{ MPa}$$

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С-Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$:

 $E^{20} = 1.99 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$

Расчётная длина для расчёта от действия давления:

$$I_p = 8817 \text{ mm}^4$$

Расчётная толщина стенки с учетом прибавок :

$$S_p + C = \max \left\{ 1.06 \cdot \frac{10^{-2} \cdot D}{B} \cdot \left(\frac{p}{10^{-5} \cdot E \cdot D} \cdot \frac{1}{D} \right)^{0.4} \cdot \frac{1.2 \cdot p \cdot D}{2 \cdot [Q] - p} \right\} = \max \{ 1.06 * 10^{-2} * 1900 / 1 * (0.09800 / (10^{-5} * 1.99 \cdot 10^5)) * 8817 / 1900 \}^{0.4}, 1.2 * 0.09800 * 1900 / (2 * 183 - 0.09800) \} = 14.46 \text{ mm}$$

Допускаемое наружное давление из условия устойчивости :

$$[p]_e = \frac{2.08 \cdot 10^{-5} E}{\pi \cdot B_1} \cdot \frac{D}{1} \cdot \left[\frac{100 \cdot (s - c)}{D} \right]^{2.5} = \frac{2.08 \cdot 10^5 \cdot 1.99 \cdot 10^5 \cdot 1900 / (2.4 \cdot 1 \cdot 8817) \cdot (100 \cdot (60 - 3.3) / 1900)}{2.5} = 5,718 \text{ Milla}$$

Допускаемое наружное давление из условия прочности :

$$\frac{[p]_{\text{Ir}}}{D + (s - c)} = \frac{2 \cdot [c] \cdot (s - c)}{D + (s - c)} = 2 * 183 * (60 - 3,3) / (1900 + 60 - 3,3) = 10,61 \text{ MHa}$$

 $5,033 \text{ MIIa} \geq 0,09800 \text{ MIIa}$

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Обещайка, нагруженная осевым растягивающим усилием (п. 5.3.3)

Допускаемое осевое растягивающее усилие:

$$[F] = \pi \cdot (D + s - c) \cdot (s - c) \cdot [\sigma] \cdot \varphi_T = 3,142 * (1900 + 60 - 3,3) * (60 - 3,3) * 183 * 1 = 6,378 \cdot 10^7 \text{ H}$$

Допускаемый изгибающий момент:

$$[M] = \frac{[M]_{\text{H}}}{1 + \left(\frac{[M]_{\text{H}}}{[M]_{\text{E}}} \right)^2} = 3.03 \cdot 10^7 / (1 + (3.03 \cdot 10^7 / 7.749 \cdot 10^8)^2) = 3.027 \cdot 10^7 \text{ H m}$$

Допускаемое поперечное усилие :

$$[\mathcal{Q}] = \frac{[\mathcal{Q}]_{\pi}}{\sqrt{1 + \left(\frac{[\mathcal{Q}]_{\pi}}{[\mathcal{Q}]_E}\right)^2}} = 1.548 \cdot 10^7 / (1 + (1.548 \cdot 10^7 / 1.181 \cdot 10^8)^2)^{1/2} = 1.535 \cdot 10^7 \text{ H}$$

Общаяйка, работающая под совместным действием нагрузок (п. 5.3.7)

Обесчайка, работающая под совместным действием наружного давления, осевого сжимающего усилия, изгибающего момента и поперечного усилия.

Инв. № подл.

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инв. № дубл.

Подп. и дата

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

16017-43/6-К06.001РР

Лист

8

Допускаемое наружное давление из условия устойчивости :

$$[p]_e = \frac{2 \cdot 10^8 \cdot 10^{-5} E}{\pi y \cdot B_1} \cdot \frac{D}{1} \cdot \left[\frac{100 \cdot (s - c)}{D} \right]^{2.5} = \frac{2 \cdot 10^8 \cdot 10^5 \cdot 1,99 \cdot 10^5 \cdot 1900}{\pi \cdot 2,4 \cdot 1 \cdot 8817} \cdot \left(\frac{100 \cdot (60 - 3,3)}{1900} \right)^{2.5} = 5,718 \text{ МПа}$$

Допускаемое наружное давление из условия прочности :

$$[p]_n = \frac{2 \cdot [\sigma] \cdot (s - c)}{D + (s - c)} = \frac{2 \cdot 183 \cdot (60 - 3,3)}{1900 + 60 - 3,3} = 10,61 \text{ МПа}$$

5,033 МПа ≥ 0,09800 МПа

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Обечайка, нагруженная осевым растягивающим усилием (п. 5.3.3)

Допускаемое осевое растягивающее усилие :

$$[F] = \pi \cdot (D + s - c) \cdot (s - c) \cdot [\sigma] \cdot \Phi_T = 3,142 \cdot (1900 + 60 - 3,3) \cdot (60 - 3,3) \cdot 183 \cdot 1 = 6,378 \cdot 10^7 \text{ Н}$$

Допускаемый изгибающий момент :

$$[M] = \frac{[M]_n}{\sqrt{1 + \left(\frac{[M]_n}{[M]_E} \right)^2}} = \frac{3,03 \cdot 10^7}{\sqrt{1 + (3,03 \cdot 10^7 / 7,749 \cdot 10^8)^2}} = 3,027 \cdot 10^7 \text{ Н м}$$

Допускаемое поперечное усилие :

$$[Q] = \frac{[Q]_n}{\sqrt{1 + \left(\frac{[Q]_n}{[Q]_E} \right)^2}} = \frac{1,548 \cdot 10^7}{\sqrt{1 + (1,548 \cdot 10^7 / 1,181 \cdot 10^8)^2}} = 1,535 \cdot 10^7 \text{ Н}$$

Обечайка, работающая под совместным действием нагрузок (п. 5.3.7)

Обечайка, работающая под совместным действием наружного давления, осевого сжимающего усилия, изгибающего момента и поперечного усилия.

$$[p] = \frac{[p]_H}{\sqrt{1 + \left(\frac{[p]_H}{[p]_E}\right)^2}} = 14,75 / (1 + (14,75 / 7,624)^2)^{1/2} = 6,773 \text{ МПа}$$

Допускаемое наружное давление: [p] = 6,773 МПа

Обечайка, нагруженная осевым сжимающим усилием (п. 2.3.4)

Допускаемое осевое сжимающее усилие :

$$[F] = \frac{[F]_H}{\sqrt{1 + \left(\frac{[F]_H}{[F]_E}\right)^2}} = 8,872 \cdot 10^7 / (1 + (8,872 \cdot 10^7 / 1,903 \cdot 10^8)^2)^{1/2} = 8,862 \cdot 10^7 \text{ Н}$$

Допускаемый изгибающий момент :

$$[M] = \min \{ M_{кр}, M_{уст} \} = \min (4,214 \cdot 10^7, 4,211 \cdot 10^7) = 4,211 \cdot 10^7 \text{ Н м}$$

Допускаемое поперечное усилие :

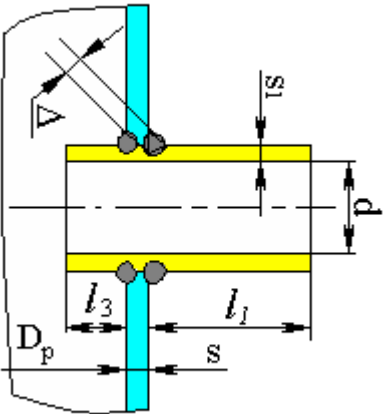
$$[Q] = \frac{[Q]_H}{\sqrt{1 + \left(\frac{[Q]_H}{[Q]_E}\right)^2}} = 2,154 \cdot 10^7 / (1 + (2,154 \cdot 10^7 / 1,617 \cdot 10^8)^2)^{1/2} = 2,135 \cdot 10^7 \text{ Н}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата
16017-43/6-К06.001РР				
Лист				
11				

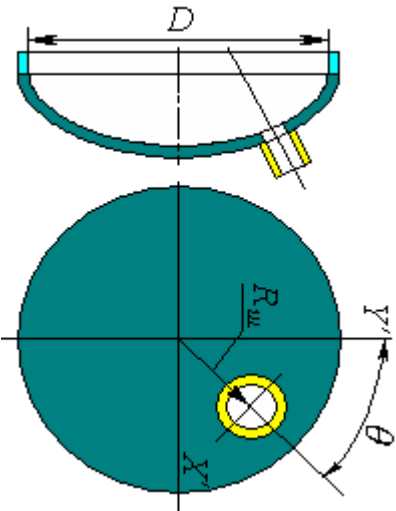
5. Люк М1

Исходные данные

Элемент:	ЛЮК_М1 (М1)
Условное обозначение (метка)	М1
Элемент, несущий штуцер:	Днище эллиптическое
Тип элемента, несущего штуцер:	Днище эллиптическое
Тип штуцера:	Проходящий без укрепления



Материал несущего элемента:	09Г2С Gr.ГОСТ 19281
Толщина стенки несущего элемента, s:	60 мм
Сумма прибавок к стенке несущего элемента, c:	3,3 мм
Материал штуцера:	09Г2С Gr.ГОСТ 19281
Внутренний диаметр штуцера, d:	600 мм
Толщина стенки штуцера, s1:	55 мм
Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), c1:	2 мм
Длина штуцера, l1:	230 мм



Смещение штуцера, Rш:	0 мм
Угол поворота штуцера, θ:	0 °
Длина внутр. части штуцера, l3:	0 мм
Прибавка на коррозию, c1:	2 мм
Минимальный размер сварного шва, Δ:	55 мм

Расчёт в рабочих условиях

Условия нагружения:	
Расчётная температура, T:	287 °C

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
Лист	12	16017-43/6-К06.001РР		

Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 7,003 МПа

Расчёт укрепления отверстия по ГОСТ Р 52857.3-2007

Свойства материала элемента, несущего штицер

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

$$[\sigma] = 136,5 \text{ MПа}$$

Модуль продольной упругости при температуре 287 °C:

 $E = 1,723 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$

Своѣства маневрната единица

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

$$[\sigma]_1 = 136,5 \text{ MIIa}$$

Модуль продольной упругости при температуре 287 °С:

$$E_1 = 1,723 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$$

Допускаемое давление для патрубка штуцера :

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \varphi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 * 136,5 * 1 * (55 - 2) / (600 + 55 + 2) = 22,02 \text{ MПа}$$

 $22,02 \text{ Mpc} \geq 7,003 \text{ Mpc}$

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчётный диаметр отверстия (осьштуцера совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия):

$$d_p = d + 2 \cdot c_s = 600 + 2 \cdot 2 = 604 \text{ mm}$$

Расчётный диаметр одиночного отверстия, не требующего укрепления :

