

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2696512

СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ С ДРОБЛЕНИЕМ СТРУЖКИ

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

Авторы: *Максаров Вячеслав Викторович (RU), Тимофеев Дмитрий Юрьевич (RU), Важенин Андрей Юрьевич (RU)*

Заявка № 2018118301

Приоритет изобретения 17 мая 2018 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 02 августа 2019 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 17 мая 2038 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 (2013.01)

(21)(22) Заявка: 2018118301, 17.05.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.05.2018

Дата регистрации:
02.08.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 17.05.2018

(45) Опубликовано: 02.08.2019 Бюл. № 22

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),
Тимофеев Дмитрий Юрьевич (RU),
Важенин Андрей Юрьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

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

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2641444 C2, 11.01.2018. SU 211267
A1, 04.04.1968. RU 2556257 C2, 10.07.2015. RU
2578875 C1, 27.03.2016.

(54) СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ С ДРОБЛЕНИЕМ СТРУЖКИ

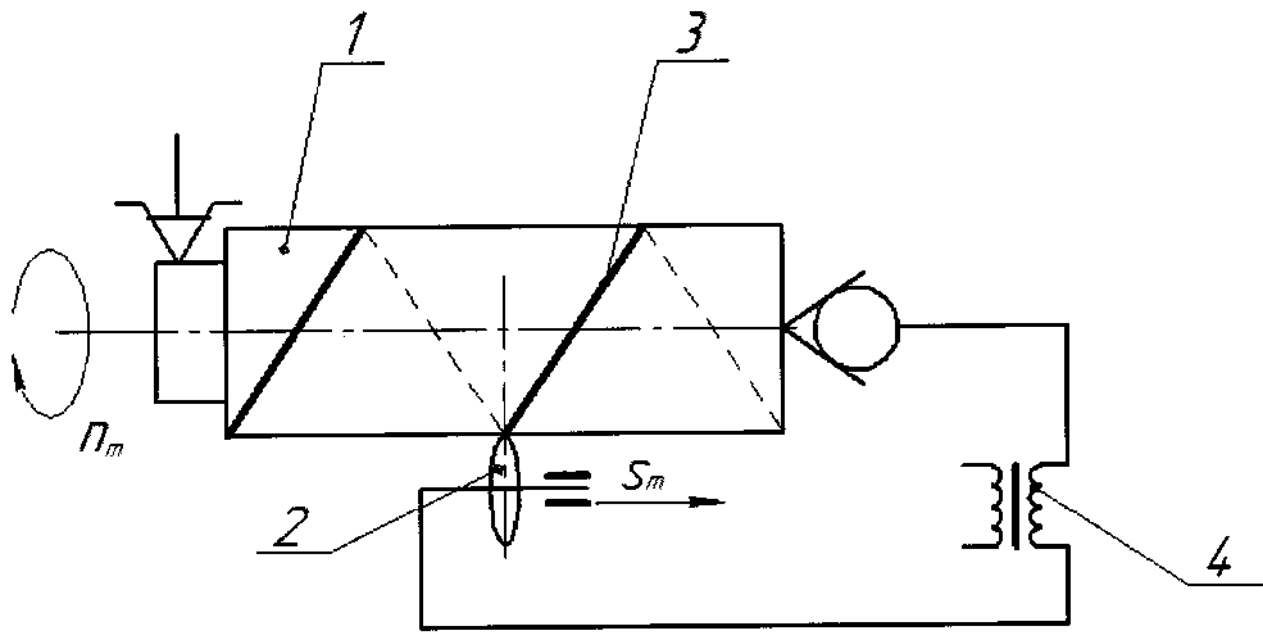
(57) Реферат:

Способ включает предварительный локальный электроконтактный нагрев заготовки по винтовой траектории внешним источником тепла с регулируемой температурой до достижения в срезаемом слое температуры фазового перехода с последующим охлаждением и срезанием припуска. Электроконтактный нагрев срезаемого слоя осуществляют посредством контактирующего элемента, ориентированного по нормали к оси заготовки, токами короткого замыкания, возникающими в точке контакта

контактирующего элемента с поверхностью обрабатываемой заготовки. При этом выбирают силу тока, пропускаемого через контактирующий элемент, и скорость его перемещения, обеспечивающие фазовый переход на глубину припуска, срезаемого за один проход при последующей обработке, а угол наклона линии электроконтактного взаимодействия устанавливают более 21°. Достигается устойчивая сегментация отрезков стружки. 4 ил., 2 табл.

