

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2641444

СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНОЙ ЗАГОТОВКИ С ДРОБЛЕНИЕМ СТРУЖКИ

Патентообладатель: *федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Санкт-Петербургский горный университет" (RU)*

Авторы: *Максаров Вячеслав Викторович (RU), Ефимов Александр Евгеньевич (RU), Вьюшин Роман Вячеславович (RU)*

Заявка № 2016126241

Приоритет изобретения 29 июня 2016 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений

Российской Федерации 17 января 2018 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 29 июня 2036 г.

*Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности*

Г.П. Ивлиев





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B23B 1/00 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016126241, 29.06.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
29.06.2016

Дата регистрации:
17.01.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.06.2016

(43) Дата публикации заявки: 11.01.2018 Бюл. № 2

(45) Опубликовано: 17.01.2018 Бюл. № 2

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Максаров Вячеслав Викторович (RU),
Ефимов Александр Евгеньевич (RU),
Вьюшин Роман Вячеславович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет" (RU)

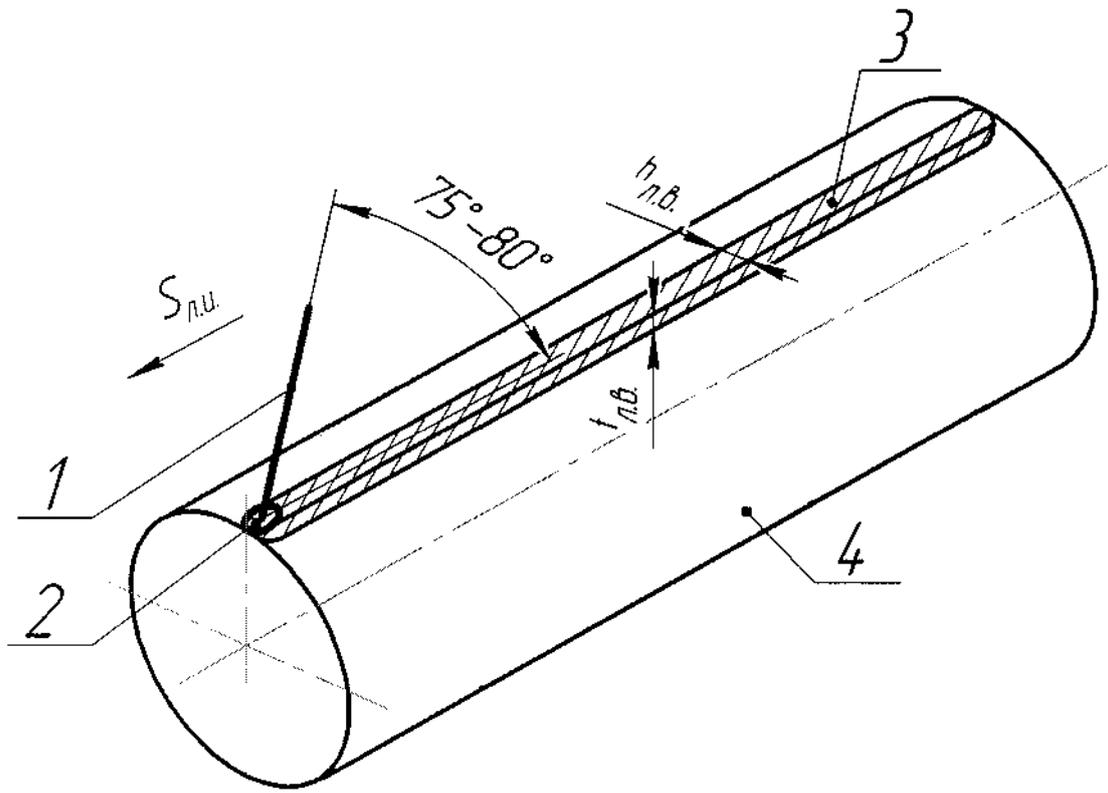
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: SU 1583216 A1, 07.08.1990. SU
1196141 A1, 07.12.1985. SU 1641507 A1,
15.04.1991. EP 220421 A, 06.05.1987.

