



Методы повышения
конструкционной
прочности деталей
машин

Работу выполнил
студент группы
ТШБО-01-18 Баландин
М. А.

Конструкционные материалы и конструкционная прочность

Конструкционными называются материалы, предназначенные для изготовления деталей машин, инженерных конструкций, подвергающиеся механическим нагрузкам.

Конструкционной прочностью называется комплекс механических свойств, обеспечивающий надежную и длительную работу материала в заданных условиях эксплуатации.





Методы повышения конструкционной прочности

Высокая прочность и долговечность конструкций при минимальной массе и наибольшей надежности достигаются технологическими, металлургическими и конструкторскими методами.

Наибольшую эффективность имеют технологические и металлургические методы, цель которых — повышение механических свойств и качества материала.



Методы повышения конструкционной прочности

Повышение прочности указанными методами может быть достигнуто следующим образом.

Во-первых, за счет увеличения плотности дислокаций. Чем больше плотность дислокаций, тем выше сопротивление пластическому деформированию. Теория дислокаций дает следующую зависимость между пределом текучести σ_0 и плотностью дислокаций ρ :

$$\sigma_0 = \sigma_0 + \alpha \bar{b} G \sqrt{\rho},$$



Во-вторых, повышение прочности достигается за счет создания барьеров для свободного перемещения дислокаций. Это можно осуществить измельчением зерен или субзерен, введением дисперсных частиц вторичных фаз. Подобные препятствия на пути движения дислокаций требуют дополнительного повышения напряжения для их продвижения и тем самым способствуют упрочнению.

Повышение прочности при измельчении зерна (или субзерна) описывается уравнением Холла-Петча:

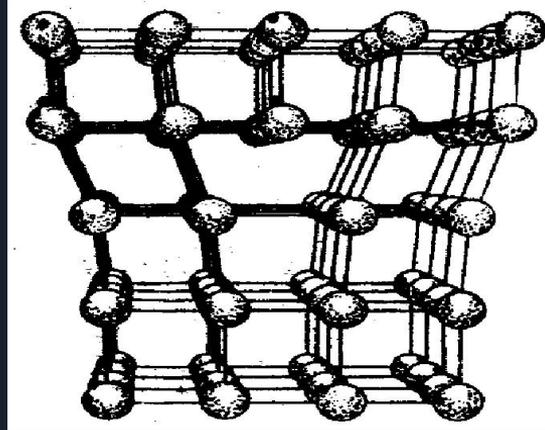
$$\sigma_0 = \sigma_0 + k / \sqrt{d} ,$$



Важной особенностью упрочнения за счет измельчения зерна является то, что оно сопровождается повышением ударной вязкости. Объясняется это уменьшением размеров зародышевых трещин и затруднением их развития. Трещина вынуждена изменять направление движения при переходе от одного зерна к другому. В результате этого ее траектория и сопротивление движению увеличиваются.

Торможение передвижению дислокаций создают дисперсные частицы вторичной фазы. Такой фактор упрочнения характерен для гетерогенных сплавов, подвергаемых закалке и старению. В этом случае дислокации, перемещаясь в плоскости скольжения, должны либо перерезать частицы, либо их огибать.

В-третьих, повышение прочности достигается целенаправленным образованием полей упругих напряжений, искажающих кристаллическую решетку. Такие поля образуются вблизи точечных дефектов – вакансий, примесных атомов и, главным образом, атомов легирующих элементов. Упрочнение при легировании растет пропорционально концентрации легирующего элемента в твердом растворе и относительной разницы атомных радиусов компонентов.





Рациональное легирование

Формированию благоприятной структуры и обеспечению надежности способствуют рациональное легирование, измельчение зерна, повышение металлургического качества металла.

Рациональное легирование предусматривает введение в сталь и сплавы нескольких элементов при невысокой концентрации каждого с тем, чтобы повысить пластичность и вязкость. Измельчение зерна осуществляется легированием и термической обработкой, особенно при использовании высокоскоростных способов нагрева — индукционного и лазерного.



Повышение чистоты

Повышению надежности способствует повышение чистоты металла. Так, повышение чистоты стали связано с удалением вредных примесей (сера, фосфор), газообразных элементов (кислород, водород, азот) и зависящих от их содержания неметаллических включений (оксиды, сульфидов и др.).

При равной прочности более чистый металл обладает более высоким сопротивлением вязкому разрушению и более низким порогом хладноломкости.



Повышения циклической прочности и износостойкости

Для повышения циклической прочности и износостойкости важно затруднить деформацию поверхностей деталей. Это достигается технологическими методами поверхностного упрочнения: поверхностной закалкой, химико-термической обработкой (азотированием, цементацией), поверхностным пластическим деформированием (обдувкой дробью, обкаткой роликами).



Методы конструирования

Методы конструирования предусматривают обеспечение равнопрочности высоконапряженных деталей. При их проектировании избегают резких перепадов жесткости, глубоких канавок, галтелей малого радиуса и других конструктивных надрезов. Если этого сделать нельзя, то для смягчения концентрации напряжений на этих участках применяют их местное упрочнение деталей для формирования остаточных напряжений сжатия



Принципиально иной способ достижения высокой конструкционной прочности использован в композиционных материалах — новом классе высокопрочных материалов. Такие материалы представляют собой композицию из мягкой матрицы и высокопрочных волокон. Волокна армируют матрицу и воспринимают всю нагрузку. В этом состоит принципиальное отличие композиционных материалов от обычных сплавов, упрочненных, например, дисперсными частицами.



Спасибо за внимание