

УДК 621.941.1

doi: 10.18698/0536-1044-2023-7-43-53

# Обеспечение качественной обработки внутренней поверхности электросварных труб на операции удаления грата в линии стана

**А.В. Шибанов**

АО «Выксунский металлургический завод»; МГТУ им. Н.Э. Баумана

## Ensuring high-quality machining of the inner surface of the electric welded pipes during deburring in the mill line

**A.V. Shibonov**

JSC Vyksunskiy Metallurgical Plant; Bauman Moscow State Technical University

Приведены результаты обзора литературных и патентных источников по конструкторско-технологическому направлению измельчения (насекания) внутреннего грата при производстве электросварных труб. По данным обзора определены оптимальные конструкции насекателя внутреннего грата, размещенные на штанге гратоснимателя. Проведены исследования по насаждению внутреннего грата при производстве труб диаметром 60,3...73,0 мм в линии трубоэлектросварочного агрегата с использованием различных методов и конструктивных решений. Выполнен анализ количественных показателей конструкций штанг внутреннего гратоснимателя с функцией насаждения грата. По результатам практических исследований различных методов разделения внутреннего грата на части в линии стана определен оптимальный вариант конструкции штанги внутреннего гратоснимателя. Эта конструкция позволяет сократить количество аварийных остановок при засорении длинными сегментами удаленного грата транспортной линии стана, повысить коэффициент эффективного использования оборудования (стана) и показатель выхода годной продукции, обеспечить качественное вымывание мелких сегментов удаленного внутреннего грата внутри трубы струей воды высокого давления на операции промывки.

**Ключевые слова:** электросварная труба, штанга внутреннего гратоснимателя, насекатель внутреннего грата, режущий нож, противорежущий нож

The paper presents results of reviewing literary and patent sources on design and technological solutions in grinding (notching) the internal burr in the electric welded pipes production. Based on the review data, optimal designs were determined of the internal deburring stabbing tool located on the deburring machine rod. Studies were carried out on stabbing the internal burr in the production of pipes with the diameter of 60.3...73.0 mm in the pipe electric welding unit line using various methods and design solutions. Quantitative indicators were analyzed of designs of the internal deburring machine rods with the deburring function. Based on results of the practical studies of various methods for dividing the internal burr into parts in the mill line, the optimal option for designing the internal deburring machine rod was determined. This design makes it possible to reduce the number of emergency stops at clogging with long segments of the remote burr by the mill transport line, increase coefficient of the equipment (mill) effective operation and the

yield of the useful products, as well as ensure the high-quality washing out of small segments of the removed internal burr inside the pipe with a high-pressure water jet at the flushing operations.

**Keywords:** electric welded pipe, internal deburring machine rod, internal deburring tool, cutting knife, shear-bar knife

Проведены исследования, входящие в перечень комплексных научных задач, поставленных на АО «ВМЗ» при производстве прямошовных электросварных труб (ЭСТ) диаметром 60,3 и 73,0 мм [1].

Технологический процесс производства таких ЭСТ включает в себя следующие производственные операции: разрезку рулонов на штрипсы (полосы заданной ширины) и правку последних, обрезку и сварку концов рулонов штрипсов между собой, формовку ленты, продольную сварку ЭСТ токами высокой частоты, удаление наружного и внутреннего грата (ВГ), калибровку по диаметру и отрезку на ЭСТ заданной длины. Сбой одной из операций приводит к остановке всего производства.

Продольное сварное соединение в ЭСТ получают методом сдавливания кромок, предварительно нагретых токами высокой частоты. Эта операция происходит в сварочной клетке. Затем методом строгания за один проход удаляют грат с наружной и внутренней поверхностей трубы.

К недостаткам процесса удаления грата с внутренней поверхности ЭСТ относятся:

- низкая и нестабильная стойкость твердосплавной режущей пластины (РП);
- низкая (вследствие малого поперечного сечения) жесткость конструкции штанги внутреннего гратоснимателя (ВГС);
- технически сложное срезание ВГ заподлицо с основным металлом ЭСТ;
- технически сложное удаление срезанного грата из ЭСТ путем его механического разделения на мерные сегменты.

Перечисленные недостатки влекут за собой внеплановые остановки трубосварочного стана, снижение показателя выхода годной продукции и качества выпускаемых ЭСТ.

В статье [1] приведены технические решения и результаты научных исследований, проведенных в условиях АО «ВМЗ», благодаря которым получены положительные результаты по снижению первых трех недостатков. Однако для достижения положительной динамики эффективности штанги ВГС и полно-

ценной оценки необходимо исключить все четыре недостатка.

