

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **037229**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2021.02.24

(51) Int. Cl. *E04C 5/03* (2006.01)

(21) Номер заявки
201900335

(22) Дата подачи заявки
2018.02.21

(54) АРМАТУРНЫЙ СТЕРЖЕНЬ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

(31) **2016150953**

(56) RU-C2-2252991

(32) **2016.12.23**

SU-A-1188287

(33) **RU**

RU-U1-69540

(43) **2019.11.29**

US-A-4137686

(86) **PCT/RU2018/000103**

CN-A-101942887

(87) **WO 2018/117916 2018.06.28**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ТИХОНОВ ИГОРЬ НИКОЛАЕВИЧ;
ТИХОНОВ ГЕОРГИЙ ИГОРЕВИЧ;
ТИХОНОВА АННА ИГОРЕВНА;
ЕГОРОВ ДМИТРИЙ ИВАНОВИЧ;
КУЗЬМЕНКО НАДЕЖДА
ВИКТОРОВНА; ЯЦЮК СЕРГЕЙ
ВАСИЛЬЕВИЧ (RU)**

(72) Изобретатель:

Тихонов Игорь Николаевич (RU)

(74) Представитель:

Трипошина Н.А. (RU)

(57) Изобретение направлено на создание арматурного стержня периодического профиля без продольных ребер улучшенных эксплуатационных свойств для армирования железобетонных конструкций, а также для использования в качестве грунтовых анкеров, крепежных элементов для опалубки и прочих соединительных механических и анкерных устройств. Указанный технический результат достигается тем, что арматурный стержень периодического профиля имеет сердечник круглого сечения и наклонные серповидные поперечные выступы, расположенные в четыре ряда по поверхности стержня. Для обеспечения возможности двухвалковой прокатки без продольных ребер вершины поперечных выступов расположены по всей поверхности сердечника в шахматном порядке по винтовой линии. Вершины смежных продольных рядов поперечных выступов размещены в наклонных осевых плоскостях стержня, прилежащие углы которых к осевым плоскостям, совпадающим с осями прокатки арматуры, составляют от 20 до 70°. Выступы могут быть расположены на поверхности стержня с образованием винтовой резьбы.

B1**037229****037229****B1**

Изобретение относится к области строительства, а именно к стержневым элементам для армирования железобетонных конструкций, а также к грунтовым анкерам, элементам крепежа опалубки, трубопроводов и прочим строительным элементам.

Известен арматурный прокат с винтовым профилем, содержащий сердечник с круглым поперечным сечением и расположенными на его поверхности двумя рядами наклонных поперечных ребер (выступов), направленных по однозаходной правой или левой винтовой линии [1].

Недостатком данного решения является образующаяся при прокатке овальность сечения стержня, которая усложняет производство гибочных операций, неизбежных при заготовке арматурных элементов железобетонных конструкций. Кроме того, двухрядное расположение выступов с углом охвата каждого ряда на поверхности сердечника около 120° создает одноосную направленность усилий распора при сцеплении арматуры с бетоном, что повышает вероятность раскалывания бетона и при неблагоприятных условиях (например, при недостаточном количестве поперечной арматуры) приводит к уменьшению несущей способности железобетонной конструкции.

Известен арматурный стержень периодического профиля, содержащий на поверхности противоположно расположенные продольные ребра и ориентированные по винтовой линии наклонные ребра, примыкающие одним концом к продольным ребрам, а другим расположенные с зазором к ним, при этом примыкание наклонных ребер к каждому продольному выполнено с чередованием зазоров между ними, которые составляют от 0,15 до 0,3 расстояния по дуге сечения стержня между продольными ребрами [2].