(54) СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СТАЛЬНОЙ ЗАГОТОВКИ С ДРОБЛЕНИЕМ СТРУЖКИ

(57) Реферат:

Способ включает предварительную подготовку обрабатываемой поверхности путем нагрева непрерывным лазерным лучом на глубину снимаемого припуска. Лазерный луч перемещают по прямой траектории с линейной скоростью и с постоянными мощностью излучения и длиной волны под углом наклона к обрабатываемой поверхности заготовки в пределах от 75 до 80° в виде сфокусированного светового пятна, диаметр которого выбирают из

условия обеспечения плотности мощности, достаточной для фазовых превращений в структуре заготовки на глубину припуска и формирования в ней локальной метастабильной зоны с измененными упругими свойствами, пересечение которой с плоскостью резания обеспечивает сегментацию и дробление стружки. Достигается повышение надежности стружкодробления. 5 ил.



Фиг. 1

RU 2641444 C2

RU 2641444 C2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B23B 1/00 (2006.01)

(21)(22) Application: **2016126241, 29.06.2016**

(24) Effective date for property rights:
29.06.2016

Registration date:
17.01.2018

Priority:

(22) Date of filing: **29.06.2016**

(43) Application published: **11.01.2018 Bull. № 2**

(45) Date of publication: **17.01.2018 Bull. № 2**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet", otdel intellektualnoj sobstvennosti i
transfera tekhnologij (otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Maksarov Vyacheslav Viktorovich (RU),
Efimov Aleksandr Evgenevich (RU),
Vyushin Roman Vyacheslavovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet" (RU)**

(54) **METHOD OF MECHANICAL PROCESSING OF STEEL CASTING WITH FRAGMENTATION OF CHIPS**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: method involves preliminary preparation of the surface to be treated by heating with a continuous laser beam to the depth of allowance being removed. The laser beam is moved in a straight trajectory with linear speed and with constant power and wavelength angle to the surface of the workpiece in the range from 75 to 80° in the form of focused light spot diameter of which is chosen from the condition of

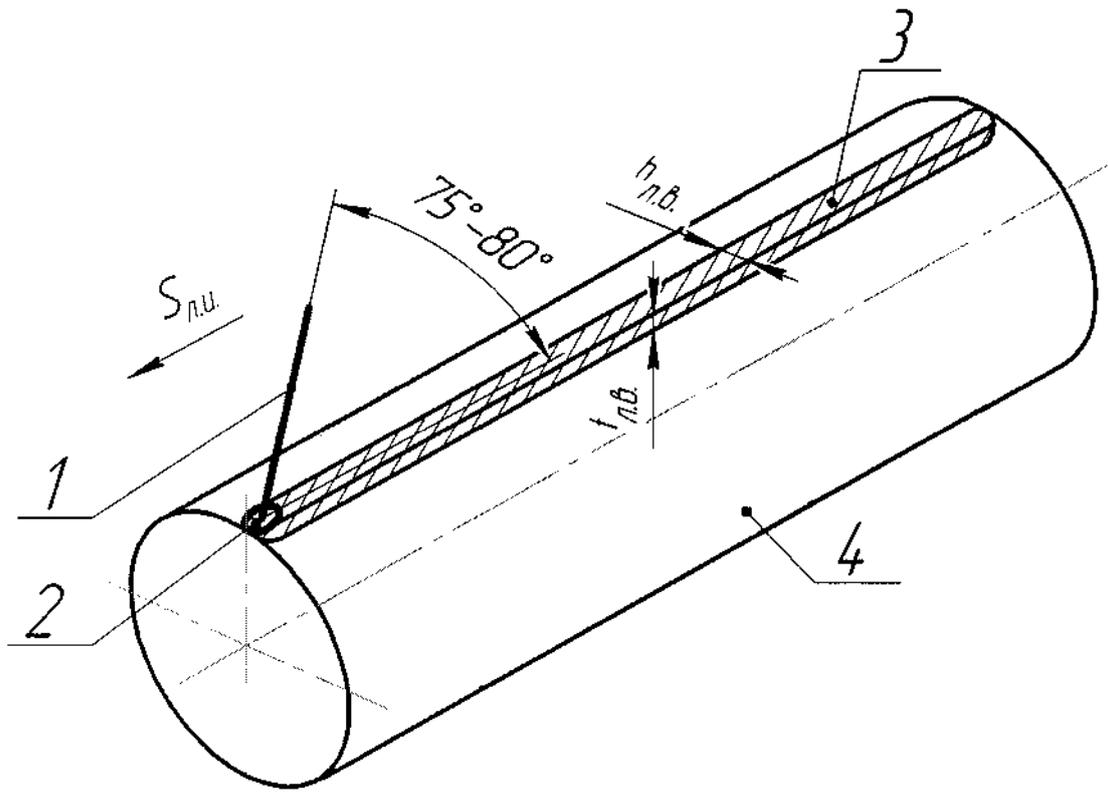
providing sufficient power density, enough for phase transformations in the structure of workpiece on the depth of the allowance and the formation in it of local metastable zone with altered elastic properties, the intersection of which with cutting plane provides segmentation and fragmentation of chips.

