



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
C21D 8/00 (2020.05); B02C 13/00 (2020.05)

(21)(22) Заявка: 2020110425, 11.03.2020

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
11.03.2020

Дата регистрации:
09.09.2020

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 11.03.2020

(45) Опубликовано: 09.09.2020 Бюл. № 25

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2,
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Санкт-Петербургский горный
университет", Патентно-лицензионный отдел

(72) Автор(ы):

Болобов Виктор Иванович (RU),
Плащинский Вячеслав Алексеевич (RU),
Ракитин Илья Витальевич (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 2613266 C1, 15.03.2017. RU
2656912 C1, 07.06.2018. CN 103088260 A,
08.05.2013. US 4589934 A1, 20.05.1986. RU
2563696 C1, 20.09.2015.

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОЛОТКА ДРОБИЛКИ

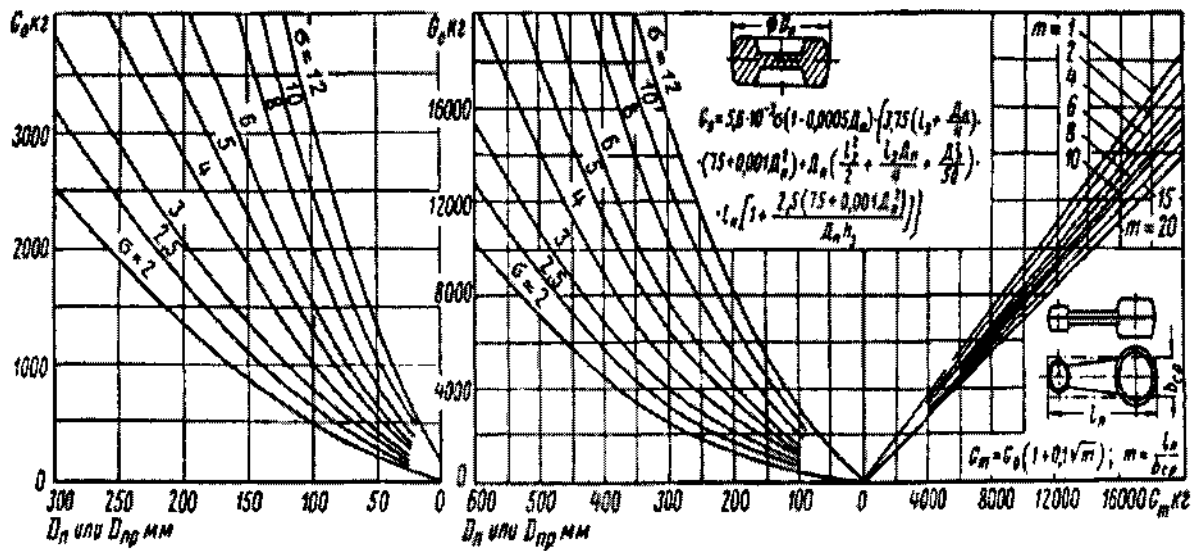
(57) Реферат:

Изобретение относится к способам изготовления молотков молотковых дробилок. Способ включает получение заготовки прямоугольной формы литьем, обрубку, термическую обработку. Заготовку, ширина и высота которой равна ширине и высоте молотка, отливают с утолщением рабочей части заготовки, длина которой меньше рабочей части молотка не менее чем на 1/2, а величину утолщения выбирают как отношение рабочей части молотка к рабочей части заготовки, которое находится в интервале от 1,5 до 2,25, после чего заготовка помещается в полость штампа, где ее рабочую часть подвергают штамповке, при температуре

от 950 до 1050°C, уменьшая утолщение и увеличивая длину, при этом сохраняя изначальную ширину, до приобретения заготовкой размеров молотка, полученную поковку извлекают из штампа и погружают в охлаждающую жидкость комнатной температуры, где при непрерывном перемешивании происходит охлаждение заготовки, после чего полученный молоток направляют для монтажа на диск ротора молотковой дробилки. Техническим результатом является увеличение твердости и износостойкости рабочей части молотка дробилки, а также увеличение его срока службы. 2 табл., 3 ил.

