

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ СТАЛЬНЫХ ПЛИТ

Зеленогурский университет
Зелена Гура, Польша

Резка заготовок является одной из наиболее трудоемких технологических операций. Среди технологий резки можно выделить резку на гильотинных ножницах и прессах, резку на металлорежущих станках и пилах, газовую, плазменную и лазерную резку, резку струей воды и др. При выборе технологии резки следует обеспечить минимальный расход энергии, минимальную ширину реза, минимальное влияние высокой температуры на отрезаемую заготовку, высокое качество поверхностей и кромок на отрезанной детали.

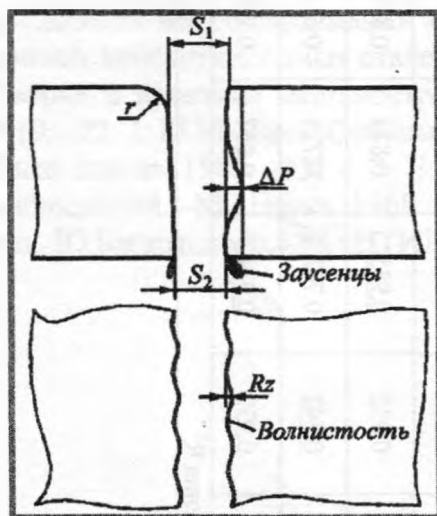


Рисунок 1- Дефекты плазменной резки:
 r – радиус закругления кромок;
 ΔP – отклонение от плоскостности; $\Delta = S_1 - S_2$ – отклонение ширины разреза; Rz – максимальная высота микронеровностей

В настоящее время в машиностроении широко используются процессы плазменной резки, основанные на растапливании материала и удалении его из щели концентрированным потоком плазмы с температурой 10000...30000 К, возникающим между электродом и деталью. Устройства для плазменной резки компьютеризированы, благодаря чему можно с высокой скоростью и точностью получать весьма сложные профили реза. Качество резки зависит от сочетания значительного количества технологических характеристик процесса: силы тока, напряжения, скорости резки, составов, давления и расхода плазмообразующего и защитного газов, конструктивных особенностей электродов, диаметров сопла, положения горелки относительно изделия [1].

При плазменной резке возникают такие дефекты на поверхности отрезки, как оплавление кромок, появление заусенцев, отклонения от плоскостности и перпендикулярности поверхностей, наклон поверхностей и их шероховатость (рис. 1).

Влияние условий плазменной резки на некоторые дефекты поверхности реза (ширину реза S , высоту заусенцев H_{\max} , вы-

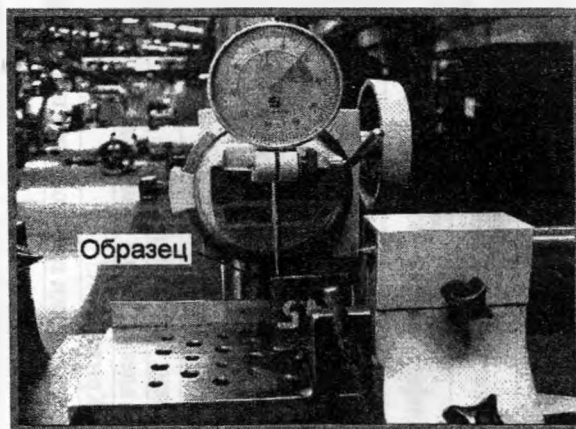


Рисунок 2-Приспособление для измерения высоты волны

соту волны Z_{\max}) исследовалось при резке стальных плит на устройстве для резки JANTAR 2 фирмы ECKERT с плазменной горелкой PB-S 25W и устройством ЧПУ типа NEC 2000S. Основные технические характеристики устройства: ширина резки 3000 мм, длина резки 5000 мм, толщина резки 1...20 мм, длина рабочего хода 6500 мм, точность позиционирования $\pm 0,1$ мм, сила тока 25...70 А, напряжение 400 В.

Ширина реза и высота заусенцев измерялись электронным штангенциркулем с точностью 0,01 мм. Для исследований волнистости было разработано специальное приспособление, которым для измерений использовался индикатор часового типа точности 0,001 мм (рис. 2).

Обрабатываемый материал – низкоуглеродистая сталь 18G2A повышенной прочности с ферритно-перлитной структурой (табл. 1). Толщина плиты 8 мм.