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s-c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s-c)} = 2 \cdot ((60-3,3)/49,38-0,8) \cdot (3800 \cdot (60-3,3))^{1/2} = 323,4 \text{ mm}$$

$$[\rho_p] = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (s-c) \cdot \varphi \cdot [c]}{D_p + (s-c) \cdot V} \cdot V = 2 * 2 * (60 - 3,3) * 1 * 136,5 * 0,9043 / 13800 + (60 - 3,3) * 0,9043 = 7,27 \text{ MILA}$$

Допускаемое давление $[p] = 7,27 \text{ МПа}$

 $7,227 \text{ MIIa} \geq 7,003 \text{ MIIa}$

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Площадь, необходимая для укрепления отверстия :

$$A_T = 0.5(d_p - d_{0p}) \cdot s_p = 0.5 \cdot (604 - 185,7) \cdot 49,38 = 1,033 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$$

Располагаемая площадь укрепления отверстия:

$$A_a = 1_p \cdot (s_1 - s_p - c_s) \cdot \chi_1 + 1_p \cdot s_2 \cdot \chi_2 + 1_p \cdot (s_3 - c_s - c_{s1}) \cdot \chi_3 + 1_p \cdot (s - s_p - c)$$

$$= 1.17 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$$

$$A_T = 1,033 \cdot 10^4 \text{ mm}^2 \leq 1,17 \cdot 10^4 \text{ mm}^2$$

Заключение: Условие выполнено

Условие прочности: $\Phi_p \leq 1$

$0,9634 \leq 1.0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\Phi_3 \leq 1$

$0 \leq 1.0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\Phi_p \leq 1$

$0,005940 \leq 1.0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\max \left(\left| \Phi_p + \Phi_z \right|; \left| \Phi_z \right|; \left| \Phi_p - 0.2 \cdot \Phi_z \right| \right) + \Phi_b \leq 1$

$0,9693 \leq 1.0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\sigma_1 \leq [\sigma]_1$

$21,92 \text{ МПа} \leq 136,5 \text{ МПа}$. Условие прочности выполнено

[illegible]

Условие прочности: $\max \left(\left| \Phi_p + \Phi_z \right|; \left| \Phi_z \right|; \left| \Phi_p - 0.2 \cdot \Phi_z \right| + \Phi_b \right) \leq 1$
0,8674 ≤ 1.0. Условие прочности выполнено
Условие прочности: $\sigma_1 \leq [\sigma]_1$
36,48 МПа ≤ 254,5 МПа. Условие прочности выполнено

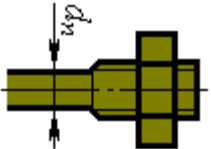
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	16017-43/6-К06.001РР	Лист
						15

Радиус перехода, r:

7 мм

Шпильки:



Материал: 30ХМА

Наружный диаметр, d: 36 мм

Диаметр проточки, d_п: 30 мм

Количество, n: 28

Контроль затяжки: Нет

Прокладка:

Материал прокладки: Кольцо с овал. или восьмигр. сечением из стали 08Х13 по ГОСТ 5632

Толщина, h_п: 5,729 мм

Наружный диаметр, D_{н.п}: 693 мм

Ширина, b_п: 18 мм

Расчёт в рабочих условиях

Условия нагружения:

Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 7,003 МПа

Свойства материала болтов (шпилек)

Температура болтов (шпилек), t_б: 278,4 °С

Номинальные допускаемые напряжения для материала 30ХМА при температуре T = 278,4 °С:

[σ]_б= 177 МПа

Модуль продольной упругости для материала 30ХМА при температуре T = 278,4 °С:

E_б= 2,025·10⁵ МПа

Коэффициент линейного расширения для материала 30ХМА при температуре T = 278,4 °С:

α_б= 0,1284·10⁻⁴ °С

Номинальные допускаемые напряжения для материала 30ХМА при температуре T = 20 °С:

[σ]_б²⁰= 230 МПа

Модуль продольной упругости для материала 30ХМА при температуре T = 20 °С:

E_б²⁰= 2,18·10⁵ МПа

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре T = 287 °С (рабочие условия):

[σ]_{нн}= 136,5 МПа

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре T = 20 °С (рабочие условия):

[σ]_{нн}²⁰= 183 МПа

Свойства материала фланца

Температура фланца (кольца), t_ф: 287 °С

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре T = 287 °С (рабочие условия):

[σ]_ф= 136,5 МПа

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре T = 287 °С:

E_ф= 1,723·10⁵ МПа

Коэффициент линейного расширения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре T = 287 °С:

α_ф= 0,1303·10⁻⁴ °С

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре T = 20 °С (рабочие условия):

[σ]_ф²⁰= 183 МПа

Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Инв. № подл.
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
16017-43/6-К06.001РР				Лист
				17

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$E_{\phi}^{20} = 1.99 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$$

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С ГОСТ 19281 при температуре $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$:

$$E_{\text{kp}}^{20} = 1,99 \cdot 10^5 \text{ MIta}$$

Расчёт без учёта стесненности температурных Деформаций

Рациѳм бѳтмов(шнукт):

Допускаемые напряжения для болтов (шпилек) при затяжке:

$$[\sigma]_6^{\text{pr}} = \xi \cdot K_{yp} \cdot K_{ys} \cdot K_{yr} \cdot [\sigma]_6^{20} = 1,2 * 1 * 1 * 1 * 230 = 276 \text{ МПа}$$

Условие прочности при затяжке:

$$\sigma_{e1} = \frac{P_6}{A_6} \leq [\sigma]_6^m$$

$$\sigma_{61} = \frac{P_6}{A_6} = 2,872 \cdot 10^6 / 1,979 \cdot 10^4 = 145,1 \text{ MPa}$$

145,1 МПа \leq 276 МПа, Условие прочности выполнено

Допускаемые напряжения для болтов (шпилек) при рабочих условиях:

$$[\sigma]_6^B = K_{xp} \cdot K_{ys} \cdot K_{yt} \cdot [\sigma]_6 = 1 * 1 * 1 * 177 = 177 \text{ MPa}$$

Условие прочности в рабочих условиях:

$$\frac{P_{\text{eff}}}{A} = \frac{P_{\text{eff}}}{A} = \frac{P_{\text{eff}}}{A}$$

$$\sigma_{62}^P = \frac{P_6^P}{A_6} = 2,872 \cdot 10^6 / 1,979 \cdot 10^4 = 145,1 \text{ MPa}$$

145,1 МПа ≤ 177 МПа, Условие прочности выполнено

Условие прочности при затяжке:

$$\sigma_{el} = \frac{P_6}{A_6} \leq [\sigma]_6^m$$

$$\sigma_{61} = \frac{P_6^m}{A_6} = 2,872 \cdot 10^6 / 1,979 \cdot 10^4 = 145,1 \text{ MPa}$$

Расчёт ответного фланца:

Условие статической прочности при затяжке в сечении s_l (п. 8.5.1):

$$\max \left\{ \frac{\sigma_1^M}{\sigma_1^M + \sigma_R^M}, \frac{\sigma_1^M}{\sigma_1^M + \sigma_T^M} \right\} \leq K_T \cdot [\sigma_{\text{max}}^M]^{20}$$

$$\max \left\{ \left| \frac{\sigma_1^M}{\sigma_1^M + \sigma_R^M} \right|, \left| \frac{\sigma_1^M}{\sigma_1^M + \sigma_T^M} \right| \right\} = \max\{72.74 + 45.13, / 72.74 + 40.04\} = 117.9 \text{ MHA}$$

$$K_T \cdot [\sigma]_M^{20} = I * 274,5 = 274,5 \text{ MIIa}$$

117,9 МПа \leq 274,5 МПа, Условие прочности выполнено

Условие статической прочности в рабочих условиях в сечении S :

$$\max \left\{ \left| \sigma_1^P - \sigma_{\text{lim}}^P \right| / \left| \sigma_1^P + \sigma_R^P \right|, \left| \sigma_1^P - \sigma_{\text{lim}}^P \right| / \left| \sigma_1^P + \sigma_T^P \right|, \left| \sigma_1^P + \sigma_{\text{lim}}^P \right| \right\} \leq K_T \cdot [\sigma]_{\text{pr}}$$

$$\max \left\{ \left| \frac{\sigma_1^P - \sigma_{\text{lim}}^P}{\sigma_1^P + \sigma_K^P}, \left| \frac{\sigma_1^P - \sigma_{\text{lim}}^P}{\sigma_1^P + \sigma_T^P} \right|, \left| \frac{\sigma_1^P + \sigma_{\text{lim}}^P}{\sigma_1^P + \sigma_{\text{lim}}^P} \right| \right\} = \max\{87,68 - 21,23 + 54,4; 87,68 - 21,23 + 48,26; 120,9\} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{K}_T \cdot [\sigma]_M = I * 204,7 = 204,7 \text{ MПа}$$

120,9 МПа ≤ 204,7 МПа, Условие прочности выполнено

Условие статической прочности при затяжке в сечении s_0 (п. 8.5.2):

$$b_0^\pi \leq 1.3 \cdot [b]_R^{20}$$

$$1.3 \cdot [\sigma]_{\text{R}}^{20} = 1.3 * 549 = 713,7 \text{ MПа}$$

72,74 МПа \leq 713,7 МПа, Условие прочности выполнено

Условие статической прочности в рабочих условиях в сечении S_0 :

Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	

Заключение: Условие прочности выполнено

Литца и крышки, нагруженные избыточным давлением

Расчётная толщина стенки с учётом прибавок :

$$s_{др} + c = K_{\phi} \cdot K_0 \cdot D_p \cdot \sqrt{\frac{p}{\phi \cdot [\sigma] \cdot K_p}} + c = 0,4934 * 1 * 675 * (7,003 / (1 * 136,5 * 0,9953))^{1/2} + 3,3 = 78,91 \text{ мм}$$

78,91 мм ≤ 80 мм

Заключение: Условие прочности выполнено

Расчётная толщина крышки в месте уплотнения с учётом прибавок :

$$s_{др} + c = \max \left\{ K_{\gamma} \cdot \sqrt{\Phi}; \frac{0,6}{D_{сп}} \cdot \Phi \right\} + c = \max(0,3578 * 2,257 \cdot 10^4 \cdot 1/2; 0,6 * 2,257 \cdot 10^4 / 675) + 3,3 = 57,05 \text{ мм}$$

57,05 мм ≤ 76 мм

Заключение: Условие прочности выполнено

Расчётная толщина вне зоны уплотнения с учётом прибавок :

$$s_{др} + c = \max \left\{ K_{\gamma} \cdot \sqrt{\Phi}; \frac{0,6}{D_2} \cdot \Phi \right\} + c = \max(0,1871 * 2,257 \cdot 10^4 \cdot 1/2; 0,6 * 2,257 \cdot 10^4 / 768) + 3,3 = 31,41 \text{ мм}$$

