

УДК 67.05

Повышение стойкости режущего инструмента на операции удаления внутреннего грата в электросварных трубах

Шибанов Алексей Владимирович

shibanov_av@mail.ru

SPIN-код: 3266-8610

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия

Аннотация. Проведен обзор литературных и каталожных источников на предмет возможных исполнений и форм режущих твердосплавных пластин (РТП). Разработана в программе PTC Mathcad Prime 3.1 методика, позволяющая определить, вне линии стана, оптимальные геометрические размеры РТП, применяемых на операции удаления наружного и внутреннего грата (НГ и ВГ) и выданы рекомендации. Выполнена апробация данной методики при производстве электросварных труб (ЭСТ) диаметром 60,3 и 73,0 мм и подобраны оптимальные геометрии с износостойкими сплавами РТП. Установлены зависимости стойкости РТП относительно: механических свойств твердого сплава и износостойких покрытий; геометрических параметров и условий их эксплуатации.

Ключевые слова: электросварная труба, грат, режущая пластина, твердый сплав, скорость резания, стойкость

Increasing the durability of the cutting tool during the operation of removing internal burrs in electric welded pipes

Shibanov Alexey Vladimirovich

shibanov_av@mail.ru

SPIN-code: 3266-8610

BMSTU, Moscow, Russia

Abstract. The paper provides a review of literature and catalog sources for possible designs and shapes of cutting carbide plates (RTP). A methodology has been developed in the Mathcad Prime 3.1 RTS program, which makes it possible to determine, outside the mill line, the optimal geometric dimensions of the RTS used for external and internal deburring (NG and VG) operations and recommendations have been issued. This technique has been tested in the production of electro-welded pipes (IS) with sizes of 60.3 and 73 mm and optimal geometries with wear-resistant RTP alloys have been selected. The dependences of the resistance of RTP are established with respect to: the mechanical properties of a hard alloy and wear-resistant coatings; geometric parameters and their operating conditions.

Keywords: electro-welded pipe, deburring, cutting plate, hard alloy, cutting speed, wear

Введение. При производстве ЭСТ в линии стана [1, 2] значительным фактором безостановочной работы является стойкость РТП на операции удаления ВГ, так как их замена является трудоемким и затратным процессом по времени, приводящим к остановке всего стана. Поэтому РТП должна быть подобрана с опти-

мальными геометрическими размерами относительно обрабатываемого сортамента трубы, желательно в не линии стана, и обладать повышенной износостойкостью и надежностью. Толщина стенки трубы не должна выходить за пределы минусового допуска [3]. Обеспечение качества удаления ВГ было рассмотрено в статье [4], при этом оставался нераскрытым метод по определению оптимальных геометрических параметров РТП и повышения его стойкости. При этом следует отметить, что стойкость базовых РТП тангенциальной формы из сплава вольфрамокобальтовой группы [5] составляла 800–1000 м ($T = 17,5$ мин) обрабатываемых труб диаметром 60,3 и 73,0 мм.

Материалы и методы. Проведен обзор литературных и каталожных источников на предмет возможных исполнений и форм РТП. Результаты представлены в табл. 1. Схема процесса удаления НГ и ВГ в ЭСТ показана на рисунке.

Таблица 1

Обзор РТП на операции удаления внутреннего грата

Вариант	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Форма РТП	Треугольная	Тангенциальная (без крепежного отверстия)	Тангенциальная (с крепежным отверстием)	Кольцевая
Производитель	Boehlerit; Corun; Tungaloy; Ceratizit; Tool Flo, Вириал	Sandvik; Pramet; Boehleirt; Seco	Sandvik; Pramet; Boehleirt; Seco; Tool Flo; K3TC; Твердосплав; CTRI, Ремиз-99	Boehlerit; Corun; Pramet; Saar HardMetall; Tool Flo; Вириал, CTRI, Rscar
Крепление РТП	Фиксация винтом сверху через центральное отверстие в РТП	Прижим по боковым поверхностям РТП прижимными планками в кассете	Прижим РТП винтом через центральное отверстие	Прижим РТП винтом по боковой поверхности
Настройка РТП при замене	Вне линии стана	Вне линии стана	В линии стана	В линии стана
Форма передней поверхности РТП	Линейная	Линейная	Линейная	Радиусная (вогнутая)
Количество режущих кромок РТП	1 кромка	1 кромка	1 кромка	4 кромки и более, в зависимости от обрабатываемого сортамента труб
Решение по выбору РТП	–	–	+	+
Первый выбор				