Таблица 1

Химический состав, %, и свойства стали 18G2A

C max	Mn	Si	Ni	Cu	Cr	$\sigma_{\text{пл}}$, МПА	$\sigma_{\text{в}}$, МПа	δ_5 , %
			max					
0,20	1,00...1,50	0,20...0,55	0,30	0,30	0,30	355	490...630	20

Рассматривалось влияние на исследуемые параметры величины скорости резки V (400 – 800 мм/мин), силы тока A (45 – 70 А), расстояния горелки от детали L (3 – 7 мм), диаметра сопла горелки (1,0 и 1,3 мм) и степени его износа (нового и после 8 ч работы). Использовался дробный факторный план 2^{3-1} (табл. 2).

Таблица 2

Матрица дробного факторного плана

№	Скорость резки		Сила тока		Расстояние горелки от поверхности детали	
	Код	Величина, мм/мин	Код	Величина, А	Код	Величина, мм
1	-1	400	-1	45	+1	7
2	+1	800	-1	45	-1	3
3	-1	400	+1	70	-1	3
4	+1	800	+1	70	+1	7

Были получены уравнения регрессии вида $y = a_i + b_{Vi}V + b_{Ai}A + b_{Li}L$, коэффициенты и показатели степени которых приведены в табл. 3.

Таблица 3

Коэффициенты и показатели степени уравнений регрессии

Условия резки	Параметр							
	Ширина реза S				Отклонение ширины реза Δ			
	a_S	b_{VS}	b_{AS}	b_{LS}	a_{Δ}	$b_{V\Delta}$	$b_{A\Delta}$	$b_{L\Delta}$
Новое сопло, диаметр 1,0 мм	1,7	$-7,4 \cdot 10^{-4}$	0,0116	0,0054	-	$4,6 \cdot 10^{-4}$	0,002	0,04
Изношенное сопло, диаметр 1,0 мм	1,3	$-11 \cdot 10^{-4}$	0,02	0,009	-0,23	$2,8 \cdot 10^{-4}$	0,034	0
Новое сопло, диаметр 1,3 мм	2,25	0	0	0	4,607	0	0	0
Изношенное сопло, диаметр 1,3 мм	2,04	$-5,6 \cdot 10^{-4}$	0,015	0,045	1,649	$8,4 \cdot 10^{-4}$	-0,026	0

Характер влияния условий плазменной резки на ширину реза и ее отклонения приведен на рис. 3 и 4, а на высоту заусенцев и волнистость поверхности реза – на рис. 5 и 6. Легко заметить, что увеличение скорости перемещения горелки уменьшает ширину реза, но увеличивает ее погрешности, а возрастание силы тока увеличивает ширину реза и ее погрешности.

Минимальная ширина реза зафиксирована для изношенного сопла при относительно небольшой силе тока. Реальный диаметр изношенного сопла больше номинального, как следствие поток плазмы действует на целой ширине реза, не концентрируясь в его центральной части. Однако более правильную форму реза обеспечивает новое сопло. Желательно также иметь минимальное расстояние горелки от поверхности реза.

Высота заусенцев уменьшается при уменьшении скорости перемещения горелки и увеличении диаметра нового сопла.

Регулируя параметры плазменной резки, можно минимизировать дефекты поверхности реза и уменьшить припуск, необходимый для последующей обработки.