RU 2 731 994 C1

RU 2 731 994 C1



Фиг. 3

RU 2731994 C1

RU 2731994 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(51) Int. Cl.
C21D 8/00 (2006.01)
B02C 13/00 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
C21D 8/00 (2020.05); B02C 13/00 (2020.05)

(21)(22) Application: **2020110425, 11.03.2020**

(24) Effective date for property rights:
11.03.2020

Registration date:
09.09.2020

Priority:

(22) Date of filing: **11.03.2020**

(45) Date of publication: **09.09.2020 Bull. № 25**

Mail address:

**199106, Sankt-Peterburg, V.O., 21 liniya, 2,
federalnoe gosudarstvennoe byudzhethnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Sankt-Peterburgskij gornyj
universitet", Patentno-litsenzyonnyj otdel**

(72) Inventor(s):

**Bolobov Viktor Ivanovich (RU),
Plashchinskij Vyacheslav Alekseevich (RU),
Rakitin Ilya Vitalevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

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

(54) **CRUSHER HAMMER MANUFACTURING METHOD**

(57) Abstract:

FIELD: manufacturing technology.

SUBSTANCE: invention relates to methods of making hammer crushers. Proposed method comprises production of rectangular billet by casting, chipping and heat treatment. Billet, width and height of which is equal to hammer width and height, is cast with billet working part thickening, which length is less than 1/2 of hammer working part, and thickness of bulge is selected as ratio of working part of hammer to working part of workpiece, which is in range from 1.5 to 2.25, after which workpiece is placed in die cavity, where its working part is subjected to forming, at temperature

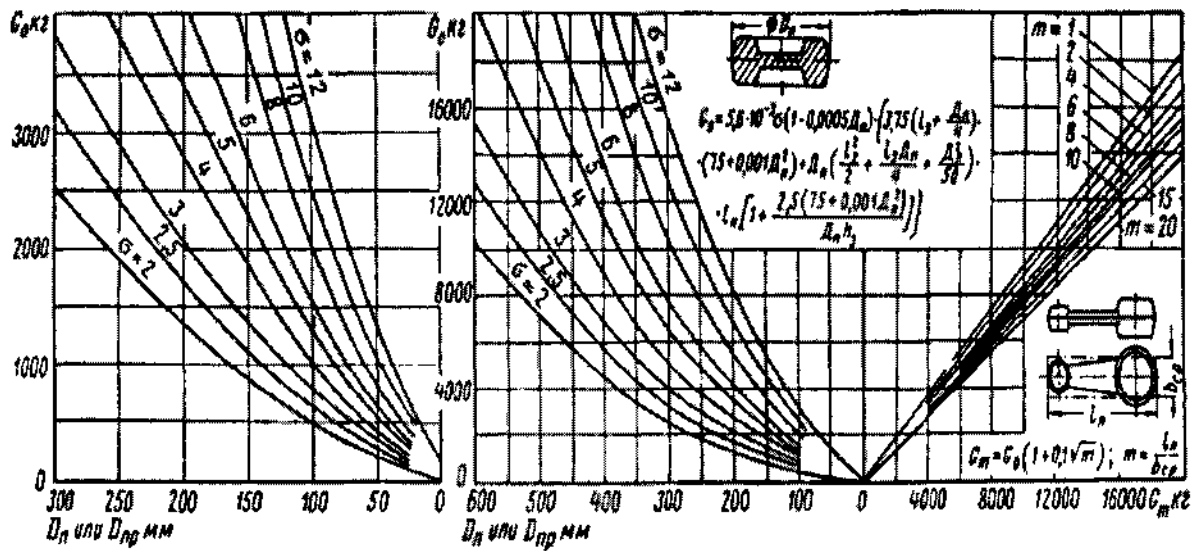
from 950 to 1,050 °C, reducing bulge and increasing length, while retaining the original width, before the workpiece acquires the dimensions of the hammer, the obtained forged piece is removed from the die and immersed into the cooling liquid at room temperature, where, during continuous stirring, billet is cooled, after which obtained hammer is directed for mounting on hammer crusher rotor disc.