Недостатком данного решения является наличие продольных ребер и пересечений с ними наклонных ребер. Наличие продольных ребер снижает прочность сцепления с бетоном из-за уменьшения контактной с бетоном площади наклонных ребер и не дает возможность образования винтовой резьбы на поверхности стержня, которую можно было бы использовать для стыкования и анкеровки стержней муфтами и гайками. Концентрация напряжений в процессе динамического нагружения стержней в местах пересечения продольных и наклонных ребер снижает прочность их при знакопеременных и циклических нагружениях.

Наиболее близким к изобретению является арматурный стержень с четырехрядным периодическим профилем, у которого вершины смежных рядов серповидных поперечных выступов размещены во взаимно перпендикулярных осевых плоскостях стержня с углом охвата выступом поверхности сердечника $140-180^\circ$, а отношение максимальной высоты поперечного выступа к шагу составляет 0,12-0,3 [3].

Недостатком данного решения является то, что поперечные выступы смежных рядов неодинаковы по форме и их вершины размещены во взаимно перпендикулярных горизонтальных (х) и вертикальных (у) координатных осевых плоскостях стержня. При этом горизонтальная ось (х) стержня совпадает с горизонтальной осевой плоскостью прокатки арматуры, что приводит к образованию продольных ребер, наличие которых уменьшает относительную площадь смятия поперечных ребер этих рядов (по критерию Г. Рема), разделяя их на два полусерпа суммарной меньшей площади, снижает прочность при циклических и динамических нагрузках и не дает возможность формирования винтовой резьбы на поверхности профиля, предназначенной для накручивания соединительных муфт и фиксирующих гаек.

Техническая проблема заключается в создании арматурного стержня круглого сечения периодического профиля без продольных ребер с четырехрядным равномерным размещением наклонных серповидных поперечных ребер одинаковой формы по поверхности стержня для эффективного сцепления арматуры с бетоном, а также для обеспечения при двухвалковой прокатке возможности образования винтового резьбового профиля.

Проблема решается таким образом, что арматурный стержень периодического профиля с сердечником круглого сечения и наклонными незамкнутыми серповидными поперечными выступами, расположенными на его поверхности по длине в четыре ряда, согласно изобретению выполнен с возможностью двухвалковой прокатки без образования продольных ребер, вершины поперечных выступов расположены на поверхности сердечника стержня в шахматном порядке по винтовой линии, при этом вершины смежных продольных рядов поперечных выступов размещены в наклонных осевых плоскостях стержня, прилежащие углы наклона которых к осевым плоскостям, совпадающим с осями прокатки арматуры, составляют от 20 до 70° , предпочтительно 45° . При этом серповидные поперечные выступы могут быть расположены на поверхности сердечника с образованием винтовой резьбы. Для эффективного сцепления с бетоном стержня размеры его поперечных выступов ограничены по высоте наружными круговыми контурами с радиусами, равными $0,5-6 d$, центры которых смещены от осей симметрии сердечника стержня на расстояние, равное $0,07-0,1 d$.

Предлагаемый арматурный стержень отличается от известного тем, что выполнен с использованием двухвалковой прокатки без образования продольных ребер, вершины поперечных выступов расположены на поверхности сердечника стержня в шахматном порядке по винтовой линии, при этом вершины смежных продольных рядов поперечных выступов расположены в наклонных осевых плоскостях стержня, прилежащие углы наклона которых к осевым плоскостям, совпадающим с осями прокатки арматуры, составляют от 20 до 70° , предпочтительно 45° . В этом случае арматурный стержень может быть выполнен также с возможностью образования поперечными серповидными выступами винтовой резьбы на

поверхности. Для эффективного сцепления с бетоном размеры его поперечных выступов ограничены по высоте наружными круговыми контурами с радиусами, равными $0,5-6 d$, центры которых смещены от осей симметрии сердечника стержня на расстояние, равное $0,07-0,1 d$.

