

# РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



## ПАТЕНТ

НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 191536

### ОПРАВКА ДЛЯ РАСТАЧИВАНИЯ СТУПЕНЧАТЫХ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ В ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЯХ, СВАРЕННЫХ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

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

Авторы: *Максаров Вячеслав Викторович (RU), Осминко Дмитрий Александрович (RU), Голиков Тарас Сергеевич (RU)*

Заявка № 2019105394

Приоритет полезной модели 26 февраля 2019 г.

Дата государственной регистрации в

Государственном реестре полезных

моделей Российской Федерации 12 августа 2019 г.

Срок действия исключительного права

на полезную модель истекает 26 февраля 2029 г.

*Руководитель Федеральной службы  
по интеллектуальной собственности*

*Г.П. Ивлиев*





ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

(52) СПК  
*B23B 29/00 (2019.05)*

(21)(22) Заявка: 2019105394, 26.02.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
26.02.2019

Дата регистрации:  
12.08.2019

Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: 26.02.2019

(45) Опубликовано: 12.08.2019 Бюл. № 23

Адрес для переписки:  
199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,  
федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Санкт-Петербургский горный  
университет", отдел ИС и ТТ

(72) Автор(ы):  
Максаров Вячеслав Викторович (RU),  
Осминко Дмитрий Александрович (RU),  
Голиков Тарас Сергеевич (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 1465178 A1, 15.03.1989. SU 994138  
A2, 07.02.1983. SU 1787695 A1, 15.01.1993. RU  
2067512 C1, 10.10.1996. RU 129439 U1, 27.06.2013.

## (54) ОПРАВКА ДЛЯ РАСТАЧИВАНИЯ СТУПЕНЧАТЫХ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ В ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ ДЕТАЛЯХ, СВАРЕННЫХ ИЗ РАЗНОРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

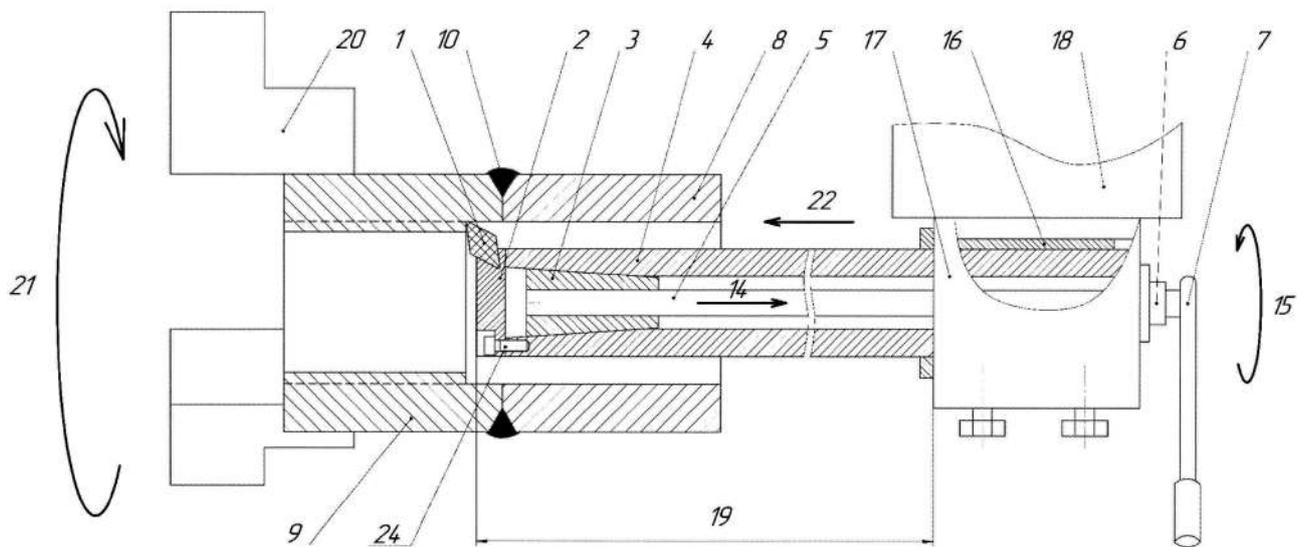
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области машиностроения, а именно к устройству по растачиванию глубоких ступенчатых отверстий в деталях, сваренных из разнородных материалов, при обработке которых не обеспечивается стабильность процесса резания.