EFFECT: higher hardness and wear resistance of working part of hammer crusher, as well as increase in its service life.

1 cl, 2 tbl, 3 dwg

RU 2 731 994 C1

RU 2 731 994 C1



Фиг. 3

RU 2731994 C1

RU 2731994 C1

Изобретение относится к способам изготовления исполнительных органов дробильно-размольного оборудования и может быть использовано при изготовлении молотков дробилок.

Известен способ изготовления пластинчатых молотков молотковых дробилок (патент RU №2563696, опубл. 20.09.2015), заключающийся в том, что вырубленную в виде пластины заготовку молотка по обоим концам односторонне упрочняют наплавкой твердым сплавом, после чего по периметру одного или обоих концов одной из сторон пластины выполняют отверстия или пазы.

Недостатком данного способа изготовления является интенсивный износ поверхностей молотка, на которые не наносится наплавляемый твердый слой, в результате чего данный тип молотков может быть использован только для дробления сравнительно мягких материалов.

Известен способ изготовления молотков (бил) молотковых дробилок (патент RU №2141885, опубл. 27.11.1999), заключающийся в том, что в литейную форму устанавливают основу изделия из углеродистой стали, далее заливают высокомарганцовистую сталь со скоростью 7,0-14,0 кг/мин для формирования износостойкого слоя изделия, толщиной 10-40 мм. После этого теплоизолируют форму и выдерживают изделие в ней в течении 5-8 ч, после чего изделие охлаждают на воздухе до температуры окружающей среды. Сталь износостойкого слоя содержит 0,9-1,1% углерода, 11,0-15,0% марганца, 0,9-1,1% кремния, также дополнительно сталь может содержать 0,3-0,6% ванадия, не более 1,0% хрома и никеля.

Недостаток способа заключается в том, что полученный методом литья пластинчатый молоток имеет крупнозернистую структуру, что является причиной его низкой износостойкости.

Известен способ изготовления пластинчатых молотков для кормодробилок (патент RU №2379109, опубл. 20.01.2010) заключающийся в том, что молоток выполняют в виде пластины с двумя отверстиями и упрочняют кромки твердым сплавом с обеих сторон концов пластин в перекрестном направлении разным составом, причем с одной стороны концы упрочняют твердым сплавом толщиной 0,7-1,5 мм, на длине не менее чем до оси отверстия, а с другой стороны - на такое же расстояние спеченным материалом толщиной 0,5-0,8 мм.

Недостатком данного способа является высокая трудоемкость изготовления молотка, обусловленная необходимостью выдерживания точных размеров наплавки и применение различного специализированного оборудования для их нанесения.

Известен способ изготовления молотка для шредерной установки (патент RU №2613266, опубл. 15.03.2017), заключающийся в том, что заготовку вырезают из непрерывнолитого сляба при температуре не менее 400°C, затем после ее нагрева до температуры 1100-1300°C, производят ее ковку на прессе, после чего нагревают в печи до 820-840°C с определенной скоростью и выдержкой, после чего вырезают из первоначальной заготовки на газорезательной машине молоток необходимого размера, далее производят механическую обработку посадочного отверстия на ось ротора и термическую обработку путем нагрева молотка до определенной температуры и времени выдержки, далее следует охлаждение рабочей части молотка в ванне с водой с последующим охлаждением молотка до температуры окружающей среды на воздухе, нагрева молотка до температуры 150-250°C с выдержкой при этой температуре в течение 4÷6 ч и последующего охлаждения на воздухе.