Изготовленный посредством двухвалковой прокатки арматурный стержень имеет периодический профиль без продольных ребер, с расположенными в шахматном порядке вершинами поперечных выступов одинаковой несимметричной серповидной формы, причем точки максимальной высоты - вершины поперечных выступов смежных продольных рядов лежат в наклонных осевых плоскостях стержня, прилежащие углы наклона которых (α) к горизонтальной (x) и вертикальной (y) осевой плоскости прокатки стержня составляют от 20 до 70° . Угол наклона осевых плоскостей предпочтительно равен 45° , а поперечные выступы могут быть расположены по поверхности сердечника с образованием конфигурации в форме винтовой резьбы.

Технический результат заключается в обеспечении оптимальных условий сцепления арматуры с бетоном за счет снижения усилий от распора в результате равномерного рассредоточения поперечных выступов по поверхности стержня, повышение прочности при циклических и кратковременных динамических нагрузках за счет отсутствия продольных выступов, а следовательно, их пересечений с поперечными выступами, возможности механического стыкования и анкеровки стержней без сварки и нахлестки посредством резьбовых винтовых муфт и гаек, а также возможности использования при изготовлении стержней технологии прокатки в двухвалковых клетях, общепринятой в производстве стержневой арматуры.

На фиг. 1 представлен арматурный стержень периодического профиля; фиг. 2 - вид А фиг. 1; фиг. 3, 4, 5 - вид Б фиг. 1 (варианты выполнения арматурного стержня с разной величиной угла α).

Арматурный стержень имеет сердечник 1 круглого сечения диаметром d , поперечные выступы 2 с максимальной высотой $h_{\max}$ и углом охвата менее 180° , вершины 3 которых размещены по длине стержня в шахматном порядке по винтовой линии с шагом t . Вершины 3 (точки максимальной высоты) смежных поперечных выступов лежат в наклонных осевых плоскостях стержня, прилежащие углы которых (α_x и α_y) горизонтальной (x) 4 и вертикальной оси (y) 5 продольной осевой плоскости прокатки стержня составляют от 20 до 70° , предпочтительно 45° .

Серповидные поперечные выступы могут быть расположены по поверхности стержня с образованием конфигурации в форме винтовой резьбы, (см. фиг. 1, 2).

Общепринятой характеристикой оценки эффективности периодического профиля арматуры по сцеплению с бетоном является относительная площадь смятия бетона выступами арматуры или критерий Г. Рема:

$$f_R = \frac{1}{\pi d_n} \sum_{n=1}^k \frac{F_{cm}}{t}$$

где d_n - номинальный диаметр арматурного стержня, мм;

k - число рядов поперечных выступов ($k=4$ для периодического профиля на фиг. 1, 2, 3, 4, 5);

F_{cm} - площадь смятия выступом одного ряда, равная площади проекции выступа на плоскость, перпендикулярную к продольной оси стержня, мм^2 ;

t - шаг выступов каждого ряда, мм.

Поскольку величина F_{cm} находится в прямой зависимости от высоты поперечного выступа h и его конфигурации, изменяющейся в зависимости от расположения вершин, и шага выступов t , очевидно, что эффективность профиля стержня по прочности сцепления с бетоном можно поднять увеличением параметра h , смещения положения вершин ребер относительно оси x и y поперечного сечения и/или уменьшением шага t .

Экспериментально установлено, что прочность сцепления стержня периодического профиля с бетоном возрастает при увеличении значения f_R в определенных пределах. Для широко применяемых профилей арматуры в качестве уровня, превышение которого не приводит к улучшению сцепления, считается область значений $f_R=0,075-0,08$.

Также установлено, что и жесткость сцепления профиля арматуры с бетоном зависит от величин h и t [4].

В предлагаемом арматурном стержне периодического профиля выступы на длине одного шага в проекции на плоскость, нормальную к продольной оси стержня, имеют серповидную ассиметричную форму (фиг. 3, 4, 5).