EFFECT: reliability increase.

5 dwg

C 2
4 4 4
2 6 4 1 4 4 4
R U

R U
2 6 4 1 4 4 4
C 2



Фиг. 1

RU 2641444 C2

RU 2641444 C2

Изобретение относится к области металлообработки и предназначено для обработки деталей из различного сортамента сталей и их сплавов, где предъявляются повышенные требования к удалению стружки из зоны обработки на токарных станках оснащенных ЧПУ.

5 Известен способ дробления стружки (авторское свидетельство SU №664753, опубл. 30.05.1979 г.), при котором стружку завивают в спираль, диаметр которой вписывается в область термического влияния дуги, а затем осуществляют дополнительную ориентацию стружки в направлении, перпендикулярном оси ее перемещения с помощью свободно вращающегося на оси ролика.

10 Недостатком является необходимость обеспечивать изменение ориентации стружки в зависимости от изменяющихся режимов резания и размеров припуска в пространстве технологического оборудования с помощью свободно вращающегося на оси ролика.

Известен способ механической обработки с подогревом (авторское свидетельство SU №665983, опубл. 05.06.1979 г.), заключающиеся в том, что для осуществления
15 дробления стружки создаются периодические кратковременные воздействия импульса тока плазматрона на поверхность резания для нанесения стружкоразделительных канавок.

Недостатком является наличие вибраций резца и ударных нагрузок на режущий клин при прохождении стружкоразделительных канавок, приводящих к снижению стойкости
20 режущего инструмента, и технологические сложности одновременного совмещения процесса нанесения канавок и процесса резания.

Известен способ механической обработки с подогревом (авторское свидетельство SU №860936, опубл. 07.09.1981 г.), при котором перед резцом на поверхности резания источником-плазматроном на пересечении поверхности резания и обработанной
25 поверхности образуют канавку при помощи нагрева слоя металла подлежащего удалению до температуры, при которой его механические свойства изменяются с последующим удалением обычным резцом.

Недостатком способа является его пригодность только для черновой обдирки литых и кованных слитков, что является энергоемким процессом и не решает проблему
30 стружкодробления.

Известен способ механической обработки труднообрабатываемых материалов с подогревом срезаемого слоя (авторское свидетельство SU №982847, опубл. 23.12.1982 г.), в соответствии с которым осуществляют локальный нагрев срезаемого слоя выше температуры рекристаллизации металла.

35 Недостатком способа является относительно низкая производительность, обусловленная тем, что производится одновременный опережающий нагрев срезаемого слоя и последующая обработка при высоких температурах резания.

