Углеродный эквивалент: Технологический показатель для оценки склонности металла к появлению холодных трещин, характеризующий свариваемость сталей.

Свариваемость арматурной стали почти всех марок, обеспечивается химическим составом и технологией изготовления.

В ГОСТ 33260-2015 Приложение А (справочное) указаны различные формулы расчета углеродного эквивалента для различных нормативных документов.

**Значения углеродного эквивалента**

А.1 Формулы для расчета углеродного эквивалента, а также его значения в соответствии с требованиями различных НД приведены в таблице А.1.

**Таблица А.1 - Значения углеродного эквивалента**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| НД | Формулы для расчета углеродного эквивалента | Нормы | Дополнительные требования |
| ISO 14313:2007 (API 6D) | $$\left[C\right]\_{э}=C+\frac{Mn}{6}+\frac{Cr+Mo+V}{5}+\frac{Cu+Ni}{15}$$ | [C]э≤0,43% | СодержаниеС≤0,23%;S≤0,035%;Р≤0,035% |
| API Spec5L-04 | Для труб уровня PSL-2:При С≤0,12%$$CE\left(P\_{см}\right)=C+\frac{Si}{30}+\frac{Mn}{5}+\frac{Cu}{20}+\frac{Ni}{60}+\frac{Cr}{20}+\frac{Mo}{15}+\frac{V}{10}+5B$$ | СЕ(Pсм)≤0,25% | - |
| При С > 0,12%$$CE\left(IIW\right)=C+\frac{Mn}{6}+\frac{Cr+Mo+V}{5}+\frac{Cu+Ni}{15}$$ | СЕ(IIM)≤0,43% |
| СНиП 2.05.06-85 | Для низкоуглеродистых низколегированных сталей$$\left[C\right]\_{э}=C+\frac{Mn}{6}+\frac{Cr+Mo+\sum\_{}^{}\left(V+Ti+Nb\right)}{5}+\frac{Cu+Ni}{15}+15В$$Для углеродистых марок сталей (сталь 10, 20) и низколегированных сталей только с кремнемарганцевой системой легирования (17ГС, 17Г1С, 09Г2С)$$\left[C\right]\_{э}=C+\frac{Mn}{6}$$ | [C]э ≤0,46% | - |
| ГОСТ Р 55020-2012 | $$\left[C\right]\_{э}=C+\frac{Mn}{6}+\frac{Cr+Mo+V}{5}+\frac{Cu+Ni}{15}$$Для углеродистых марок сталей (сталь 10, 20) и низколегированных сталей только с кремнемарганцевой системой легирования (17ГС, 17ПС.09Г2С)$$\left[C\right]\_{э}=C+\frac{Mn}{6}$$ | [C]э ≤0,43% | - |
| ГОСТ Р ИСО 3183-2009 | Для труб уровня PSL-2:При С≤0,12%$$CE\_{Pcm}=C+\frac{Si}{30}+\frac{Mn}{5}+\frac{Cu}{20}+\frac{Ni}{60}+\frac{Cr}{20}+\frac{Mo}{15}+\frac{V}{10}+5B$$где $CE\_{Pcm}$- углеродный эквивалент, рассчитываемый по химической составляющей формулы Ито-Бессио.При С > 0,12%$$CE\_{IIW}=C+\frac{Mn}{6}+\frac{Cr+Mo+V}{5}+\frac{Cu+Ni}{15}$$где $CE\_{IIW}$- углеродный эквивалент, рассчитываемый по формуле Международного института сварки | В соответствии с ГОСТ Р 55020-2012 (таблица 5 - в зависимости от группы прочности) | Если содержание бора (В) менее 0,0005%, для расчета $CE\_{Pcm}$принимать равной нулю |
| ГОСТ 10706 | Для отдельной плавки низколегированной стали$$Э=С+\frac{Mn}{6}+\frac{V}{5}$$ | Э≤0,48% | - |
| ГОСТ 19281 | $$C\_{экв}=С+\frac{Mn}{6}+\frac{Si}{24}+\frac{Cr}{5}+\frac{Mo}{15}+\frac{Ni}{40}+\frac{Cu}{13}+\frac{V}{14}+\frac{P}{2}$$ | Для проката:$C\_{экв}$≤0,49 - для стали КП390,$C\_{экв}$≤0,51 - для стали КП440 | - |
| GSEPPW 142 | $$C\_{E}=C+\frac{Mn}{6}+\frac{Cr+Mo+V}{5}+\frac{Cu+Ni}{15}$$Если содержание легирующего элемента, отличного от С или Mn, неизвестно, то следует использовать формулу:$$C\_{E}=C+\frac{Mn}{6}$$ | $C\_{E}$≤0,42% (ковшовая проба)$C\_{E}$≤0,40% | С≤0,23% |
| СТО Газпром 2-4.1-212-2008 | - | Для агрессивного газа -$\left[C\right]\_{Э}$≤0,38%;для неагрессивного газа -$\left[C\right]\_{Э}$≤0,43% | - |
| **Примечание** - $\left[C\right]\_{Э}$, $CE\left(P\_{см}\right)$, $CE\left(IIW\right)$, $CE\_{IIW}$, $CE\_{Pcm}$, Э, $C\_{экв}$, $C\_{E}$- обозначение углеродного эквивалента в приведенных НД. |

В Таблице, где указан ГОСТ 19281 толи ошибка, толи опечатка.

ГОСТ 19281-2014: "*5.2.1.2 Продукция с гарантией свариваемости (ГС). Свариваемость обеспечивается:*

*- технологией изготовления и соблюдением требований по химическому составу с учетом предельных отклонений в готовой продукции;*

*- ограничением величины углеродного эквивалента*$C\_{экв}$*, которая не должна превышать, %:*

*0,43 - для классов прочности 265, 295, 315, 325;*

*0,46 - для классов прочности 345, 355, 375;*

*0,48 - для класса прочности 390;*

*0,51 - для класса прочности 440.*

*Для проката классов прочности 345, 375, 390 из стали марки 10ХСНД без микролегирования (Ti+B) допускается величина углеродного эквивалента*$C\_{экв}$*, не более 0,51%;*

*- при микролегировании (Ti+B) стали марки 10ХСНД - параметром стойкости против растрескивания при сварке*$P\_{cm}$*, который должен быть не более 0,30%.*"

Углеродный эквивалент в ГОСТ 5781-82 для свариваемой стержневой арматуры из низколегированной стали класса A-III (A400) должен быть не более 0,62.

Рассчитывается по формуле $С\_{экв}=С+\frac{Mn}{6}+\frac{Si}{10}$.