Длинные сегменты (от 1,5 до 6,0 м) срезанного ВГ после разрезки ЭСТ на мерные куски установленной длины засоряют транспортную линию стана, что периодически приводит к ложным срабатываниям датчиков и аварийным остановкам стана.

Цель работы — исследование конструкторско-технологических решений, обеспечивающих качественную обработку внутренней поверхности ЭСТ на операции удаления ВГ.

Для решения поставленной цели выполнен обзор литературных и патентных источников по конструкторско-технологическому направлению удаления и измельчения (насекания) ВГ при производстве ЭСТ [3–15]. Систематизированы конструкции и принципы разделения удаленного ВГ на части [2].

Чтобы найти возможные пути достижения поставленной цели, проведены патентные исследования конструкций штанги ВГС и способов наsekания ВГ, применяемых при производстве ЭСТ.

Результаты обзора патентов приведены в табл. 1 и 2, где указаны частота использования в технических решениях отдельных конструктивных элементов и узлов штанги ВГС (см. табл. 1) и количество запатентованных решений в зависимости от используемого способа наsekания ВГ (см. табл. 2).

Рассмотренные конструкции насекателя подразделены по двум основным способам измельчения ВГ на части.

*При первом способе измельчения срезанного ВГ насекатель расположен на штанге ВГС сразу после зоны удаления ВГ резцом. Насекание ВГ происходит с помощью горизонтальной гильотины. Имеются неподвижный режущий нож и подвижный противорежущий нож. Последний приводится в движение механическим способом (посредством длинного стержня, проходящего через всю штангу), либо гидравлическим (с помощью короткого штока, что уменьшает размеры механических элементов конструкции). Удаленный ВГ разрезается на части*

Таблица 1

## Результаты обзора патентов, описывающих основные конструктивные элементы штанги ВГС

Правообладатель патента	Количество патентов, шт.						
	Режущий инструмент			Опорный ролик		Нижний распорный механизм — гидравлический или пружинный механизм разжима ролика	
	Кольцевой резец	Тангенциальный резец	Специальный инструмент (ротационный резец, фреза, шнек, протяжка, иглофрезы и пр.)	верхний	нижний	посредством рычага	посредством каретки
Российская Федерация	5	29	12	16/30	40/6	4	0
Европейский союз	49	63	8	98/20	82/36	74	23
Итого	54	92	20	114/50	122/42	78	23
Предварительное решение по конструктивному исполнению технологического узла	V	V	–	V/–	V/–	V	–

*Примечания:*

- В числителе дроби указано количество патентов при наличии в штанге ВГС опорного ролика, в знаменателе — при его отсутствии. Под наличием верхнего опорного ролика понимают один или два ролика, под отсутствием и наличием нижнего опорного ролика — один и два–три ролика соответственно.
- Знак «V» — первичный выбор.

Таблица 2

## Результаты обзора патентов, описывающих различные способы измельчения ВГ

Правообладатель патента	Количество патентов, шт.			
	В конструкции отсутствует насекатель	Измельчение ВГ роликом-насекателем перед узлом удаления ВГ	Измельчение ВГ горизонтальной гильотиной после узла удаления ВГ	Другие способы измельчения ВГ
Российская Федерация	31	3	0	13
Европейский союз	104	2	8	4
Всего	135	5	8	17
Предварительное решение по конструктивному исполнению технологического узла		V	V	–

*Примечание.* V — первичный выбор.

возвратно-поступательным движением как в направлении по ходу его удаления, так и в обратном направлении.

При втором способе измельчения срезанного ВГ насекатель расположен также на штанге ВГС, но деление ВГ на сегменты осуществляется в два этапа. До места удаления ВГ на штанге установлен сборный ролик-насекатель, состоящий из корпуса и вставных режущих ножей радиусной формы, изготовленных из твердого сплава. Вылет вершины ножей на ролике-насекателе

настраивают вручную так, чтобы при обработке на внутренней поверхности сварного шва оставались периодические насечки.

Ориентировочно глубина насечек должна быть на 5...10 % меньше общей толщины грата. После нарезания предварительных насечек ВГ удаляется резцом, отводится через технологическое окно и при выходе из него изгибается, упираясь в нижнюю часть ЭСТ. В результате изгиба ВГ происходит его окончательное разрушение на части (сегменты ВГ имеют длину

10...25 мм, которая зависит от скорости его удаления).

