

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМА СТАРЕНИЯ ПРЕССОВАННЫХ ПРОФИЛЕЙ ИЗ СПЛАВА АД33

Первухин Е.В., студент

Руководитель – доц., к.т.н. Железняк Л.М.

ОАО КУМЗ, г. Каменск-Уральский

В последнее время значительно возрос объём заказов на поставку прессованных профилей из сплава АД33Т1, основным потребителем которых является ФГУП «Миасский машиностроительный завод», применяющий их для монтажа в качестве купольных крышек резервуарных конструкций.

Помимо разработки инструмента для операции прессования, одним из наиболее важных факторов является старение. Выбор оптимального режима старения позволяет получить необходимый уровень механических свойств изделия. Задача состояла в доработке и оптимизации технологического процесса изготовления профиля для получения заданных механических свойств и удовлетворения требований заказчика.

Анализируя механические свойства, полученные после термообработки образцов в лабораторных условиях, можно отметить, что наиболее высокий их уровень получен при старении образцов по серийному режиму: $T = 175 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau_{\text{выд}} = 10 \text{ ч}$. Наиболее низкие механические свойства получены при режиме: $T = 182 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau_{\text{выд}} = 3 \text{ ч}$ – $\sigma_{\text{в}}$ ниже требуемого по нормали; $\sigma_{\text{в}}$ – соответствовал нормали, но находится близко к нижнему пределу. Значения δ – очень высокие. Низкие прочностные характеристики (особенно, когда значения $\sigma_{0,2}$, приближены к $\sigma_{\text{в}}$) при высокой величине δ свидетельствуют о неоднородности структуры. Действительно, при исследовании макроструктуры на всех партиях, состаренных по режиму $T = 182 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 3 \text{ ч}$, наблюдалось крупное зерно. На профилях, состаренных по режиму $T = 190 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau = 4 \text{ ч}$, получены удовлетворительные значения $\sigma_{\text{в}}$ и $\sigma_{0,2}$ и самые низкие значения δ .

При неравновесной кристаллизации сплава АД33, помимо первичных α - кристаллов, обнаружена эвтектическая составляющая – двойная эвтектика $\alpha + \text{Mg}_2\text{Si}$. Она имеет вырожденное строение, её мало и металлографически она выявляется как включения силицида магния Mg_2Si , который является основной упрочняющей фазой сплава АД33.

Считается, что небольшая добавка меди (в среднем 0,25 %) полностью находится в α - растворе, а примесь железа допускается в значительных количествах (до 0,7 %) и образует железистую фазу FeAl или, вероятнее, одну из тройных фаз – α (Al-Fe-Si) (при отношении Fe:Si > 1) или β (Al-Fe-Si) (при Fe:Si < 1). Небольшая добавка хрома (0,25 %) частично находится в α - растворе, а частично – в железистой фазе,

которую часто обозначают как (Al, Cr, Fe, Si). Титан выполняет роль модификатора. В структуре горячедеформированных и закаленных полуфабрикатов включения Mg_2Si не обнаруживаются, так как они полностью переходят в α -раствор. Нерастворимая железистая фаза дробится при деформации и выявляется в виде мелких частиц. В процессе старения происходит выделение из твердого раствора Mg_2Si . При первоначальном режиме старения ($T = 175 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, 10 ч) частицы Mg_2Si выделяются в небольшом количестве – не хватает энергии, а благодаря длительной выдержке происходит значительный рост объема каждой частицы. В процессе пластической деформации дислокации обтекают частицы Mg_2Si , заметного упрочнения не наблюдается и, как следствие, - высокие значения δ , значительно превышающие заданные по нормали.

При старении профилей при $T = 190 \text{ }^\circ\text{C}$ и $\tau = 4$ ч происходит значительное выделение частиц Mg_2Si , но в связи с небольшой выдержкой заметного роста этих частиц не происходит, и при последующей деформации не обтекают их, а останавливаются. За счет этого происходит рост прочности и значительное снижение δ .

На всех профилях макроструктура имеет крупное зерно, поэтому при последующих плавках необходимо повысить содержание Ti до верхнего предела по НД. В исследуемых плавках содержание Ti составило 0,4...0,7 %, а так как он является эффективным модификатором, то его высокое содержание приведет к уменьшению размера зерна. В заключение выделим следующее.

1. Повышение температурных параметров прессования не показывает существенного влияния на механические свойства профилей.

2. Режим старения, принятый для сплавов 6061 и 6082: $T = 182 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau_{\text{выд}} = 3$ ч, нельзя использовать для профилей сплава АД33, т.к. полученные значения механических свойств ниже требуемых по нормали.

3. Значения σ_b и $\sigma_{0,2}$, полученные при старении по режимам: $T = 175 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau_{\text{выд}} = 10$ ч и $T = 182 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$, $\tau_{\text{выд}} = 5$ ч, соответствуют требуемым по нормали, значения δ превышают требуемые значения.

4. В результате сокращения времени старения профилей на 6 часов (с 10 до 4 ч) получена экономия электроэнергии в размере 2400 кВт·ч с каждой садки, загруженной на старение; сокращен цикл изготовления профилей.