СЕКЦИЯ 2
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

УДК 621.373

А. В. Алифанов, В. В. Малеронок, И. А. Богданович
Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗМЕРОВ ЗЕРЕН В РЕЗУЛЬТАТЕ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА ВЕЛИЧИНУ ПАДЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В УПРОЧНЕННОМ СЛОЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Введение. При магнитно-импульсной обработке (далее — МИО) металлических изделий в их поверхностном слое изделий образуется достаточно высокая температура (до 1 000 °С), в результате чего происходят рекристаллизационные процессы, приводящие к измельчению зерен [1; 2]. Это является одной из основных причин упрочнения изделий.

Измельчение структуры (размера зерна) напрямую влияет на величину электрического сопротивления упрочненного слоя. Так как толщина упрочненного слоя составляет единицы и десятки микрометров [3], а размер зерна имеет микро- и нанометровый диапазон, то исследование влияния размера зерна на электросопротивление удобно рассматривать по закономерностям, применяемым для наноматериалов — рост электросопротивления зависит от количества межзеренных границ [4; 5].

Основная часть. Для проведения исследований был изготовлен образец из стали Ст3КП диаметром 7 мм и длиной 120 мм (рисунок 1). Образец был обработан методом холодной ковки, имел степень деформации более 10 % и прошел отжиг для снятия остаточных напряжений.

После такого вида обработки зерна имеют вытянутую форму, а структура — неоднородную зернистость.

Магнитно-импульсная обработка образца осуществлялась на магнитно-импульсной установке МИУ-3 с максимальной запасаемой энергией 8 кДж в цилиндрическом индукторе с внутренним (рабочим) диаметром 12 мм (при использовании в МИУ-3 индуктор диаметром 12 мм работает с частотой 10 кГц) по режимам согласно таблице 1.

Исследование изменения дисперсности структуры стального образца при проведении МИО проводили методом экспресс-анализа [5]. Контроль микроструктуры осуществляли на световом микроскопе MCF-3 фирмы Reichert (Австрия).

Рисунок 1 — Образец после деформации

Т а б л и ц а 1 — Режимы МИО

Режим	Показатели
№ 1	МИУ-3, цилиндрический индуктор Ø12 мм, 1 имп. 6 кДж
№ 2	Режим 1 + 3 имп. 6 кДж
№ 3	Режим 2 + 3 имп. 6 кДж

© Алифанов А. В., Малеронок В. В., Богданович И. А., 2020

Репозиторий БарГУ

Результаты исследования представлены на рисунке 2 в виде диаграмм падения напряжения в упрочненном слое (при разной толщине) в зависимости от количества импульсов.

Анализ диаграмм показывает, что после применения режима 1 начался рост падения напряжения на упрочненном слое, что говорит об увеличении электросопротивления, так как по закону Ома U и R являются прямо пропорциональными величинами ($U = I \times R$). Это связано с началом измельчения зерна (рисунок 3, *б*) и увеличением количества границ зерен.