RU 2 696 512 C1

RU 2 696 512 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B23B 1/00 (2013.01)

(21)(22) Application: **2018118301, 17.05.2018**

(24) Effective date for property rights:
17.05.2018

Registration date:
02.08.2019

Priority:

(22) Date of filing: **17.05.2018**

(45) Date of publication: **02.08.2019** Bull. № 22

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),
Timofeev Dmitrij Yurevich (RU),
Vazhenin Andrej Yurevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **MACHINING METHOD WITH CHIPS CRUSHING**

(57) Abstract:

FIELD: physics.

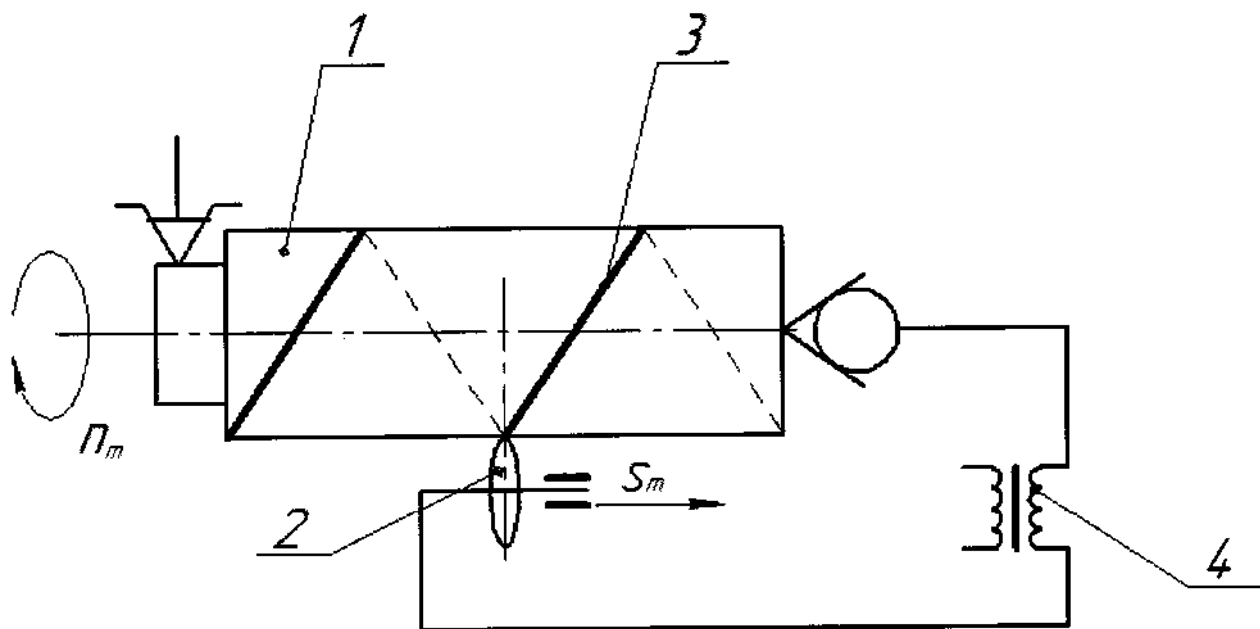
SUBSTANCE: method includes preliminary local electric contact heating of a billet along a helical trajectory by an external source of heat with controlled temperature till achievement of phase transition temperature in a sheared layer with subsequent cooling and cutting of allowance. Electric contact heating of sheared layer is carried out by means of contact element oriented along normal to billet axis, short-circuit

currents arising at point of contact of contacting element with surface of processed billet. At that, force of current passed through the contacting element is selected, and speed of its movement providing phase transition to the allowance depth cut in one pass during further processing, and inclination angle of the electric contact interaction line is set more than 21°.