Предлагаемая ассиметричная форма серповидных поперечных ребер с расположением вершин смежных ребер по разные стороны от оси x (фиг. 3, 4, 5), горизонтальной осевой плоскости прокатки арматуры, позволяет осуществлять горячую прокатку винтовой арматуры с использованием повсеместно принятой в металлургическом производстве. Технологии с двухвалковыми клетями, в частности, той, которая применяется для прокатки однозаходного винтового профиля без продольного ребра [1].

В изобретении вершины ассиметричных одинаковых по форме ребер расположены относительно друг друга по поверхности сердечника стержня в шахматном порядке, что обуславливает возможность при различном положении вершин относительно осей x и y изменять конфигурацию ребер, минимизиро-

вать их распорность в результате рассредоточения по периметру и длине арматуры с сохранением высокого уровня показателя f_R , а, следовательно, обеспечить требуемую прочность, жесткость и надежность сцепления стержня с бетоном, особенно в области его пластического деформирования, для повышения надежности железобетонных конструкций. При таком расположении поперечных выступов становится возможным также их расположение по винтовой прерывистой линии, обеспечивающей формирование конфигурации поверхности стержня приемлемой для устройства его резьбовых соединений с муфтами и концевыми анкерными гайками.

Смещение вершин обоих смежных поперечных выступов относительно оси x на угол $\alpha_x > 70^\circ$, когда $\alpha_y < 20^\circ$ нецелесообразно из-за образования в этом случае профиля, по форме близкого к известному двухстороннему серповидному европейскому профилю с присущими ему недостатками, а именно снижением прочности сцепления стержня в результате увеличения одноосно и противоположно направленных усилий от распора и потери упрочняющего эффекта сложноподвижного состояния междуреберной змеевидной бетонной шпонки. При этом ухудшаются условия взаимодействия бетона с арматурой, так как ограничивается возможность внедрения крупного заполнителя между поперечными выступами профиля при бетонировании конструкций из-за уменьшения свободного расстояния между ними в зонах расположения вершин выступов и снижения площади их контакта с бетоном по поверхности стержня.

При $\alpha_x < 20^\circ$ и $\alpha_y > 70^\circ$ сформировать при двухвалковой прокатке полноценные поперечные ребра, обеспечивающие эффективное сцепление с бетоном без образования продольных ребер, технологически затруднительно.

В соответствии с изобретением по технологическим условиям нарезки калибров для полноценного формообразования профиля стержней и выполнения требования $f_R \geq 0,07$ поперечные выступы ограничиваются по высоте наружными круговыми контурами с радиусами, равными 0,5-0,6 d , центры которых смещены от осей симметрии сердечника стержня на расстояние, равное 0,07-0,1 d . В этом случае зацепление профиля стержня с резьбой муфт и гаек, а также сцепление с бетоном будут оптимальными. Отсутствие продольных ребер на поверхности стержня и их пересечений с поперечными ребрами, мест концентрации напряжений повышает усталостную прочность арматуры. Ориентация одинаковых по форме серповидных поперечных выступов на поверхности стержня по винтовой линии с рассредоточением их по длине и периметру стержня обеспечивает возможность резьбовых стыковых соединений стержней по длине с помощью муфт, а также формирования концевых анкеров в виде инвентарных гаек с низкой распорностью и, следовательно, высокой прочностью.

По результатам выполненных сопоставительных испытаний арматурных стержней с профилем новой конфигурации с четырехсторонним расположением поперечных ребер, обуславливающей равномерное распределение усилий распора по периметру и длине поверхности сердечника стержня и стержней с двухсторонним расположением поперечных ребер (серповидный двухсторонний европейский профиль) установлено, что при одинаковой длине заделки в бетоне прочность сцепления стержней с профилем первого типа увеличивается на 20-30% в зависимости от диаметра стержня. При этом разрушение сцепления с бетоном стержней новой конструкции после достижения в стержне предела текучести происходит при пластических деформациях, в 3-4 раза превышающих деформации стержней с двухсторонним серповидным европейским профилем.

