

## Влияние термомеханической обработки на механические свойства инструментальных сталей, применяемых при изготовлении ножей для рубки технологической щепы

Благодаря наличию большого количества лесов в Республике Беларусь хорошо развита деревообрабатывающая промышленность. В последние 10–15 лет началось производство технологической щепы, применяемой для изготовления целлюлозы, бумаги, древесно-стружечных плит, топливных полуфабрикатов. Соответствующего оборудования в Беларуси не производится, поэтому было закуплено большое количество импортных рубильных машин в России и развитых европейских странах (Германии, Швеции, Чехии и других): МРП-40-1, МРНП-30Н, МРЗ-50ГБ, BRUKS, RAUT, VECOPLAN, PALLMANN и др. Естественно, что и рубильные ножи для этих машин в основном поставляются из-за рубежа, на что затрачиваются очень большие валютные средства, так как счет приобретаемых ножей идет на тысячи, а стоимость импортных ножей составляет от 50 до 480 евро в зависимости от размера ножа и фирмы-производителя. Только около 4% используемых ножей производится на белорусских предприятиях.

В связи с этим Первый заместитель Премьер-министра Республики Беларусь В. И. Семашко дал указание разработать отечественные прогрессивные технологические процессы изготовления ножей для рубки щепы и освоить их производство.

Импортные ножи изготавливаются из высоколегированных сталей отличного качества (твердость HRC 55–60), конструктивно подходят к импортному оборудованию по всем параметрам и по своим эксплуатационным характеристикам превосходят изделия отечественного производства. Однако вследствие своей высокой стоимости ножи эксплуатируются даже при затуплении, что нега-

тивно сказывается на производительности труда, качестве конечного продукта (например, щепы для гидролизно-целлюлозно-бумажного производства), энергопотреблении, а также приводит к преждевременному износу оборудования.

Конструкции ножей довольно просты для изготовления на стандартном технологическом оборудовании. Все технологические операции сводятся к вырубке или вырезке заготовки ножа из соответствующей полосы инструментальной стали, фрезерованию крепежных отверстий или пазов, заточке режущей кромки на одной из поверхностей, финишной обработке. Самая ответственная и наукоемкая операция – это термообработка, обеспечивающая необходимые свойства ножа (твердость, ударная вязкость, износостойкость).

Главным препятствием для организации производства рубильных ножей на белорусских предприятиях является отсутствие знаний и опыта для проведения качественной термической или термомеханической обработки (ТО или ТМО) легированных инструментальных сталей, обеспечивающей необходимые эксплуатационные свойства изделий (мелкозернистая, однородная структура, высокие показатели твердости, ударной вязкости, периода стойкости и др.). В литературных и коммерческих источниках сведения о режимах ТМО считаются «ноу-хау» и не приводятся.

Известно, что термомеханическая обработка – одно из прогрессивных методов упрочнения стали, при котором сохраняется достаточная пластичность, что очень важно для рубильных ножей, испытывающих большие ударные нагрузки. Это достигается путем совмещения пластической деформации и упрочняющей термической обработки

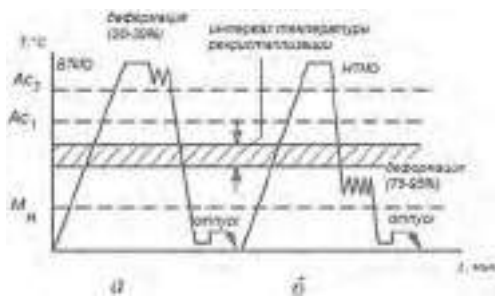


Рис. 1. Схема термомеханической обработки стали: а – высокотемпературная; б – низкотемпературная

(закалка и отпуск). При ТМО деформации подвергают сталь в аустенитном состоянии, а при последующем быстром охлаждении формирование структуры закаленной стали (мартенсита) происходит в условиях наклепа аустенита, в связи с чем и повышаются механические свойства стали. Пластическое деформирование при ТМО возможно осуществлять прокаткой, ковкой, штамповкой и другими способами обработки металлов давлением. Различают два способа термомеханической обработки – высокотемпературную (ВТМО) и низкотемпературную (НТМО) (рис. 1) [1].

При ВТМО сталь нагревают выше точки  $A_{c3}$ , пластически деформируют при этой температуре (степень деформации 20–30%) и закаливают. При НТМО сталь нагревают выше точки  $A_{c3}$ , охлаждают до температуры относительной устойчивости аустенита, но ниже температуры рекристаллизации, пластически деформируют при этой температуре (степень деформации 75–95%) и закаливают. В обоих случаях после закалки следует низкий отпуск. ВТМО можно подвергать любые стали, а НТМО – только стали с повышенной устойчивостью переохлажденного аустенита (легированные стали).

По сравнению с обычной закалкой после ТМО механические свойства стали получаются более высокими. Наибольшее упрочнение достигается после НТМО ( $\sigma_b = 2800\text{--}3300$  МПа,  $\delta = 6\%$ ), в то

же время после обычной закалки и низкого отпуска предел прочности  $\sigma_b$  не превышает 2000–2200 МПа и  $\delta = 3\text{--}4\%$  [1]. Однако необходимость осуществлять процесс НТМО при степени деформации 75–95% очень усложняет этот вид обработки в производственных условиях.

При термомеханической обработке стали повышение прочности объясняется тем, что в результате деформации аустенита происходит дробление его зерен. При последующей закалке из такого аустенита образуются более мелкие пластинки мартенсита, что положительно сказывается на пластических свойствах и вязкости стали. В работе [2] показано, что после ВТМО образцов, изготовленных из инструментальной стали Х6ВФ, с трехкратной ковкой исходного прутка карбидная неоднородность по сечению поковки соответствовала 1–3 баллам, в то время, как у исходных прутков – 6 баллам.

Целью данной работы было определение наиболее подходящих марок сталей для изготовления отечественных рубильных ножей с использованием метода ВТМО. Использовали образцы из следующих марок сталей: Х12МФ, У8А, 9ХС, ХВГ, 65С2ВА. В табл. 1, 2 приведен химический состав этих сталей.

При получении опытных образцов применяли как термическую обработку, так и высокотемпературную термомеханическую обработку. Опытные образцы изготавливали на оборудовании завода ОАО «Барановичский автоагрегатный завод». Образцы исследуемых сталей подвергали нагреву выше точки  $A_{c3}$  (рис. 1): Х12МФ – 1070 °С; У8А – 780; 9ХС – 870; ХВГ – 850; 65С2ВА – 820 °С с последующей деформацией на молоте пневматическом ковочном мод. МВ 412 (рис. 2) и охлаждением в масле марки И20А.

Далее заготовки подвергали низкотемпературному отпуску при температурах: Х12МФ – 180 °С; У8А – 150; 9ХС – 150; ХВГ – 150; 65С2ВА – 150 °С

### Литература

1. Болховитинов Н. Ф. Металловедение и термическая обработка. М.: Машгиз, 1961.
2. Алифанов А. В., Захаревич Л. В., Макушок Е. М., Оленин Л. Д. Технологические процессы пластического деформирования в машиностроении. Мн.: Наука и техника, 1989.
3. Гуляев А. П. Металловедение. М.: Металлургия, 1966.