EFFECT: achieving stable segmentation of chips.
1 cl, 4 dwg, 2 tbl

RU 2 696 512 C1

RU 2 696 512 C1



Фиг. 1

Изобретение относится к области металлообработки и может быть использовано для дробления стружки на элементы при обработке конструкционных сталей на токарных станках, оснащенных числовым программным управлением.

Известен способ механической обработки с подогревом (авторское свидетельство №665983, опубл. 05.06.1979 г.), заключающийся в том, что для осуществления 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 режущего инструмента.

Известен способ механической обработки с подогревом зоны резания плазменной дугой (авторское свидетельство №872035, 15.10.1981 г.), заключающиеся в том, что для осуществления дробления стружки создаются периодические кратковременные воздействия плазмообразующим газом на поверхность резания для нанесения стружкоразделительных канавок.

Недостатком данного способа являются технологические сложности одновременного совмещения процесса нанесения канавок и процесса резания.

Известен способ механической обработки с подогревом (авторское свидетельство №860936, опубл. 07.09.1981 г.), при котором перед резцом на поверхности резания источником-плазмотроном на пересечении поверхности резания и обработанной поверхности образуют канавку и осуществляют нагрев слоя металла, подлежащего в дальнейшем удалению обычным резцом, до температуры, при которой его механические свойства изменяются.

Недостатками этого способа являются возможность применения только для черновой обработки, вследствие рассеивания тепла и попадания его на обработанную поверхность заготовки, снижение стойкости резца, вследствие работы при повышенных температурах.

Известен способ механической обработки заготовок из сталей с нагревом срезаемого слоя (авторское свидетельство №982847, опубл. 23.12.1982 г.), в соответствии с которым осуществляют локальный нагрев срезаемого слоя выше температуры рекристаллизации металла.

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

Известен способ механической обработки с дроблением стружки (авторское свидетельство №1024155, опубл. 23.06.1983 г.), включающий нагрев обрабатываемой поверхности заготовки, осуществляемый газовой горелкой по винтовой линии с последующим охлаждением и на этапе резания со снятием слоя металла.

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

Известен способ механической обработки с дроблением стружки (патент RU №2578875, опубл. 27.03.2016 г.), принятый за прототип, включающий нагрев обрабатываемой поверхности заготовки пламенем газовой горелки, направленным по касательной к обрабатываемой поверхности, перед обработкой по винтовой линии с последующим охлаждением и срезанием припуска.

Недостатком известного способа является необходимость иметь в пограничной зоне наибольшую разницу в физико-механических свойствах исходного материала заготовки

и зоны по линии локального термического воздействия.

Техническим результатом изобретения является создание способа механической обработки с дроблением стружки, включающего предварительный локальный электроконтактный нагрев заготовки по винтовой траектории с последующей механической обработкой, что позволит повысить точность и качество механической обработки, повысить стойкость режущего инструмента, а также расширить сортамент обрабатываемых сталей.

Технический результат достигается тем, что производят электроконтактный нагрев срезаемого слоя осуществляют посредством контактирующего элемента, ориентированного по нормали к оси заготовки, токами короткого замыкания, возникающими в точке контакта контактирующего элемента с поверхностью обрабатываемой заготовки, при этом выбирают силу тока, пропускаемого через контактирующий элемент, и скоростью его перемещения, обеспечивающие фазовый переход на глубину припуска, срезаемого за один проход при последующей обработке, а угол наклона линии электроконтактного взаимодействия устанавливают более 21° .

Способ механической обработки с дроблением стружки поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - схема предварительного локального электроконтактного термического воздействия; фиг. 2 - структурные изменения в поверхностном слое при предварительном локальном электроконтактном термическом воздействии;

фиг. 3 - параметры закаленного слоя по отношению к торцовой части заготовки;

фиг. 4 - процесс лезвийной механической обработки заготовки после создания зоны локального электроконтактного термического воздействия, где:

- 1 - заготовка;
- 2 - контактирующий элемент (ролик);
- 3 - траектория локального электроконтактного нагрева;
- 4 - трансформатор;
- 5 - глубина зоны локального электроконтактного термического воздействия, h ;
- 6 - величина припуска, $h_{пр}$;
- 7 - диаметр заготовки;
- 8 - плоскость резания;
- 9 - точка пересечения (концентратор напряжений).