Недостатком данного способа является необходимость многократного нагрева заготовки и молотка, что существенно усложняет процесс его изготовления.

Известен способ изготовления молотков («Металловедение и термическая обработка металлов» N 4, 1974 г. С. 68-71), принятый за прототип, заключающийся в том, что молоток изготавливают литейным способом из стали Гадфильда, отливку молотка производят в литейную форму, обрубая полученные детали, нагревают до $t=1100^{\circ}\text{C}$ и выдерживают при этой температуре в течение 30 мин.

Недостатком данного способа является то, что при его применении получают молотки, обладающие низкой износостойкостью и, как следствие, невысоким сроком службы.

Техническим результатом является увеличение твердости и износостойкости рабочей части молотка дробилки, а также увеличение его срока службы.

Технический результат достигается тем, что заготовку выполняют с утолщением ее рабочей части, длина которой меньше рабочей части молотка не менее чем на $1/2$, а величину утолщения выбирают как отношение рабочей части молотка к рабочей части заготовки, которое находится в интервале от 1,5 до 2,25, после чего заготовка помещается в полость штампа, где ее рабочую часть подвергают штамповке, при температуре от 950°C до 1050°C , уменьшая утолщение и увеличивая длину, при этом сохраняя изначальную ширину, до приобретения заготовкой размеров молотка, полученную поковку извлекают из штампа и погружают в охлаждающую жидкость комнатной температуры, где при непрерывном перемешивании происходит охлаждение заготовки, после чего полученный молоток направляют для монтажа на диск ротора молотковой дробилки.

Способ поясняется следующими фигурами:

фиг. 1 - общий вид молотка;

фиг. 2 - изменение размеров заготовки в процессе штамповки;

фиг. 3 - номограмма для определения усилия штамповочного молота, где:

1 - ширина;

2 - высота;

3 - рабочая часть молотка;

4 - посадочное отверстие;

5 - утолщение;

6 - рабочая часть заготовки;

7 - длина.

Способ осуществляется следующим образом. Для изготовления молотка (фиг. 1) прямоугольной формы шириной 1 (фиг. 1), высотой 2, с рабочей частью молотка 3, с посадочным отверстием 4 проектируется заготовка (фиг. 2) тех же ширины 1, толщины 2, с посадочным отверстием 4, выполненная с утолщением 5 рабочей части заготовки 6, длина которой меньше рабочей части молотка 3 не менее чем на $1/2$. Величины утолщения 5 и рабочей части заготовки 6 выбираются из соблюдения требования, что отношение утолщения 5 к высоте 2 равно отношению рабочей части молотка 3 к рабочей части заготовки 6 и находится в интервале от 1,5 до 2,25.

Заготовка спроектированных размеров отливается с использованием кокиля или песчано-глинистой формы, для выполнения в ней посадочного отверстия 4 в литейной форме устанавливается формовочный стержень необходимого диаметра. Полученную литьем заготовку молотка обрубая от элементов литейной системы.

Далее заготовка помещается в муфельную печь ЭКПС 500, где нагревается до температуры T_1 (для стали 110Г13Л $T_1=1050^{\circ}\text{C}$) в течение заданного времени t_1 определяемого по формуле:

$$t_1 = KD, \quad (1)$$

где K - коэффициент, равный 75 с/мм для легированных сталей, какой является сталь 110Г13Л, и 65 с/мм - для углеродистых, D - линейный размер изделия в мм, равный
5 утолщению 5.

Для приобретения металлом однородной структуры заготовка выдерживается в печи при температуре T_1 в течение времени t_2 , определяемого по формуле:

$$t_2 = 0,2t_1 \quad (2)$$

10 Заготовка извлекается из печи и сразу же в нагретом состоянии помещается в полость штампа, конфигурация которого, соответствует конфигурации молотка. После чего рабочую часть заготовки подвергают штамповке при температуре от 950°C до 1050°C. Рабочая часть заготовки 6 подвергается серии ударов бойка штамповочного молота с увеличением ее на длину 7 при уменьшении ее утолщения 5 и при постоянной ширине
15 1 до приобретения заготовкой размеров молотка (фиг. 1), что обеспечивает металлу рабочей части молотка необходимую степень укова α , равную отношению высоты утолщения 5 заготовки до деформации к ее высоте 2 после деформации.

