

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА РАБОТЫ ДОЛОТООБРАЗНЫХ ЛЕМЕХОВ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕМ ПРОЦЕССА НАПЛАВКИ И ТЕРМООБРАБОТКИ

В.П. Тимошенко

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Индукционную наплавку долотообразных лемехов осуществляют в петлевых индукторах вручную с настройкой генератора на максимальную мощность. Процесс контролируют визуально. Поскольку лезвие лемеха имеет меньшую толщину, чем его долотная часть, то наплавляемая поверхность нагревается неравномерно (разность температур на отдельных участках превышает 200 °C). В результате шихта оплавляється также неравномерно. При чрезмерном нагреве возможно оплавление основного металла с обратной стороны заготовки. Из-за неравномерного нагрева на отдельных участках шихта либо расплавляется не полностью, либо время нахождения ее в расплавленном состоянии оказывается мало (4...6 с), поэтому в наплавленном слое образуются поры и шлаковые включения, он имеет сравнительно низкую твердость (32...42 HRC₃). В наплавленном металле присутствует большое количество (до 60...70% по занимаемой площади) нерасплавившихся частиц феррохрома остроугольной формы, которые служат очагами зарождения трещин. Так как для обеспечения равномерного нагрева по достижении на поверхности заготовки температуры плавления мощность генератора следует снижать, было разработано программирующее устройство, обеспечивающее ступенчатое регулирование выходной мощности высокочастотного генератора путем изменения анодного напряжения на генераторной лампе.

Лемеха наплавляли в индукторе, имеющем параллельные ветви с различным индуктивным сопротивлением. Длина ветвей и воздушный зазор между ними и наплавляемой поверхностью были выбраны с учетом обеспечения равномерного нагрева всей упорочняемой поверхности.

Применение индуктора с параллельными ветвями и снижение интенсивности нагрева на стадии плавления шихты позволили наплавлять слои стабильной толщины и ширины. При этом перегрева и подплавления заготовки не происходило.

Структура металла, наплавленного на лезвие и долото, идентична, а его твердость возросла до 50...64 HRC₃. Нерасплавленные частицы феррохрома за счет поверхностного оплавления приобретают глобулярную форму, что резко снижает вероятность образования трещин. Связка дополнительно легируется хромом и углеродом, что способствует резкому увеличению протяженности наиболее износостойкой заэвтектической зоны.

Структура наплавленного металла по высоте неоднородна, что связано с разбавлением его основным металлом и различием в скоростях охлаждения. Вблизи границы сплавления наблюдается узкий участок с доэвтектической структурой, затем расположен участок, имеющий эвтектическое строение. Основная же часть слоя имеет заэвтектическую структуру, для которой характерно наличие первичных карбидов, оплавившихся частиц феррохрома и карбидной эвтектики. Такая структура наплавленного слоя обеспечивает его достаточно высокую износостойкость.

Благодаря относительно длительному существованию металла в расплавленном состоянии (8...10 с) и электромагнитному перемешиванию из расплава удаляются неметаллические и газовые включения, небольшое количество которых наблюдается лишь в поверхностном слое наплавки. Трещин в основном и наплавленном металле нет.

Процесс наплавки (с применением индуктора с параллельными ветвями и уменьшением интенсивности нагрева на стадии плавления) может быть автоматизирован. При этом повышается качество наплавленных изделий и на 18% снижается расход электроэнергии. Время наплавки лемеха при стабильном качестве составляет 37...40 с.

Долговечность лемехов определяется не только износостойкостью наплавленного металла, но и прочностью его основного металла, особенно на долоте. Наиболее активно изнашивается носовая часть лемеха, в результате чего постепенно исчезает долотообразный выступ. Поэтому, чтобы повысить

ресурс работы лемеха долото кроме износостойкой наплавки подвергают закалке.

Согласно существующему технологическому процессу лемех после наплавки (температура наплавки 1280...1320 °С) подстуживается до температуры 810...830 °С и после закалки специальным образом укладывается в стопку, где отпускается за счет теплопередачи от лезвия лемеха, которое закалке не подвергается.

Установлено, что при термообработке по такой методике закаленный слой получается только под наплавленным слоем. При этом не выдерживается величина протяженности зоны закалки (120...135 мм) по полевому обрзу, что не отвечает требованию чертежа.

Для доэвтектоидных сталей, из которой изготавливается лемех, к которым относится сталь Л53, температура закалки должна быть на 30...50 °С выше точки $A_{с3}$ – 810...830 °С. При превышении этой температуры до величины 1280...1320 °С и достаточно длительной выдержкой наплавленной части лемеха при этой температуре (15...20 с) происходит рост зерна аустенита. В стадии поставки периодический прокат имеет балл зерна аустенита 8...9, а после наплавки соответственно 3...4 и даже 1...2, в результате чего снижается ударная вязкость, увеличивается возможность возникновения больших закалочных напряжений.

Экспериментально в лабораторных условиях установлено, что время остывания лемеха после наплавки до температуры закалки лежит в пределах от 65 до 75 с. Фактическое время остывания под закалку при обследовании партии из 50 лемехов в производственных условиях колеблется от 15 до 45 с. Это объясняется тем, что после наплавки на поверхности металла образуется окалина, которая при остывании вспучивается и вносит существенную погрешность при измерении температуры фотопирометром.

В результате, в большинстве случаев закалка производится с температур 1000...1150 °С, что способствует образованию трещин, и, как следствие, облому долота и выбраковке лемеха.

Для выявления структуры и свойств основного металла после термообработки были проведены исследования по трем вариантам.

1) Нагрев до 1300 °С, подстуживание до 810 °С, закалка в воде, отпуск при 340...360 °С. Образовавшаяся структура – сорбит с областями бейнита. Балл зерна 1...2. Твердость HRC₃ 47...49.

2) Нагрев до 1300 °С, подстуживание до 810 °С, закалка в воде без отпуска. Структура аналогична варианту 1.

1 и 2 вариант - имитация существующего технологического процесса.

3) Нагрев до 1300 °С и охлаждение на воздухе. Нормализация при 830 °С. Повторный нагрев всей закаливается зоны и закалка в воде. Отпуск при 360 °С.

Образовавшаяся структура – троостит с областями бейнита. Балл зерна 8...9. Твердость HRC₃ 49...50.

За критерий оценки качества закалки были приняты испытания на ударную вязкость.

В результате проведенного комплекса исследований установлено, что наилучшие результаты показали образцы, нормализованные после наплавки и отпущенные после закалки. Ударная вязкость образцов, термообработанных по 3 варианту, соответственно в 1,45 и 1,55 раза выше, чем по вариантам 1 и 2.

Введение нормализации, как отдельной операции, хотя и усложняет существующий технологический процесс, однако позволяет значительно улучшить эксплуатационные качества долотообразных лемехов. При этом оказывается возможным обеспечить размеры зоны закалки в соответствии с требованиями чертежа.

Заключение

1) Уменьшение интенсивности нагрева основного металла на стадии плавления твердого сплава при использовании индуктора с параллельными ветвями позволяет получить структуру, соответствующую стадии полного расплавления. При этом на 15...20 % увеличивается протяженность наиболее износостойкой заэвтектической зоны.

2) Введение операции нормализации в процесс термообработки позволяет измельчить зерно основного металла и существенно повысить его ударную вязкость.

3) Увеличение износостойкости наплавленного слоя и увеличение ударной вязкости основного металла в совокупности повышают ресурс работы долотообразного лемеха на 30%.