Известен способ механической обработки с дроблением стружки (авторское свидетельство SU №1024155, опубл. 23.06.1983 г.), включающий нагрев обрабатываемой
40 поверхности заготовки, осуществляемый газовой горелкой по винтовой линии с последующим охлаждением.

Недостатком способа является неустойчивость сегментирования стружки при механической обработке на различных режимах вследствие неопределенности параметров теплового воздействия и несогласованности их с параметрами механической
45 обработки, что в свою очередь приводит к неравномерным нагрузкам на режущий инструмент.

Известен способ механической обработки с дроблением стружки (патент РФ №2578875, опубл. 20.01.2016 г.), включающий нагрев обрабатываемой поверхности

заготовки пламенем газовой горелки, при этом ось факела расположена по касательной к обрабатываемой поверхности, за счет чего на этапе механической обработки обеспечивается безударное врезание резца, вследствие параллельного расположения главной режущей кромки, в линию с локальным термическим воздействием, что
5 приводит к дроблению стружки вследствие изменения упругих ее свойств.

Недостатком способа является длительный нагрев поверхностного слоя и низкая скорость охлаждения после термической обработки, вследствие чего сформировавшаяся структура неравномерно распределяется в поверхностном слое по объему термического воздействия приводя в процессе резания к периодическим ударным нагрузкам режущего
10 инструмента, что сказывается на его стойкости, а также понижает надежность стружкодробления.

Известен способ лазерно-механической обработки (авторское свидетельство SU №1583216, опубл. 07.08.1990 г.), принятый за прототип, с целью повышения точности и расширения технологических возможностей, включающий нагрев заготовки лучом
15 лазера, охлаждение ее до температуры окружающей среды, причем глубину лазерного воздействия определяют из соотношения $h_c \cdot f \leq t \leq h_c$, где h_c - глубина лазерного воздействия; f - допустимая глубина дефектного слоя; t - глубина резания.

Недостатком предлагаемого способа является скалывание режущей кромки по передней и задней поверхностям в результате ударного воздействия инструмента об
20 упрочненный слой с микротвердостью $H=165 \text{ кг/мм}^2$, что не позволит достичь снижения шероховатости по параметру Rz в 2,5 раза.

Техническим результатом изобретения является повышение надежности стружкодробления и стойкости режущего инструмента, а также расширение сортамента обрабатываемых материалов.
25

Технический результат достигается тем, что лазерный луч перемещают по прямой траектории с линейной скоростью и с постоянными мощностью излучения и длиной волны под углом наклона к обрабатываемой поверхности заготовки в пределах от 75° до 80° в виде сфокусированного светового пятна, диаметр которого выбирают из
30 условия обеспечения плотности мощности, достаточной для фазовых превращений в структуре заготовки на глубину припуска и формирования в ней локальной метастабильной зоны с измененными упругими свойствами, пересечение которой с плоскостью резания обеспечивает сегментацию и дробление стружки.

Способ механической обработки стальной заготовки с дроблением стружки поясняется следующими чертежами.
35

фиг. 1 - схема нанесения лазерного воздействия на стальную заготовку;

фиг. 2 - схема механической обработки заготовки, предварительно подвергнутой локальному лазерному воздействию;

фиг. 3 - равномерное распределение лазерного воздействия по поверхности стальной заготовки;
40

фиг. 4 - равномерное распределение метастабильной структуры по глубине стальной заготовки после лазерного воздействия;

фиг. 5 - неравномерное распределение измененной структуры по глубине стальной заготовки после метода газовой горелки.

1 - лазерный луч, отклоненный на α° ;

2 - диаметр светового пятна;

3 - локальная зона с измененной структурой;

4 - заготовка;

5 - заготовка с измененной структурой;

6 - режущий инструмент;

7 - локальная метастабильная зона.

