

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2643022

СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВКИ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

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

Авторы: *Максаров Вячеслав Викторович (RU), Кошелева Елена Викторовна (RU), Важенин Андрей Юрьевич (RU)*

Заявка № 2017108837

Приоритет изобретения 16 марта 2017 г.

Дата государственной регистрации в
Государственном реестре изобретений
Российской Федерации 29 января 2018 г.

Срок действия исключительного права
на изобретение истекает 16 марта 2037 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: 2017108837, 16.03.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.03.2017

Дата регистрации:
29.01.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.03.2017

(45) Опубликовано: 29.01.2018 Бюл. № 4

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
ФГБОУ ВО "Санкт-Петербургский горный
университет", отдел интеллектуальной
собственности и трансфера технологий (отдел
ИС и ТТ)

(72) Автор(ы):

Максаров Вячеслав Викторович (RU),
Кошелева Елена Викторовна (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 2399460 C1, 20.09.2010. RU
2058876 C1, 27.04.1996. SU 1773564 A1,
07.11.1992. GB 1334510 A, 17.10.1973.

(54) СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВКИ ИЗ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

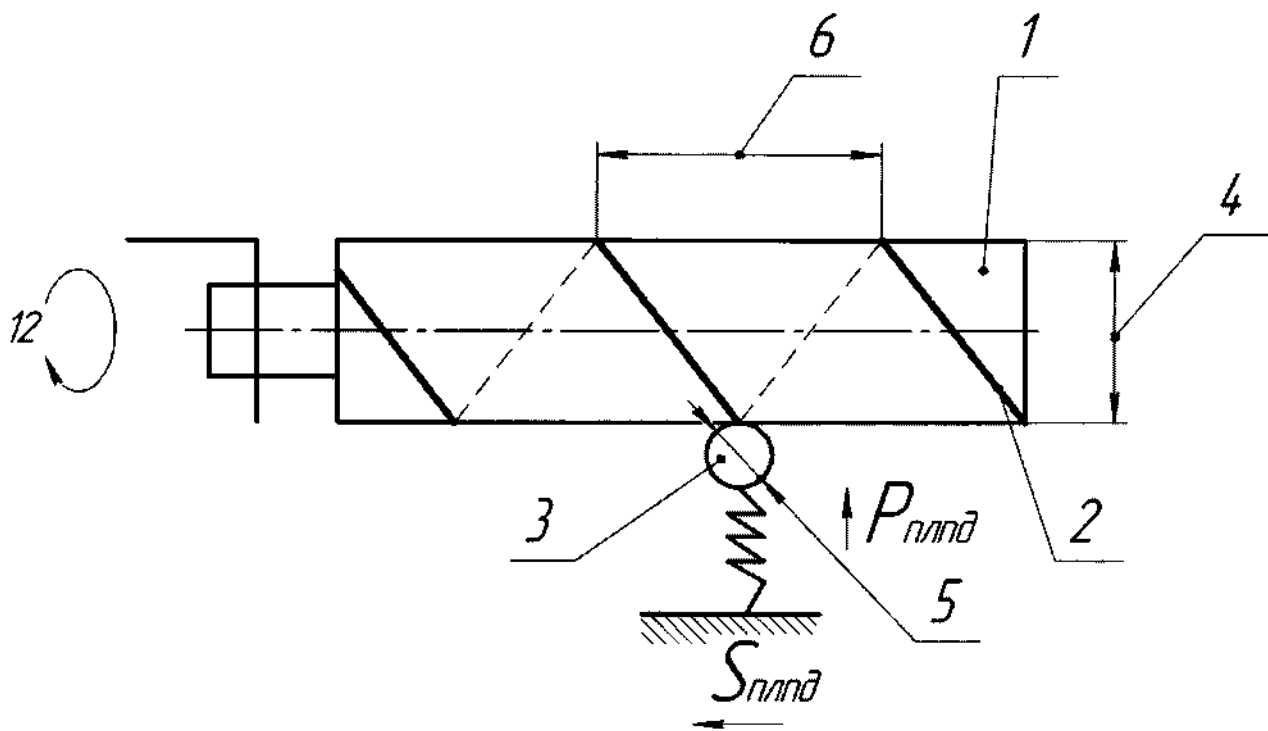
(57) Реферат:

Изобретение относится к способу механической обработки заготовки из титанового сплава. Осуществляют предварительное локальное пластическое деформирование вращающейся заготовки и ее лезвийную обработку путем снятия припуска. Локальное пластическое деформирование заготовки осуществляют непрерывно движущимся с подачей

шариком на величину, не превышающую значение снимаемого припуска лезвийной обработкой. При этом осуществляют постоянное давление шарика по винтовой траектории с углом наклона деформационного слоя по отношению к торцевой части заготовки. В результате повышается точность и качество механической обработки. 4 ил, 2 табл.

