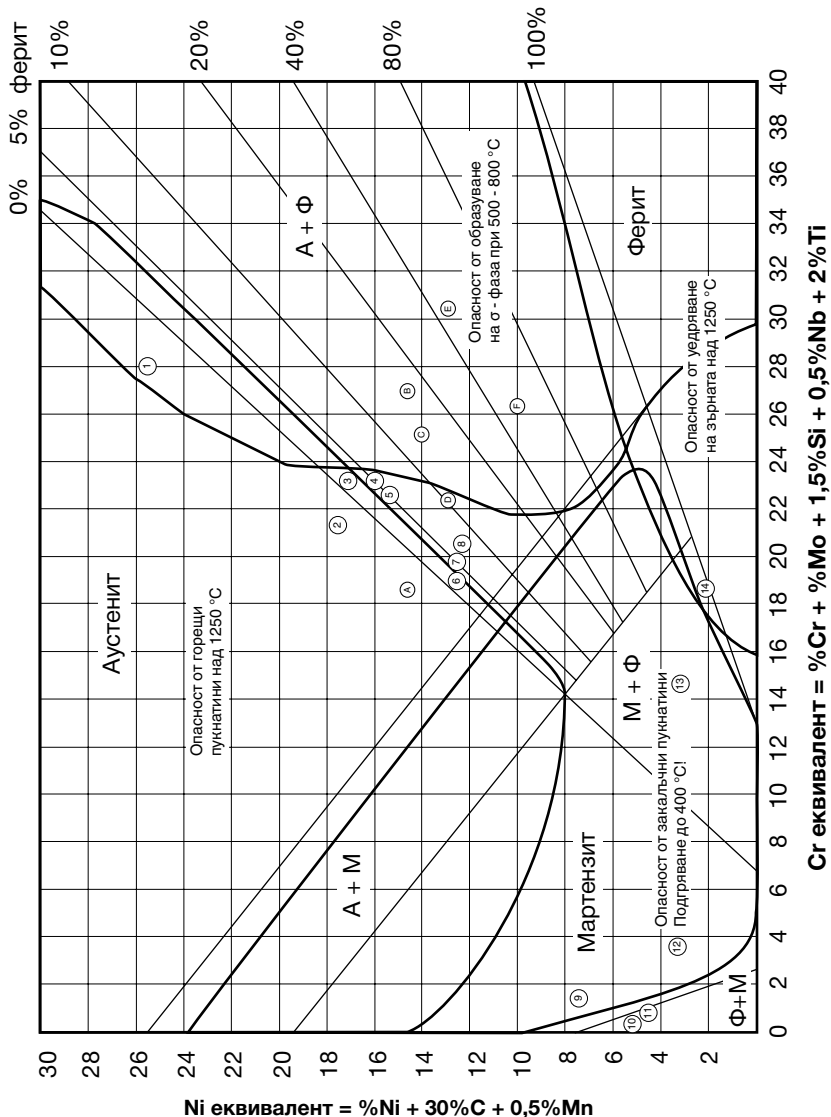


Заваряване на неръждаеми стомани

Структурата на някои материали според диаграмата на Шефлер:

- | | | |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| 1. X15CrNiSi25-20, AISI 314 | 6. X5CrNi18-10, AISI 304 | 11. 16Mo3, ASTM A182 F1 |
| 2. X5CrNiMo17-12-2, AISI 316 | 7. X2CrNiSi19-11, AISI 304L | 12. 10CrMo9-10, ASTM A182 F22 |
| 3. X15CrNiSi20-12, AISI 309 | 8. X6CrNiNb18-10, AISI 347 | 13. X12Cr13, AISI 410 |
| 4. X2CrNiMo18-3, AISI 316L | 9. 13CrMo4-5, ASTM A182 F12 | 14. X6Cr17, AISI 430 |
| 5. X10CrNiMoNb18-12, AISI 318 | 10. P235GH, ASTM A36 | 15. P310GH, ASTM A181 |



1. Обща информация

Неръждаемите стомани са материали, чиято повърхност има висока устойчивост срещу корозия. Те не са напълно защитени при всякакви условия. Устойчивостта им срещу ръждясване в киселини, солени и други среди зависи от техния състав и начина на употреба. Свойствата и структурата на неръждаемите стомани зависят главно от химическия състав - различното съдържание на хром, никел и/или молибден.