Это способствует сохранению прочности сцепления анкерующих участков арматурных стержней железобетонных конструкций в запредельной стадии сопротивления внешним воздействиям после достижения в арматуре предела текучести. Данный эффект особенно важен для обеспечения безопасности зданий при воздействии особых нагрузок аварийного, взрывного и сейсмического характера.

При нарезке валков для прокатки нового вида арматуры трудоемкость не увеличивается. Так как при изготовлении новой арматуры сохраняется широко используемая в металлургическом производстве технология двухвалковой прокатки, производительность прокатных станов и качество продукции сохраняется на высоком уровне. В результате осесимметричности и высокой степени ребренности нового профиля обуславливаются устойчивые высокие прочностные характеристики арматуры за счет более эффективного термомеханического упрочнения. Отсутствие продольных ребер вкупе с эффективным термоупрочнением, повышающим без дополнительных затрат прочностные показатели арматурного проката, позволяет снизить до 10% погонную массу стержня при сохранении величины его расчетного номинального диаметра, используемого при проектировании армирования железобетонных конструкций, что обеспечивает высокие технико-экономические показатели данного вида продукции для производителя и потребителя.

Чистовой калибр для новой арматуры нарезают на поверхности ручьев прокатных валков фрезерованием поперечных впадин по обеим сторонам ручья с расположением соседних впадин в шахматном порядке по длине ручья и с образованием необходимого постоянного угла наклона впадин к продольной оси ручья. Фрезерование поперечных впадин может производиться как порядно, так и смешанно. Образование резьбовидного винтового профиля стержней достигается путем синхронизации вращения валков в клетки при прокатке. Использование четырех вместо двух серповидных поперечных ребер для формирования прерывистости по длине винтовой резьбы стержня позволит уменьшить расход металла на ее

образование и повысить прочность резьбового соединения за счет увеличения контактной площади, равномерно распределенной по периметру и длине.

Винтовая нарезка арматурного профиля расширяет эксплуатационные возможности арматурного проката при сохранении его высоких потребительских свойств. Так для данного вида арматуры могут быть использованы безсварные соединения с помощью резьбовых муфт, и анкеровка с помощью гаек. Арматурные стержни с винтовым профилем могут также быть широко использованы в качестве грунтовых анкеров, стяжных элементов щитов опалубки для монолитного домостроения, а также в качестве анкерных и крепежных элементов различного производственного и бытового назначения. Производство нового вида арматурного проката с винтовым профилем предлагаемой конструкции предполагается осуществить в массовом порядке с заменой существующих видов арматуры периодического профиля.

Это позволит повысить качество и безопасность строительства со снижением его себестоимости, а также открывает возможность использования винтовой арматуры с 1,5-2-кратным снижением ее стоимости и удовлетворения потребности в такой арматуре не только в производственной, но и бытовой сфере.

Таким образом, предлагаемый арматурный стержень периодического профиля имеет конфигурацию и геометрические параметры, существенно улучшающие взаимодействие арматуры с бетоном в готовой конструкции, повышающие функциональные возможности, а также расширяющие области применения арматуры периодического профиля. Новый арматурный стержень отвечает требованиям технологичности при изготовлении в прокатном и метизном производстве, а также при выполнении арматурных и иных работ.

Источники информации.

1. ТУ 14-1-5254-2006 "Прокат периодического профиля для армирования железобетонных конструкций. Технические условия".
2. Патент РФ на изобретение № 1325151, кл. Е 2104 С 5/03, опубл. БИ № 27, 23.07.2007.
3. Патент РФ на изобретение № 2252991, кл. Е 04 С 5/03, опубл. БИ №15, 27.05.2005 (прототип).
4. Тихонов И.Н., Мешков В.З., Расторгуев Б.С. Проектирование армирования железобетона. ЦНТП им. Г.К. Орджоникидзе. - М. - 2015. - 273 с.