RU 2 643 022 C1

RU 2 643 022 C1



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
B23B 1/00 (2006.01)
B24B 39/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
B23B 1/00 (2006.01)

(21)(22) Application: **2017108837, 16.03.2017**

(24) Effective date for property rights:
16.03.2017

Registration date:
29.01.2018

Priority:

(22) Date of filing: **16.03.2017**

(45) Date of publication: **29.01.2018** Bull. № 4

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2, FGBOU
VO "Sankt-Peterburgskij gornyj universitet", otdel
intelektualnoj sobstvennosti i transfera tekhnologij
(otdel IS i TT)**

(72) Inventor(s):

**Maksarov Vyacheslav Viktorovich (RU),
Kosheleva Elena Viktorovna (RU),
Vazhenin Andrej Yurevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **METHOD OF MACHINING A TITANIUM ALLOY BILLET**

(57) Abstract:

FIELD: technological processes.

SUBSTANCE: invention relates to method of machining a titanium alloy billet. Preliminary local plastic deformation of the rotating billet and its blade treatment are carried out by removing the allowance. Local plastic deformation of the workpiece is carried out by continuously moving ball with feeder to an amount not exceeding the value of the removed

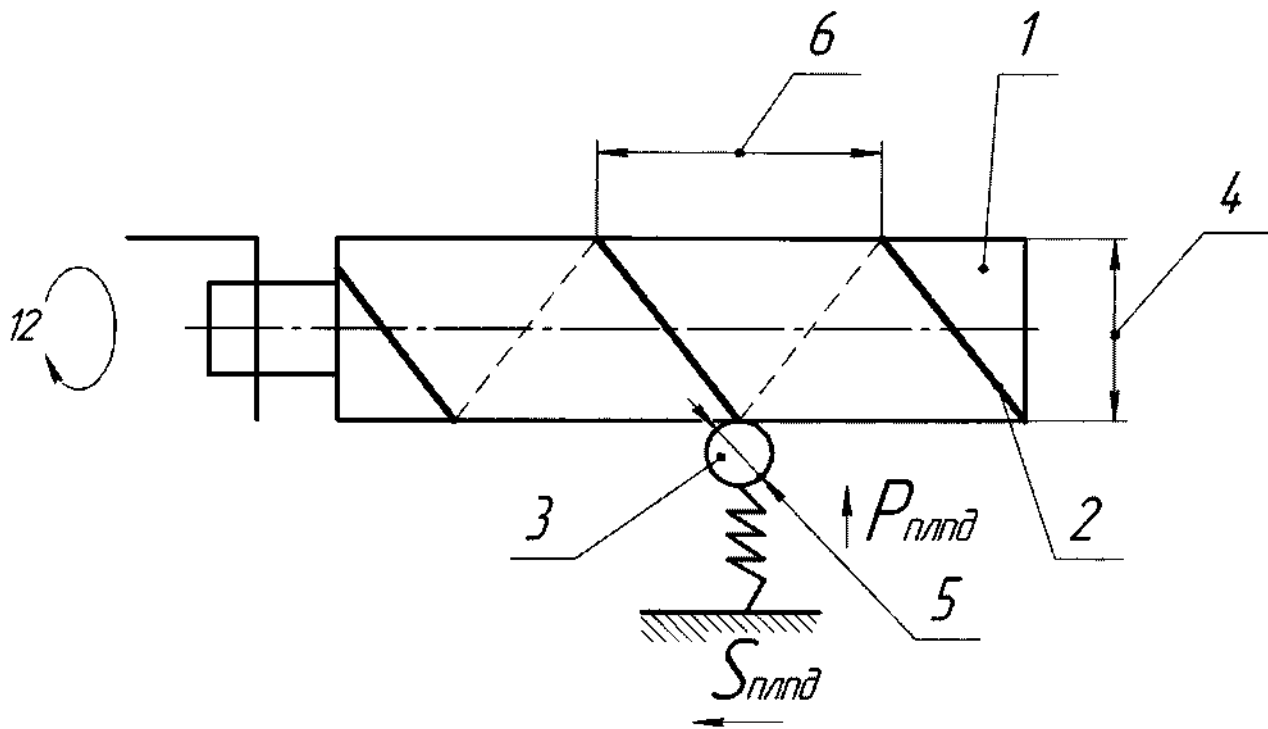
allowance by blade machining. In this case, a constant ball pressure is applied along the screw trajectory with the angle of inclination of the deformation layer to the end part of the workpiece.