Според предназначението най-често използваните видове са:

- С общо предназначение, в строителство, хранително-вкусова промишленост и др., тип AISI 300, 304/L, със състав Cr/Ni: 18/10, заваряват се с материали тип 308 LSi,
- С повишена устойчивост в кисели и солени разтвори, за съдове с течности в хранително-вкусовата и химическата промишленост, конструкции в морска вода и плавни басейни, тип AISI 316, Cr/Ni/Mo: 19/12/3
- Преходни, за съединяване на не/ниско-легирани черни стомани с неръждаеми стомани, тип AISI 309,
- Ремонтни, ударо-устойчиви материали с висока пластичност. Поемат удари и остават жилави, докато повърхността им се самонаклепва и втвърдява при работа и обработка, тип AISI 307, Cr/Ni/Mn: 18/8/6,
- Ремонтни, с висока якост, жилавост и еластичност, за пружинни и инструментални стомани (вкл. при високи температури), тип AISI 312, Cr/Ni: 29/9,
- Огнеупорни, за приложение при високи температури, тип AISI 310, Cr/Ni: 25/20.

Правилата за заваряване на различните неръждаеми стомани зависят от тяхната структура, както са определени в диаграмата на Шефлер.

Различните видове структури са: Феритни, Мартензитни, Феритно-аустенитни (дуплекс), Аустенитни.

Заваряемостта на тези типове се различава значително.

2. Общи правила, валидни при заваряване на всички видове неръждаеми стомани

2.1. Подготовка на краищата на шевове преди заваряване

При неръждаемите стомани почистването на краищата и зоната около шевове преди заваряване е от критично значение. Замърсявания като окисни слоеве, шлака, окалина, масла, бои и други подобни, трябва непременно да бъдат почистени преди заваряване. Всякакви кратери в края на шева, вредни включвания, както и прекалено изпъкнали усиления трябва да бъдат шлифовани, така че шевове да останат без дефекти. Кореновите шевове заварени по методите ВИГ или МИГ също трябва да бъдат шлайфани преди заваряване на следващите слоеве, с цел да се избегне опасността от образуване на пори. Също така трябва да се избягват и отстраняват следи от запалване на дъгата от страни на шева, случайни припалвания или следи от лошо контактуваща кабел-маса. Тези припалвания могат да причинят локално прегряване и формиране на фини невидими пукнатини, които да станат причина за началото на корозия. Силното деформиране на неръждаемите стомани, което се дължи на високия коефициент на температурно разширение, може да бъде ограничено чрез затягане в приспособления и/или здраво прихващане. Максималното разстояние между прихватките не трябва да бъде по-голямо от 100 мм., а дължината на прихватките обикновено е около 30 мм., без да превишава 40 мм.

2.2. Обработка на шевове след заваряване

При всички неръждаеми стомани е необходимо след заваряване да бъдат обработени както шевове, така и засегнатите от високата температура околешни зони. Целта е да се получи блестяща метална повърхност, върху която да се образува необходимия за корозионната устойчивост пасивен слой.

Обработката може да бъде или механична, чрез четкане, шлайфане или полиране, или пък химическа, чрез байцване. За постигане на най-висока корозионна устойчивост, повърхността на стоманите със съдържание на хром около 13% трябва да бъде фино шлифована или полирана. В случай на механична обработка, от изключителна важност е да бъдат осигурени специално предназначени инструменти (четки, дискове), които да бъдат използвани единствено за работа с неръждаеми стомани. По време на шлайфане трябва да се избягва нагриване на детайлите, например поради твърде голям натиск върху диска за шлайфане.