Существуют другие нестандартные способы деления срезанного ВГ, которые сложно реализовать из-за действия различных факторов: наличия смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ), малого внутреннего рабочего пространства в трубе и пр.

Сформулированы требования к качеству удаления ВГ:

- остаточный размер ВГ не должен превышать 0,1 мм согласно требованиям нормативной документации (внутрицеховым требованиям по удалению ВГ заподлицо);

- в месте удаления ВГ допускается утонение стенки ЭСТ в пределах минусового допуска;

- заусенцы в зоне удаления ВГ недопустимы.

Разработаны и изготовлены три варианта штанг ВГС, основанные на базовой конструкции, дополненной следующим устройствами:

1) насекателем, измельчающим ВГ первым способом;

2) оправкой с функцией удаления ВГ и его насекания горизонтальной гильотиной;

3) оправкой удаления ВГ с функцией ролика-насекателя, измельчающего ВГ вторым способом.

При испытаниях выбранных вариантов штанг ВГС оценивали качество обработанной внутренней поверхности ЭСТ и определяли размер остаточного грата, для чего после каждой остановки стана из трубы вырезали образец — темплет. По результатам оценки корректировали работу штанги ВГС.

Основными измеряемыми и регулируемыми параметрами штанги ВГС являлись:

- фактическая толщина стенки ЭСТ, мм;
- фактическая толщина по сварному шву, мм;
- величина регулирования режущей кромки резца в резцедержателе и зазор между ножами насекателя, мм;

- давление, МПа, на рабочих элементах конструкции штанги ВГС: нижнем опорном ролике, механизме ее подъема и гильотинном насекателе.

Испытания первого и второго экспериментальных вариантов штанги ВГС проводили в ТЭСЦ-1 на участке сварки труб на операции удаления ВГ при производстве ЭСТ размером (диаметр×толщина) 73,0×5,5 мм (из материала группы прочности J55) и 60,3×5,0 мм (из стали 22ГЮ). Первый вариант штанги ВГС приведен на рис. 1.



а



б

Рис. 1. Внешний вид первого экспериментального варианта штанги ВГС сверху (а) и сбоку (б): 1 — кольцевая твердосплавная РП; 2 — подвижный нож насекателя; 3 — горизонтальная направляющая с механическим возвратно-поступательным перемещением ножа насекателя; 4 — нижний опорный ролик с механическим разжимом

Высоту режущей кромки РП регулировали с помощью дистанционных колец разной толщины.

Результаты испытаний первого варианта показали, что после обработки 8000 м ЭСТ (в течение примерно четырех часов работы стана) неподвижный нож измельчителя ввиду недостаточно надежного крепления ослабился, и измельчение ВГ прекратилось.

После непродолжительной работы первого варианта штанги ВГС (без операции насекания грата) произошли заклинивание с изнашиванием верхнего ролика и изнашивание опорного ролика. Вследствие отсутствия возможности замены ножей насекателя непосредственно в линии стана работа с применением первого экспериментального варианта штанги ВГС была прекращена.

При визуальном и тактильном осмотре на обработанной внутренней поверхности ЭСТ вдоль сварного шва микронеровностей (скачков) на поверхности не наблюдалось, при прохождении трубы через ультразвуковой контроль отклонений не выявлено.

Установлено, что первый вариант штанги ВГС обеспечивает насекание ВГ на мерные отрезки длиной 65...90 мм зигзагообразной формы.

При испытаниях второго экспериментального варианта штанги ВГС (рис. 2) обработано 435 м трубы.

По результатам испытаний второго варианта штанги ВГС установлено, что качество внут-

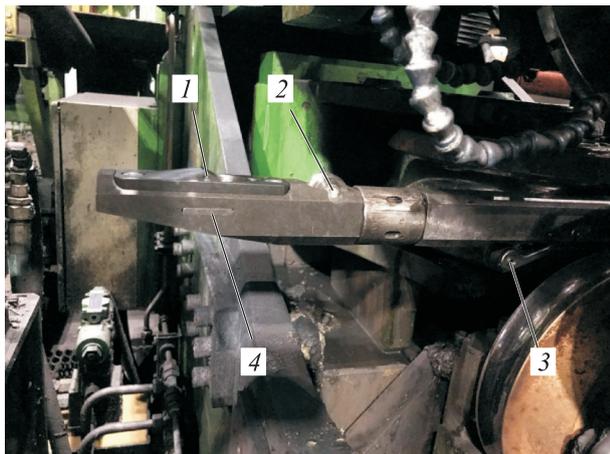


Рис. 2. Внешний вид второго экспериментального варианта штанги ВГС:

1 — резцедержатель под кольцевую твердосплавную РП; 2 — верхний опорный ролик; 3 — нижний опорный ролик с гидравлическим разжимом; 4 — неподвижный нож накатателя в комплекте с подвижным ножом с гидравлическим возвратно-поступательным перемещением



Рис. 3. Внешний вид третьего экспериментального варианта штанги ВГС:

1 — резцедержатель под кольцевую твердосплавную РП; 2 — верхний опорный ролик; 3 — ролик-накататель со сменными режущими ножами; 4 — каретка с гидравлическим разжимом и двумя опорными роликами

ренной поверхности ЭСТ после удаления ВГ не соответствует требованиям нормативной документации. При визуальном и тактильном осмотре обработанной внутренней поверхности трубы вдоль сварного шва наблюдались большие микронеровности (скачки) на участках, где происходило насаживание ВГ.

Испытания третьего экспериментального варианта штанги ВГС (рис. 3) также проводили в ТЭСЦ-1 на участке сварки труб на операции удаления ВГ при производстве трубы размером 60,3×5,0 мм группы прочности J55.

Результаты испытаний третьего варианта штанги ВГС подтвердили ее стабильную работу в течение производственной рабочей смены продолжительностью 12 ч. Средняя скорость стана составляла 40...55 м/мин. Вследствие абразивного износа ножей накатателя по завершению рабочей смены потребовалась их замена. Штанга обеспечивала насаживание ВГ на мерные отрезки длиной 15 мм.

Качество внутренней поверхности ЭСТ после удаления ВГ с использованием ролика-накатателя соответствовало требованиям нормативной документации. При визуальном и тактильном осмотре обработанной внутренней поверхности ЭСТ вдоль сварного шва наблюдались незначительные микронеровности (скачки) на участках, где происходило насаживание ВГ. Однако при ультразвуковом контроле эти дефекты не выявлены, вследствие чего не являются браковочным признаком.

По результатам испытаний выполнен анализ количественных показателей базового (без накатателя, рис. 4) и экспериментальных вариантов штанг ВГС и узлов накатателя ВГ. Результаты анализа количественных показателей штанг ВГС приведены в табл. 3 и 4, где Б — базовый вариант штанги ВГС.

Количественные показатели  $C_g$ ,  $B_1$  и  $C_1$ , указанные в табл. 3, определяли по следующим выражениям:

$$C_g = \left( \frac{A_g B_{gf}}{100} \right) k;$$

$$B_1 = \sum B_{gf}; \quad C_1 = \sum C_g,$$

где  $A_g$  — важность показателя  $A_g$ ;  $B_{gf}$  — фактическое значение показателя  $B_g$ ;  $k$  — коэффициент,  $k=1$  при практическом применении,  $k=0,5$  при экспертной оценке.

Количественные показатели  $C_n$ ,  $B_1$ ,  $C_1$ ,  $B$  и  $C$ , приведенные в табл. 4, рассчитывали по следующим формулам:

$$C_n = \left( \frac{A_n B_{nf}}{100} \right) k;$$

$$B_1 = \sum B_{nf}; \quad C_1 = \sum C_n;$$

$$B = B_1 + B_2; \quad C = C_1 + C_2,$$

где  $A_n$  — важность показателя  $A_n$ ;  $B_{nf}$  — фактическое значение показателя  $B_n$ .

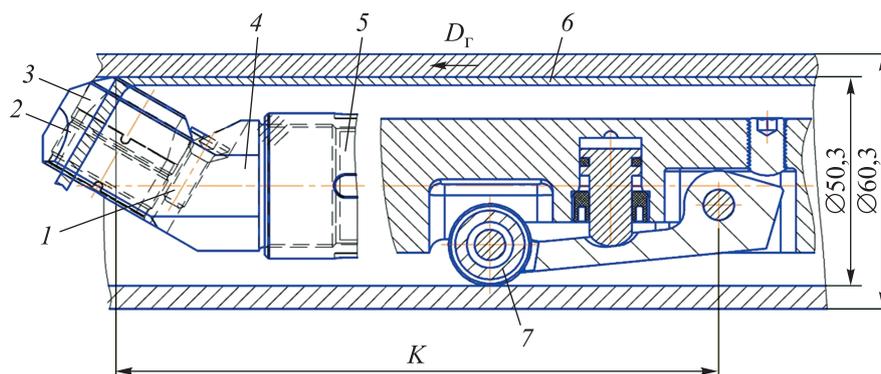


Рис. 4. Конструктивная схема базового варианта штанги ВГС:

1 — винт; 2 — втулка; 3 — кольцевая РП; 4 — корпус режущего узла; 5 — переходная гайка; 6 — ВГ; 7 — нижний опорный ролик;  $K$  — расстояние от режущей кромки до оси опорного ролика;  $D_r$  — главное движение резания

Таблица 3

## Результаты анализа количественных показателей различных вариантов штанг ВГС

$A_g$		$B_g$		$B_{gf}$ , баллы, ( $C_g$ ) для вариантов штанг			
Описание	Важность, %	Описание	Значение, баллы	Б	1	2	3
Наличие механизма насекания ВГ	15	—	—	0	10 (1,50)	10 (1,50)	10 (1,50)
Форма режущего инструмента	15	Кольцевая твердосплавная (многокромочная) РП	10	10 (1,50)	10 (1,50)	10 (1,50)	10 (1,50)
		Тангенциальная твердосплавная (однокромочная) РП	5				
		Другие альтернативные инструменты	3				
Точность настройки вылета режущей кромки реза относительно обрабатываемой поверхности	20	Высокая (шаг регулирования 0,01 мм)	10	10 (2,00)	5 (1,00)	5 (1,00)	10 (2,00)
		Средняя (0,05 мм и более, установка прокладок)	5				
		Низкая (0,1 мм и более, линейное смещение и установка подкладок)	3				
		Отсутствует возможность регулирования	0				
Качество обработки внутренней поверхности ЭСТ без функции насекания ВГ	5	Высокое (удаление ВГ заподлицо)	10	10 (0,50)	10 (0,50)	10 (0,50)	10 (0,50)
		Среднее (остаточная высота ВГ до 0,1 мм)	5				
		Низкое (остаточная высота ВГ более 0,1 мм, образование заусенцев)	0				
Качество обработки внутренней поверхности ЭСТ с активной функцией насекания ВГ	25	Высокое (удаление ВГ заподлицо)	10	—	10 (2,50)	0 (0)	10 (2,50)
		Среднее (остаточная высота ВГ до 0,1 мм);	5				
		Низкое (остаточная высота ВГ более 0,1 мм, образование заусенцев)	0				

Окончание табл. 3

$A_g$		$B_g$		$B_{gf}$ , баллы, ( $C_g$ ) для вариантов штанг			
Описание	Важность, %	Описание	Значение, баллы	Б	1	2	3
Жесткость конструкции при наличии нижнего распорного механизма штанги	10	Высокая (гидравлический распор штанги через каретку, на котором установлены два ролика)	10	5,0 (0,50)	7,5 (0,75)	5,0 (0,50)	10,0 (1,00)
		Средняя (механический распор штанги через рычаг, на котором установлен один ролик)	7,5				
		Средняя (гидравлический распор штанги через рычаг, на котором установлен один ролик)	5				
		Низкая (пружинный распор штанги через рычаг, на котором установлен один ролик)	3				
		Механизм отсутствует	0				
Количество верхних опорных элементов	5	Максимальное (два ролика, установленных по одному до и после зоны удаления ВГ)	10	0	5 (0,25)	5 (0,25)	5 (0,25)
		Среднее (один ролик до зоны удаления ВГ)	5				
		Опорный элемент отсутствует	0				
Подача СОЖ	5	На все элементы	10	0	0	0	10 (0,50)
		Только на РП	5				
		СОЖ отсутствует	0				
Всего	100	$B_1$		35,0	57,5	45,0	75,0
	–	$C_1$		4,50	8,00	5,25	9,75

Таблица 4

## Результаты анализа количественных показателей узла накателя ВГС

$A_n$		$B_n$		$B_{gf}$ , баллы, ( $C_g$ ) для вариантов			
Описание	Важность, %	Описание	Значение, баллы	Б	1	2	3
Элемент конструкции накателя ВГ	10	Ролик-накатель	10	0	5 (0,50)	5 (0,50)	10 (1,00)
		Горизонтальная гильотина	5				
		Альтернативный инструмент	3				
		Наскатель отсутствует	0				
Ремонтопригодность (быстро-сменность) накателя в линии стана	30	Высокая (продолжительность 15 мин)	10	0	0	0	10 (3,00)
		Средняя (продолжительность 30 мин), возможность замены в линии стана	5				