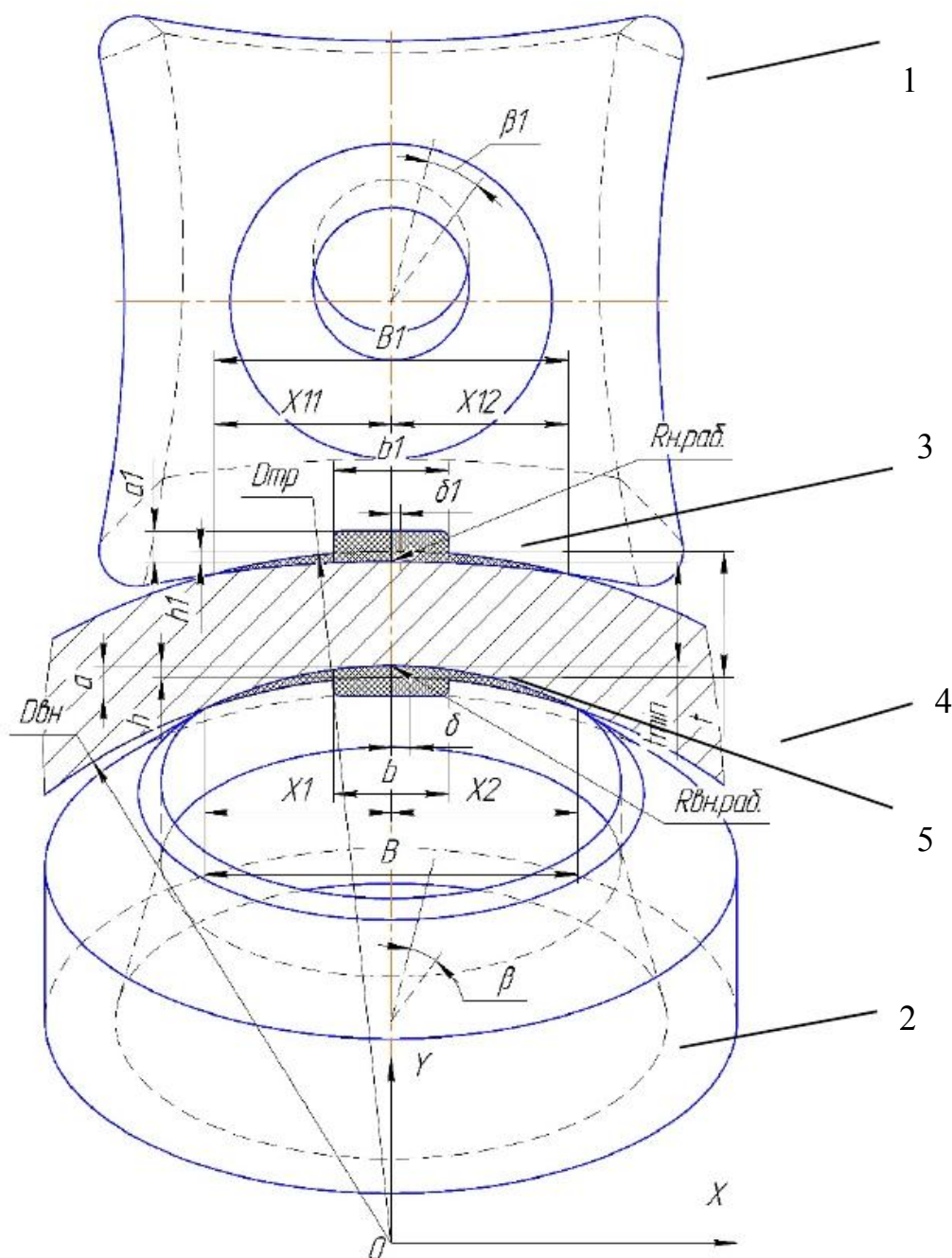


Схема процесса удаления НГ и ВГ в ЭСТ:

1 — РТП квадратной формы, НГ; 2 — РТП кольцевой формы, ВГ; 3 — НГ; 4 — труба; 5 — ВГ

С использованием программы PTC Mathcad Prime 3.1 разработана методика для определения (подбора) оптимальных параметров РТП в зависимости размеров (диаметра $D_{тр}$ и толщины стенки t и t_{min}) обрабатываемой трубы и размеров (ширины b , b_1 и высоты a , a_1) грата в зависимости от радиуса режущей кромки пластины $R_{вн.раб.}$, $R_{н.раб.}$ и кинематических передних углов их установки β , β_1 в процессе резания, а также от величины возможного смещения δ , δ_1 сварного шва в горизонтальном положении, относительно положения режущей кромки. Апробация выбранных РТП из марок твердых сплавов титано-танталовой группы [5] с различными износостойкими покрытиями прове-

Результаты. Установлены зависимости положения режущей кромки пластин 1 и 2 относительно трубы 4 и определены оптимальные геометрические параметры РТП, представленные в табл. 2. Результаты стойкости РТП представлены в табл. 3.