Такие конструкции широко применяются в современной промышленности, в частности нефтегазовом секторе, например корпус двухходового электромагнитного запорного клапана выполнен из набора чередующихся между собой втулок из магнитных и немагнитных сталей, соединенных между собой сваркой, каждая из которых обладает разной обрабатываемостью при лезвийной обработке. В процессе растачивания отверстий переход лезвийного инструмента из одного материала в другой сопровождается возникновением вынужденных колебаний, связанных с низкой виброустойчивостью инструмента. На стыке

между двумя элементами сварной конструкции возникают задиры и глубокие риски, что недопустимо для изделий, осуществляющих регулирование движением газов, конденсатов, топлива и других продуктов нефтепереработки, поскольку к ним предъявляются высокие требования по безопасности и надежности. Задачей предьявленной полезной модели является расширение технологической возможности инструмента, которое позволит быстрее реагировать расточной оправке на различного рода вынужденным возмущениям, которые возникают при переходе из одного материала в другой, и гасить крутильные колебания в процессе обработки, повышая надежность работы расточной оправки при черновом и чистовом растачивании ступенчатых глубоких отверстий в труднообрабатываемых деталях и снижая амплитуды высокочастотных колебаний инструмента, что, как следствие, приведет к

повышению точности и качества внутренних поверхностей.



фиг. 1

RU 191536 U1

RU 191536 U1

Полезная модель относится к области машиностроения, а именно к устройству по растачиванию глубоких ступенчатых отверстий в деталях, сваренных из разнородных материалов, при обработке которых не обеспечивается стабильность процесса резания. Такие конструкции широко применяются в современной промышленности, например, корпус электромагнитного запорного клапана выполнен из набора чередующихся между собой втулок из магнитных и немагнитных сталей, соединенных между собой сваркой, каждая из которых обладает разной обрабатываемостью при лезвийной обработке.

Известна расточная оправка (патент RU 2252840, опубликованный 27.05.2005 г.), которая содержит корпус, связанный с хвостовиком, смонтированный в корпусе резцедержатель со шпонкой, препятствующей провороту; лимб, навинченный на резцедержатель, и пружину. Для повышения виброустойчивости оправка снабжена тросом, протянутым через осевое отверстие в корпусе, причем одним концом трос взаимодействует с пружиной, закрепленной в хвостовике, а другим концом - с резцедержателем.

Недостатком данного устройства считается узкие технологические возможности, связанные с растачиванием глубоких отверстий только малых диаметров, т.к. для работоспособности данного изделия при растачивании больших диаметров необходимо, чтобы жесткость пружины была больше осевой жесткости державки, что сделать невозможно с сохранением описанной конструкции.

Известна виброустойчивая расточная оправка (авторское свидетельство SU №1493389, опубликованное 15.07.1989 г.) включающая корпус с внутренним коническим отверстием, в который установлен стержень с наружной конической поверхностью, с возможностью осевого перемещения и расположенного между ними вязкоупругого элемента. Оправка дополнительно оснащена стержнем, также установленным соосно с остальными стержнями, которая взаимодействует с дном конического отверстия корпуса.

Недостатком данного устройства являются сборная конструкция, не позволяющая разработать инструмент для растачивания отверстий малого диаметра, а сложность настройки инструмента увеличивают время технологического обслуживания инструмента.

Известна расточная оправка (авторское свидетельство СССР №287502, опубликованное 14.01.1971 г.) включающая корпус, который оснащен клиновым механизмом настройки резца на требуемый размер и виброгасителем в виде подпружиненного прихвата. Устройство настройки состоит из винта грубой регулировки, в котором установлен винт тонкой регулировки, продетый через гайку с наклонными выступами.

Недостатком оправки является незначительный антивибрационный эффект, связанный с небольшими упругими усилиями в подпружиненном прихвате.