Штамповочный молот подбирается по величине необходимого развиваемого усилия, которое устанавливается исходя из площади деформируемой (рабочей) части заготовки
20 и истинного сопротивления деформации материала заготовки $\alpha_{ист}$ при температурековки (фиг. 3).

Полученная поковка извлекается из штампа и для закалки материала молотка погружается в охлаждающую жидкость комнатной температуры, в которой при
25 непрерывном перемешивании охлаждается до температуры охлаждающей жидкости.

В результате интенсивной высокотемпературной пластической деформации и последующего быстрого охлаждения - операции высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО) рабочая, контактирующая с породой часть
30 молотка приобретает высокоизносостойкие свойства, после чего полученный молоток направляют для монтажа на диск ротора молотковой дробилки.

Способ поясняется следующим примером. Для изготовления молотка шириной 1 = 80 мм, высотой 2 = 25 мм и длиной рабочей части молотка 3 = 230 мм, из стали 110Г13Л, с исходной твердостью ~ 200 НВ для молотковой дробилки СМ 400 проектируем заготовку шириной 1 = 80 мм, высотой 2 = 25 мм с посадочным отверстием 4 = 40 мм,
35 утолщением 5 и с рабочей частью заготовки 6.

Для определения параметров 5, 6 воспользуемся равенством

$$5/2 = 3/6 = 2,25 \quad (3)$$

где 2,25 - принимаемая степень укова поковки, при подстановке значений 2, 3 в которое получаем значения 5 = 56,25 мм, 6 = 102,22 мм.

40 Заготовка спроектированной конфигурации изготавливается литьем с использованием песчано-глинистой литейной формы, для выполнения в ней посадочного отверстия 4 используем стержень необходимого диаметра.

Полученная заготовка помещается в муфельную печь, например ЭКПС 500, где нагревается до температуры T_1 (для стали 110Г13Л $T_1=1050^\circ\text{C}$) в течение заданного
45 времени t_1 определяемого по формуле:

$$t_1 = K D = 1,17 \text{ часа} \quad (4)$$

где: K - коэффициент, равный 75 с/мм для легированных сталей, какой является сталь

110Г13Л, и 65 с/мм - для углеродистых,

D - линейный размер изделия в мм, равный высоте $5 = 56,25$ мм утолщенной части заготовки.

Для приобретения металлом однородной структуры заготовка выдерживается в печи при температуре T_1 в течение времени t_2 , определяемого по формуле:

$$t_2 = 0,2t_1 = 0,23 \text{ часа} \quad (5)$$

Заготовка извлекается из печи и сразу же помещается в полость штампа, имеющую конфигурацию, соответствующую конфигурации молотка.

Рабочая часть заготовки в полости штампа подвергается серии ударов бойка штамповочного молота с уменьшением высоты и увеличением длины ее утолщения при постоянной ширине (операции штамповки) до приобретения рабочей части заготовки размеров рабочей части молотка.

Для выбора необходимого штамповочного молота рассчитываются площадь деформируемой части заготовки F (для нашего случая $F=8177,6$ мм) и истинное сопротивление деформации материала заготовки $\alpha_{ист}$ при температуре штамповки, которое может быть определено из таблицы 1.

Таблица 1 - Истинное сопротивление деформации материала заготовки $\sigma_{ист}$ при температуре штамповки, МПа

Условный предел прочности σ_B стали при нормальной температуре, МПа	Температура в °С					
	800	900	1000	1100	1200	1300
400	66	45	30	22	19	14
600	111	75	54	36	22	20
800	165	111	75	51	36	24
1000	230	159	109	68	50	30

Для стали 110Г13Л с величиной α_B при нормальной температуре ~600 МПа значение $\alpha_{исх}$ при 1050°С составит ~44 МПа.