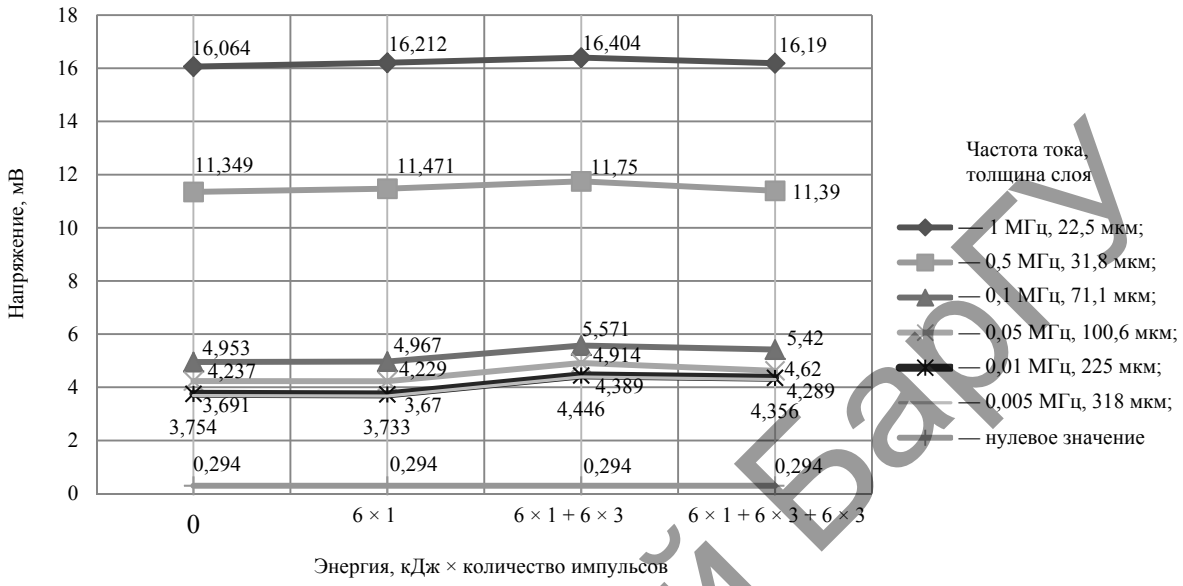
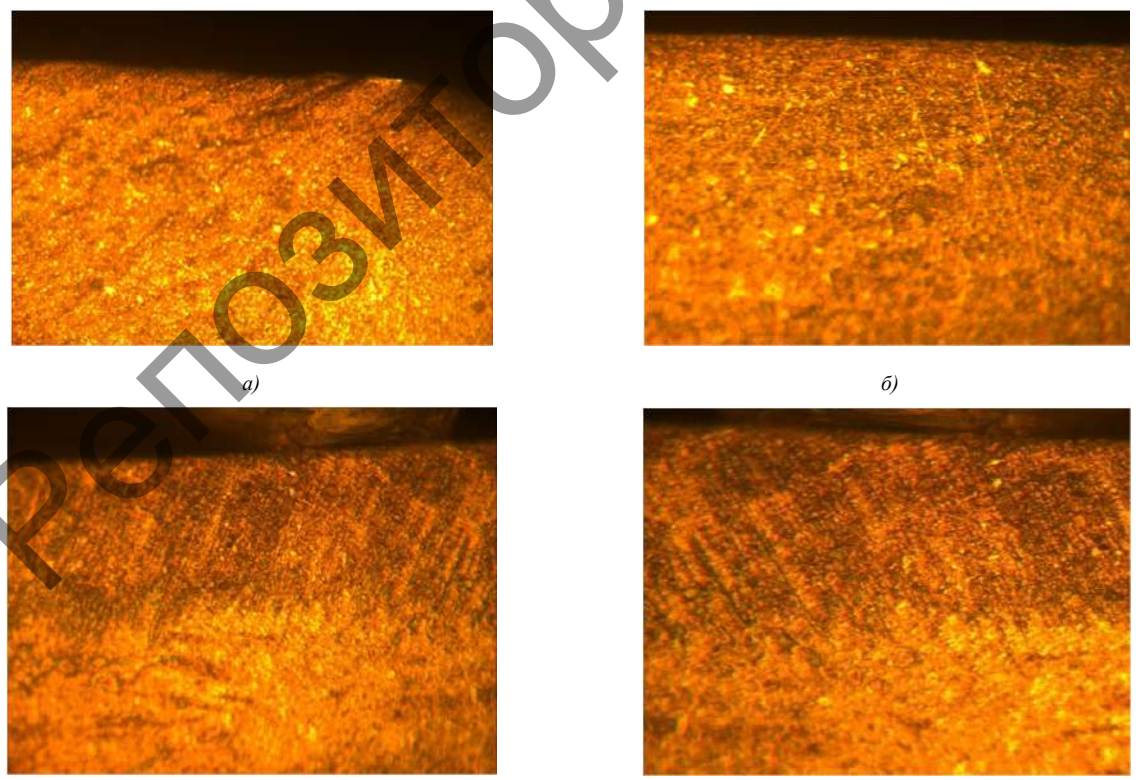


Рисунок 2 — Диаграммы падения напряжения на упрочненном слое (при разной толщине) в зависимости от количества импульсов



а — исходная структура; *б* — режим 1; *в* — режим 2; *г* — режим 3

Рисунок 3 — Микроструктуры образца по режимам

Репозиторий БарГУ

Применение режима 2 привело к еще большему измельчению зерна с появлением значительного упрочненного слоя (*см.* рисунок 3, *в*), следовательно, и приросту падения напряжения. Режим 3 сопровождался снижением падения напряжения (электросопротивления) на упрочненном слое, что, согласно рисунку 3, *г*, связано с укрупнением зерна структуры и уменьшением количества межзеренных разделов. Это вызвано сильным нагревом образца из-за большого количества энергии МИО и наступлением вторичной рекристаллизации [6].