Способ осуществляется следующим образом. На этапе подготовки по поверхности заготовки 4 перемещается лазерный луч, отклоненный на $\alpha^\circ 1$ по прямой траектории с подачей $S_{л.и.}$, производя сверхбыстрый разогрев с постоянной линейной скоростью и мощностью излучения, формируя локальную зону с измененной структурой 3 по ширине $h_{л.в.}$ и $t_{л.в.}$ глубине воздействия (фиг. 1). Причем лазерное излучение с длиной волны $\lambda=1,07$ мкм подается на обрабатываемую поверхность с углом наклона от 75 до 80° и сфокусированное в световое пятно. Диаметр светового пятна 2 выбирается таким образом, чтобы плотности мощности было достаточно для соответствующих фазовых превращений (согласно диаграмме железо-углерод), происходящих в структуре заготовки $\sim 10^6$ Вт/см², т.е. имело место полной фазовой перекристаллизации с образованием аустенитной структуры, которая при последующем сверхбыстром охлаждении в данном локальном объеме стали превращается в мартенсит. Такое энергетическое воздействие на поверхность, а также равномерное распределение плотности мощности в самом пятне, обусловленное конструкцией волоконного лазера, исключает такие дефекты, как пережоги, локальное оплавление и неравномерность глубины обработки. На этапе механической обработки заготовка с измененной структурой 5 вращается с частотой n , происходит сьем слоя металла режущим инструментом 6 с подачей S на глубину резания $t_{рез}$, не превышающую толщину локального лазерного воздействия $t_{л.в.}$ (фиг. 2). Линия с локальной метастабильной зоной 7 при пересечении с плоскостью резания служит концентратором напряжений с измененными упругими свойствами и вызывает сегментацию и дробление стружки.

Предлагаемый способ механической обработки стальной заготовки с дроблением стружки позволяет существенно уменьшить динамические нагрузки на режущий клин инструмента, повысить виброустойчивость системы и в результате этого увеличить стойкость резцов. При таком способе возможна обработка с дроблением стружки не только конструкционных материалов, но и труднообрабатываемых сталей и их сплавов.

Примеры

Для формирования концентратора напряжения в локальной зоне поверхностного слоя цилиндрической детали производился разогрев лазерным лучом по прямой траектории при помощи иттербиевого волоконного лазерного комплекса мод. Лс-5.

Данная установка позволяет произвести лазерное воздействие в локальной зоне поверхности детали на глубину $t_{л.в.}$ с точностью до 0,01 мм из-за физической сущности лазерного луча (лазерная установка излучает лазерный луч с постоянной мощностью излучения и длиной волны) (фиг. 4). Мощность при этом составила 2,5 кВт, скорость обработки 2000 мм/мин и диаметр сфокусированного светового пятна, равного 4 мм, были постоянными. Ширина полученной локальной линии $h_{л.в.}$ равняется 6 мм (фиг. 3).

Такие параметры позволили равномерно распределить структуру по всему объему прямой локальной линии, обеспечивая безударное вхождение режущего инструмента в зону с локальным лазерным воздействием, что положительно отразилось на стойкости резца и надежности стружкодробления.

(57) Формула изобретения

Способ механической обработки стальной заготовки с дроблением стружки, включающий предварительную подготовку обрабатываемой поверхности путем нагрева

непрерывным лазерным лучом на глубину снимаемого припуска, отличающийся тем, что лазерный луч перемещают по прямой траектории с линейной скоростью и с постоянными мощностью излучения и длиной волны под углом наклона к обрабатываемой поверхности заготовки в пределах от 75 до 80° в виде

5 сфокусированного светового пятна, диаметр которого выбирают из условия обеспечения плотности мощности, достаточной для фазовых превращений в структуре заготовки на глубину припуска и формирования в ней локальной метастабильной зоны с измененными упругими свойствами, пересечение которой с плоскостью резания обеспечивает сегментацию и дробление стружки.

