

УДК 621.762.4.104

Способ получения естественного стального ферритно–мартенситного
композита

Пустовойт В.Н., Домбровский Ю.М., Лавриченко В.В.

Донской государственный технический университет, Ростов–на–Дону, Россия
E–mail : VL777888@yandex.ru

В последние десятилетия, долго существовавшее мнение о нецелесообразности применения ферритно–мартенситных структур в стали претерпело существенные изменения. Появились сообщения об успешном использовании сталей с дуальной ферритно–мартенситной структурой при изготовлении котельных труб и коллекторов, высокопрочных стержневых крепёжных деталей, а также горячекатаного листа для кузовных деталей автомобилей. Дальнейшее повышение комплекса механических свойств стали с такими дуальными структурами возможно в случае создания естественных композитов (ЕК), использующих идею формирования в структуре ориентированных волокон мартенсита в ферритной матрице. Такие композиты могут с успехом работать не только в условиях статических нагрузок, но при экстремальных ударных воздействиях, что особенно ценно в броневых конструкциях изделий военного назначения.

Известные способы получения естественных ферритно–мартенситных композитов (ЕФМК) предполагают проведение деформирования стали в различных температурных интервалах для получения структуры ориентированных волокон упрочняющей фазы (мартенсита) в пластичной матрице (феррите). В условиях металлургического производства широкий сортамент проката из доэвтектоидных сталей уже имеет строчечную ферритно–перлитную структуру, что зачастую считается неисправимым браком. Вместе с тем, структура, полученная в результате выделения феррита на вытянутых при прокатке включениях сульфидов (иногда шлаковых включениях), создает отличные условия для получения ЕФМК, исключая необходимость проведения специальной деформации для ориентирования волокон матрицы и упрочняющей фазы. Одним из требований к композиту является достаточно строгая ориентировка упрочняющих волокон вдоль оси деформации, что в значительной степени определяет механизм передачи нагрузки от матрицы к волокну и вид разрушения композита. Поэтому стали со строчечной структурой, имеющие почти идеальную ориентировку полос перлита и феррита вдоль оси прокатки могут служить основой для получения ЕК с дуальной ферритно–мартенситной структурой путем закалки из межкритической области.

Реализацию этой идеи проводили на стали 40Х серийного производства. С целью определения характеристик механических свойств изготавливались стандартные образцы для испытаний на растяжение (σ_e , δ , ψ) и ударный изгиб (КСУ). Образцы имели строчечную структуру, ориентированную вдоль

длинной оси. Композит с ферритно-мартенситной структурой получали на этих образцах двумя способами.

Первый способ предполагает нагрев и выдержку в области оптимальных температур полной закалки, т.е. полную фазовую перекристаллизацию, затем охлаждение вместе с печью до температуры, лежащей в межкритической области A_1 - A_3 , выдержку, необходимую для выделения избыточного феррита на вытянутых включениях сульфидов и последующую закалку.

Второй способ отличается меньшей энерго- и трудоемкостью и заключается в нагреве стали в межкритический интервал температур, выдержке, необходимой для установления $\alpha \leftrightarrow \gamma$ фазового равновесия, и последующего закалочного охлаждения.

При очевидных недостатках 1-го способа (большие затраты времени и энергии, получение более крупных размеров действительного зерна) - он имеет одно неоспоримое технологическое преимущество. Дело в том, что температурный интервал A_1 - A_3 достаточно узкий и составляет, например, для стали 40X – 60°C. Поэтому при реализации 2-го способа необходимо обеспечивать выдержку в межкритическом интервале, обеспечивая очень точное поддержание температуры, что в условиях производства, для обычного печного оборудования, задача трудноразрешимая. При заходе же в межкритический интервал "сверху" (1-ый способ) можно вообще не делать вторую выдержку, а очень медленно (вместе с печью) произвести охлаждение от исходной температуры, что делает возможным выделение требуемого количества избыточного феррита, и затем осуществить закалку. Правда, в этом случае ухудшаются условия для рафинирования феррита, которое реализуется в процессе достаточно длительной выдержки в интервале A_1 – A_3 при заходе "снизу". Между тем, рафинирование феррита весьма желательно для улучшения характеристик сопротивления разрушению композита.

Результаты испытаний механических свойств стали 40X со структурой ЕФМК (2-ой способ) в сравнении со стандартной (полной) закалкой приведены в табл. 1.

Таблица 1

Обработка	σ_b , МПа	δ , %	ψ , %	КСУ, Дж / см ²
Полная закалка с 880°C, отпуск при 250°C	1150	1,0	4,6	23
Неполная закалка с 770°C, заходом "снизу", отпуск 250°C	1520	4,8	16,2	49

Таким образом, выполненные исследования показали возможность создания естественного композита из доэвтектоидных сталей со строчечной структурой, являющейся браком металлургического производства. Комплекс механических свойств такого композита существенно выше по сравнению с этой же сталью, прошедшей традиционную термическую обработку.