EFFECT: as a result, the accuracy and quality of machining increase.

1 cl, 4 dwg, 2 tbl

1
C
2
2
0
3
0
2
2
2
6
4
3
0
2
2
R
U

R
U
2
6
4
3
0
2
2
C
1



Фиг. 1

RU 2643022 C1

RU 2643022 C1

Изобретение относится к области металлообработки и предназначено для обработки деталей резанием из различного сортамента титановых сплавов малой пластичности, где предъявляются повышенные требования к качеству поверхностного слоя, обрабатываемых на токарных станках, оснащенных ЧПУ.

Известен способ обработки резанием (авторское свидетельство SU №1009610, опубл. 07.04.1983 г.), при котором перед обработкой режущим инструментом поверхность изделия подвергается предварительной деформации роликом с клиновидной рабочей частью.

Недостатком способа является его пригодность только для чернового точения заготовок с коркой, что является энергоемким процессом и не решает проблему повышения качества обработки поверхности.

Известен способ комбинированной обработки поверхностей (авторское свидетельство SU №1673274 А1, опубл. 30.08.1991 г.), включающий в себя совмещение плоскости сдвига пластически деформированной структуры и плоскость наибольших касательных напряжений, создаваемых режущей кромкой инструмента.

Недостатком способа являются создаваемые периодически повторяющиеся вредные вибрации при механической обработке деталей, что в свою очередь приводит к неравномерным нагрузкам на режущий инструмент и вследствие чего ведет к ухудшению параметров качества и точности обработки, и приводит к снижению стойкости режущего инструмента.

Известен способ обработки деталей резанием с опережающим пластическим деформированием (патент РФ №2399460, опубл. 20.09.2010 г.), принятый за прототип, относящийся к обработке слоя металла посредством воздействия на его поверхность роликом.

Недостатком способа является полное упрочнение срезаемого слоя металла, приводя в процессе резания к периодическим ударным нагрузкам при врезании режущего инструмента, что сказывается на его стойкости, а также понижает качество и точность поверхностного слоя, вследствие повышенного образования нароста на режущей кромке инструмента при снятии деформированного слоя.

Техническим результатом изобретения является создание способа механической обработки заготовки из титанового сплава, включающего предварительное локальное пластическое деформирование (ПЛПД) на каждом из этапов механической обработки, что позволит повысить точность и качество механической обработки, повысить стойкость режущего инструмента, а также расширить сортамент обрабатываемых материалов.

Технический результат достигается тем, что локальное пластическое деформирование заготовки осуществляют непрерывно движущимся с подачей шариком на величину, не превышающую значение снимаемого припуска лезвийной обработкой, с постоянным давлением по винтовой траектории и с углом наклона деформационного слоя μ_m по отношению к торцевой части заготовки, равного

$$\mu_m = \arctg\left(\frac{S_m}{\pi \cdot D_3}\right)$$

где S_m - подача шарика за один оборот заготовки, мм, D_3 - диаметр заготовки, мм.

Способ механической обработки заготовки из титанового сплава, включающий предварительное локальное пластическое деформирование, поясняется следующими фигурами:

Фиг. 1 - схема предварительного локального воздействия методом пластического

деформирования;

Фиг. 2 - структурные изменения в поверхностном слое при предварительном локальном пластическом деформировании;

Фиг. 3 - параметры деформированного слоя по отношению к торцевой части заготовки;

Фиг. 4 - процесс лезвийной механической обработки заготовки после создания зоны локального пластического деформирования где:

1 - заготовка;

2 - локальная зона с измененной структурой;

3 - деформирующий шарик;

4 - диаметр заготовки;

5 - диаметр деформирующего шарика;

6 - подача шарика за один оборот заготовки, S_m ;

7 - глубина деформации, h ;

8 - величина припуска, $h_{пр}$;

9 - угол наклона деформационного слоя;

10 - точки пересечения плоскости резания с зоной ПЛПД;

11 - подача резания, S_p ;

12 - частота вращения заготовки, n_p ;

13 - плоскость резания;

14 - длина окружности заготовки.

Способ осуществляется следующим образом. На этапе подготовки по поверхности заготовки 1 с диаметром 4 перемещается шарик 3 по винтовой траектории с подачей 6, производя давление $P_{ПЛПД}$ на поверхность заготовки с постоянной линейной скоростью (фиг. 1), формируя локальную зону деформации 2 со структурой с отличными физико-механическими свойствами от основного материала с углом наклона деформационного слоя 9 на глубину воздействия 7 (фиг. 2). Диаметр шарика 5 выбирается таким образом, чтобы глубина воздействия 7 была достаточна для соответствующих размеров снимаемого припуска 8 (фиг. 2).

