

: сб. науч. тр. : в 3 кн. / НАН Беларуси, ФТИ ; редкол.: С.А. Астапчик (гл. ред.) [и др.] – Минск, 2015.– Кн. 2 : Технологии и оборудование механической и физико-технической обработки. – С. 72–79.

Abstract. The article presents current data on the materials used and the method of their installation to create model kits suitable for use on any specialized cast plants with working in the field of repair and the creation of spare parts in experimental small-scale batches. The analysis of the materials are used and observe of adhesive compositions used for their fastening, as well as economic indicators of the costs necessary for their manufacture.

УДК 621.81

Акулович Л.М., доктор технических наук, профессор;

Миранович А.В., кандидат технических наук, доцент;

Буйнич В.Г., студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗАГОТОВОК ПОСЛЕ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛОПРОКАТА

***Аннотация.** Проведены экспериментальные исследования по определению точности и шероховатости поверхностей при плазменной резке. Установлено, что плазменную резку можно применять вместо операций механической обработки при резке металлических листов толщиной до 12 мм.*

Одним из важнейших показателей конкурентоспособности продукции машиностроительных отраслей является ее себестоимость. В общем процессе изготовления машиностроительной продукции определяющим в части снижения себестоимости является уменьшение расхода материалов, в первую очередь, в заготовительном производстве [1]. Заготовки деталей машин должны иметь минимальные припуски для последующей механической обработки. Ви-

ды заготовок и припуски на обработку характеризуют коэффициент использования металла при механической обработке.

На предприятиях сельскохозяйственного машиностроения в зависимости от серийности и объема выпускаемой продукции организуется отдельное заготовительное производство, где производится раскрой металлопроката, черновая механическая обработка, холодная штамповка с выполнением отдельных операций механической обработки для завершения обработки деталей в заготовительном производстве. Доля трудоемкости производства заготовок на таких предприятиях составляет около 30 % от общей трудоемкости изготовления изделий.

В ремонтных предприятиях заготовительное производство и окончательная обработка выполняются, как правило, в одном подразделении [2]. Трудоемкость производства заготовок на ремонтных предприятиях не превышает 10 % от общей трудоемкости изготовления изделий.

Технологические возможности современного оборудования для термической резки листового металла позволяют во многих случаях производить обработку отдельных контуров деталей окончательно с обеспечением заданных чертежом требований точности и шероховатости поверхностей.

Для определения условий применения плазменной резки, обеспечивающих заданное качество поверхностей заготовок, были проведены экспериментальные исследования при вырезке заготовок из листового металлопроката. Заготовки круглой формы определенных линейных размеров и диаметров вырезали из листового металла 345–09Г2С–св–2 (ГОСТ 19281–89). Измерение диаметральных размеров производили по ГОСТ 26433.1–89 штангенциркулем ШЦЦ–1–300 (цена деления 0,01 мм). Геометрическая точность обработанных поверхностей оценивали по качеству точности, который определяли через величины отклонений от номинальных размеров и допуски. Шероховатость обработанных поверхностей оценивали параметром Ra (среднее арифметическое отклонение профиля реза) и измеряли профилометром MITUTOYO SJ–201P.

На вырезанных заготовках (по 5 штук на определенный диаметр из листов каждой толщины) измеряли их геометрические парамет-

ры: диаметральный размер D_ϕ (мм), параметр Ra шероховатости поверхности реза (мкм). По величине фактических диаметров вычисляли отклонения от номинальных размеров Δ (мм).

В результате обработки полученных результатов экспериментальных исследований находили величины отклонений, на основании которых определяли граничные качества точности заготовок.

При проведении экспериментальных исследований определяли значения отклонений от номинальных размеров: Δ , мм (функция отклика Y_1) и параметр шероховатости поверхности: Ra , мкм (функция отклика Y_2). То есть, $\Delta = f(S, R)$; $Ra = f(S, R)$.

Исследования проводили по программе центрального композиционного ротатбельного планирования второго порядка, который двух факторов состоит из плана полного факторного эксперимента типа 2^2 (опыты 1 – 4), четырех опытов в «звездных точках» (опыты 5 – 8) и пяти опытов в центре плана (опыты 9 – 13).

Постоянными факторами в экспериментах приняты ширина реза – 3 мм и точность позиционирования – 0,02 мм, сила тока – 200–400 А.