10

15

20

25

30

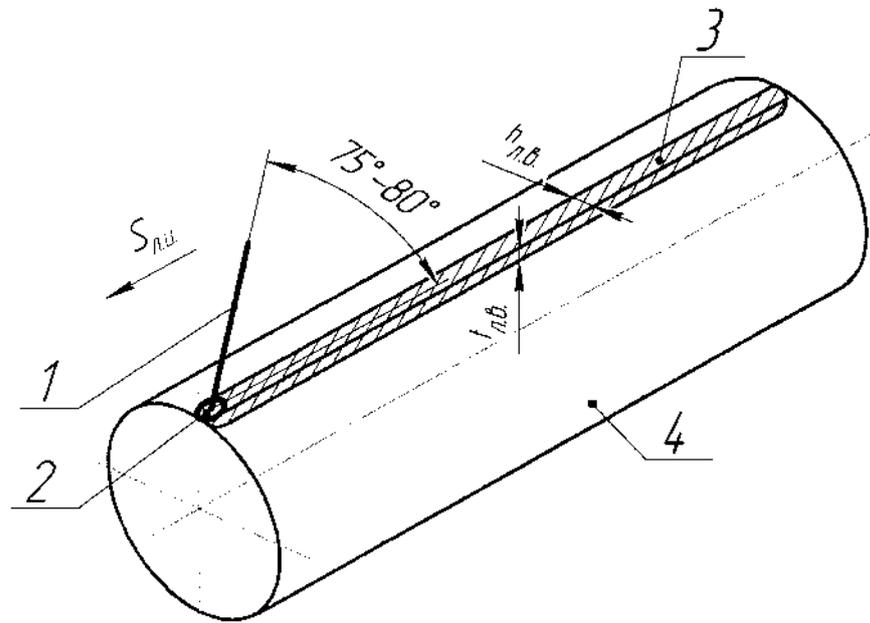
35

40

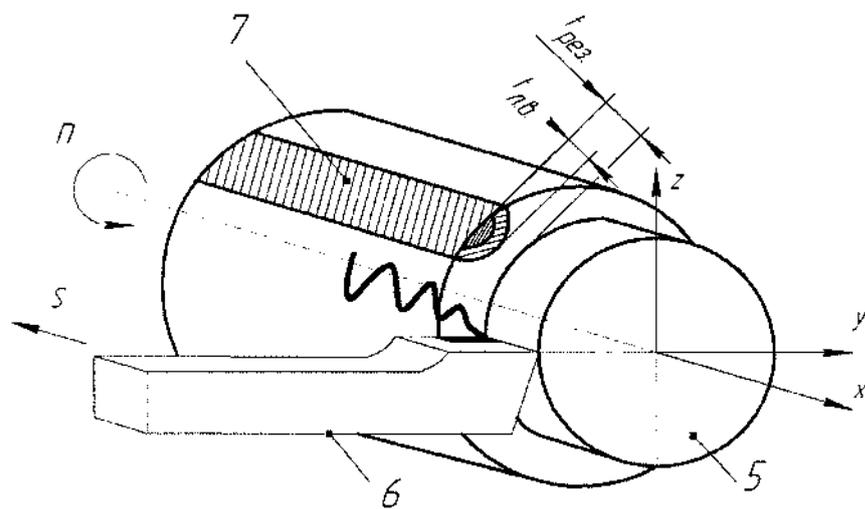
45

1

**СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
С ДРОБЛЕНИЕМ СТРУЖКИ**



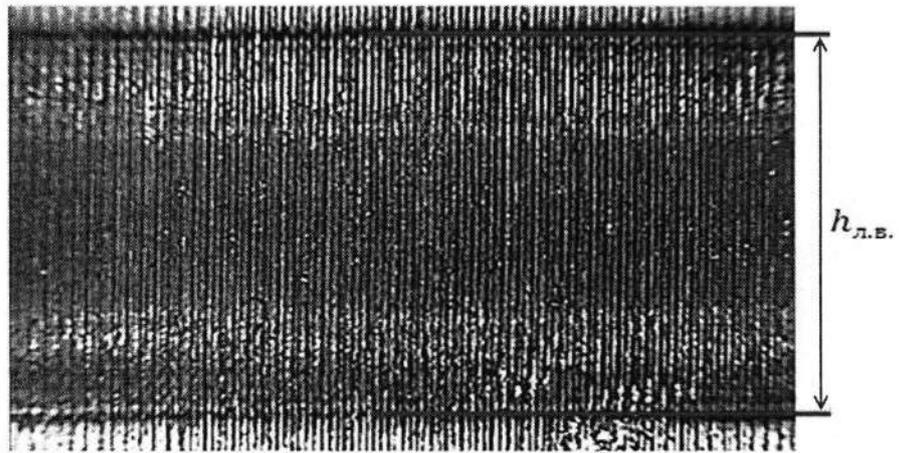
Фиг. 1



