

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. Милокова. — 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<sup>1</sup>, С. И. Русан<sup>1</sup>, И. А. Богданович<sup>1</sup>, В. В. Цуран<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

<sup>2</sup>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, приобретает 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.

В данной работе будут рассмотрены особенности процесса шлифования ножей с использованием разработанного оборудования.

**Основная часть.** Ранее авторами данной статьи разработаны два метода настройки механизма для высокоточной заточки режущего лезвия геликоидальных рубильных ножей: по крайним точкам и по средней точке режущего лезвия.

Первый метод наиболее эффективен при заточке ножей, имеющих малые углы деплонации (отклонения)  $\lambda_g \leq 5^\circ$  (угол деплонации  $\alpha_d = \alpha_2 - \alpha_1$ , где  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  — углы заточки начальной и конечной частей режущего лезвия соответственно). На рисунке 1 схематически показан геликоидальный рубильный нож, заточенный при настройке механизма по конечным точкам.

Расчеты показали, что у данного ножа, имеющего длину 300 мм и угол деплонации  $5^\circ$ , незаточенной осталась центральная часть лезвия с максимальной высотой 0,07 мм.

На рисунке 2 показан геликоидальный рубильный нож, заточенный при настройке механизма по средней точке режущей кромки лезвия. Отклонение от прямолинейности заточенной режущей кромки составляет по ее краям 0,05 мм.

Учитывая, что допускаемая погрешность по ГОСТ 17432-87 «Технические требования к рубильным ножам» составляет 0,2 мм, полученные результаты можно рассматривать как удовлетворительные.

Однако если поставить задачу уменьшить отклонение от прямолинейности заточенной режущей кромки, это приведет к повышению качественных показателей обрабатываемого материала.

Для оперативного получения информации в процессе поисков оптимального варианта геометрических параметров механизма шлифования разработан приближенный (инженерный) метод расчетов при малых углах деплонации. Пределы его применимости установлены с помощью точного метода последовательных приближений.

Сущность расчета геометрических параметров механизма шлифования заключается в том, чтобы при заданных размерах ножа и величине угла деплонации определить оптимальное положение ножа на несущем барабане путем определения углов  $\theta$  и  $\beta$  ( $\theta$  — угол поворота ножа в процессе шлифования в горизонтальной плоскости,  $\beta$  — в вертикальной плоскости).

Для получения математических выражений составлена схема (рисунок 3), где приведен фрагмент барабана, на котором показаны углы перемещения рубильного ножа в вертикальной  $\beta$  и горизонтальной  $\theta$  плоскостях в процессе шлифования.

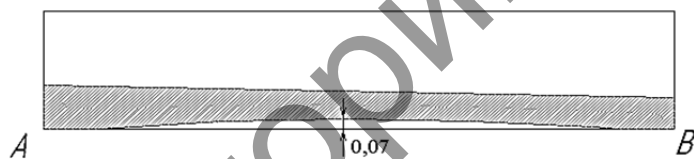


Рисунок 1 — Схема рубильного ножа, заостренного при настройке механизма по конечным точкам  $A, B$

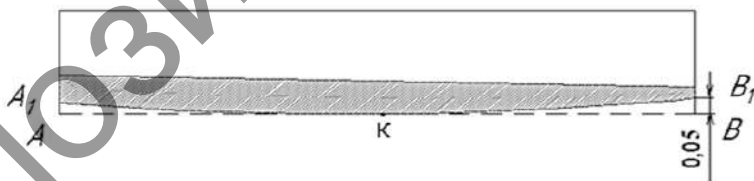


Рисунок 2 — Схема рубильного ножа, заостренного при настройке механизма по средней точке к режущей кромки лезвия

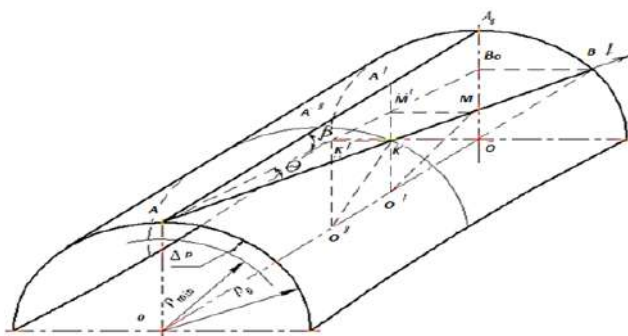


Рисунок 3 — Фрагмент барабана, на котором устанавливается геликоидальный рубильный нож для последующей заточки

Виртуальная плоскость, касательная к нижней части рабочей поверхности шлифовального круга, называется плоскостью среза, а касательная к ней цилиндрическая поверхность радиусом  $\rho_0$  — поверхностью среза ( $\rho_0$  — расстояние от оси цилиндра до кромки лезвия  $AB$  заготовки ножа на торце цилиндра). Часть объема заготовки, расположенная выше плоскости среза, в процессе шлифования срезается шлифовальным кругом. Окончательное положение заготовки ножа на цилиндре задается кромкой  $AB$  режущего лезвия ножа, которая сначала поворачивается в вертикальной плоскости на угол  $\beta$  из положения  $AB_0$ , а затем в горизонтальной плоскости  $AB_1$  на угол  $\theta$ .