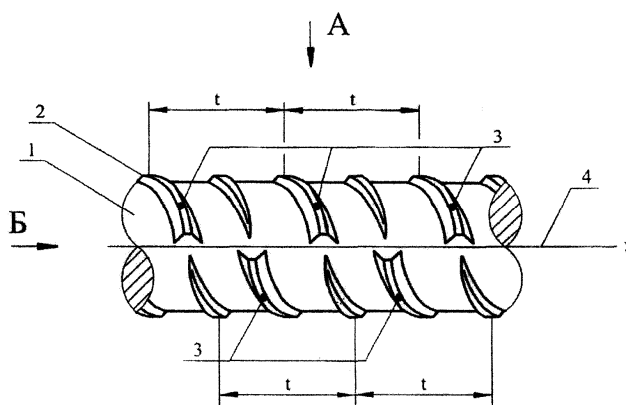
ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Арматурный стержень периодического профиля с сердечником круглого сечения и наклонными незамкнутыми серповидными поперечными выступами, расположенными на его поверхности по длине в четыре ряда, отличающийся тем, что арматурный стержень выполнен посредством двухвалковой прокатки без образования продольных ребер, вершины поперечных выступов расположены на поверхности сердечника стержня в шахматном порядке по винтовой линии, при этом вершины смежных продольных рядов поперечных выступов размещены в наклонных осевых плоскостях стержня, прилежащие углы наклона которых к осевым плоскостям, совпадающим с осями прокатки арматуры, составляют от 20 до 70°.

2. Арматурный стержень по п.1, отличающийся тем, что вершины смежных продольных рядов поперечных выступов размещены в наклонных осевых плоскостях стержня, прилежащие углы наклона которых к осевым плоскостям, совпадающим с осями прокатки арматуры, предпочтительно равны 45°.

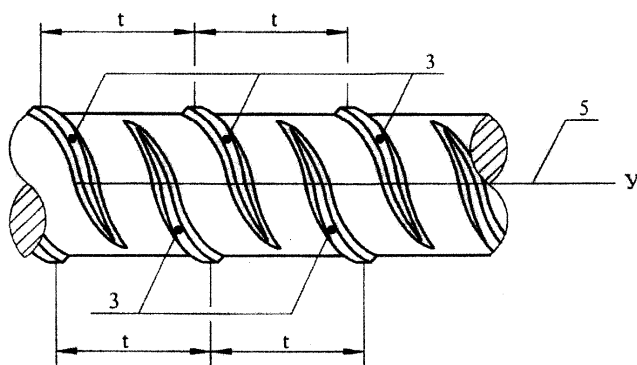
3. Арматурный стержень по п.1, отличающийся тем, что серповидные поперечные выступы расположены на поверхности сердечника с образованием винтовой резьбы.

4. Арматурный стержень по п.1, отличающийся тем, что поперечные выступы ограничены по высоте наружными круговыми контурами с радиусами, равными 0,5-0,6 d, центры которых смещены от осей симметрии сердечника стержня на расстояние, равное 0,07-0,1 d.