Способ осуществляется следующим образом.

На этапе подготовки по поверхности заготовки 1 диаметром 7 с частотой вращения n_m при холостом ходе с подачей S_m в продольном направлении суппорта станка перемещается контактирующий элемент (ролик) 2, к которому поступает ток от трансформатора 4, в результате чего по винтовой траектории наносят линию локального электроконтактного нагрева 3 (фиг. 1). При этом контактирующий элемент (ролик) 2, осуществляющий электроконтактный нагрев срезаемого слоя, ориентируют по нормали к оси детали. В точке контакта контактирующего элемента (ролика) с поверхностью обрабатываемой заготовки возникают токи короткого замыкания. Сила тока, пропускаемая через контактирующий элемент (ролик), и величина подачи S_m обеспечивают фазовый переход с образованием неравновесной структуры при последующем охлаждении на глубину h 5 (зона локального электроконтактного термического воздействия с образованием закаленного слоя), не превышающую величину припуска $h_{пр}$ 6 (фиг. 2), срезаемого за один проход при последующей обработке.

На этапе механической обработки заготовки 1 с частотой вращения n_p , происходит срез металла резцом с подачей S_p на глубину резания, превышающую глубину предварительного локального электроконтактного термического воздействия (фиг. 2, 3). Плоскость резания 8 в зоне пересечения линии с предварительным локальным термическим воздействием 3 образует концентратор напряжений 9 с измененными упругопластическими свойствами по сравнению с исходным материалом. Угол наклона закаленного слоя по отношению к торцевой части заготовки позволяет обеспечить безударное врезание в линию локального термического воздействия (фиг. 3). Проекции величины подачи локального электроконтактного воздействия и торцевой части заготовки образуют между собой прямоугольный треугольник. Таким образом, угол закаленного слоя определяется по формуле $\mu_m = \arctg\left(\frac{S_m}{\pi \cdot D_3}\right)$, где S_m - подача ролика за один оборот заготовки, мм; D_3 - диаметр заготовки, мм. Для обеспечения устойчивой сегментации и дробления стружки угол наклона локального электроконтактного взаимодействия μ_m , формирующего закаленный слой, должен находиться в пределах от 21° до 42° (табл.2). Равномерно повторяющаяся закаленная структура создает кратковременные изменения угла сдвига при формировании стружки, тем самым обеспечивается равномерная сегментация стружки, что положительно сказывается на качестве и точности обработанной поверхности.

Предлагаемый способ механической обработки с дроблением стружки, включающий предварительный локальный электроконтактный нагрев заготовки по винтовой траектории, позволяет существенно уменьшить динамические нагрузки на режущий клин инструмента, в результате увеличить стойкость резцов и, как следствие, повысить точность и качество шероховатости поверхности обработанной заготовки. При таком способе возможна обработка не только стальных заготовок, но заготовок из сплавов обладающих полиморфизмом.

Примеры. Для формирования закаленной локальной зоны в поверхностном слое цилиндрической заготовки (материал Сталь 40Х ГОСТ 2590-2006, производилось создание зоны локального термического воздействия по винтовой траектории, роликом (материал ролика М2р ГОСТ 859-2001)).

Точение проводилось на токарном станке 16А20Ф3 проходным резцом с механическим креплением пластины Т15К6 с главным углом в плане 45° со скоростью резания 320 м/мин и величиной продольной подачи 0,05 мм/об.

