



УДК 621.048.606

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ АБРАЗИВОСТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ ЗУБЬЕВ ЛИНТЕРНЫХ ПИЛ

**Шодмонкулов Зохир Абдурахимович**

*PhD, Ташкентский институт текстильной и легкой*

**Аннотация:** *Методом математического планирования эксперимента установлена аналитическая зависимость высотного параметра шероховатости зубьев лентерных пил от режимных параметров абразивоструйной обработки. Целенаправленно созданный профиль шероховатой поверхности способен активизировать процесс лентерования за счет вовлечения в работу соскабливания волокнистого материала боковых поверхностей зубьев помимо острой вершины.*

**Ключевые слова:** *абразивоструйная обработка, лентерные пилы, шероховатость поверхности, планирование эксперимента, высота неровностей, давление, угол атаки, лентерование.*

### ВВЕДЕНИЕ

Пильные диски, изготавливаемые из углеродистой инструментальной стали У8Г (С – 0,80-0,90%; Мп – 0,33-0,58%; Si – 0,17-0,33%) и пружинной стали 65Г (С – 0,62-0,70%; Мп – 0,8-1,2%; Si – 0,17-0,37%), являются основной деталью рабочего органа волокно-отделительных машин – лентеров. Эти термообработанные стали должны отвечать требованиям по техническим условиям на изготовление пильных дисков и иметь соответствующие значения показателей механических свойств: твердость НРА 67-70 и 66-69; временное сопротивление разрыву  $\sigma_r=1150$  и 980 н/мм<sup>2</sup>.

Высокие качественные показатели хлопкопереработки при лентеровании обеспечиваются геометрическими параметрами зубьев пильных дисков и состоянием их рабочих поверхностей. Себестоимость продукции (лент, семена) во многом определяется долговечностью и работоспособностью пильных дисков. Следовательно, технологическое обеспечение высокой работоспособности пил позволит осуществить эффективное решение ряда задач: увеличение износостойкости зубьев, повышение качественных показателей волокна, интенсификация процесса лентерования.

Зубья пил, подвергающиеся при эксплуатации одновременно усталостному разрушению и изнашиванию контактных поверхностей, должны сочетать вязкую сердцевину рабочей части зуба и достаточную поверхностную твердость. Абразивоструйная обработка зубьев лентерных пил является эффективным методом технологического обеспечения качества их поверхностного слоя. В зависимости от размеров абразивных частиц (карбид



кремния, электрокорунд) можно решать разные технологические задачи, связанные с формированием заданной шероховатости, устранением заусенцев, созданием наклепа.

Процесс линтерования, осуществляемого соскабливанием острой вершиной зубьев пил волокнистого материала с хлопковых семян, можно интенсифицировать, если активизировать и вовлечь в работу также боковые поверхности зубьев, создав целенаправленно регулируемый профиль шероховатой поверхности. Необходимо абразивоструйной обработкой получить такой профиль поверхности, у которого высота неровностей и шаг их расположения будут соизмеримы с диаметром волокна.

Методика исследования. Для установления зависимости высотного параметра шероховатости от режимных параметров абразивоструйной обработки зубьев линтерных пил были проведены экспериментальные исследования на базе математического метода планирования эксперимента. В качестве входных параметров (факторов) были приняты: давление сжатого воздуха  $p$  (атм) и угол атаки абразива  $\alpha$  (град). Время обработки –  $t=2$  мин. Выходной параметр – условная высота неровности  $H$  (мкм). В качестве абразивного материала был использован карбид кремния черный (КЧ), отличающийся высокими режущими свойствами.

В настоящем исследовании был применен полный факторный эксперимент, в котором реализуются все возможные сочетания уровней факторов:  $N=m^k$ , где  $m$  – число уровней каждого фактора;  $k$  – число факторов. Для двух факторов на трех уровнях получаем  $N=3^2=9$  опытов.

Уровни варьирования факторов:

- давление сжатого воздуха:  $p = 2, 3, 4$  атм (основной уровень  $p_0=3$  атм, интервал варьирования  $\varepsilon_1=1$  атм);
- угол атаки абразива:  $\alpha = 30, 52.5, 75$  град (основной уровень  $\alpha_0=52.5$  град, интервал варьирования  $\varepsilon_2=22.5$  град).

Результаты и обсуждение. По данным экспериментальных исследований по определению высоты неровностей получено уравнение регрессии с кодированными переменными:

$$H = 2,66 + 0,82 \cdot x_1 + 0,18 \cdot x_2 + 0,32 \cdot x_1 \cdot x_2$$

где  $x_1$  и  $x_2$  – кодированные значения давления и угла атаки.