Варьируемыми факторами, оказывающими влияние на величины отклонений от номинальных размеров (следовательно – на точность (качество)), и качество поверхности (параметр Ra шероховатости поверхности), являются толщина листа S , мм (фактор X_1 со значениями 5; 12; 30; 48; 55) и радиус реза R , мм (фактор X_2 со значениями 15; 40; 100; 160; 185).

Уравнения регрессии второго порядка представлены в виде:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 + a_{12} X_1 X_2 + a_{11} X_1^2 + a_{22} X_2^2,$$

где Y – математическое ожидание искомой величины (Δ , Ra);

$a_0, a_1, a_2, a_{12}, a_{11}, a_{22}$ – коэффициенты уравнения регрессии;

X_1, X_2 – кодированные значения факторов (S, R).

Проверка адекватности модели проводилась сравнением наблюдаемого значения критерия Фишера ($F_H = S_{ao}^2 / S_B^2$) с табличным F_k (при $P=95\%$). Для того чтобы статистическая модель была адекватна необходимо, чтобы выполнялось условие $F_H < F_k$.

Матрица центрального композиционного ротатбельного униформ планирования (ЦКРУП) 2–го порядка и результаты экспериментов при плазменной резке приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Матрица ЦКРУП 2-го порядка при плазменной резке

Факторы		X ₀	X ₁ (S, мм)	X ₂ (R, мм)	X ₁ X ₂	X ₁ ²	X ₂ ²	Функции отклика	
Интервалы варьирования	основной по звездному плечу		18	60				Y ₁ , Δ, мм	Y ₂ , Ra, мкм
Уровни факторов	0		30	100					
	+		48	160					
	-		12	40					
	+1,414		55	185					
	-1,414		5	15					
Коэффициенты регрессии									
	a ₀	a ₁	a ₂	a ₁₂	a ₁₁	a ₂₂			
Y ₁	0,588	0,230	-0,020	-0,020	-0,012	0,010			
Y ₂	22,607	17,825	-2,189	-0,450	5,208	2,006			

Уравнение регрессии второго порядка в кодированном виде (или статистическая модель), определяющее зависимость величины отклонений от толщины листа и радиуса реза:

$$Y_1 = 0,588 + 0,230X_1 - 0,020X_2 - 0,020X_1X_2 - 0,012X_1^2 + 0,010X_2^2$$

Графическая интерпретация полученной модели, отражающая зависимость величины отклонений Δ номинальных размеров от толщины листа S и радиуса реза R приведена на рисунке 1, а их анализ – в таблице 2.

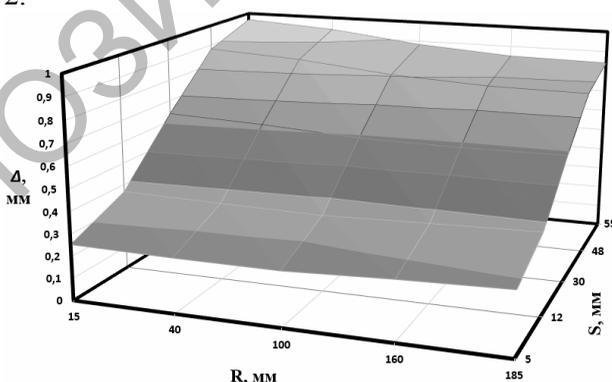


Рисунок 1 – Влияние толщины листа S и радиуса реза R на величину отклонения от номинального размера Δ при плазменной резке

Таблица 2 – Анализ значений отклонений от номинальных размеров Δ в зависимости от толщины листа S и радиуса реза R

№ опыта	Толщина листа S , мм	Радиус реза R , мм	Экспериментальное значение отклонений от номинальных размеров Δ , мм	Расчетное значение отклонений от номинальных размеров Δ , мм	Погрешность, %	Принятый класс точности
5	5	100	0,25	0,25	0	10
2	12	160	0,34	0,36	5,6	12
1	12	40	0,35	0,36	2,8	13
8	30	185	0,60	0,59	1,7	13
12	30	100	0,59	0,58	1,7	13
7	30	15	0,64	0,64	0	14
3	48	160	0,76	0,78	2,6	13
4	48	40	0,85	0,86	1,2	14
6	55	100	0,90	0,88	2,3	14

Из анализа (таблица 2) можно сделать вывод, что при плазменной резке листового проката из сталей толщиной до 55 мм достигается 14-й класс точности.