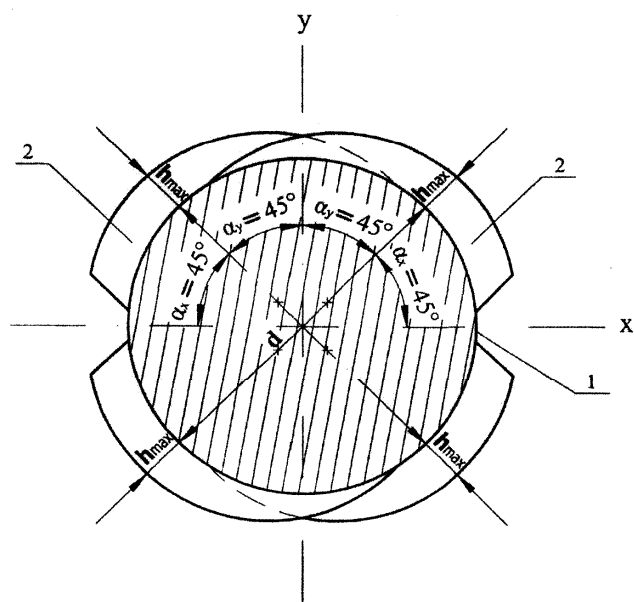
Фиг. 1

Вид А



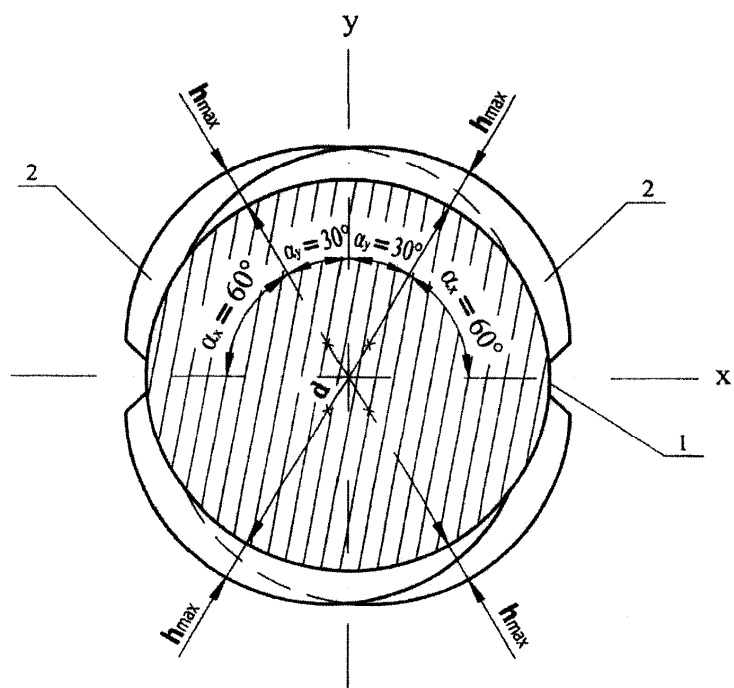
Фиг. 2

Вид Б



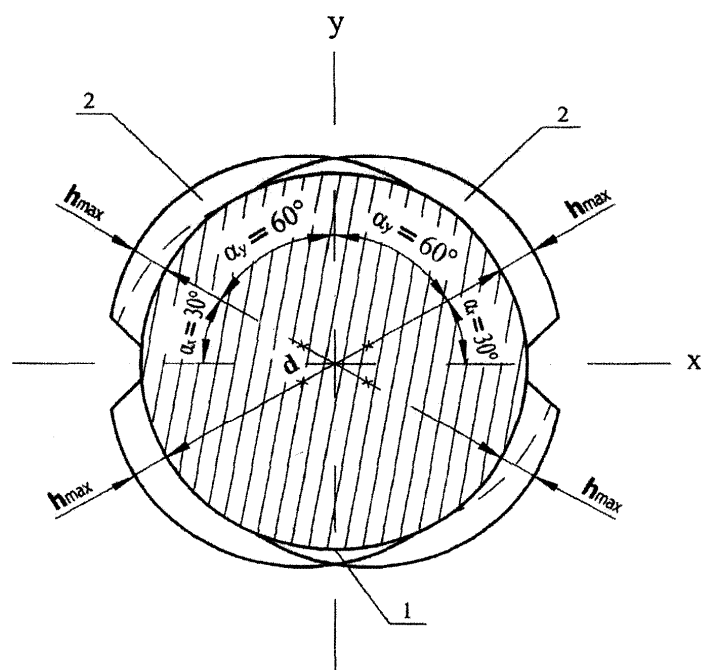
Фиг. 3

Вид Б



Фиг. 4

Вид Б



Фиг. 5



Евразийская патентная организация, ЕАПВ
Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2