31,41 мм ≤ 73 мм

Заключение: Условие прочности выполнено

Расчёт в условиях испытаний (Гидроиспытания)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 11,71 МПа

Свойства материала болтов (шпилек)

Температура болтов (шпилек), t_б: 20 °С

Номинальные допускаемые напряжения для материала 30ХМА при температуре Т = 20 °С :

[σ]_б²⁰ = 230 МПа

Модуль продольной упругости для материала 30ХМА при температуре Т = 20 °С :

E²⁰_б = 2,18·10⁵ МПа

Коэффициент линейного расширения для материала 30ХМА при температуре Т = 20 °С :

α²⁰_б = 0,123·10⁻⁴ °С

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре Т = 20 °С (условия гидроиспытаний):

[σ]_ш²⁰ = η*min(R_{ελ} / ηт; R_{мλ} / ηв; R_{м10мλ} / ηд; R_{р1,0/10мλ} / ηн) = 1*min(280 / 1,1; 440 / 0; - / -; - / -) = 254,5 МПа

Свойства материала фланца

Температура фланца (кольца), t_ф: 20 °С

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре Т = 20 °С (условия гидроиспытаний):

[σ]_ф²⁰ = η*min(R_{ελ} / ηт; R_{мλ} / ηв; R_{м10мλ} / ηд; R_{р1,0/10мλ} / ηн) = 1*min(280 / 1,1; 440 / 0; - / -; - / -) = 254,5 МПа

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре Т = 20 °С :

E²⁰_ф = 1,99·10⁵ МПа

Коэффициент линейного расширения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре Т = 20 °С :

α²⁰_ф = 0,116·10⁻⁴ °С

Модуль продольной упругости для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре Т = 20 °С :

E²⁰_{кр} = 1,99·10⁵ МПа

Расчёт без учета стесненности температурных деформаций

Расчёт болтов(шпилек):

Допускаемые напряжения для болтов (шпилек) при затяжке :

$$[\sigma]_{\phi}^{T_{\phi}} = \xi \cdot K_{\gamma\phi} \cdot K_{\gamma\pi} \cdot K_{\gamma\pi} \cdot [\sigma]_{\phi}^{20} = 1,2 * 1,35 * 1 * 1 * 230 = 372,6 \text{ МПа}$$

Условие прочности при затяжке:

$$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_{\phi 1}}{A_{\phi 1}} \leq [\sigma]_{\phi}^{T_{\phi}}$$

Инв. № подл.		Подп. и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подп. и дата	
Изм.		Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
16017-43/6-К06.001РР									
Лист									
20									

$E^{20}_{\phi} = 2,18 \cdot 10^5$ МПа
Коэффициент линейного расширения для материала 30ХМА при температуре $T = 20$ °С :
$\alpha^{20}_{\phi} = 0,123 \cdot 10^{-4}$ °С
Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20$ °С (условия гидростатических испытаний):
$[\sigma]^{20}_{\phi} = \eta^{*} \min(R_{\phi t} / \eta_t; R_{\phi m} / \eta_m; R_{\phi 1,0/10m} / \eta_{1,0/10m}) = 1^{*} \min(280 / 1,1; 440 / 0, - / -; - / -) = 254,5$ МПа
Свойства материала фланца
Температура фланца (кольца), t_f : 20 °С
Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20$ °С (условия гидростатических испытаний):
$[\sigma]^{20}_{\phi} = \eta^{*} \min(R_{\phi t} / \eta_t; R_{\phi m} / \eta_m; R_{\phi 1,0/10m} / \eta_{1,0/10m}) = 1^{*} \min(280 / 1,1; 440 / 0, - / -; - / -) = 254,5$ МПа
Модуль продольной упругости для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20$ °С :
$E^{20}_{\phi} = 1,99 \cdot 10^5$ МПа
Коэффициент линейного расширения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20$ °С :
$\alpha^{20}_{\phi} = 0,116 \cdot 10^{-4}$ °С
Модуль продольной упругости для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20$ °С :
$E^{20}_{np} = 1,99 \cdot 10^5$ МПа
Расчёт без учета стесненности температурных деформаций
Расчёт болтов(шпилек):
Допускаемые напряжения для болтов (шпилек) при затяжке :
$[\sigma]^{m}_{\phi} = \xi \cdot K_{up} \cdot K_{yz} \cdot K_{yz} \cdot [\sigma]^{20}_{\phi} = 1,2 \cdot 1,35 \cdot 1^{*} \cdot 1^{*} \cdot 230 = 372,6$ МПа
Условие прочности при затяжке:
$\sigma_{\phi 1} = \frac{P_m}{A_{\phi 6}} \leq [\sigma]^{m}_{\phi}$

$$\sigma_{\sigma 1}^R = \frac{R_6^M}{A_6} = 4,804 \cdot 10^6 / 1,979 \cdot 10^4 = 242,7 \text{ МПа}$$

242,7 МПа ≤ 372,6 МПа, **Условие прочности выполнено**
 Допускаемые напряжения для болтов (шпильки) при рабочих условиях:

$$[\sigma]_6^R = K_{уР} \cdot K_{уТ} \cdot [\sigma]_6 = 1,35 * 1 * 1 * 230 = 310,5 \text{ МПа}$$

Условие прочности в рабочих условиях:

$$\sigma_{\sigma 2}^R = \frac{R_6^P}{A_6} \leq [\sigma]_6^R$$

$$\sigma_{\sigma 2}^R = \frac{R_6^P}{A_6} = 4,804 \cdot 10^6 / 1,979 \cdot 10^4 = 242,7 \text{ МПа}$$

242,7 МПа ≤ 310,5 МПа, **Условие прочности выполнено**
 Условие прочности при затяжке:

$$\sigma_{\sigma 1}^M = \frac{R_6^M}{A_6} \leq [\sigma]_6^M$$

$$\sigma_{\sigma 1}^M = \frac{R_6^M}{A_6} = 4,804 \cdot 10^6 / 1,979 \cdot 10^4 = 242,7 \text{ МПа}$$

Расчёт ответного фланца:

Условие статической прочности при затяжке в сечении s_f (п. 8.5.1):

$$\max \left\{ \left| \sigma_1^M + \sigma_R^M \right|; \left| \sigma_1^M + \sigma_T^M \right| \right\} \leq K_T \cdot [\sigma]_{\text{фк}}^{120}$$

$$\max \left\{ \left| \sigma_1^M + \sigma_R^M \right|; \left| \sigma_1^M + \sigma_T^M \right| \right\} = \max(121,7 + 75,49; 121,7 + 66,97) = 197,2 \text{ МПа}$$

$$K_T \cdot [\sigma]_{\text{фк}}^{120} = 1 * 381,8 = 381,8 \text{ МПа}$$

197,2 МПа ≤ 381,8 МПа, **Условие прочности выполнено**

Условие статической прочности в рабочих условиях в сечении s_f :

$$\max \left\{ \left| \sigma_1^R - \sigma_{\text{фкн}}^R + \sigma_R^R \right|; \left| \sigma_1^R - \sigma_{\text{фкн}}^R + \sigma_T^R \right|; \left| \sigma_1^R + \sigma_{\text{фкн}}^R \right| \right\} = \max(1146,7 - 35,5 + 90,99; 1146,7 - 35,5 + 80,73; 1146,7 + 35,5) = 202,1 \text{ МПа}$$

$$K_T \cdot [\sigma]_{\text{фк}} = 1 * 381,8 = 381,8 \text{ МПа}$$

202,1 МПа ≤ 381,8 МПа, **Условие прочности выполнено**

Условие статической прочности при затяжке в сечении s_0 (п. 8.5.2):

$$\sigma_0^M \leq 1,3 \cdot [\sigma]_{\text{фк}}^{120}$$

$$1,3 \cdot [\sigma]_{\text{фк}}^{120} = 1,3 * 763,6 = 992,7 \text{ МПа}$$

121,7 МПа ≤ 992,7 МПа, **Условие прочности выполнено**

Условие статической прочности в рабочих условиях в сечении s_0 :

$$\max \left\{ \left| \sigma_0^R \pm \sigma_{\text{фкн}}^R \right|; \left| 0,3 \cdot \sigma_0^R \pm \sigma_{\text{фкн}}^R \right|; \left| 0,7 \cdot \sigma_0^R \pm \left(\sigma_{\text{фкн}}^R - \sigma_{\text{фкн}}^R \right) \right| \right\} \leq 1,3 \cdot [\sigma]_{\text{фк}}^{120}$$

$$\max \left\{ \left| \sigma_0^R \pm \sigma_{\text{фкн}}^R \right|; \left| 0,3 \cdot \sigma_0^R \pm \sigma_{\text{фкн}}^R \right|; \left| 0,7 \cdot \sigma_0^R \pm \left(\sigma_{\text{фкн}}^R - \sigma_{\text{фкн}}^R \right) \right| \right\} = \max(1146,7 \pm 78,53; 0,3 * 146,7 \pm 130,2; 0,7 * 146,7 \pm (78,53 - 130,2)) = 225,2 \text{ МПа}$$

$$1,3 \cdot [\sigma]_{\text{фк}} = 1,3 * 763,6 = 992,7 \text{ МПа}$$

225,2 МПа ≤ 992,7 МПа, **Условие прочности выполнено**

Условие статической прочности в рабочих условиях в сечении s_0 :

$$\max \left\{ \left| \sigma_{\text{фкн}}^R \right|; \left| \sigma_{\text{фкн}}^R \right| \right\} \leq [\sigma]_{\text{фк}}^R$$

$$\max \left\{ \left| \sigma_{\text{фкн}}^R \right|; \left| \sigma_{\text{фкн}}^R \right| \right\} = \max(1130,2; 78,53) = 130,2 \text{ МПа}$$

130,2 МПа ≤ 254,5 МПа, **Условие прочности выполнено**

Подп. и дата	Подп. и дата	Интв. № дубл.	Взам. интв. №	Подп. и дата	Интв. № подл.
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	16017-43/6-К06.001РР
					Лист
					21

Расчётная толщина вне зоны уплотнения с учётом прибавок :

$$s_{\Sigma p} + c = \max \left\{ K_1' \cdot \sqrt{\frac{0,6}{D_2}} \cdot \Phi ; \frac{0,6}{D_2} \cdot \Phi \right\} + c = \max(0,1871 * 1,887 \cdot 10^4 / 768) + 3,3 = 29 \text{ мм}$$

29 мм ≤ 73 мм
Заключение: Условие прочности выполнено

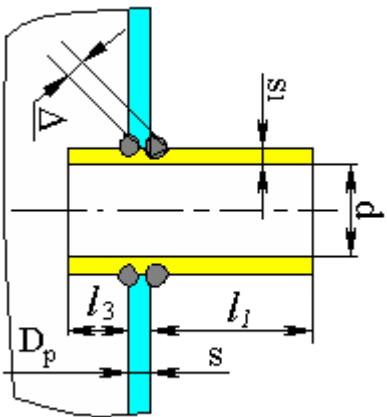
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16017-43/6-К06.001РР	Лист
						23