Уравнение регрессии второго порядка в нормированном виде (или статистическая модель), определяющее зависимость параметра Ra шероховатости от толщины листа и радиуса реза при плазменной резке:

$$Y_2 = 22,607 + 17,825X_1 - 2,189X_2 - 0,450X_1X_2 + 5,208X_1^2 + 2,006X_2^2$$

Графическая интерпретация полученной модели представлена на рисунке 2.

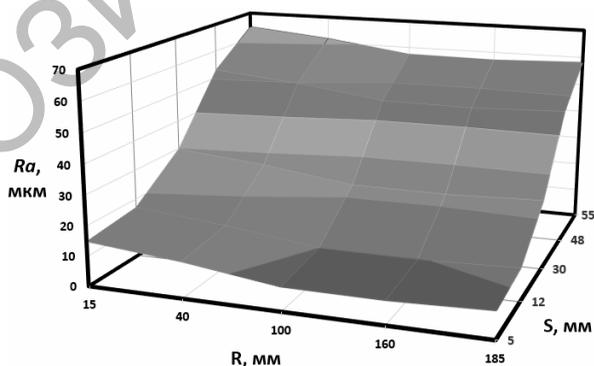


Рисунок 2 – Влияние толщины листа S и радиуса реза R на величину шероховатости поверхности Ra

Для использования полученных данных при определении граничных условий применения операции плазменной резки в технологическом процессе составим таблицу 3.

Из таблицы 3 можно сделать вывод, что разброс значений шероховатости поверхности Ra (от 6,8 мкм до 58 мкм) охватывает значительную часть стандартного ряда значений шероховатости поверхности Ra (от 8,0 мкм до 63,0 мкм). Значения шероховатости поверхности Ra , попадающие в указанный диапазон, можно получить разными методами обработки и на многих видах технологического оборудования.

Таблица 3 – Анализ значений шероховатости поверхности Ra в зависимости от толщины листа S и радиуса реза R

№ опыта	Толщина листа S , мм	Радиус реза R , мм	Экспериментальное значение шероховатости поверхности Ra , мкм	Расчетное значение шероховатости поверхности Ra , мкм	Погрешность, %	Принятое стандартное значение шероховатости поверхности Ra , мкм
5	5	100	6,8	7,9	13,9	8,0
2	12	160	11,8	9,9	19,2	12,5
1	12	40	14	14,1	0,7	16,0
8	30	185	22	22,6	2,7	25,0
12	30	100	22,6	23,5	3,8	25,0
7	30	15	30	29,7	1,0	32,0
3	48	160	46	45,4	1,3	50,0
4	48	40	50	49,9	0,2	50,0
6	55	100	58	57,4	1,0	63,0

Также можно сделать вывод, что операции плазменной резки вместо механической обработки можно применять при плазменной резке листов толщиной до 12 мм.

Список использованных источников

1. Черноиванов, В.И. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы). – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 376 с.
2. Техническое обеспечение производства продукции растениеводства: учебник / А.В. Новиков, И.Н. Шило, Т.А. Непарко [и др.]; под ред. А.В. Новикова: – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2012. – 512 с.

Abstract. Experimental studies have been carried out to determine the accuracy and surface roughness during plasma cutting. It is established that plasma cutting can be used instead of machining operations when cutting metal sheets up to 12 mm thick.

УДК 621.437.629

Тарасенко В.Е., кандидат технических наук, доцент;

Жешко А.А., кандидат технических наук, доцент;

Кашко В.М., старший преподаватель;

Мухля О.О., студент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО СТЕНДА ДЛЯ РАБОТЫ С ТОПЛИВНЫМИ НАСОСАМИ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ COMMON RAIL

***Аннотация.** В статье представлены результаты модернизации диагностического стенда ДД 10-01, а также прочностного расчета приводной конусной полумуфты. Этапы проведенной модернизации в совокупности позволили выполнять проверку и тестирование топливных насосов аккумуляторных систем Common Rail автотракторных дизельных двигателей в большом диапазоне их модификаций.*

Введение. Топливоподающая аппаратура дизеля является определяющей при формировании выходных параметров и характеристик тракторного агрегата. Индикаторные и эффективные показатели дизеля определяются параметрами топливоподающей аппаратуры: цикловой подачей, опережением и продолжительностью впрыска, и законом подачи. Известно, что инерционность и низкое быстроедействие механических средств регулирования частоты вращения топливных насосов оказывают отрицательное воздействие на работу тракторных агрегатов, на их экономические показатели. [1].