На этапе механической обработки заготовка вращается с частотой вращения 12, происходит срез слоя металла резцом с подачей 11 на глубину резания, превышающую или равную толщине предварительного локального пластического деформирования (фиг. 1, 2). Плоскость резания 13 в зоне пересечения линии с предварительным локальным пластическим деформированием образует концентратор напряжений 10 с измененными упругими свойствами по сравнению с исходным материалом. Угол наклона деформационного слоя 9 по отношению к торцевой части заготовки позволяет обеспечить безударное врезание в линию локального пластического деформирования (фиг. 3). Для расчета угла наклона деформационного слоя 9 к торцевой части заготовки требуется создать развертку данной заготовки. Проекция величины подачи локального пластического деформирования и торцевой части заготовки образуют между собой прямоугольный треугольник. Таким образом, угол деформационного слоя 9

определяется по формуле $\mu_m = \arctg\left(\frac{S_m}{\pi \cdot D_3}\right)$, где S_m - подача шарика за один оборот

заготовки, мм, D_3 - диаметр заготовки, мм. Равномерно повторяющиеся очаги деформации создают кратковременные изменения угла сдвига при формировании стружки, тем самым обеспечивая равномерную сегментацию и удаление нароста с

режущей кромки инструмента, что положительно сказывается на качестве и точности обработанной поверхности.

Предлагаемый способ механической обработки заготовки из титанового сплава, включающий предварительное локальное пластическое деформирование, позволяет существенно уменьшить динамические нагрузки на режущий клин инструмента, в результате увеличить стойкость резцов и в следствии повысить точность и качество поверхностного слоя обработанной детали. При таком способе возможна обработка не только труднообрабатываемых пластичных цветных металлов и их сплавов, но и черных сталей и сплавов.

Примеры. Для формирования концентратора напряжения в локальной зоне поверхностного слоя цилиндрической детали (материал титановый деформируемый сплав ПТ-3В, D=120 мм, L=650 мм, производилось создание зоны локального пластического деформирования по винтовой траектории, шариком (материал шарика - ШХ15, HRC 64-66, D=10 мм).

Точение производилось на токарно-винторезном станке 16А20Ф3 проходным резцом с механическим креплением пластины ВК6 с главным углом в плане 45° со скоростью обработки 210 м/мин и продольной подачей 0,1 мм/об.

Таблица 1 – параметры проведенных экспериментов.

Припуск t , мм	Глубина деформации $t_{\text{плд}}$, 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	4,2	0,001	0,003	30,65	61,32
0,4	0,25	3,7	5,1	0,003	0,005	43,05	89,78
0,6	0,45	3,7	5,3	0,005	0,008	54,12	102,36
0,8	0,6	3,8	5,9	0,006	0,010	68,54	124,81
1,2	0,9	3,8	6,1	0,008	0,013	81,37	158,27
1,4	1,1	3,8	6,7	0,010	0,015	124,55	213,25
1,6	1,2	4,1	7,6	0,012	0,018	176,58	309,64

Таблица 2 – зависимость стойкости режущего инструмента от угла наклона предварительного локального пластического деформирования.

Угол наклона ПЛПД $\mu_m, ^\circ$	Подача $S_m, \text{мм.}$	Нагрузка на резец, Н
8	50	140,24
15	100	132,61
21	150	146,31
28	200	154,25
33	250	163,41
38	300	172,2
42	350	176,4

Согласно проведенным экспериментам (табл. 2), выполненным в соответствии с представленной расчетной формулой, выявлена зависимость стойкости режущего инструмента от величины подачи и угла наклона предварительного локального пластического деформирования, что позволило установить оптимальные значения параметров угла наклона ($\mu_m=15^\circ$) и подачи ($S_m=100$ мм), обеспечивающие наименьшую нагрузку на режущий клин инструмента, что положительно сказывается на стойкости режущего инструмента и, как следствие, на качестве обработки.

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 пластическим деформированием, что положительно отразилось на стойкости резца, а также увеличить точность и качество поверхностного слоя детали на 35-40% (табл. 1, 2).