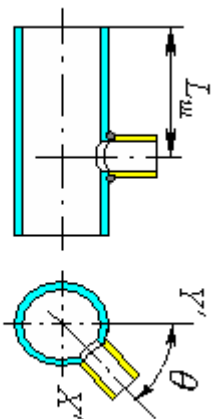
7. Штуцер А5

Исходные данные

Элемент:	Штуцер А5 (А5)
Условное обозначение (метка)	А5
Элемент, несущий штуцер:	Обечайка цилиндрическая
Тип элемента, несущего штуцер:	Обечайка цилиндрическая
Тип штуцера:	Проходящий без укрепления

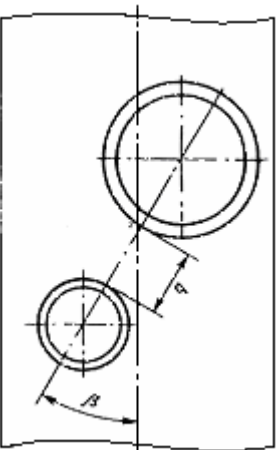


Материал несущего элемента:	09Г2С Ст.ГОСТ 19281
Толщина стенки несущего элемента, s:	60 мм
Сумма прибавок к стенке несущего элемента, с:	3,3 мм
Материал штуцера:	09Г2С Ст.ГОСТ 19281
Внутренний диаметр штуцера, d:	191 мм
Толщина стенки штуцера, s:	32 мм
Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), с:	2 мм
Длина штуцера, l:	112 мм



Смещение штуцера, L _ш :	3700 мм
Угол поворота штуцера, θ:	120 °
Длина внутр. части штуцера, l _з :	0 мм
Прибавка на коррозию, с _{к1} :	2 мм
Минимальный размер сварного шва, Δ: 32 мм	
Расчётные параметры размещения штуцера:	
Ближайший штуцер	

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
16017-43/6-К06.001РР				Лист
				24



Название штупера:

Иллюстр. А4 (А4)

Расстояние до стенки ближайшего штуцера, b: 793.5 мм

$$Y_{\mathrm{TOT}} \beta:$$

00

Условия нагружения:

Расчёт в рабочих условиях

Расчётная температура, T:

287 °C

Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 7,007 МПа

Расчёт укрепления отверстия по ГОСТ Р 52857.3-2007

Свойства материала элемента, несущего штицер

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

 $[\sigma] = 136,5 \text{ MIIa}$

Модуль продольной упругости при температуре 287 °C:

 $E = 1.723 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$

Своѣства маневрата ишнуѣра

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

 $[\sigma]_1 = 136,5 \text{ MPa}$

Модуль продольной упругости при температуре 287 °C :

$$E_1 = 1,723 \cdot 10^5 \text{ MПа}$$

Допускаемое давление для патрубка штуцера :

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \varphi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 * 36,5 * 1 * (32 - 2) / (191 + 32 + 2) = 36,4 \text{ MПа}$$

 $36,4 \text{ MIA} \geq 7,007 \text{ MIA}$

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчётный диаметр отверстия (осьштуцера совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия):

$$d_p = d + 2 \cdot c_s = 191 + 2 \cdot 2 = 195 \text{ mm}$$

Расчётный диаметр отверстия, не требующего укрепления :

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s-c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s-c)} = 2 \cdot ((60-3,3) / 50,05 - 0,8) \cdot (1900 \cdot (60-3,3))^{1/2} = 218,5 \text{ mm}$$

$$[\rho_p] = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (s-c) \cdot \phi \cdot [\sigma]}{D_p + (s-c) \cdot V} \cdot V = 2 * I * (60 - 3.3) * I * I_{36.5} * I / (1900 + (60 - 3.3) * I) = 7,911 \text{ Milla}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$[\sigma] = 136,5 \text{ МПа}$
 Модуль продольной упругости при температуре 287 °С :
 $E_1 = 1,723 \cdot 10^5 \text{ МПа}$
 Допускаемое давление для патрубка штуцера :

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \varphi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 \cdot 136,5 \cdot 1 \cdot (32 - 2) / (191 + 32 + 2) = 36,4 \text{ МПа}$$

36,4 МПа \geq 7,007 МПа

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчётный диаметр отверстия (ось штуцера совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия):

$$d_p = d + 2 \cdot c_s = 191 + 2 \cdot 2 = 195 \text{ мм}$$

Расчётный диаметр одиночного отверстия, не требующего укрепления :

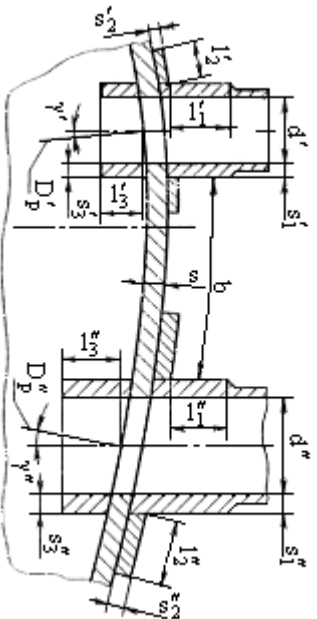
$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s - c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s - c)} = 2 \cdot ((60 - 3,3) / 50,05 - 0,8) \cdot (1900 \cdot (60 - 3,3))^{1/2} = 218,5 \text{ мм}$$

$$[p]_p = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (s - c) \cdot \varphi \cdot [\sigma]}{D_p + (s - c) \cdot Y} = 2 \cdot 1 \cdot (60 - 3,3) \cdot 1 \cdot 136,5 \cdot 1 / (1900 + (60 - 3,3) \cdot 1) = 7,911 \text{ МПа}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

16017-43/6-К06.001РР

Лист
25



Отверстие считается одиночным, если ближайшее к нему отверстие Штулер А4 (А4') не оказывает на него влияния, т.е. расстояние между поверхностями соответствующих штулеров удовлетворяет условию:

$$b > \sqrt{D_p \cdot (s-c)} + \sqrt{D_p \cdot (s-c)} = (1900 \cdot (60-3,3))^{1/2} + (1900 \cdot (60-3,3))^{1/2} = 656,4 \text{ MM}$$

Условие выполнено, дальнейших расчётов укреплений не требуется.

Допускаемое давление $[p] = 7,911 \text{ МПа}$

 $7,911 \text{ MIIa} \geq 7,007 \text{ MIIa}$

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено
Площадь, необходимая для укрепления откоса :

Площадь, необходимая для укрепления отверстия :

$$A_T = 0.5(d_p - d_{op}) \cdot s_p = 0.5 \cdot (195 - 131,3) \cdot 50,05 = 1594 \text{ mm}^2$$

Располагаемая площадь укрепления отверстия:

$$\begin{aligned} \Delta_a &= 1_p \cdot \{s_1 - s_p - c_s\} \cdot \chi_1 + 1_p \cdot s_2 \cdot \chi_2 + 1_p \cdot \{s_3 - c_s - c_{s1}\} \cdot \chi_3 + 1_p \cdot \{s - s_p - c\} \\ &= 95.61 * (.32 - 5.137 - 2) * 1 + 0 * 0 * 0 * (.32 - 2 - 2) * 1 + 328.2 * (.60 - 50.05 - 3.3) \\ &= 4560 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$A_r = 1594 \text{ mm}^2 \leq 4560 \text{ mm}^2$$

Заключение: Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\Phi_r \leq 1$

$0,8857 \leq 1.0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\Phi_3 \leq 1$

$0,01161 \leq 1.0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\Phi_b \leq 1$

$0,1051 \leq 1.0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности:

$$+ \frac{\Phi^2}{C} \leq 1$$

$0,9034 \leq 1.0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\sigma_1 \leq [\sigma]_1$

25,29 МПа ≤ 136,5 МПа. Условие прочности выполнено

Условие устойчивости штупера:

$$\frac{|p|}{[p]} + \frac{\sqrt{M_x^2 + M_y^2}}{[M]} + \frac{|F_z|}{[F]} \leq 1.0$$

$0,1021 \leq 1.0$. Условие устойчивости выполнено

Расчёт в условиях испытаний (Гидроиспытания)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчётная температура, T: 20 °C

Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 11,72 МПа

Расчёт укрепления отверстия по ГОСТ Р 52857.3-2007

Свойства материала элемента, несущего штифтер

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Заключение: Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\Phi_p \leq 1$
 $0,8857 \leq 1,0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\Phi_z \leq 1$
 $0,01161 \leq 1,0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\Phi_b \leq 1$
 $0,1051 \leq 1,0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности:

$$\sqrt{\left[\max\left(\frac{\Phi_p}{C_4} + \Phi_z; |\Phi_z|; \left| \frac{\Phi_p}{C_4} - 0,2 \cdot \Phi_z \right| \right) \right]^2 + \Phi_b^2} \leq 1$$

$0,9034 \leq 1,0$. Условие прочности выполнено

Условие прочности: $\sigma_1 \leq [\sigma]_1$
 $25,29 \text{ МПа} \leq 136,5 \text{ МПа}$. Условие прочности выполнено

Условие устойчивости штуцера:

$$\frac{|p|}{[p]} + \frac{\sqrt{M_x^2 + M_y^2}}{[M]} + \frac{|F_z|}{[F]} \leq 1,0$$
 $0,1021 \leq 1,0$. Условие устойчивости выполнено

Расчёт в условиях испытаний (Гидроиспытания)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчётная температура, T: 20 °С

Расчётное внутреннее избыточное давление, p: 11,72 МПа

Расчёт укрепления отверстия по ГОСТ Р 52857.3-2007

Свойства материала элемента, несущего штуцер

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

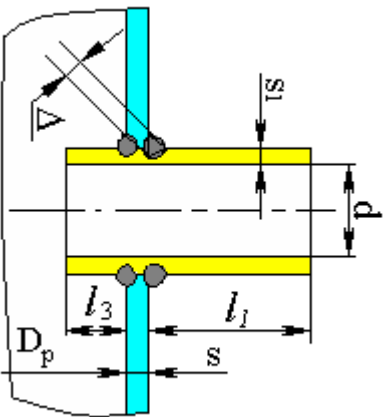
16017-43/6-K06.001PR

	Лист
	26

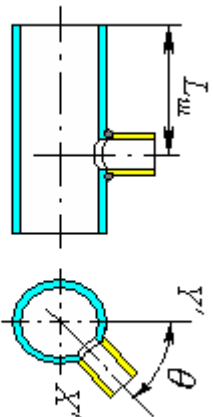
8. Штуцер А4

Исходные данные

Элемент:	Штуцер А4 (А4)
Условное обозначение (метка)	А4
Элемент, несущий штуцер:	Обечайка цилиндрическая
Тип элемента, несущего штуцер:	Обечайка цилиндрическая
Тип штуцера:	Проходящий без укрепления