Таблица 1 – параметры проведенных экспериментов

Припуск t , мм	Глубина закаленного слоя $t_{плэкв}$, мм	Потребляемая мощность, кВт		Погрешность формы – овальность, мм		Нагрузка на резец, Н	
		Заявляемый способ	Прототип	Заявляемый способ	Прототип	Заявляемый способ	Прототип
0,2	0,1	3,6	3,9	0,001	0,002	30,55	42,12
0,4	0,2	3,6	3,9	0,002	0,004	37,05	50,10
0,6	0,4	3,7	4,0	0,002	0,004	44,73	61,67
0,8	0,6	3,7	4,0	0,004	0,006	54,12	74,62
1,0	0,8	3,8	4,1	0,005	0,006	65,50	90,30
1,2	1,0	3,8	4,1	0,006	0,010	79,21	109,25
1,4	1,2	3,9	4,3	0,006	0,010	95,88	132,20

Таблица 2 – зависимость стойкости режущего инструмента от угла наклона предварительного локального электро-контактного термического воздействия

Угол наклона локального электро-контактного воздействия μ_m , °	Подача S_m , мм/об	Нагрузка на резец при снятии припуска $t=0,8$ мм, Н	Наличие сегментации стружки
8	50	54,12	-
15	100	54,12	-
21	150	54,12	+
28	200	54,12	+
33	250	54,12	+
38	300	54,12	+
42	350	54,12	+

Согласно проведенным экспериментам, при обработке заготовки со снятием припуска $t=0,8$ мм (табл. 2), выполненным в соответствии с представленной расчетной формулой, выявлено, что стойкость режущего инструмента не зависит от величины подачи S_m и угла наклона μ_m локального электроконтактного термического воздействия. Для надежного процесса сегментации стружки для данных режимов обработки угол наклона линии локального электроконтактного воздействия μ_m должен превышать 21° .

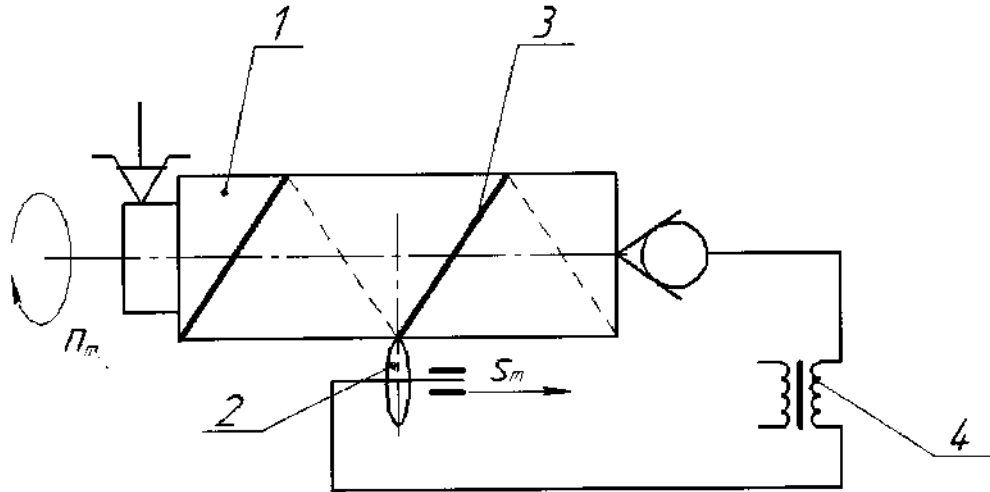
Данные параметры позволили обеспечить снижение энергоемкости процесса, уменьшить нагрузку и увеличить стойкость резца на 45-50% за счет обеспечения безударного вхождения режущего инструмента в зону с локальным электроконтактным деформированием, что позволяет увеличить точность и качество поверхностного слоя детали на 35-40% (табл. 1, 2).

(57) Формула изобретения

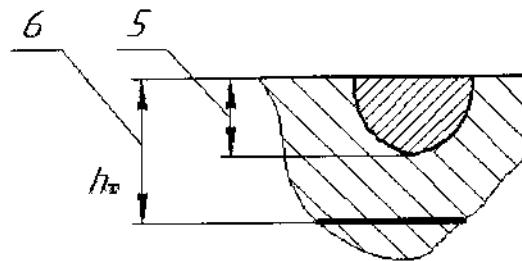
Способ механической обработки с дроблением стружки, включающий предварительный локальный электроконтактный нагрев заготовки по винтовой траектории внешним источником тепла с регулируемой температурой до достижения в срезаемом слое температуры фазового перехода с последующим охлаждением и срезанием припуска, отличающийся тем, что электроконтактный нагрев срезаемого слоя осуществляют посредством контактирующего элемента, ориентированного по нормали к оси заготовки, токами короткого замыкания, возникающими в точке контакта контактирующего элемента с поверхностью обрабатываемой заготовки, при этом выбирают силу тока, пропускаемого через контактирующий элемент, и скорость его перемещения, обеспечивающие фазовый переход на глубину припуска, срезаемого за один проход при последующей обработке, а угол наклона линии электроконтактного взаимодействия устанавливают более 21° .