Проверка статистической значимости коэффициентов уравнения регрессии проведена способом сравнения абсолютной величины коэффициентов с доверительным интервалом. Коэффициенты  $b_1, b_2, b_{12}$  по абсолютной величине больше доверительного интервала и поэтому статистически значимы.



Проверка гипотезы адекватности модели произведена по F-критерию Фишера. При 5%-ном уровне значимости табличное значение критерия Фишера  $F_t = 18,5$ . Так как  $F_p < F_t$ , то линейная модель адекватна.

Переходя от кодированных значений  $x_1$  и  $x_2$  факторов к натуральным  $p$  (давление) и  $\alpha$  (угол атаки), получим зависимость условной высоты неровностей  $H$ :

$$H = -1,9 + 0,82 \cdot p + 0,02 \cdot \alpha + 0,007 \cdot p \cdot \alpha, \text{ мкм}$$

Уравнение адекватно и может использоваться как интерполяционная формула для вычисления высоты неровностей при абразивоструйной обработке зубьев линтерных пил.

Анализ полученного уравнения показывает следующее. С возрастанием угла атаки от  $\alpha=30^\circ$  до  $\alpha=75^\circ$  при давлении  $p=2$  атм высота неровностей увеличивается незначительно:  $H=1,72...1,90$  мкм. С увеличением силового фактора (давления  $p$ ) от 2 до 4 атм наблюдается существенный рост высоты неровностей:  $H=2,04...3,75$  мкм.

Даже минимальные значения высоты неровностей из этих диапазонов на порядок превосходят высоту неровностей, зафиксированных методом атомно-силовой микроскопии, на боковой поверхности зубьев пил без обработки  $H=0,143$  мкм. Такая высота неровностей не может оказать влияния на захватывающую и фиксирующую способность. Очень малый средний шаг неровностей  $S=9$  мкм не способствует размещению между неровностями хлопкового волокна, так как диаметр волокна  $d=20$  мкм значительно больше шага неровности.

Главным результатом абразивоструйной обработки зубьев линтерных пил является образование благоприятного микропрофиля с большим шагом неровностей  $S > 20$  мкм, что служит основой активизации боковых поверхностей зубьев пил, так как выполняется условие:  $S > d$  ( $d=20$  мкм – диаметр хлопкового волокна).

Абразивоструйная обработка боковых поверхностей зубьев пил, создавая соответствующий микропрофиль поверхности для интенсификации процесса линтерования, одновременно формирует в тонком поверхностном слое упрочненную зону, как неизбежный результат упруго-пластических деформаций при микрорезании твердым абразивным зерном.

Выводы.

1. Методом математического планирования эксперимента установлена аналитическая зависимость высоты неровностей от режимных параметров абразивоструйной обработки зубьев линтерных пил. Полученное уравнение регрессии адекватно и может использоваться для расчета параметров обработки.



2. Установлено, что давление сжатого воздуха оказывает более существенное влияние на высоту неровностей, чем угол атаки абразивных частиц.

3. Абразивоструйная обработка создает микропрофиль с шагом неровностей  $S > 20$  мкм, что превышает диаметр хлопкового волокна и позволяет активизировать боковые поверхности зубьев в процессе линтерования.

4. Данный метод обработки одновременно улучшает показатели линтерования и повышает долговечность пил вследствие формирования упрочненной зоны в поверхностном слое зубьев.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Иминов Б.А., Рогов А.П., Курис И.М. Результаты производственных испытаний упрочненных и стандартных джинных пил // Реф. сб. Хлопковая промышленность. – Ташкент, 1984. - №6. – С.18-19.

2. Шин И.Г. Технологические методы обеспечения качества и прогнозирования долговечности деталей машин первичной обработки хлопка: автореф. дис... докт. техн. наук. – Ташкент: ТИТЛП, 2014. – 90с.

3. Шодмонкулов З.А., Абдуллажанов А.А., Шин И.Г. Интенсификация процесса линтерования абразивоструйной обработкой зубьев пильных дисков // Фан, таълим, ишлаб чиқариш интеграциялашув шароитида пахта тозалаш, тўқимачилик, енгил саноат, матбаа ишлаб чиқариш инновацион технологиялари долзарб муаммолари ва уларнинг ечими: сб. науч. работ. – Ташкент: ТИТЛП, 2018. – С. 123-125.