Окончание табл. 4

$A_n$		$B_n$		$B_{g}$ , баллы, ( $C_g$ ) для вариантов			
Описание	Важность, %	Описание	Значение, баллы	Б	1	2	3
Ремонтопригодность...		Низкая (продолжительность 1,5 ч и более), необходимо извлечение штанги из линии стана	0				
Вероятность безотказной работы нарезателя	45	Высокая (одна рабочая смена — 12 ч и более)	10	0	5 (2,25)	5 (2,25)	10 (4,50)
		Средняя (1/3 рабочей смены — 4 ч)	5				
		Низкая (1 ч и менее)	0				
Длина удаляемого ВГ после нарезателя для его последующей эвакуации из ЭСТ	15	Сегментная (15...20 мм);	10	0	5 (0,75)	5 (0,75)	10 (0,15)
		Средняя (65...90 мм)	5				
		Сливная (2...10 м)	0				
Всего	100 —	$B_2$		0	15	15	40
		$C_2$		0	3,50	3,50	8,65
Итого (по результатам табл. 3 и 4)		$B$		35	72,5	60	115
		$C$		4,50	11,50	8,75	18,40

По результатам анализа количественных показателей исследованных штанг ВГС с функцией нарезания установлено, что оптимальной конструкцией является третий вариант.

Испытаны кольцевые твердосплавные РП типоразмеров № 1–4 при производстве ЭСТ размером 73,02×5,51 мм и 60,3×5,0 мм группы прочности J55. Эти РП являются каталожной продукцией фирм, специализирующихся в данной области обработки. Основные геометрические размеры кольцевых твердосплавных РП указаны в табл. 5.

Установлены оптимальные типоразмеры по каждому диаметру ЭСТ, обеспечивающие каче-

ственное удаление ВГ без утонения толщины стенки основного металла (табл. 6).

Таблица 6

**Оптимальные типоразмеры  
кольцевых твердосплавных РП**

Типоразмер РП	Особенности обработки трубы размером	
	60,3×5,0 мм	73,02×5,51 мм
1	Утонение стенки на 0,25...0,20 мм, риск ее выхода за минусовой допуск	Выход стенки за минусовой допуск
2, 3*	Оптимальный вариант	Утонение стенки на 0,2 мм, риск ее выхода за минусовой допуск
4	Периодическое удаление большой зоны основного металла	Оптимальный вариант

\* В случае смещения сварочного шва относительно вертикальной оси.

Таблица 5

**Основные геометрические размеры  
кольцевых твердосплавных РП**

Номер РП	Диаметр, мм		Задний угол, град	Высота, мм
	наружный	внутренний		
1	19	12	36	10
2	22	15	36	10
3	30	17	36	12
4	30	20	36	12

## Выводы

1. Первый вариант штанги ВГС является работоспособным и обеспечивает качественное удаление ВГ с внутренней поверхности ЭСТ при включенном насекателе ВГ, но временной ресурс ограничен. Обеспечено стабильное насекание ВГ на мерные отрезки длиной 65...90 мм, которые беспрепятственно удаляются из ЭСТ под давлением напора воды на операции промывки. Узел измельчения непригоден к восстановительному ремонту при замене ножей измельчителя в линии стана. Требуется демонтаж штанги ВГС.

2. Третий вариант штанги ВГС является работоспособным и обеспечивает качественное удаление ВГ с внутренней поверхности ЭСТ, разделение грата на сегменты (длиной по

15 мм) при использовании ролика-насекателя. Качество внутренней поверхности ЭСТ после удаления ВГ с применением ролика-насекателя соответствует требованиям нормативной документации.

3. Выполнен анализ количественных показателей конструкций штанг ВГС с функцией насекания ВГ и оценены количественные показатели, позволяющие определять оптимальный вариант конструкции ВГС.

4. Испытаны кольцевые твердосплавные РП четырех типоразмеров при производстве ЭСТ размером 73,02×5,51 мм и 60,3×5,0 мм (группы прочности материала трубы J55). Установлены оптимальные типоразмеры по каждому диаметру трубы, обеспечивающие качественное удаление ВГ без утонения толщины стенки основного металла.

