

## ПРИМЕНЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ РЕЗКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛОПРОКАТА

*Студенты – Дзюба М.А., 36 тс, 3 курс, ФТС;  
Ярчинский Е.Г., 36 тс, 3 курс, ФТС*

*Научный*

*руководитель – Акулович Л.М., д.т.н., профессор  
УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация:** Представлены результаты экспериментальных исследований точности и шероховатости поверхностей заготовок при термической резке листового металлопроката. Определены граничные условия назначения в технологические процессы изготовления деталей машин из металлопроката операций термической резки, использование которых в системе сквозного автоматизированного проектирования технологий изготовления деталей из металлопроката обеспечивает экономию металлопроката до 10% за счет снижения припусков на обработку.

**Ключевые слова:** технологический процесс, раскрой, схемы обработки, синтез операций, металлопрокат.

Листовой металлопрокат широко применяется в сельскохозяйственном машиностроении в качестве исходных заготовок для изготовления многих изделий. Это целый класс почвообрабатывающих деталей – ножи, диски, лемехи, зубья и т.п. Большинство таких деталей работают в абразивной среде и подвержены интенсивному изнашиванию. Вместе с тем, сроки изготовления быстроизнашиваемых деталей, как правило, ограничены [1] и определяются сезонным спросом.

Известно, что при изготовлении деталей из листового металлопроката наиболее трудоемкими являются операции раскроя и последующей механической обработки. За последние годы для раскроя листового металлопроката широко внедряются технологии плазменной, лазерной и гидроабразивной резки. Технологические комплексы для резки имеют точность позиционирования  $\pm 0,01$  мм и могут обеспечивать точность обработки –  $\pm 0,1$  мм. В технической документации на раскройные комплексы их производители указывают параметры точности перемещений исполнительных органов, а параметры геометрической точности вырезаемых контуров заготовок не приводятся, поскольку они зависят от технологических режимов резки, толщины листов металлопроката, мощности резательной голо-

вки, скорости перемещения резака и т.п. Высокая производительность резки (до 20 м/мин), малые ширина реза и зона термического влияния (диаметр луча составляет сотые доли миллиметра), высокая точность взаимного расположения вырезаемых поверхностей, возможность раскроя сложных контуров деталей позволяют использовать способы резки листового металлопроката и операции механической обработки в единых технологических процессах. Вместе с тем, разработка таких технологических процессов с использованием систем автоматизированного проектирования (САПР) позволяет пересмотреть припуски на механическую обработку в сторону их уменьшения, экономить металл, снизить трудоемкость изготовления изделий.

Для определения граничных условий назначения в технологические процессы изготовления деталей машин из металлопроката операций термической резки были проведены экспериментальные исследования по влиянию современных способов термической резки металлопроката на точность и шероховатость поверхностей заготовок. Геометрическая точность оценивалась качеством точности, определяемым через величины отклонения от номинальных размеров и допуски. Шероховатость поверхностей реза оценивалась по параметру  $Ra$  (среднее арифметическое отклонение профиля). Для вырезки заготовок использовали порталный станок для плазменной и газовой резки VanadProxima (Portal) HD Series и консольный станок для лазерной резки VANAD MIRON LASER (Fiber). Из листового металлопроката 345–09Г2С–св–2 ГОСТ 19281–89 различной толщины плазменной и лазерной резкой вырезали заготовки деталей круглой формы определенных диаметров (по 5 штук каждого диаметра из листов определенной толщины), на которых измеряли диаметральный ( $D_\phi$ ) размер и параметр  $Ra$  шероховатости поверхности реза. Варьируемые факторы: толщина листа  $S$ , и радиус реза  $R$ . По фактической величине диаметров вычисляли отклонения  $\Delta_{\Pi}$  (для плазменной резки) и  $\Delta_{Л}$  (для лазерной резки) от номинальных размеров. Эксперименты проводились по программе центрального композиционного ротатабельного планирования второго порядка. Результаты экспериментальных исследований были обработаны методами математической статистики с использованием табличного процессора MS-Excel 2010.