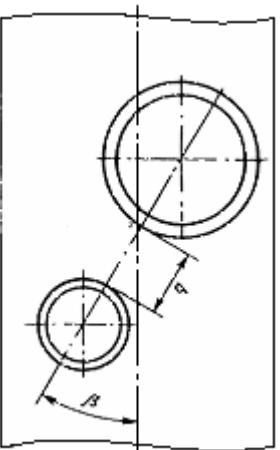


Материал несущего элемента:	09Г2С Gr.ГОСТ 19281
Толщина стенки несущего элемента, s:	60 мм
Сумма прибавок к стенке несущего элемента, с:	3,3 мм
Материал штуцера:	09Г2С Gr.ГОСТ 19281
Внутренний диаметр штуцера, d:	94 мм
Толщина стенки штуцера, s1:	32 мм
Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), сs:	2 мм
Длина штуцера, l1:	105 мм



Смещение штуцера, Lш:	4700 мм
Угол поворота штуцера, β:	120 °
Длина внутр. части штуцера, lз:	0 мм
Прибавка на коррозию, сs1:	2 мм
Минимальный размер сварного шва, Δ: 32 мм	
Расчётные параметры размещения штуцера:	
Ближайший штуцер	

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
16017-43/6-K06.001PP				Лист
				28



Название штупера:

Иллюстр. А5 (А5)

Расстояние до стенки ближайшего штуцера, b: 793.5 мм

$$Y_{\text{ROI}} \beta:$$

180.

Условия нагружения:

Расчётная температура, T:

287 °C

Расчётное внутреннее избыточное Давление, р: 7,006 МПа

Расчёт укрепления отверстия по ГОСТ Р 52857.3-2007

Свойства материала элемента, несущего штицер

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

 $[\sigma] = 136,5 \text{ MIIa}$

Модуль продольной упругости при температуре 287 °C:

 $E = 1.723 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$

Своѣства маневрата ишнуѣра

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

 $[\sigma]_1 = 136,5 \text{ MPa}$

Модуль продольной упругости при температуре 287 °C :

$$E_1 = 1,723 \cdot 10^5 \text{ MПа}$$

Допускаемое давление для патрубка штуцера :

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \varphi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 * 136,5 * 1 * (32 - 2) / (94 + 32 + 2) = 63,98 \text{ Mbit}$$

 $63,98 \text{ Mpc} \geq 7,006 \text{ Mpc}$

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчётный диаметр отверстия (осьштуцера совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия):

$$d_p = d + 2 \cdot c_s = 94 + 2 \cdot 2 = 98 \text{ mm}$$

Расчётный диаметр отверстия, не требующего укрепления :

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s-c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s-c)} = 2 \cdot ((60-3,3) / 50,05 - 0,8) \cdot (1900 \cdot (60-3,3))^{1/2} = 218,6 \text{ mm}$$

$$[\rho_p] = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (s-c) \cdot \phi \cdot [\sigma]}{D_p + (s-c) \cdot V} \cdot V = 2 * I * (60 - 3.3) * I * 136.5 * I / (1900 + (60 - 3.3) * I) = 7,911 \text{ Mili}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$[\sigma] = 136,5 \text{ МПа}$
 Модуль продольной упругости при температуре 287 °С :
 $E_1 = 1,723 \cdot 10^5 \text{ МПа}$
 Допускаемое давление для патрубка штуцера :

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \varphi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 \cdot 136,5 \cdot 1 \cdot (32 - 2) / (94 + 32 + 2) = 63,98 \text{ МПа}$$

63,98 МПа \geq 7,006 МПа

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчётный диаметр отверстия (ось штуцера совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия):

$$d_p = d + 2 \cdot c_s = 94 + 2 \cdot 2 = 98 \text{ мм}$$

Расчётный диаметр одиночного отверстия, не требующего укрепления :

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s - c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s - c)} = 2 \cdot ((60 - 3,3) / 50,05 - 0,8) \cdot (1900 \cdot (60 - 3,3))^{1/2} = 218,6 \text{ мм}$$

$$[p]_p = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (s - c) \cdot \varphi \cdot [\sigma]}{D_p + (s - c) \cdot Y} = 2 \cdot 1 \cdot (60 - 3,3) \cdot 1 \cdot 136,5 \cdot 1 / (1900 + (60 - 3,3) \cdot 1) = 7,911 \text{ МПа}$$

Лист

29

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Гр.ГОСТ 19281 при температуре Т = 20 °С (условия гидротестирования):

$[\sigma]^{20} = \eta * R_{e20} / \eta_T = 1 * 280 / 1,1 = 254,5 \text{ МПа}$

Модуль продольной упругости при температуре 20 °С :

$E = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

Свойства материала штуцера

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Гр.ГОСТ 19281 при температуре Т = 20 °С (условия гидротестирования):

$[\sigma]^{20} = \eta * R_{e20} / \eta_T = 1 * 280 / 1,1 = 254,5 \text{ МПа}$

Модуль продольной упругости при температуре 20 °С :

$E_1 = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

Допускаемое давление для патрубка штуцера :

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \Phi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 * 254,5 * 1 * (32 - 2) / (94 + 32 + 2) = 119,3 \text{ МПа}$$

$119,3 \text{ МПа} \geq 11,72 \text{ МПа}$

Заключение: **Условие прочности и устойчивости выполнено**

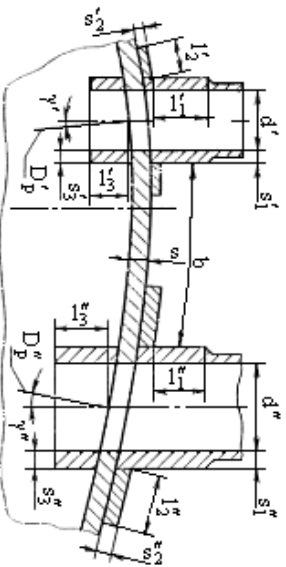
Расчётный диаметр отверстия (ось штуцера совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия):

$d_p = d + 2 \cdot c_s = 94 + 2 * 2 = 98 \text{ мм}$

Расчётный диаметр одиночного отверстия, не требующего укрепления :

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s - c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s - c)} = 2 * (60 - 3,3) / 44,76 - 0,8 * (1900 * (60 - 3,3))^{1/2} = 306,4 \text{ мм}$$

$$[p_p] = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (s - c) \cdot \Phi \cdot [\sigma]}{D_p + (s - c) \cdot V} \cdot V = 2 * 1 * (60 - 3,3) * 1 * 254,5 * 1 / (1900 + (60 - 3,3) * 1) = 14,75 \text{ МПа}$$



Отверстие считается одиночным, если ближайшее к нему отверстие Штуцер А5 (А5) не оказывает на него влияния, т.е. расстояние между наружными поверхностями соответствующих штуцеров удовлетворяет условию:

$$b > \sqrt{D_p' \cdot (s - c)} + \sqrt{D_p'' \cdot (s - c)} = (1900 * (60 - 3,3))^{1/2} + (1900 * (60 - 3,3))^{1/2} = 656,4 \text{ мм}$$

Условие выполнено, дальнейших расчётов укреплений не требуется.

Допускаемое давление [р] = 14,75 МПа

Заключение: **Условие прочности и устойчивости выполнено**

Площадь, необходимая для укрепления отверстия :

$A_{r1} = 0,5 \cdot (d_p - d_{op}) \cdot s_p = 0,5 * (98 - 131,3) * 44,76 = (-745) \text{ мм}^2$

Располагаемая площадь укрепления отверстия:

$$A_a = 1_p \cdot \{s_1 - s_p - c_s\} \cdot \chi_1 + 1_{2p} \cdot s_2 \cdot \chi_2 + 1_{3p} \cdot \{s_3 - c_s - c_{a1}\} \cdot \chi_3 + 1_p \cdot \{s - s_p - c\} = 67,78 * (32 - 2,309 - 2) * 1 + 0 * 0 * 0 + 0 * (32 - 2 - 2) * 1 + 328,2 * (60 - 44,76 - 3,3) = 5796 \text{ мм}^2$$

$A_r = (-745) \text{ мм}^2 \leq 5796 \text{ мм}^2$

Заключение: **Условие прочности выполнено**

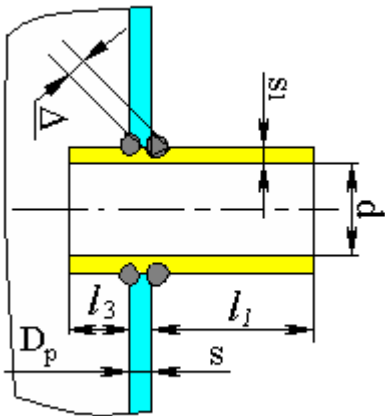
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16017-43/6-К06.001РР	Лист
						31

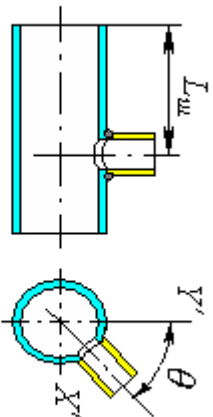
9. Штуцер В6

Исходные данные

Элемент:	Штуцер В6 (В6)
Условное обозначение (метка)	В6
Элемент, несущий штуцер:	Обечайка цилиндрическая
Тип элемента, несущего штуцер:	Обечайка цилиндрическая
Тип штуцера:	Проходящий без укрепления

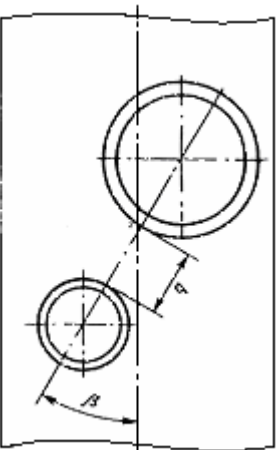


Материал несущего элемента:	09Г2С Гр.ГОСТ 19281
Толщина стенки несущего элемента, s:	60 мм
Сумма прибавок к стенке несущего элемента, c:	3,3 мм
Материал штуцера:	09Г2С Гр.ГОСТ 19281
Внутренний диаметр штуцера, d:	137 мм
Толщина стенки штуцера, s1:	32 мм
Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), c1:	2 мм
Длина штуцера, l1:	109 мм



Смещение штуцера, Lш:	3700 мм
Угол поворота штуцера, ϑ :	180 °
Длина внутр. части штуцера, l3:	0 мм
Прибавка на коррозию, c1:	2 мм
Минимальный размер сварного шва, Δ :	32 мм
Расчётные параметры размещения штуцера:	
Ближайший штуцер	