Известно устройство для обработки глубоких отверстий (патент RU №2169058, опубликованное 20.01.2001 г.) включающее борштангу и установленной на ее рабочей части расточной головки, оснащенной режущими пластинами и размещенным на нерабочей части борштанги резонатором комплексных колебаний, выполненный распорными клиньями, зафиксированными стягивающими винтами и расположенными в двухзаходных винтовых пазах.

Недостатком устройства является размещение резонатора комплексных колебаний на нерабочей части, что не разрешает проблему полной стабилизации инструмента под воздействием высокочастотных колебаний, связанного с наличием промежуточной упругой связи нелинейного характера и неустойчивости процесса стружкообразования,

связанного с переменным значением припуска на обработку.

Известна расточная оправка (авторское свидетельство SU №1465178, опубликованное 29.02.1980), принятая за прототип, содержащая в себе пустотелый корпус, вдоль внутренней части которого наклонно расположены натяжные стержни с одинаковым  
5 углом наклона к образующей цилиндрической поверхности и распорное кольцо, установленное в средней части оправки с возможностью взаимодействия с внутренней поверхностью корпуса, а внутренней частью кольца - с натяжными стержнями. С помощью натяжения стержней в корпусе оправки создается напряженное состояние, которое позволяет повысить жесткость и устойчивость конструкции.

10 Недостатком устройства является то, что для обеспечения равномерного предварительного напряженно-деформированного состояния такой многостержневой конструкции, необходимо достаточно точно настроить каждый стержень в оправке. Это затрачивает значительно больше времени для технологического обслуживания инструмента. За счет наличия большого количества настраиваемых деталей, снижает  
15 надежность работы устройства и исключает возможность создания оправки такой конструкции для растачивания малых диаметров.

Техническим результатом является создание оправки, позволяющей расширить технологические возможности инструмента, за счет обеспечения чернового и чистового растачивания ступенчатых глубоких отверстий в труднообрабатываемых деталях,  
20 состоящих из сплавов с различной структурой, повышение надежности работы инструмента посредством снижения амплитуды высокочастотных колебаний инструмента, что, как следствие, приведет к повышению точности и качества внутренних поверхностей.

Технический результат достигается тем, что она снабжена разжимным конусом,  
25 который установлен внутри пустотелого корпуса со стороны режущей пластины и жестко соединен с резьбовым стержнем, на который с упором в торец полого корпуса навинчена регулировочная гайка, при этом разжимной конус выполнен из стали твердостью не более 200 НВ, а пустотелый корпус - из стали повышенной твердости (350-370) НВ и с возможностью закрепления в блоке для установки осевого инструмента  
30 револьверной головки станка с ЧПУ посредством разрезной переходной втулки с вылетом оправки не более, чем восемь ее диаметров.

Устройство поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - общий вид устройства;

фиг. 2 - схема сил, действующих на резец, в процессе растачивания

35 фиг. 3 - график зависимости шероховатости внутренней поверхности заготовки и вылета оправки, где:

1 - режущая пластина;

2 - резцовая голова;

3 - разжимной конус;

40 4 - пустотелый (полый) корпус;

5 - резьбовой стержень;

6 - регулировочная гайка;

4

7 - динамометрический ключ;

45 8 - первый элемент заготовки;

9 - второй элемент заготовки;

10 - сварочный шов;

11 - результирующая сил резания,  $P_{yx}$ ;

- 12 - осевая сила резания  $P_x$ ;
- 13 - радиальная сила резания  $P_y$ ,
- 14 - сила натяжения  $P_m$ ;
- 15 - момент затяжки  $M_z$ ;
- 16 - разрезная переходная втулка.
- 17 - блок для установки осевого инструмента;
- 18 - револьверная головка станка с ЧПУ;
- 19 - вылет инструмента  $l$ ;
- 20 - трехкулачковый патрон;
- 21 - вращение детали  $n$  об<sup>-1</sup>;
- 22 - подача  $S$  мм/об;
- 23 - глубина резания  $t$  мм;
- 24 - болт.