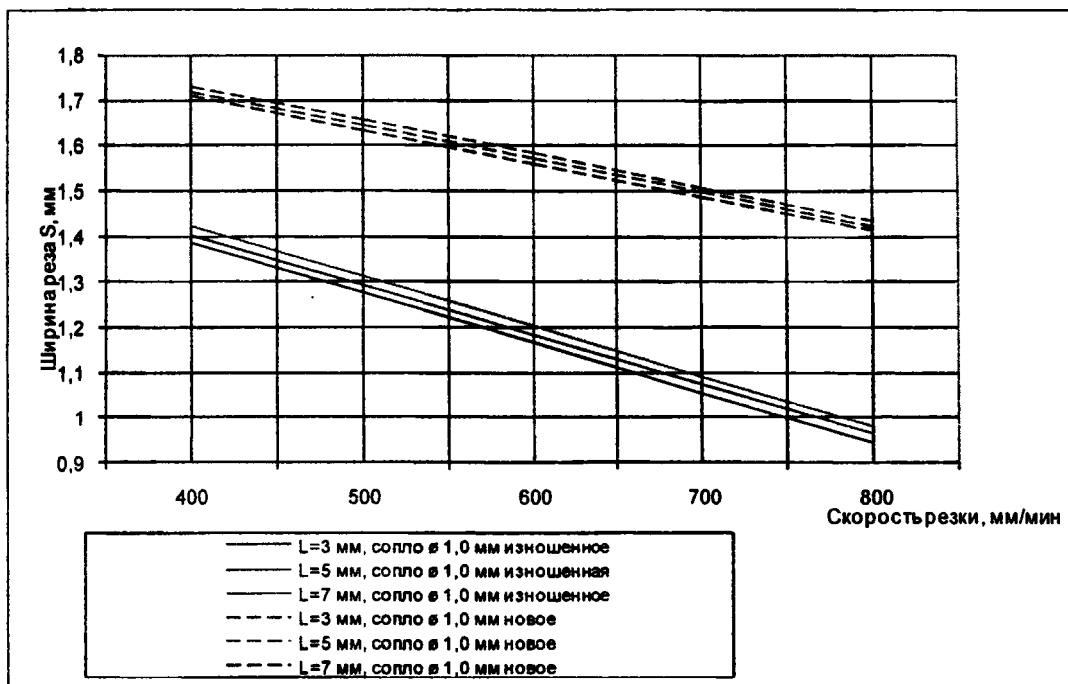


Рисунок 3 - Изменения ширины реза в зависимости от скорости перемещения горелки (сила тока 45 А)