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
				Изм.
				Лист
				№ докум.
				Подп.
				Дата
				16017-43/6-К06.001РР
				Лист
				32



Название штупера:

Иллюстр. А5 (А5)

Расстояние до стенки ближайшего штуцера, b: 829.2 мм

$$Y_{\text{ROI}} \beta:$$

06

Условия нагружения:

Расчётная температура, Т:

287 °C

Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 7,011 МПа

Расчёт укрепления отверстия по ГОСТ Р 52857.3-2007

Свойства материала элемента, несущего штицер

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

 $[\sigma] = 136,5 \text{ MIIa}$

Модуль продольной упругости при температуре 287 °C :

 $E = 1.723 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$

Своѣства маневрата ишнуѣра

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

$$[\sigma]_1 = 136,5 \text{ MIIa}$$

Модуль продольной упругости при температуре 287 °C :

$$E_1 = 1,723 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$$

Допускаемое давление для патрубка штуцера :

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \phi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 * 136,5 * 1 * (32 - 2) / (137 + 32 + 2) = 47,89 \text{ MIIa}$$

 $47,89 \text{ MIIa} \geq 7,011 \text{ MIIa}$

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчётный диаметр отверстия (ось штуцера совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия):

$$d_p = d + 2 \cdot c_s = 137 + 2 \cdot 2 = 141 \text{ mm}$$

Расчётный диаметр одиночного отверстия, не требующего укрепления :

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s-c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s-c)} = 2 \cdot ((60-3,3)/50,08-0,8) \cdot (1900 \cdot (60-3,3))^{1/2} = 218 \text{ mm}$$

$$[\rho_p] = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (s-c) \cdot \phi \cdot [\sigma]}{D_p + (s-c) \cdot V} \cdot V = 2 * I * (60 - 3.3) * I * I_{36.5} * I / (1900 + (60 - 3.3) * I) = 7,911 \text{ Milla}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$[\sigma] = 136,5 \text{ МПа}$
 Модуль продольной упругости при температуре 287 °С :
 $E_1 = 1,723 \cdot 10^5 \text{ МПа}$
 Допускаемое давление для патрубка штуцера :

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \varphi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 \cdot 136,5 \cdot 1 \cdot (32 - 2) / (137 + 32 + 2) = 47,89 \text{ МПа}$$

47,89 МПа $\geq 7,011 \text{ МПа}$
Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено
 Расчётный диаметр отверстия (ось штуцера совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия):

$$d_p = d + 2 \cdot c_s = 137 + 2 \cdot 2 = 141 \text{ мм}$$

Расчётный диаметр одиночного отверстия, не требующего укрепления :

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s - c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s - c)} = 2 \cdot ((60 - 3,3) / 50,08 - 0,8) \cdot (1900 \cdot (60 - 3,3))^{1/2} = 218 \text{ мм}$$

$$[p]_p = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (s - c) \cdot \varphi \cdot [\sigma]}{D_p + (s - c) \cdot V} = 2 \cdot 1 \cdot (60 - 3,3) \cdot 1 \cdot 136,5 \cdot 1 / (1900 + (60 - 3,3) \cdot 1) = 7,911 \text{ МПа}$$

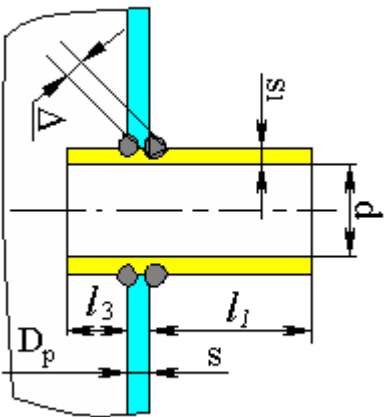
16017-43/6-K06.001PP

	Лист
	33

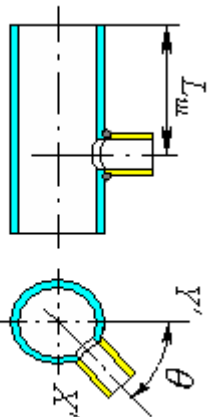
10.Штуцер В5

Исходные данные

Элемент:	Штуцер В5 (В5)
Условное обозначение (метка)	В5
Элемент, несущий штуцер:	Обечайка цилиндрическая
Тип элемента, несущего штуцер:	Обечайка цилиндрическая
Тип штуцера:	Проходящий без укрепления

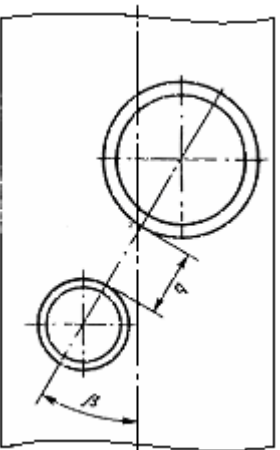


Материал несущего элемента:	09Г2С Гр.ГОСТ 19281
Толщина стенки несущего элемента, s:	60 мм
Сумма прибавок к стенке несущего элемента, с:	3,3 мм
Материал штуцера:	09Г2С Гр.ГОСТ 19281
Внутренний диаметр штуцера, d:	75 мм
Толщина стенки штуцера, s1:	32 мм
Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), сs:	2 мм
Длина штуцера, l1:	105 мм



Смещение штуцера, Lш:	4700 мм
Угол поворота штуцера, θ:	180 °
Длина внутр. части штуцера, l3:	0 мм
Прибавка на коррозию, сs1:	2 мм
Минимальный размер сварного шва, Δ:	32 мм
Расчётные параметры размещения штуцера:	
Ближайший штуцер	

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
16017-43/6-К06.001РР				Лист
				36



Илүүдэр B6 (B6)

830 MM

180.

Расчёт в рабочих условиях

287 °C

7,011 MIIa

ГОСТ Р 52857.3-2007

o wmyśle

Согласно ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

287 °C:

С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^{\circ}\text{C}$ (рабочие условия):

287 °C:

$$)/(75 + 32 + 2) = 75,14 \text{ MIIa}$$

ности выполнено

спадает с нормалью к поверхности в центре отверстия):

требующего укрепления:

$$50,08 - 0,8) * (1900 * (60 - 3,3))^{1/2} = 218,1 \text{ mm}$$

$$* I_{36,5} = I / (1900 + (60 - 3,3) * I) = 7,911 \text{ Mlla}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$[\sigma] = 136,5 \text{ МПа}$
 Модуль продольной упругости при температуре 287 °С :
 $E_1 = 1,723 \cdot 10^5 \text{ МПа}$
 Допускаемое давление для патрубка штуцера :

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \varphi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 \cdot 136,5 \cdot 1 \cdot (32 - 2) / (75 + 32 + 2) = 75,14 \text{ МПа}$$

75,14 МПа \geq 7,011 МПа

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчётный диаметр отверстия (ось штуцера совпадает с нормалью к поверхности в центре отверстия):

$$d_p = d + 2 \cdot c_s = 75 + 2 \cdot 2 = 79 \text{ мм}$$

Расчётный диаметр одиночного отверстия, не требующего укрепления :

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s - c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s - c)} = 2 \cdot ((60 - 3,3) / 50,08 - 0,8) \cdot (1900 \cdot (60 - 3,3))^{1/2} = 218,1 \text{ мм}$$

$$[p]_p = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (s - c) \cdot \varphi \cdot [\sigma]}{D_p + (s - c) \cdot Y} = 2 \cdot 1 \cdot (60 - 3,3) \cdot 1 \cdot 136,5 \cdot 1 / (1900 + (60 - 3,3) \cdot 1) = 7,911 \text{ МПа}$$

16017-43/6-К06.001РР

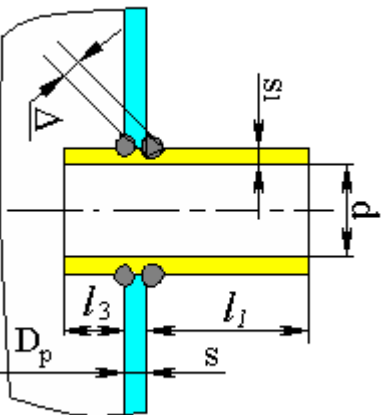
Лист

37

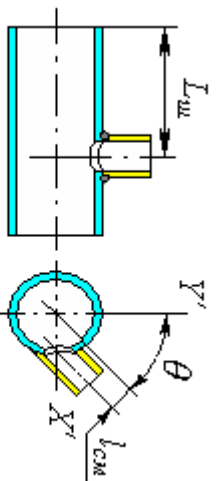
11. Штыцёр В2

Исходные данные

Элемент:	Штуцер В2 (В2)
Условное обозначение (метка)	В2
Элемент, несущий штупер:	Обечайка цилиндрическая
Тип элемента, несущего штупер:	Обечайка цилиндрическая
Тип штупера:	Проходящий без укрепления

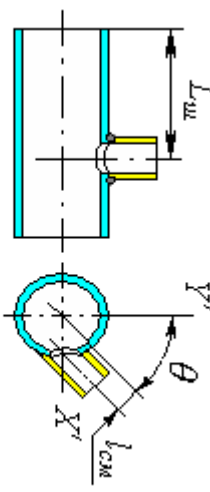


Материал несущего элемента:	09Г2С Gr.ГОСТ 19281
Толщина стенки несущего элемента, s:	60 мм
Сумма прибавок к стенке несущего элемента, c:	3,3 мм
Материал штуцера:	09Г2С Gr.ГОСТ 19281
Внутренний диаметр штуцера, d:	137 мм
Толщина стенки штуцера, s ₁ :	34 мм
Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), c _s :	2 мм
Длина штуцера, l ₁ :	63 мм



Смещение штуцера, $L_{\text{ш}}$:	5550 мм
Смещение штуцера, $L_{\text{ш}}$:	(-275) мм
Полученный угол поворота штуцера, θ :	(-105,8) °
Полученный угол наклона штуцера, γ :	(-15,8) °
Полученный угол наклона штуцера, ω :	(-90) °
Длина внутр. части штуцера, l_3 :	0 мм
Прибавка на коррозию, C_{s1} :	2 мм

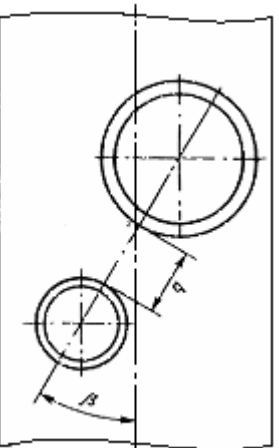
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	Внутренний диаметр штуцера, d:
					Толщина стенки штуцера, s ₁ :
					Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), c _s :
					Длина штуцера, l ₁ :



63 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16017-43/6-К06.001РР	Лист
						40