Следует отметить, что после первичной МИО электросопротивление не уменьшилось, так как металл был отожжен в целях снятия остаточных напряжений и не имел значительных дефектов. Также заметно значительное влияние толщины упрочненного слоя (скин-слоя) на падение напряжения (электросопротивление): с увеличением толщины упрочненного слоя падение напряжения и, соответственно, электросопротивление слоя уменьшаются.

Заключение. С помощью экспресс-метода с применением токов высокой частоты исследовано влияние изменения размеров зерна структуры после проведения МИО образца стали Ст3КП на падение напряжения в упрочненном слое. Установлено, что увеличение количества импульсов (режимы 1, 2) привело к измельчению зерна и увеличению электрического сопротивления (падения напряжения). Однако режим 3 сопровождался снижением падения напряжения (электросопротивления) на упрочненном слое, что связано с укрупнением зерен структуры и уменьшением количества межзеренных разделов. Это вызвано сильным нагревом образца из-за большого количества энергии МИО и наступлением вторичной рекристаллизации.

Список цитируемых источников

1. *Алифанов, А. В.* Механизм упрочнения легированных сталей в импульсном магнитном поле / А. В. Алифанов, Ж. А. Попова, Н. М. Ционенко // Литье и металлургия. — 2012. — № 4. — С. 25—35.

2. *Алифанов, А. В.* Физика процесса магнитно-импульсного упрочнения стальных изделий, расчет индукторов и параметров процесса : монография : в 2 т. / А. В. Алифанов, Д. А. Ционенко, А. М. Милюкова. — Витебск, 2017. — Т. 2, гл. 2 : Перспективные материалы и технологии. — С. 31—53.

3. Магнитно-импульсная упрочняющая обработка изделий из конструкционных и инструментальных сталей / А. В. Алифанов [и др.]. // Литье и металлургия. — 2012. — № 3. — С. 77—82.

4. *Новиков, Л. С.* Перспективы применения наноматериалов в космической технике : учеб. пособие / Л. С. Новиков, Е. Н. Воронина. — М. : Университет. кн., 2008. — 188 с.

5. Наноразмерные структуры: классификация, формирование и исследование : учеб. пособие для вузов / Е. В. Булыгина [и др.]. — М. : САЙНС-ПРЕСС, 2006. — 80 с.

6. *Алифанов, А. В.* Метод исследования упрочненного слоя металлических образцов с использованием токов высокой частоты / А. В. Алифанов, В. В. Малеронок, И. А. Богданович // Вестн. БарГУ. Сер. «Технические науки». — 2019. — № 7. — С. 70—75.

УДК 674.05; 621.7.06

А. В. Алифанов[1], С. И. Русан[1], И. А. Богданович[1], В. В. Цуран[2]

[1]*Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи*

[2]*Открытое акционерное общество «Барановичский автоагрегатный завод», Барановичи*

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ РЕЖУЩИХ ЛЕЗВИЙ ГЕЛИКОИДАЛЬНЫХ РУБИЛЬНЫХ НОЖЕЙ

Введение. В настоящее время почти вся номенклатура деревообрабатывающих ножей, применяемых для рубки щепы, приобретается за рубежом. Щепу применяют для производства целлюлозы и древесно-стружечных плитных материалов, используемых в мебельной промышленности.

К качеству щепы, применяемой для производства целлюлозы, предъявляются очень высокие требования. Во-первых, она должна иметь определенные размеры по длине, ширине и высоте. Во-вторых, все поверхности щепы должны быть гладкими и цельными, категорически не допускаются разрывы, искривления и другие дефекты древесных волокон щепы, которые впоследствии могут негативным образом повлиять на качество получаемой из щепы целлюлозы. К качеству щепы, применяемой для производства древесно-стружечных плитных материалов, предъявляются высокие требования в части ее однородности по размерам; не допускается наличие в щепе отдельных крупных включений.

Выполнение вышеуказанных требований возможно только при использовании ножей высокой остроты лезвия.

Следует отметить, что многие виды ножей для изготовления технологической щепы подвергаются особому виду шлифования режущей кромки — геликоидальному, конструкция которого способствует тому, что перерабатываемая на технологическую щепу древесина захватывается этими ножами и втягивается в зону обработки, благодаря чему отпадает необходимость применения специальных устройств для подачи древесных материалов.

Ранее был разработан способ и экспериментальное устройство для шлифования режущих лезвий геликоидальных ножей [1—3], которые не вызывают в теле ножа в процессе закрепления и шлифования внутренних напряжений, приводящих в процессе эксплуатации к преждевременным поломкам, а часто и к поломкам ножей в процессе шлифования.

© Алифанов А. В., Русан С. И., Богданович И. А., Цуран В. В., 2020

Репозиторий БарГУ