1

**СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
С ДРОБЛЕНИЕМ СТРУЖКИ**



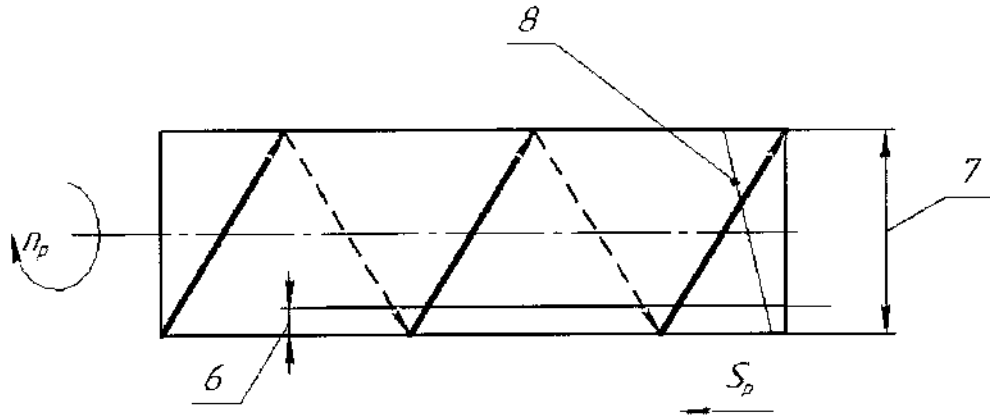
Фиг. 1



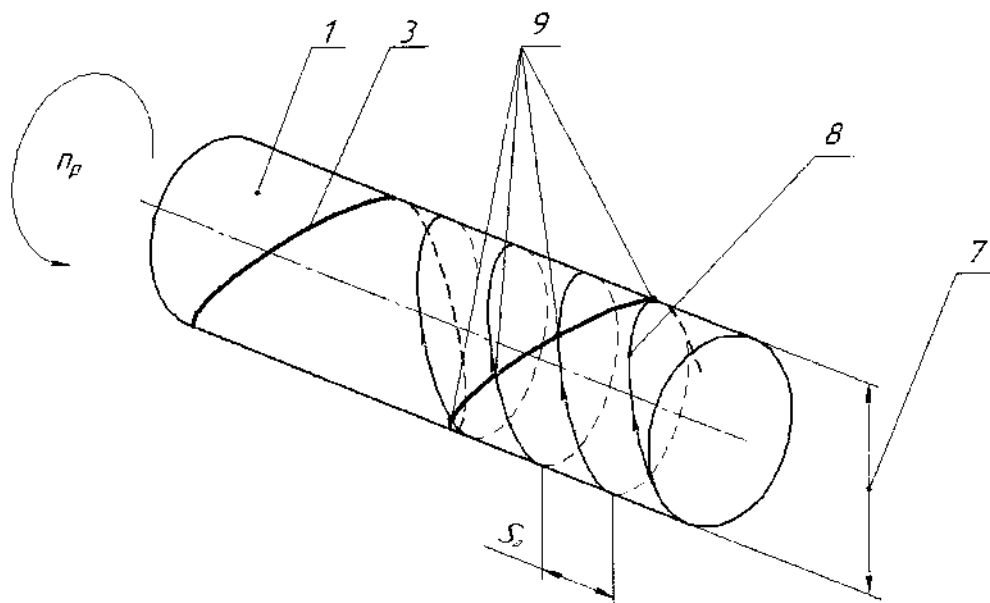
Фиг. 2

2

СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
С ДРОБЛЕНИЕМ СТРУЖКИ



Фиг. 3



Фиг. 4