Получены уравнения регрессии второго порядка:

$$\Delta_{\Pi} = 0,177 + 10^{-3} \cdot (16,9 \cdot S - 0,34 \cdot R - 0,018 \cdot S \cdot R - 0,04 \cdot S^2 + 0,003 \cdot R^2);$$

$$\Delta_{Л} = 0,065 + 10^{-3} \cdot (1,3 \cdot S + 0,5 \cdot R + 0,2 \cdot S^2 + 0,002 \cdot R^2);$$

$$Ra_{\Pi} = 15,40 + 10^{-3} \cdot (64,3 \cdot S - 135,9 \cdot R - 0,4 \cdot S \cdot R + 16,1 \cdot S^2 + 0,6 \cdot R^2);$$

$$Ra_{Л} = 2,545 + 10^{-3} \cdot (432,7 \cdot S - 32,4 \cdot R + 0,2 \cdot S \cdot R - 7,2 \cdot S^2 + 0,2 \cdot R^2).$$

Графическая зависимость влияния толщины листа  $S$  и радиуса реза  $R$  на величину параметра  $Ra$  шероховатости поверхности реза при плазменной и лазерной резке приведена на рисунке.

Экспериментально установлено, что плазменной резкой можно обрабатывать поверхности по 10...14-му качеству точности (ГОСТ 25346–89) с шероховатостью  $Ra$  8,0...63,0 мкм, а лазерной резкой – по 10...12-му качеству точности с шероховатостью  $Ra$  2,5...10,0 мкм.

Результаты экспериментальных исследований использованы при разработке библиотеки конструктивно-технологических элементов (КТЭ) деталей из металлопроката для САПР технологий их изготовления.

Библиотека содержит КТЭ (поверхности, отверстия, пазы, окна, канавки и другие) со схемами обработки, включая условия выбора операции лазерной и плазменной резки.

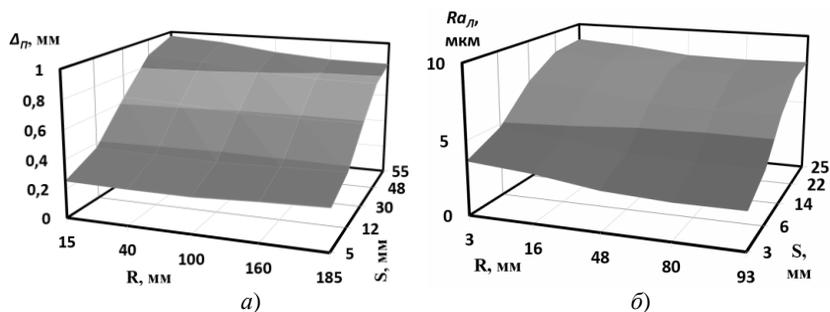


Рисунок – Влияние толщины листа  $S$  и радиуса реза  $R$  на отклонение от номинального размера  $\Delta$  при плазменной (а) и лазерной (б) резке

Библиотека КТЭ позволяет формировать технологические процессы методом синтеза операций [2], совмещающие операции резки листового металлопроката и механической обработки.

Внедрение САПР сквозного проектирования технологий изготовления деталей из металлопроката обеспечивает экономию металлопроката до 10% за счет снижения припусков на обработку.

#### Список использованных источников

1. Акулович, Л.М. Основы автоматизированного проектирования технологических процессов в машиностроении : учеб. пособие / Л.М. Акулович, В.К. Шелег. – Минск : Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2012. – 488с.
2. Система автоматизированного проектирования технологических процессов механической обработки деталей PRAMEN. Руководство пользователя. ОРГС 4664.013.ИЗ. – Минск : ОАО «Институт Белорганкинпром», 2005. – 135 с.