Минимальный размер сварного шва, Δ : 34 мм
Расчётные параметры размещения штуцера:
Ближайший штуцер



Название штучера:

Илгүлер В4 (В4)

Расстояние до стенки ближайшего штуцера, b:

1139 MM

Уготи β:

81.23°

Условия нагружения:

Расчётная температура, T:

287 °C

Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 7,004 МПа

Расчёт укрепления отверстия по ГОСТ Р 52857.3-2007

Свойства материала элемента, несущего штиф

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

 $[\sigma] = 136,5 \text{ MIIa}$

Модуль продольной упругости при температуре 287 °С:

 $E = 1.723 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$

Свойства маневрата и мундир

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ\text{C}$ (рабочие условия):

$$[\sigma]_1 = 136,5 \text{ MIIa}$$

Модуль продольной упругости при температуре 287 °C:

$$E_1 = 1,723 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$$

Допускаемое давление для патрубка штуцера :

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \varphi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 * 136,5 * 1 * (34 - 2) / (137 + 34 + 2) = 50,5 \text{ MПа}$$

 $50,5 \text{ Mpc} \geq 7,004 \text{ Mpc}$

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Расчётный диаметр отверстия (ось штуцера лежит в плоскости поперечного сечения обечайки):

$$d_p = \max\{d; 0.5 \cdot t\} + 2 \cdot c_s = (\max\{137; 0.5 * 213,5\} + 2 * 2) = 141 \text{ mm}$$

Расчётный диаметр отверстия, не требующего укрепления :

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s-c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s-c)} = 2 \cdot ((60-3,3)/50,03-0,8) \cdot (1900 \cdot (60-3,3))^{1/2} = 218,8 \text{ mm}$$

$$[\rho_p] = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (s-c) \cdot \varphi \cdot [\sigma]}{D_p + (s-c) \cdot \gamma} \cdot \gamma = 2 * I * (60-3,3) * I * I_{36,5} * I / (1900 + (60-3,3) * I) = 7,911 \text{ MПа}$$

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

$E = 1,723 \cdot 10^5 \text{ МПа}$
Свойства материала штуцера
 Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Ст. ГОСТ 19281 при температуре $T = 287^\circ \text{C}$ (рабочие условия):
 $[\sigma] = 136,5 \text{ МПа}$
 Модуль продольной упругости при температуре 287°C :
 $E_1 = 1,723 \cdot 10^5 \text{ МПа}$
 Допускаемое давление для патрубка штуцера:

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \varphi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 \cdot 136,5 \cdot 1 \cdot (34 - 2) / (137 + 34 + 2) = 50,5 \text{ МПа}$$

50,5 МПа \geq 7,004 МПа
Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено
 Расчётный диаметр отверстия (ось штуцера лежит в плоскости поперечного сечения обечайки):
 $d_p = \max\{d; 0,5 \cdot l\} + 2 \cdot c_s = \max\{137; 0,5 \cdot 213,5\} + 2 \cdot 2 = 141 \text{ мм}$
 Расчётный диаметр одиночного отверстия, не требующего укрепления:

$$d_0 = 2 \cdot \left(\frac{s - c}{s_p} - 0,8 \right) \cdot \sqrt{D_p \cdot (s - c)} = 2 \cdot ((60 - 3,3) / 50,03 - 0,8) \cdot (1900 \cdot (60 - 3,3))^{1/2} = 218,8 \text{ мм}$$

$$[p]_p = \frac{2 \cdot K_1 \cdot (s - c) \cdot \varphi \cdot [\sigma]}{D_p + (s - c) \cdot Y} = 2 \cdot 1 \cdot (60 - 3,3) \cdot 1 \cdot 136,5 \cdot 1 / (1900 + (60 - 3,3) \cdot 1) = 7,911 \text{ МПа}$$

12. Штыкер B2_DN50

Исходные данные

ЭЛЕМЕНТ:

Штырек В2_ DN50 (В2)

Условное обозначение (метка)

B2

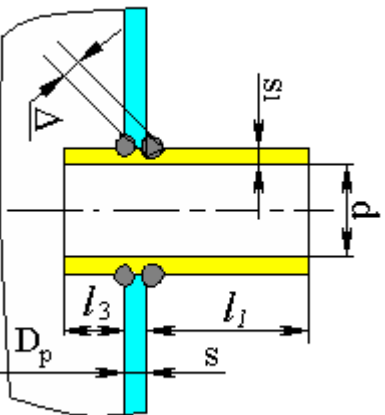
Элемент, несущий штуцер:

Днище эллиптическое В2

Тип элемента, несущего штурцер: Днище эллиптическое

Типшудера:

Проходящий без укрепления



Материал несущего элемента:

09F2C Gr.TOCCT 19281

Толщина стенки несущего элемента, s :

12 mm

Сумма прибавок к стенке несущего элемента, с:

2,8 mm

Материал штучера:

09T2C Gr.TOCCT 19281

Внутренний диаметр штуцера, d:

45 mm

Толщина стенки штуцера, s_1 :

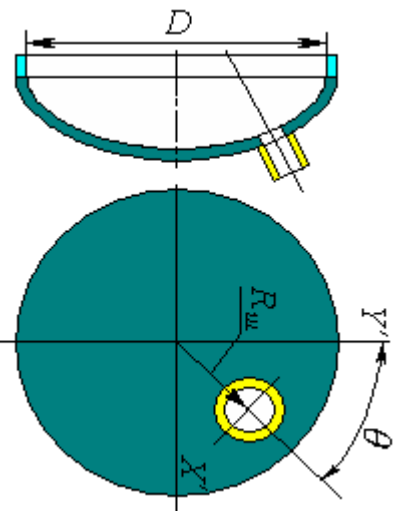
6 MM

Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), c_s : 29 мм

2,9 mm

Длина штуцера, l₁:

97 MM



Смещение штуцера, $R_{ш}$:

0 mm

Угол поворота штыцера, ϑ :

0

Длина внутр. части штуцера, l₃:

306 MM

Прибавка на корозию, c_{s1} :

2 MM

Минимальный размер сварного шва, Δ : 6 мм

6 MM

Расчётом в рабочих условиях

Условия нагружения:

Расчётная температура, T:

287 °C

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Толщина стенки штуцера, s_1 : 6 мм

Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), s_{s1} : 2,9 мм

Длина штуцера, l_1 : 97 мм

Смещение штуцера, R_w :	0 мм
Угол поворота штуцера, φ :	0 °
Длина внутр. части штуцера, l_3 :	306 мм
Прибавка на коррозию, s_{s1} :	2 мм
Минимальный размер сварного шва, Δ :	6 мм

Расчёт в рабочих условиях

Условия нагружения:

Расчётная температура, T : 287 °C

16017-43/6-K06.001PR				Лист
				44

13. Штыцёр А1

Исходные данные

Элемент:

Иллюстр. А1 (А1)

Условное обозначение (метка)

A1

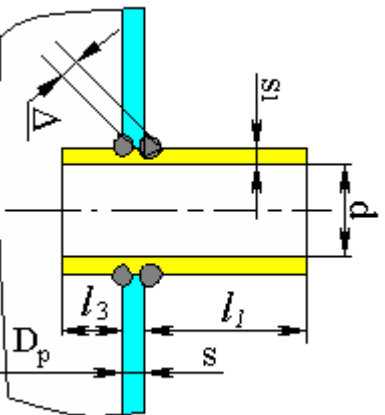
Элемент, несущий штурцер:

Обечайка цилиндрическая

Тип элемента, несущего штуцер: Обечайка цилиндрическая

Тип штуцера:

Проходящий без укрепления



Материал несущего элемента:

09T2C Gr.T OCT 19281

Толщина стенки несущего элемента, s :

60 MM

Сумма прибавок к стенке несущего элемента, с:

3,3 mm

Материал штуцера:

09T2C Gr.TOCCT 19281

Внутренний диаметр штуцера, d:

137 MM

Толщина стенки штуцера, s_1 :

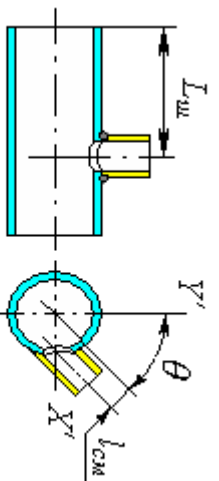
34 MM

Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), δ_s : 2 мм

2 mm

Длина штуцера, l_1 :

65 MM



Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Толщина стенки штуцера, s_1 :
Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), c_s : 2 мм

Длина штуцера, l_1 :

34 мм

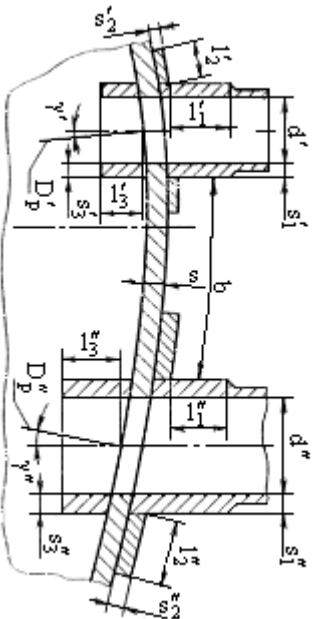
65 мм

Смещение штуцера, $L_{\text{шт}}$:	7950 мм
Смещение штуцера, $l_{\text{см}}$:	(-464) мм
Полученный угол поворота штуцера, θ :	(-27,35) °
Полученный угол наклона штуцера, γ :	(-27,35) °
Полученный угол наклона штуцера, ω :	(-90) °
Длина внутр. части штуцера, l_3 :	0 мм
Прибавка на коррозию, c_{s1} :	2 мм
Минимальный размер сварного шва, Δ :	34 мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

16017-43/6-K06.001PP

	Лист
	47



Отверстие считается одиночным, если ближайшее к нему отверстие Штулер Р4 (Р4) не оказывает на него влияния, т.е. расстояние между наружными поверхностями соответствующих штулеров удовлетворяет условию:

$$b > \sqrt{D_p \cdot (s-c)} + \sqrt{D_p \cdot (s-c)} = (1900 \cdot (60-3,3))^{1/2} + (1900 \cdot (60-3,3))^{1/2} = 656,4 \text{ mm}$$

Условие не выполнено, требуется дополнительный расчёт укреплений.