Ако е необходимо полиране на повърхността, трябва да бъде избран не-стабилизиран аустенитен тип стомана (без Ti и Nb). Същото се отнася и за добавъчните материали, ако е необходимо полиране на заваръчните шевове. Формирането на пасивен слой на повърхността може да бъде ускорено чрез финално третиране с 5 - 20% разтвор на азотна киселина.

3. Феритни хромови стомани

3.1. Типични представители: AISI 410 и 430, X6Cr13 (Werkstoff Nr. 1.4000) и X6Cr17 (Werkstoff Nr. 1.4016)

3.2. Характерни свойства:

- Легирани с 12 - 13% хром, максимално съдържание на въглерод 0,10%,
- Якостни свойства като на нелегираните стомани,
- Висока устойчивост на окалино-образуване до макс. 1100 °C,
- Висока устойчивост на съдържащи сяра газови среди.

3.3. Инструкции за заваряване

Заваряемостта на феритните хромови стомани е повлияна от склонността им към нарастване на зърната в металната структура, както и от формирането на мартензит по време на заваряване. Това може да доведе до намаляване на жилавостта и формиране на студени пукнатини в зоната около шева. Тези рискове могат да бъдат избегнати чрез избор на подходящи добавъчни материали и процедура на заваряване.

3.4. Подходящи добавъчни материали

- Аустенитни добавъчни материали от типа AWS 308 LSi и 347 - Cr/Ni: 19.9 L или 19.9 Nb,
- Феритни добавъчни материали със съпадащ с основния материал състав, за заваряване на повърхностните слоеве, в случаите когато работната среда съдържа серни газове, например при горивни пещи или изпускателни системи (виж раздел В - III - Заваряване на огнеупорни стомани).

3.5. Изпълнение на заваръчните работи

Изушаване и повторно изсушаване на консумативите:	Задължително при обмазани електроди и флюси, които не са във вакуумирани опаковки,
Подгръване и температура при заваряване на междинните слоеве:	150 – 250 °C. При хромови стомани със съдържание на въглерод C < 0,08% и малка дебелина (до 3 мм.) подгръване може да не е необходимо.
Термообработка:	Отгръване до около 700 – 750 °C.
Влагане на топлина:	Възможно най-малко влагане на топлина, за да се избегнат деформациите и окрежкостяването в зоната на термично влияние.

4. Мартензитни хромови стомани

4.1. Типични представители: AISI 420 X20Cr13 (Werkstoff Nr. 1.4021); X30Cr13 (Werkstoff Nr. 1.4028)

4.2. Характерни свойства:

- Легирани с 12-18% хром, съдържание на въглерод 0,10% - 1%,
- Подобрями, чрез термообработка,
- Твърди и чупливи, поради голямото съдържание на мартензит,
- Корозионната устойчивост е по-ниска, отколкото на феритните хромови стомани.

4.3. Инструкции за заваряване

Мартензитните хромови стомани са трудни за заваряване поради високото съдържание на въглерод. Рискът от студени пукнатини при заваряване е още по-голям, отколкото при феритните хромови стомани.

4.4. Подходящи добавъчни материали

- Аустенитни добавъчни материали от типа AWS 308 LSi и 347 - Cr/Ni: 19.9 L или 19.9 Nb, при стомани със съдържание на въглерод до 0,2%,
- Добавъчни материали на никелова основа, като Ni 6182 (2.4620) или Ni 6082 (2.4806), при съдържание на въглерод в стоманата над 0,2%.

4.5. Изпълнение на заваръчните работи

Когато заваряването не може да бъде избегнато, при всички случаи е необходимо подгръване до 300 - 400 °C. Влаганата топлина трябва да бъде повече, отколкото при феритните хромови стомани. Термообработка за снемане на напреженията се извършва при температура 650 - 750 °C.

5. Феритно аустенитни стомани (дуплекс)

Вижте инструкциите за заваряване в раздел В-II - Заваряване на феритно- аустенитни (дуплекс) стомани.