Оправка для растачивания ступенчатых глубоких отверстий в труднообрабатываемых деталях, сваренных из разнородных материалов, содержит полый (пустотелый) корпус 4 (фиг. 1) с закрепленной посредством трех болтов 24 резцовой головкой 2 с механическим креплением для режущей пластины 1 по методу S. Внутри корпуса 4 со стороны режущей пластины 1 установлен разжимной конус 3, который жестко соединен с резьбовым стержнем 5. С обратной стороны на резьбовой стержень 5 навинчена регулировочная гайка 6, которая упирается в торец полого корпуса 4. Со стороны станка полый корпус 4 крепиться через разрезную переходную втулку 16 в блоке для установки осевого инструмента 17 револьверной головки станка с ЧПУ 18 с вылетом инструмента 19, равным не более восьми диаметров оправки. В блоке для осевого инструмента 17 обеспечивается

5

свободный доступ к регулировочной гайке 6 динамометрическим ключом 7. Заготовка корпуса оправки 4 - сталь 40Х ГОСТ 2590-88 подверженная термической обработке (закалке с последующим отпуском) для повышения твердости НВ от 350 до 370, заготовка разжимного конуса 3 изготовлена из материала, твердость которого не превышает НВ 200.

Устройство работает следующим образом. Перед началом работы необходимо в резцовой голове 2 закрепить режущую пластину 1. Затем корпус 4 расточной оправки устанавливаются в блок для установки осевого инструмента 17 револьверной головки станка с ЧПУ 18 через разрезную переходную втулку 16 и, проворачивая его вокруг своей оси, выставляют его так, чтобы вершина режущей пластины 1 точно позиционировалась относительно высоты оси центров станка. В этом положении инструмент посредством датчика касания (либо иного способа) привязывается к системе координат станка с ЧПУ. Технологический процесс чистового растачивания в деталях, состоящих из первого элемента заготовки 8 и второго элемента заготовки 9 сваренных между собой диффузионной сваркой со сварочным швом 10, отличающиеся различными механическими свойствами, осуществляется, как минимум, с двумя получистовыми операциями, в зависимости от предъявляемой точности отверстия. Перед началом обработки на станке необходимо снять заднюю крышку блока для установки осевого инструмента 17, в который установлен пустотелый (полый) корпус оправки 4 для свободного доступа к регулировочной гайке 6. Затягивание регулировочной гайки 6 динамометрическим ключом 7 с моментом затяжки  $M_z$  15 обеспечивает ход разжимного конуса 3 вдоль оси пустотелого корпуса 4 с силой натяжения  $P_m$  14 с ограничением

хода о внутреннюю конусную поверхность пустотелого корпуса 4, создавая в периферии корпуса 4 равномерное напряженно-деформированное состояние, которое повышает динамическую жесткость инструмента, позволяя быстрее реагировать инструменту на различного рода вынужденным возмущениям, которые появляются при переходе из

5 материала первого элемента заготовки 8 в

6

материал второго элемента заготовки 9, а анизотропная периферийная часть оправки, обусловленная различной твердостью сопряженных деталей: разжимной конус 3 и пустотелый корпус 4 - позволяет гасить крутильные колебания, возникающие в процессе

10 обработки результирующей силой резания  $P_{yx}$  10 (фиг. 2) от осевой силы резания  $P_x$  12 и радиальной силой  $P_y$  13. Далее, необходимо закрепить заготовку в трехкулачковый

патрон 20, и назначить вращение детали  $n$  об<sup>-1</sup> 21, подачу  $S$  мм/об 22, глубину резания  $t$  мм 23 (фиг. 2), согласно рекомендациям предложенным производителем режущей

15 пластины. Для первой получистовой операции необходимо установить на стойке станка с ЧПУ «перемещение в холостых ходах» на минимум, либо в конце траектории движения инструмента установить паузу на некотором расстоянии от поверхности детали в целях безопасности. После начала обработки необходимо плавно проворачивать

20 регулировочную гайку 6 динамометрическим ключом 7, тем самым повышая частоту собственных колебаний системы расточного инструмента до момента затяжки  $M_z$  с

целью снижения звука в зоне резания. Такое состояние инструмента, настроенное экспериментальным способом, позволяет тонко настроить предложенный расточной инструментом под амплитудно-частотную характеристику конкретного процесса,

25 добиваясь гарантированного понижения частоты вибрации, возникающего в процессе резания, что влечет к предпочтительному результату по качеству и точности

поверхности. После настроечного прохода необходимо установить крышку блока для установки осевого инструмента 17 револьверной головы станка с ЧПУ 18 на место для запуска станка в штатном режиме - с применением смазочно-охлаждающей жидкости.