Оптимальный угол деплонации  $\alpha_d$  устанавливается опытным путем. Чтобы изготовить нож с таким углом  $\alpha_d$ , необходимо закрепить заготовку ножа на несущем цилиндре в определенном положении, зависящем от заданного угла  $\alpha_d$ . Это положение определяется измерением не угла  $\alpha_d$  непосредственно, а его проекции  $\alpha'_d$  на плоскость торца поверхности среза. Угол  $\alpha'_d$  зависит от углов поворота геликоидального ножа в процессе шлифования режущего лезвия в вертикальной плоскости на угол  $\beta$  и в горизонтальной плоскости на угол  $\theta$ .

Выведены математические зависимости, позволяющие определить углы поворота ножа в процессе шлифования в горизонтальной и вертикальной плоскостях, зная которые, можно определить оптимальное расположение заготовки на поверхности несущего цилиндра.

**Заключение.** Разработана инженерная методика, позволяющая определить оптимальное расположение заготовки в устройстве шлифования геликоидального ножа.

#### Список цитируемых источников

1. Алифанов, А. В. Оптимизация процесса заточки режущего лезвия геликоидального рубильного ножа / А. В. Алифанов, В. В. Цуран, О. Ю. Пожелаев // Техника и технологии: инновации и качество : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., Барановичи, 19 дек. 2017 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Баранович. гос. ун-т. — Барановичи : БарГУ, 2017.
2. Алифанов, А. В. Бездефектный способ заточки геликоидального рубильного ножа / А. В. Алифанов, С. И. Русан, В. В. Цуран. — Mauritius : LAP Lambert Academic Publishing. — 49 с.
3. Обоснование разработки усовершенствованного высокоточного, высокопроизводительного метода заточки режущего лезвия геликоидальных рубильных ножей / А. В. Алифанов [и др.] // Вестн. БарГУ. Сер. «Технические науки». — 2019. — Вып. 7. — С. 29—33.

УДК 621.867.1

В. Ф. Барышников, А. Д. Рудков

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

## МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ШАГОВОГО КОНВЕЙЕРА

**Введение.** Эффективность машиностроительного производства во многом зависит от механизации вспомогательных технологических процессов в цехах и на участках, к которым относятся операции уборки стружки, а также транспортирование к станкам заготовок и деталей. Поэтому разработка новых и совершенствование существующих конструкций транспортных средств для перемещения стружки разного вида, деталей и заготовок в технологических линиях механических цехов является актуальной.

**Основная часть.** Для перемещения стружки и заготовок внутри цеха применяются конвейеры прерывистого действия: вибрационные, штанговые возвратно-поступательного действия и шаговые. Вибрационные конвейеры применяются очень редко, так как их эксплуатация приводит к вибрации соседних металлорежущих станков, что негативно отражается на качестве деталей. Наибольшее применение нашли шаговые конвейеры прерывистого действия [1].

Принцип действия шагового конвейера с убирающимися собачками следующий. При движении штанги вправо собачки упираются в заготовки и перемещают их на один шаг. При холостом ходе собачки утапливаются в штангу и проходят под заготовкой, не задевая её.

Рассмотрим схему шагового конвейера с поворачивающимися захватными устройствами (рисунок 1).

В данной конструкции штанга  $1$  совершает последовательно возвратно-поступательное и вращательное движения с помощью гидравлических цилиндров  $5$  и  $7$  и рычага  $6$ . При рабочем ходе штанга  $1$  (вперёд) флажки  $4$ , закреплённые на штанге, упираются в заготовки и перемещают их на шаг. Затем штанга поворачивается на угол (при котором флажки не задевают детали) и возвращается в исходное положение. Далее флажки опускаются, цикл повторяется.

Основными недостатками данной конструкции конвейера являются довольно сложный привод, который значительно удорожает стоимость транспортёра и усложняет процесс её эксплуатации, а также то, что конвейер применим только для транспортирования мелких штучных грузов.

На основании проведённого анализа существующей конструкции шагового конвейера предлагается схема модернизированного шагового конвейера для перемещения сливной стружки и крупногабаритных заготовок и деталей (рисунок 2).