## Литература

- [1] Шибанов А.В., Грубый С.В. Оптимизация режущего инструмента на операции удаления внутреннего грата при производстве электросварных труб. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2021, № 8, с. 39–49, doi: <http://dx.doi.org/10.18698/0536-1044-2021-8-39-49>
- [2] Micali L., Anesi A., Alberini G. et al. *Device for adjusting cutting depth for removal of weld beads inside profile sections such as tubes and the like*. Патент US 9486868B2. Заявл. 08.12.2014, опубл. 08.11.2016.
- [3] Ширай Т. *Устройство для обработки грата внутренней поверхности сварных труб методом контактной сварки*. Патент JP 2001105184A. Заявл. 12.10.1999, опубл. 17.04.2001.
- [4] Ойши К., Сато А. *Устройство для удаления грата на внутренней поверхности электросварных труб*. Патент JPH 1133814A. Заявл. 22.07.1997, опубл. 09.02.1999.
- [5] Такаги Х., Коно К., Кодзима С. и др. *Устройство для удаления грата на внутренней поверхности шовной сварной трубы*. Патент JPH 04300115A. Заявл. 27.03.1991, опубл. 23.10.1992.
- [6] Фукай Т., Вакацуки М., Мацумото К. и др. *Способ и устройство для удаления внутреннего грата, образующегося внутри электросварной трубы*. Патент JPS 57194814A. Заявл. 22.05.1981, опубл. 09.06.1986.
- [7] Gleason P.J. *Deburring welded pipe*. Патент US 7695224B2. Заявл. 31.01.2008, опубл. 06.08.2009.
- [8] Морисоно М., Кувабара К. *Устройство для деления внутреннего грата электросварной трубы*. Патент JPH 09103910A. Заявл. 06.10.1995, опубл. 22.04.1997.
- [9] Micali L., Alberini G., Anesi A. et al. *A device for adjusting cutting depth for removal of weld beads inside profile sections such as tubes and the like*. Патент EP 2893999A1. Заявл. 03.12.2014, опубл. 13.02.2019.
- [10] Engler B., Will H. *Procedure and device for the generation of short chips at the internal burring of straight head welded pipes*. Патент EP 0464331B1. Заявл. 18.04.1991, опубл. 14.12.1994.
- [11] Engler B., Will H. *Method of and device for obtaining short shavings trimmed from the seams inside longitudinally welded pipes*. Патент US 5216792A. Заявл. 02.06.1992, опубл. 08.06.1993.
- [12] Цуда К., Моригава К., Сакамото В. и др. *Устройство для удаления грата внутри трубы*. Патент JPS 61192409A. Заявл. 20.02.1985, опубл. 27.08.1986.

- [13] Нумаджири К., Урю С., Изуми К. и др. *Устройство удаления грата внутри трубы*. Патент JPS 6445512A. Заявл. 17.08.1987, опубл. 20.02.1989.
- [14] Нишимото Х. *Гратосниматель сварных труб*. Патент JPS 58143908A. Заявл. 23.02.1982, опубл. 26.08.1983.
- [15] Шелег В.К., Данильчик С.С. Анализ методов и способов стружкодробления в процессе токарной обработки. В: *Машиностроение*. Вып. 27. Минск, БНТУ, с. 73–80.