30 Затем проводится вторая получистовая операция с настроенным на предыдущей операции инструментом. В конце операции проводится оценка точностных характеристик отверстия и корректируется программа обработки, в зависимости от отклонений реальной траектории движения инструмента и запрограммированной на стойке станка с ЧПУ. После коррекций программы обработки запускается станок для чистового

7

35 растачивания отверстия, а затем проверяются точность и шероховатость поверхности.

При обработке последующих деталей можно ограничиться одной получистовой операцией.

Результаты исследования (фиг. 3) проведенные на предприятии ООО «НЛП Орион» на горизонтальном обрабатывающем центре Hyundai WIA L700LM с использованием предложенной оправки для растачивания отверстия в детали, состоящей из сваренных между собой втулок из электротехнической нелегированной стали ГОСТ 2590-2006 и нержавеющей стали 12X18H10T ГОСТ 5949-75, с различными режущими пластинами и соответствующими для них режимами резания:

45 1) режущая пластина VBMT 110304-MM 2025, вращением детали  $n=650$  об<sup>-1</sup>, подачей  $S=0.08$  мм/об и глубиной резания  $t=0.4$  мм;

2) режущая пластина VBMT 110304-PF 4315 вращением детали  $n=880$  об<sup>-1</sup>, подачей  $S=0.06$  мм/об и глубиной резания  $t=0.5$  мм

показали, что работа инструмента с обеспечением требуемой шероховатости на

чистовых операциях (до Ra=1,6 мкм) возможна при максимальном вылете инструмента 19 равным l=8 диаметрам оправки.

8

5

(57) Формула полезной модели

Оправка для растачивания ступенчатых глубоких отверстий в труднообрабатываемых деталях, сваренных из разнородных материалов, содержащая пустотелый корпус с резцовой головкой, в которой закреплена режущая пластина, отличающаяся тем, что она снабжена разжимным конусом, который установлен внутри пустотелого корпуса со стороны режущей пластины и жестко соединен с резьбовым стержнем, на который с упором в торец полого корпуса навинчена регулировочная гайка, при этом разжимной конус выполнен из стали твердостью не более 200 НВ, а пустотелый корпус - из стали повышенной твердости (350-370) НВ и с возможностью закрепления в блоке для установки осевого инструмента револьверной головки станка с ЧПУ посредством разрезной переходной втулки с вылетом оправки не более чем восемь ее диаметров.