Таблица 2

Код РТП	Диаметр РТП, мм		Задний угол, град.	Радиус, мм	Высота, мм	Примечание
	наружный	внутренний				
<i>Труба 60,3 мм</i>						
1K	19	12	36	—	10	Утонение стенки на 0,20–0,25 мм
2K	22	15	36	—	10	Оптимальный вариант
3K	30	17	36	—	12	Применение в случае смещения сварочного шва
4K	30	20	36	—	12	Удаление большой зоны основного металла трубы
<i>Труба 73,0 мм</i>						
1T	—	—	30	20	8 (ширина 16 мм)	Оптимальный вариант
1K	19	12	36	—	10	Выход стенки за минусовой допуск
2K	22	15	36	—	10	Выход стенки за минусовой допуск
3K	30	17	36	—	12	Утонение стенки на 0,2 мм
4K	30	20	36	—	12	Оптимальный вариант
Примечание: К — кольцевая форма РТП; Т — трапецидальная форма РТП. Для удаления НГ подобраны РТП с радиусом $R = 50$ мм (труба 60,3 мм) и $R = 55$ мм (труба 73 мм)						

Таблица 3

Показатели стойкости РТП

Код РТП	Марка сплава	Диаметр трубы	Стойкость одной режущей кромки РТП		Стойкость РТП	Количество кромок РТП
		мм	м	мин	м	шт.
3К	T9335	60,3	3091	54,2	12365	4
3К	H7-97	60,3	2833	49,7	11333	4
2К	VN8512	60,3	2782	48,8	11127	4
2К	T9335	60,3	1858	32,6	7433	4
1Т	VA1508	73	4638	81,3	4638	1
4К	H7-97	73	2229	39,1	8916	4
4К	T9335	73	1921	33,7	9606	5
3К	H7-97	73	1892	33,2	7569	4
4К	BCP40S	73	1416	24,8	5662	4

Исследованные сплавы имеют трехфазную основу, состоящую из карбида вольфрама (WC), карбида (W, Ta, Ti, Nb) С и кобальтовой связки. Состав компонентов сплавов отличается между собой в процентном соотношении, сплавы также отличаются размерами зерна и количественным соотношением фаз. Износостойкое покрытие имеет многослойный состав и толщину не более 3 мкм.

Обсуждение полученных результатов. По разработанной методике определены и апробированы оптимальные геометрические параметры РТП. Внедрены РТП из сплавов, имеющих трехфазную основу с многослойным износостойким покрытием, обеспечивают повышение стойкости от 3 до 4,6 раза.

Заключение. Разработанная в программе PTC Mathcad Prime 3.1 методика позволила определить оптимальные геометрические размеры РТП с последующей их апробацией в производственных условиях. В результате внедренных РТП обеспечено повышение стойкости и надежности работы режущих инструментов.

Список источников

- [1] Bud Graham W.B. Solving the mystery of the fin pass Part 1. *Tube and Pipe Journal*, 2003. URL: <http://www.weldedtubepros.com/SolvingMystery-1.pdf> (дата обращения 21.06.2025).
- [2] Wright J. Principles of high frequency induction tube welding principles. *Electronic Heating Equipment*, 2017, pp. 1–8.
- [3] ГОСТ 31446–2017 (ISO 11960:2014). *Межгосударственный стандарт. Трубы стальные обсадные и насосно-компрессорные для нефтяной и газовой промышленности. Общие технические условия*. Москва, Стандартинформ, 2017, 258 с.

- [4] Шибанов А.В. Обеспечение качественной обработки внутренней поверхности электро-сварных труб на операции удаления грата в линии стана. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2023, № 7 (760), с. 43–53.
<https://doi.org/10.18698/0536-1044-2023-7-43-53>
- [5] Зубков Н.Н. Инструментальные материалы для изготовления лезвийных инструментов. *Наука и образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана*, 2013, с. 1–26.