## References

- [1] Shibanov A.V., Grubyu S.V. Optimization of the cutting tool for internal flash removing operations in the production of electric-welded tubes. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Mashinostroenie* [BMSTU Journal of Mechanical Engineering], 2021, no. 8, pp. 39–49, doi: <http://dx.doi.org/10.18698/0536-1044-2021-8-39-49> (in Russ.).
- [2] Micali L., Anesi A., Alberini G. et al. *Device for adjusting cutting depth for removal of weld beads inside profile sections such as tubes and the like*. Patent US 9486868B2. Appl. 08.12.2014, publ. 08.11.2016.
- [3] Shirai T. *Bead treatment device of resistance welded tube inner face*. Patent JP 2001105184A. Appl. 12.10.1999, publ. 17.04.2001.
- [4] Oishi K., Sato A. *Internal surface beads cutting device for electric resistance welded tube*. Patent JPH 1133814A. Appl. 22.07.1997, publ. 09.02.1999.
- [5] Takagi Kh., Kono K., Kodjima S. et al. *Cutting device for bead on internal surface of seam welded pipe*. Patent JPH 04300115A. Appl. 27.03.1991, publ. 23.10.1992.
- [6] Fukay T., Vakatsuki M., Matsumoto K. et al. *Method and apparatus for removing internal burrs formed inside an electric-welded pipe*. Patent JPS 57194814A. Appl. 22.05.1981, publ. 09.06.1986.
- [7] Gleason P.J. *Deburring welded pipe*. Patent US 7695224B2. Appl. 31.01.2008, publ. 06.08.2009.
- [8] Morisono M., Kuwabara K. *Inner bead trimmer of electric resistance welded tube*. Patent JPH 09103910A. Appl. 06.10.1995, publ. 22.04.1997.
- [9] Micali L., Alberini G., Anesi A. et al. *A device for adjusting cutting depth for removal of weld beads inside profile sections such as tubes and the like*. Patent EP 2893999A1. Appl. 03.12.2014, publ. 13.02.2019.
- [10] Engler B., Will H. *Procedure and device for the generation of short chips at the internal burring of straight head welded pipes*. Patent EP 0464331B1. Appl. 18.04.1991, publ. 14.12.1994.
- [11] Engler B., Will H. *Method of and device for obtaining short shavings trimmed from the seams inside longitudinally welded pipes*. Patent US 5216792A. Appl. 02.06.1992, publ. 08.06.1993.
- [12] Tsuda K., Morikava K., Sakamoto V. et al. *Device for removing burr inside the pipe*. Patent JPS 61192409A. Appl. 20.02.1985, publ. 27.08.1986.
- [13] Numadzhi K., Uryu S., Izumi K. et al. *A device for removal of burr inside a pipe*. Patent JPS 6445512A. Appl. 17.08.1987, publ. 20.02.1989.
- [14] Nishimoto H. *A welded pipe grate remover*. Patent JPS 58143908A. Appl. 23.02.1982, publ. 26.08.1983.
- [15] Sheleg V.K., Danilchik S.S. Analiz metodov i sposobov struzhkodrobleniya v protsesse to-karnoy obrabotki [Analysis of methods and ways of chip breaking during turning]. V: *Mashinostroenie*. Vyp. 27 [In: Machine building. Vol. 27]. Minsk, BNTU, pp. 73–80. (In Russ.).

Статья поступила в редакцию 08.01.2023

## Информация об авторе

**ШИБАНОВ Алексей Владимирович** — главный специалист по механической обработке Инженерно-технологического центра. АО «Выксунский металлургический завод»; аспирант кафедры «Инструментальная техника и технологии». МГТУ им. Н.Э.Баумана (105005, Москва, Российская Федерация, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1, e-mail: shibanov\_av@bmstu.ru).

## Information about the author

**SHIBANOV Aleksey Vladimirovich** — Chief Specialist in Mechanical Processing of the Engineering and Technology Center. JSC Vyksunskiy Metallurgical Plant; Postgraduate, Department of Tools and Tooling Technology. Bauman Moscow State Technical University (105005, Moscow, Russian Federation, 2<sup>nd</sup> Baumanskaya St., Bldg. 5, Block 1, e-mail: shibanov\_av@bmstu.ru).

### Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:

Шибанов А.В. Обеспечение качественной обработки внутренней поверхности электросварных труб на операции удаления грата в линии стана. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2023, № 7, с. 43–53, doi: 10.18698/0536-1044-2023-7-43-53

### Please cite this article in English as:

Shibanov A.V. Ensuring high-quality machining of the inner surface of the electric welded pipes during deburring in the mill line. *BMSTU Journal of Mechanical Engineering*, 2023, no. 7, pp. 43–53, doi: 10.18698/0536-1044-2023-7-43-53



**Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана  
предлагает читателям учебное пособие**

### **«Теория поддресоривания высокоподвижных двухзвенных гусеничных машин»**

**Авторы: Г.О. Котиев, Е.Б. Сарач, А.А. Стадучин**

Рассмотрены вопросы теории поддресоривания транспортных гусеничных машин: критерии плавности хода, прогнозирование быстроходности при ограничении по системе поддресоривания, математическое моделирование движения гусеничной машины по неровностям местности и моделирование дорожно-грунтовых условий, синтез многоуровневых систем поддресоривания и выбор их характеристик, управляемые системы поддресоривания гусеничных и колесных машин, а также вопросы управления углом складывания секций двухзвенной гусеничной машины в целях повышения быстроходности. Представлены перспективы развития систем поддресоривания.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальностям «Транспортные средства специального назначения» и «Наземные транспортно-технологические средства».

### **По вопросам приобретения обращайтесь:**

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.  
Тел.: +7 499 263-60-45, факс: +7 499 261-45-97;  
press@bmstu.ru; <https://bmstu.press>