15

20

25

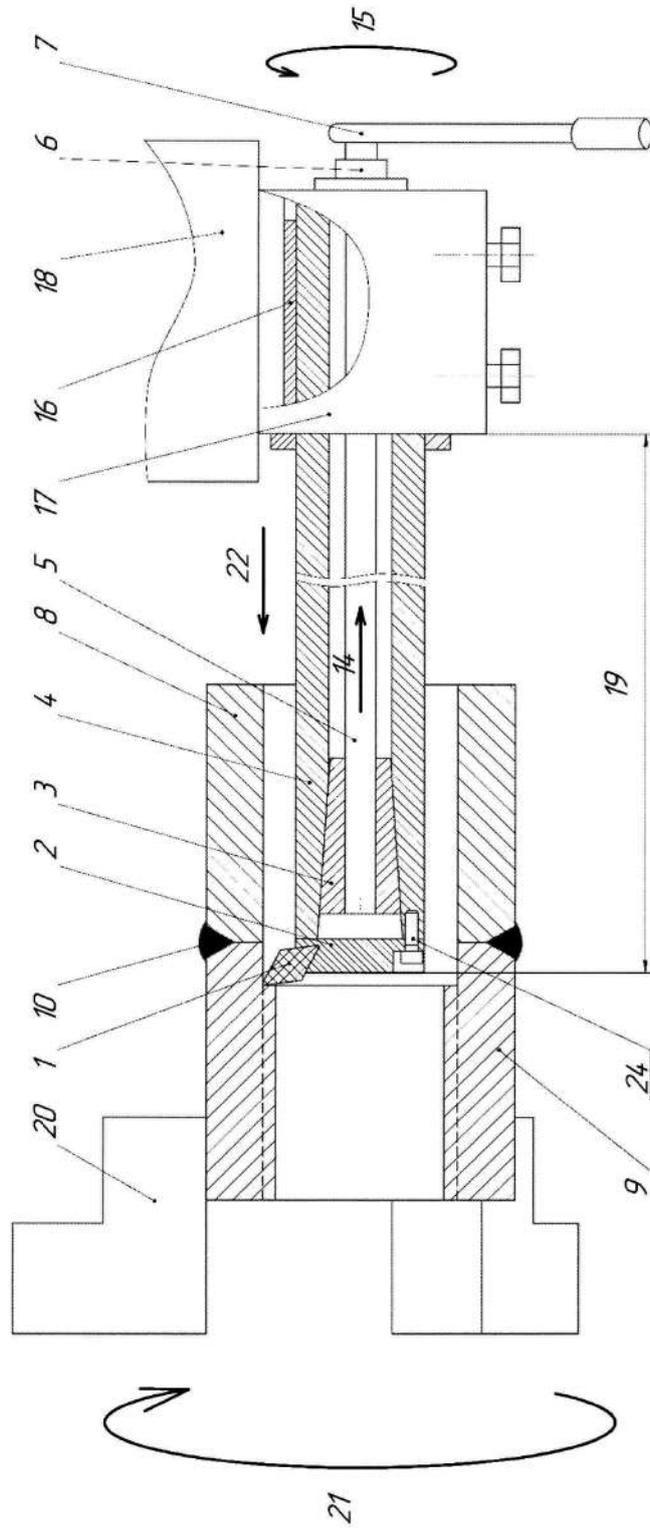
30

35

40

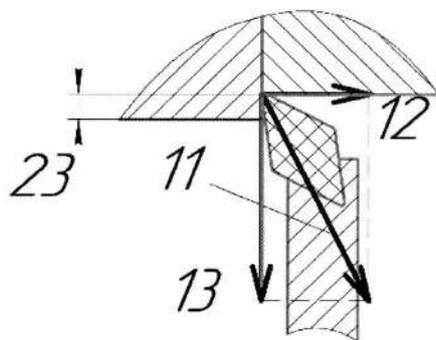
45

1

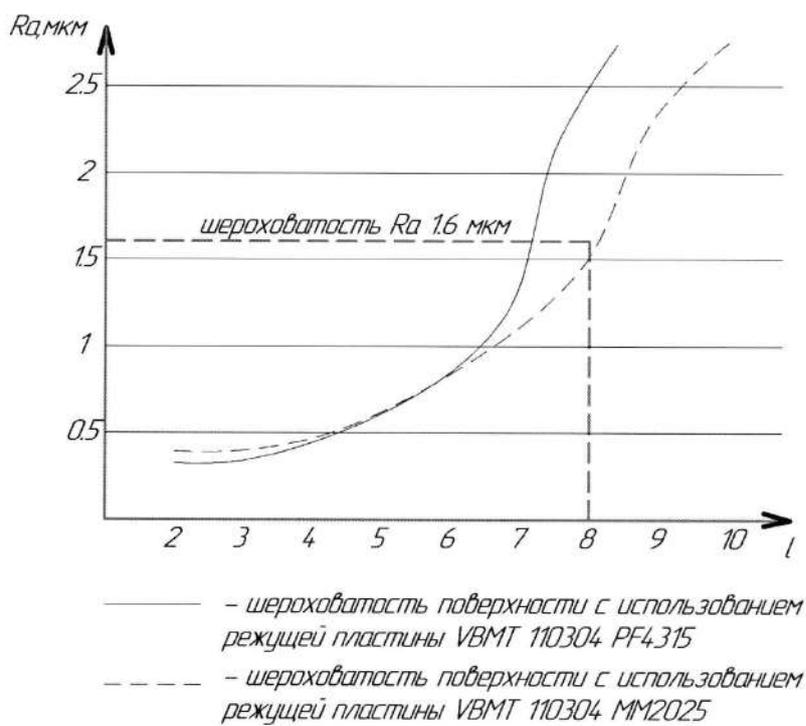


фиг. 1

2



фиг. 2



фиг. 3