6. Аустенитни неръждаеми стомани

6.1. Типични представители:	X5CrNi18-10	AISI 304	(Werkstoff Nr. 1.4301)
	X5CrNiMo17-12-2	AISI 316	(Werkstoff Nr. 1.4401)
	X2CrNiMo18-15-4	AISI 317	(Werkstoff Nr. 1.4438)
	X6CrNiMoTi17-12-2	AISI 316 Ti	(Werkstoff Nr. 1.4571)

6. 2. Характерни свойства:

- Структурата не претърпява фазови преобразувания, няма опасност от втвърдяване и закаляване,
- Висока корозионна устойчивост и устойчивост в киселинни среди,
- Висока устойчивост срещу крехко разрушаване, подходяща за работа при ниски t° (виж раздел Б - III),
- Ниска топлопроводимост,
- Висок коефициент на температурно разширение.

6. 3. Инструкции за заваряване

Аустенитните неръждаеми стомани се заваряват много добре. Няма риск от увеличаване на размера на зърната или от студени пукнатини. При влагането на топлина при заваряване може да се получи отделяне на карбиди, по специално на хромови карбиди. При не-стабилизирани типове стомани със съдържание на въглерод над 0,07% отделянето тези карбиди води до междукристална корозия. Този риск се елиминира, като се използват стомани с ниско съдържание на въглерод или стабилизирани с ниобий стомани.

Друг проблем при аустенитните неръждаеми стомани са горещите пукнатини. Те се дължат на замърсявания, по специално със сяра, които по време на застиване на метала се събират към центъра на шева, поради ниската си точка на топене. В резултат на това заваръчния шев е с много ниска якост, което става причина за спукване.

Рискът от горещи пукнатини се елиминира чрез включването на достатъчно съдържание на делта-ферит в метала на шева (от 4 до 10%). Увеличаване на съдържанието на манган, който се свързва със сярата, служи за постигане на същия ефект.

6. 4. Подходящи добавъчни материали

- Идентични или подобни на основния материал аустенитни добавъчни материали,
- При атаки от азотна киселина на Cr-Ni се използват добавъчни материали със съответстващ състав (т.е. без молибден),
- При заваряване на стабилизирани с ниобий или титан стомани (Ti или Nb), когато работната температура е около 350 - 400 $^{\circ}$ C, се използват стабилизирани с ниобий добавъчни материали.

6. 5. Изпълнение на заваръчните работи

При заваряване на аустенитни неръждаеми стомани обикновено не се изисква нито подгриване, нито термообработка след заваряване. По-скоро целта е да се ограничи максимално влагането на топлина по време на работа, с цел да се намали риска от пукнатини при свиването на шева, както и риска от евентуални процеси на отделяния по границите на зърната. Подходящи техники са обратното-стъпково заваряване и заваряване на тесни шевове.

Необходимо е да се работи с възможно по-къса дъга, с цел да се избегне навлизането на големи количества азот в метала на шева (което създава риск от горещи пукнатини при застиване на аустенита).

7. Класификация на консумативите за заваряване на неръждаеми стомани:

Процес	Стандарт	Наименование	Издаден	Страница
111	БДС EN ISO 3581	Обмазани електроди за РЕДЗ на корозионно-устойчиви и огнеупорни стомани	02/1999	275
114, 136	БДС EN ISO 17633	Тръбни електродни телове с флюсов пълнеж и пръчки за електродъгово заваряване в защитна газова среда и без защитна газова среда, на корозионно устойчиви и огнеупорни стомани	04/2006	277
131, 135	БДС EN ISO 14343	Електродни телове, електродни ленти, телове и пръчки за електродъгово заваряване на корозионно устойчиви и огнеупорни стомани	08/2007	276
141	БДС EN ISO 14343	Електродни телове, електродни ленти, телове и пръчки за електродъгово заваряване на корозионноустойчиви и огнеупорни стомани	08/2007	276