(57) Формула изобретения

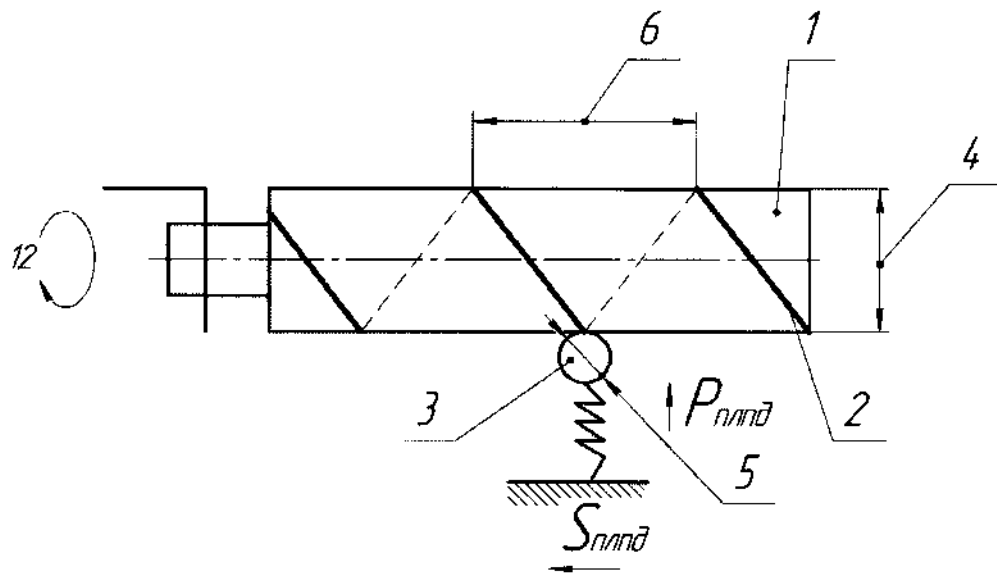
Способ механической обработки заготовки из титанового сплава, включающий предварительное локальное пластическое деформирование вращающейся заготовки и ее лезвийную обработку путем снятия припуска, отличающийся тем, что локальное пластическое деформирование заготовки осуществляют непрерывно движущимся с подачей шариком на величину, не превышающую значение снимаемого припуска лезвийной обработкой, с постоянным давлением по винтовой траектории и с углом наклона деформационного слоя μ_m по отношению к торцевой части заготовки, равного

$$\mu_m = \arctg\left(\frac{S_m}{\pi \cdot D_3}\right)$$

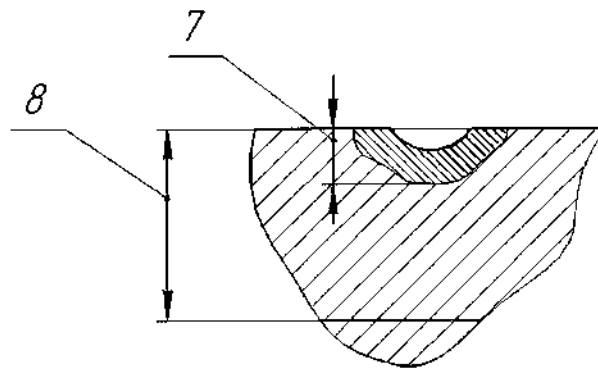
где S_m - подача шарика за один оборот заготовки, мм, D_3 - диаметр заготовки, мм.

1

**СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ЛОКАЛЬНЫМ
ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ**



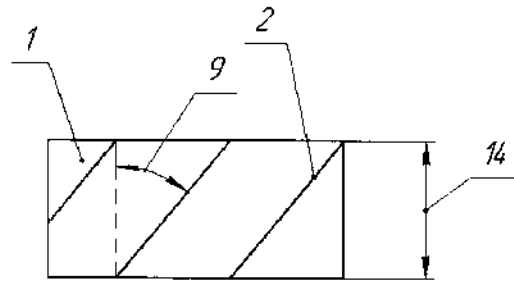
Фиг. 1



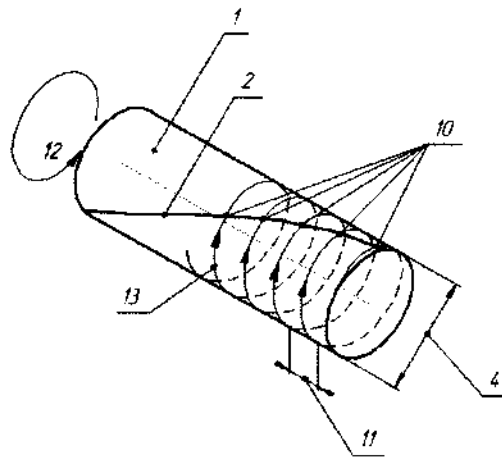
Фиг. 2

2

**СПОСОБ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ ЛОКАЛЬНЫМ
ПЛАСТИЧЕСКИМ ДЕФОРМИРОВАНИЕМ**



Фиг. 3



Фиг. 4