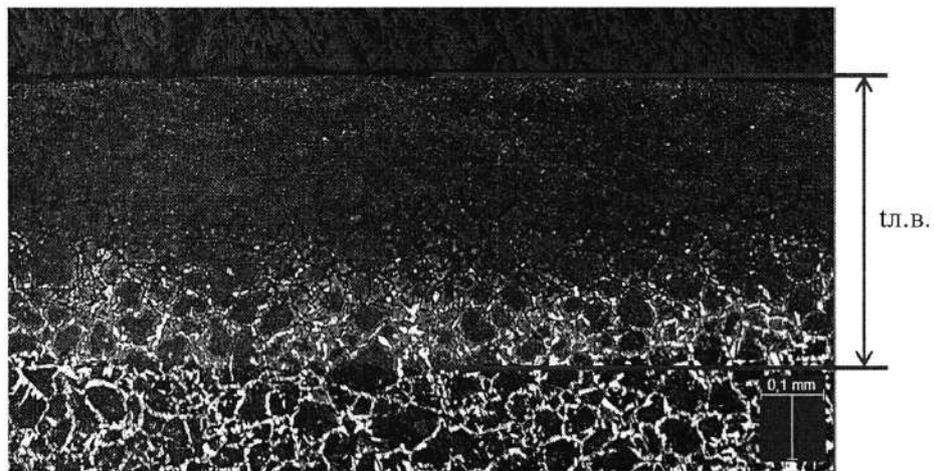
Фиг. 2

2

СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
С ДРОБЛЕНИЕМ СТРУЖКИ

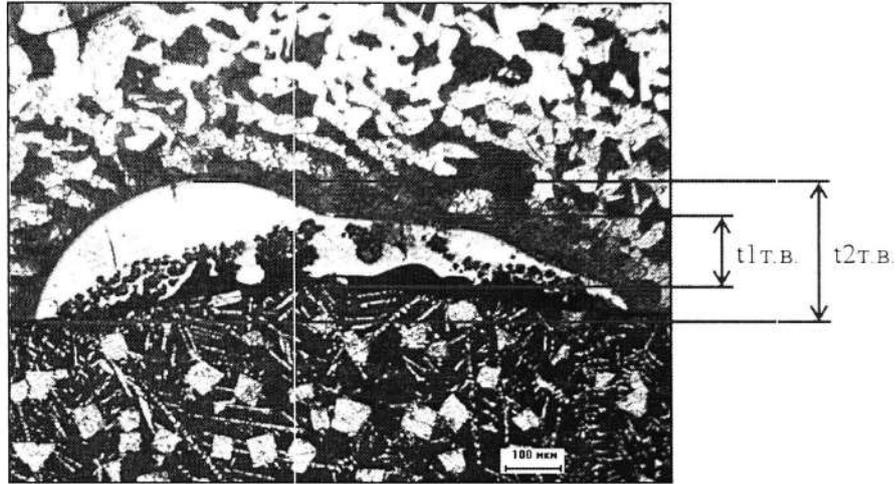


Фиг. 3



Фиг. 4

СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
С ДРОБЛЕНИЕМ СТРУЖКИ



Фиг. 5