Допускаемое давление $[p] = \min \{ 7,911; 7,911 \} \text{ МПа}$

 $7,911 \text{ MIIa} \geq 7 \text{ MIIa}$

Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Площадь, необходимая для укрепления отверстия :

$$A_1 = 0.5(d_p - d_{0p}) \cdot S_p = 0.5 * (141 - 131,3) * 50 = 242,8 \text{ mm}^2$$

Располагаемая площадь укрепления отверстия:

$$\hat{A}_a = 1_p \cdot (s_1 - s_p - c_s) \cdot X_1 + 1_p \cdot s_2 \cdot X_2 + 1_p \cdot (s_3 - c_s - c_{s1}) \cdot X_3 + 1_p \cdot (s - s_p - c)$$

$$= 65 * (34 - 3, 711 - 2) * 1 + 0 * 0 * 0 + 0 * (34 - 2 - 2) * 1 + 328, 2 * (60 - 50 - 3, 3)$$

$$= 4038 \text{ mm}^2$$

$$A_r = 242,8 \text{ mm}^2 \leq 4038 \text{ mm}^2$$

Заключение: Условие прочности выполнено

Расчёт в условиях испытаний (Гидроиспытания)

Условия нагружения при испытаниях:

Расчётная температура, T: 20 °C

Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 11,7 МПа

Расчёт укрепления отверстия по ГОСТ Р 52857.3-2007

Свойства материала элемента, несущего штицер

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Gr.ГОСТ 19281 при температуре $T = 20^\circ\text{C}$ (условия гидротестирования):

$$[\sigma]^{20} = \eta^* R_{e/20} / \eta T = 1 * 280 / 1,1 = 254,5 \text{ MPA}$$

Модуль продольной упругости при температуре 20 °С :

$$E = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$$

Свойства маневренности

Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Ст. ГОСТ 19281 при температуре $T = 20^\circ\text{C}$ (условия гидротытаний):

$$[\sigma]_{\eta}^{20} = \eta^* R_{e/20} / \eta T = 1.280 / 1.1 = 254.5 \text{ Milla}$$

Модуль продольной упругости при температуре 20 °С :

$$E_1 = 1,99 \cdot 10^5 \text{ MIIa}$$

Допускаемое давление для патрубка штуцера :

$$[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \varphi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 * 254,5 * 1 * (34 - 2) / (137 + 34 + 2) = 94,17 \text{ Milla}$$

 $94,17 \text{ MIIa} \geq 11,7 \text{ MIIa}$

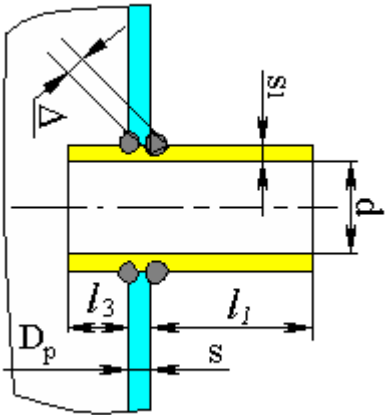
Заключение: Условие прочности и устойчивости выполнено

Заключение: Условия прочности выполнено		Подп. и дата		Инв. № дубл.		Взам. инв. №		Подп. и дата		Инв. № подл.	
<p align="center">Расчёт в условиях испытаний (Гидроиспытания)</p> <p>Условия нагружения при испытаниях:</p> <p>Расчётная температура, Т: 20 °С</p> <p>Расчётное внутреннее избыточное давление, р: 11,7 МПа</p> <p>Расчёт укреплённого отверстия по ГОСТ Р 52857.3-2007</p> <p>Свойства материала элемента, несущего штуцер</p> <p>Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Гр.ГОСТ 19281 при температуре Т = 20 °С (условия гидротестирования):</p> <p>$[\sigma]^{20} = \eta \cdot R_{e20} / \eta_T = 1 \cdot 280 / 1,1 = 254,5 \text{ МПа}$</p> <p>Модуль продольной упругости при температуре 20 °С:</p> <p>$E = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$</p> <p>Свойства материала штуцера</p> <p>Допускаемые напряжения для материала 09Г2С Гр.ГОСТ 19281 при температуре Т = 20 °С (условия гидротестирования):</p> <p>$[\sigma]^{20}_1 = \eta \cdot R_{e20} / \eta_T = 1 \cdot 280 / 1,1 = 254,5 \text{ МПа}$</p> <p>Модуль продольной упругости при температуре 20 °С:</p> <p>$E_1 = 1,99 \cdot 10^5 \text{ МПа}$</p> <p>Допускаемое давление для патрубков штуцера:</p> $[p] = \frac{2 \cdot [\sigma]_1 \cdot \phi_1 \cdot (s_1 - c_s)}{d + s_1 + c_s} = 2 \cdot 254,5 \cdot 1 \cdot (34 - 2) / (137 + 34 + 2) = 94,17 \text{ МПа}$ <p>94,17 МПа \geq 11,7 МПа</p> <p>Заключение: Условия прочности и устойчивости выполнено</p>											
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата		16017-43/6-К06.001РР			
								Лист			
49											

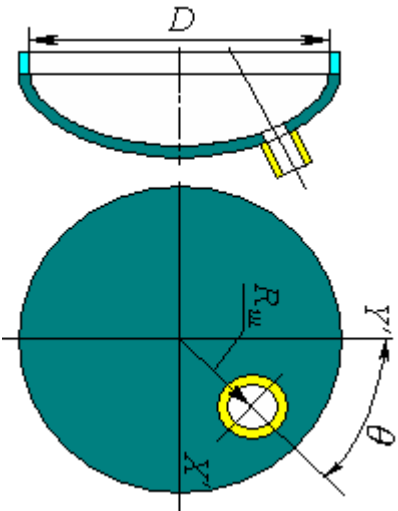
14.Штуцер А1_DN80

Исходные данные

Элемент: Штуцер А1_ DN50 (А1)
Условное обозначение (метка) А1
Элемент, несущий штуцер: Днище эллиптическое А1
Тип элемента, несущего штуцер: Днище эллиптическое
Тип штуцера: Проходящий без укрепления



Материал несущего элемента: 09Г2С Gr.ГОСТ 19281
Толщина стенки несущего элемента, s: 12 мм
Сумма прибавок к стенке несущего элемента, c: 2,8 мм
Материал штуцера: 09Г2С Gr.ГОСТ 19281
Внутренний диаметр штуцера, d: 75 мм
Толщина стенки штуцера, s1: 12 мм
Сумма прибавок к толщине стенки штуцера (включая коррозию), c1: 2 мм
Длина штуцера, l1: 40 мм



Смещение штуцера, Rш: 0 мм
Угол поворота штуцера, θ: 0 °
Длина внутр. части штуцера, l3: 70 мм
Прибавка на коррозию, c1: 2 мм
Минимальный размер сварного шва, Δ: 12 мм

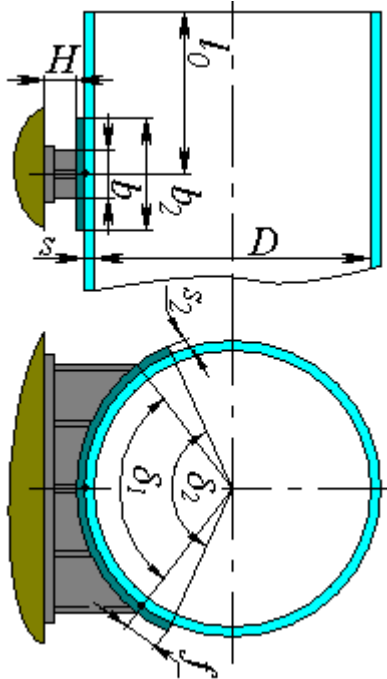
Расчёт в рабочих условиях

Условия нагружения:
Расчётная температура, Т: 287 °С

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.

Лист	51
16017-43/6-K06.001PP	
Изм.	Лист
№ докум.	Подп.
Дата	Дата

15. Опора седловая



Исходные данные

Элемент, связанный с опорой:	Обечайка цилиндрическая
Внутренний диаметр обечайки, D:	1900 мм
Толщина стенки обечайки, s:	60 мм
Прибавка для компенсации коррозии и эрозии, c1:	2 мм
Прибавка для компенсации минусового допуска, c2:	1,3 мм
Прибавка технологическая, c3:	0 мм
Сумма прибавок к стенке обечайки, c:	3,3 мм
Ширина опоры, b:	300 мм
Угол охвата опоры, delta1:	113,3 °
Расстояние от края элемента, l0:	1100 мм
Расстояние до днища, a:	1,2·10³ мм
Высота опоры, H:	180 мм
Толщина листа, s2:	8 мм
Ширина листа, b2:	450 мм
Угол охвата листа, delta2:	140 °
Длина выступающей части листа, f:	237,2 мм

Расчёт в рабочих условиях

Условия нагружения (см. Эпюры сил и моментов):

Расчётная температура, T:	287 °C
Коэффициент заполнения жидкостью, xi:	0,539
Плотность жидкости, Pж:	953 кг/м³
Расчётное внутреннее избыточное давление, действующее в элементе над опорой, p:	7,009 МПа

Изгибающий момент в сечении обечайки над опорой, M: 8,535·10⁴ Н·м
Опорное усилие, F: 2,582·10⁵ Н
Поперечное усилие в сечении обечайки над опорой, Q: 1,713·10⁵ Н
Допускаемые нагрузки для элемента, связанного с обечайкой (см. расчёт “Обечайка цилиндрическая”):
Допускаемое наружное давление, [p]: 4,197 МПа

Подп. и дата	Инв. № дубл.	Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.
Лист	Изм.	Дата	Подп.	№ док.
54				
16017-43/6-K06.001PP				

Условие устойчивости: $\frac{|p|}{[p]} \cdot \frac{F_e}{[F]} + \frac{M}{[M]_{y_{\text{сг}}}} + \left(\frac{Q}{[Q]} \right)^2 \leq 1$

$$\frac{|p|}{[p]} + \frac{F_e}{[F]} + \frac{M}{[M]_{y_{\text{сг}}}} + \left(\frac{Q}{[Q]} \right)^2 = 0 / 6,773 + 6,376 \cdot 10^5 / 8,862 \cdot 10^7 + 1,3 \cdot 10^5 / 4,211 \cdot 10^7 + (2,02 \cdot 10^5 / 2,135 \cdot 10^7)^2 = 0,01037$$

Заключение: Условие устойчивости выполнено

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16017-43/6-К06.001РР	Лист
						56

16.Список литературы

- 1) ГОСТ Р 52857.1-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Общие требования.
- 2) ГОСТ Р 52857.2-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет цилиндриче-ских и конических обечаек, выпуклых и плоских днищ и крышек.
- 3) ГОСТ Р 52857.3-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Укрепление отверстий в обечайках и днищах при внутреннем и внешнем давлении. Расчет на прочность обечаек и днищ при внешних статических нагрузках на штуцер.
- 4) ГОСТ Р 52857.4-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет на прочность и герметичность фланцевых соединений.
- 5) ГОСТ Р 52857.5-2007. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. Расчет обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	16017-43/6-К06.001РР	Лист
						57

17. Лист регистрации изменений

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата
Изм. Лист				
№ докум.				
Подп.				
Дата				
16017-43/6-КО6.001РР				
Лист				
58				