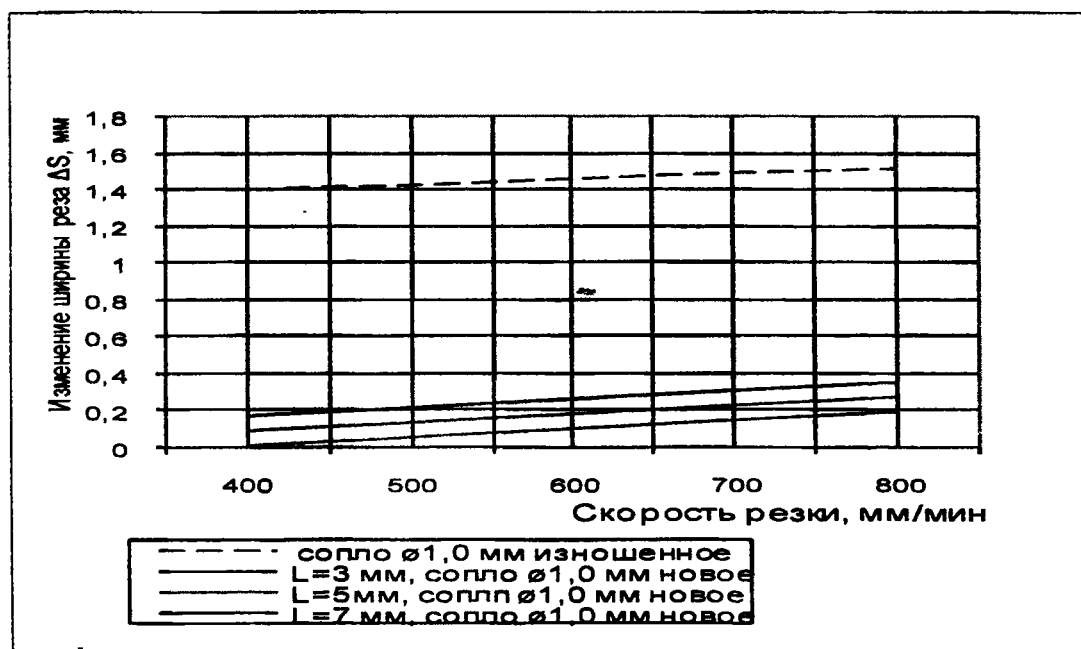


Рисунок 4 - Изменения погрешностей ширины реза в зависимости от скорости

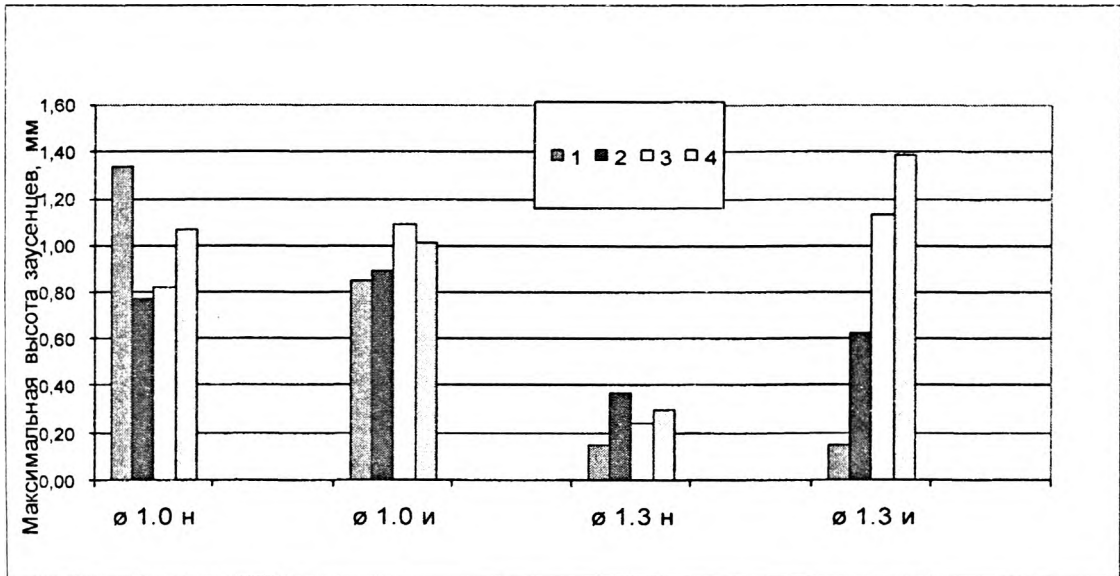


Рис. 5. Изменения высоты заусенцев в зависимости от условий резки и диаметра сопла горелки (1 – 4 – сочетания условий обработки согласно табл. 2; н – новое сопло; и – изношенное сопло)

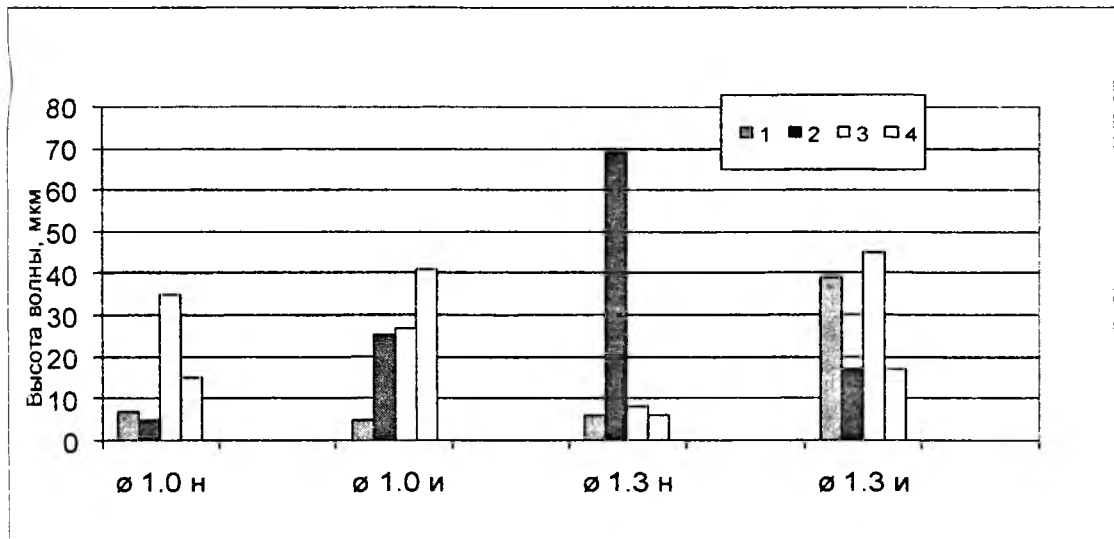


Рисунок 6 - Изменения высоты волны на поверхности реза в зависимости от условий резки и диаметра сопла горелки (1 – 4 – сочетания условий обработки согласно табл. 2; н – новое сопло; и – изношенное сопло)

ЛИТЕРАТУРА

1. Klimpel A. Spawanie, zgrzewanie i ciecie metali: technologie. Warszawa: WNT, 1999.–707с.