Для определения усилия G молота, необходимого для осуществления деформации заготовки, предлагается воспользоваться графиком (фиг. 3) зависимости G молота при различных значениях $\alpha_{ист}$ деформируемого материала от приведенного диаметра $D_{пр}$ штампуемого изделия, который для нашей заготовки, как для детали прямоугольной формы, может быть рассчитан по формуле:

$$D_{пр} = 1,13\sqrt{F} = 102,18 \text{ мм, где:}$$

F - площадь деформируемой части заготовки (8177,6 мм)

В соответствии с графиком (фиг. 3) для $\alpha_{исх}=44$ МПа и $D_{пр}=102,18$ мм необходимое усилие штамповочного молота может быть оценено в 10 кН. Такое усилие обеспечивает штамповочный молот марки С92К-16 с характеристиками, представленными ниже:

Номинальный вес падающей части (усилие молота) - 10,6 кН;

Энергия удара - 16 кДж;

Частота ударов (макс.) - 122 уд/мин;

Длина хода - 435-635 мм.

Готовая поковка извлекается из штампа и погружается в емкость с охлаждающей жидкостью (водой) комнатной температуры (20°C), где при непрерывном перемешивании охлаждается до температуры жидкости.

5 Для оценки эффективности предлагаемого способа изготовления молотков с использованием ВТМО воспользуемся экспериментально установленной зависимостью износостойкости стали 110Г13Л от степени укова α образцов из этой стали в процессе ВТМО при их изнашивании по электрокорунду в условиях, моделирующих условия изнашивания молотков молотковых дробилок (таблица 2).

10 Таблица 2 - Твердость, интенсивность изнашивания K_i и износостойкость $R_i = 1/K_i$ образцов из стали 110Г13Л после различных режимов термической обработки

15

20

25

№ образца	Способ обработки образца	Степень укова, α	Твердость, НВ	K_i , мг/(мм ² ·мин)	R_i , (мм ² ·мин)/мг
1	ТТО*	-	180	3,46	0,29
2	ТТО	-	180	3,29	0,30
3	ВТМО	1,5	228	3,02	0,33
4	ВТМО	1,5	254	2,88	0,35
5	ВТМО	2,25	228	2,72	0,37
6	ВТМО	2,25	264	2,05	0,49

30

*) - типовая термическая обработка, применяемая на заводах изготовителях молотков из стали 110Г13Л (выдержка отливки молотка при 1050⁰С и закалка в воде)

35 Из сравнения результатов испытаний (таблица 2) видно, что высокотемпературное деформирование материала перед закалкой (применение ВТМО при получении образцов) способствует повышению твердости и износостойкости высокомарганцевой стали в условиях абразивного изнашивания, возрастающих с увеличением степени укова образцов: для образца деформированного с максимальной степенью укова (образец №5 по сравнению с №1) эти параметры повышаются на 47 и 70%, соответственно.

40 Изготовление молотка по предлагаемому способу обеспечит повышенную твердость и износостойкость его рабочей, контактирующей с породой, части, что увеличит срок службы молотка в 1,7 раза.

(57) Формула изобретения

45 Способ изготовления молотка дробилки, включающий получение заготовки прямоугольной формы литьем, обрубку, термическую обработку, отличающийся тем, что заготовку, ширина и высота которой равна ширине и высоте молотка, отливают с утолщением рабочей части заготовки, длина которой меньше рабочей части молотка

не менее чем на $1/2$, а величину утолщения выбирают как отношение рабочей части молотка к рабочей части заготовки, которое находится в интервале от 1,5 до 2,25, после чего заготовку помещают в полость штампа, где ее рабочую часть подвергают штамповке при температуре от 950 до 1050°C, уменьшая утолщение и увеличивая длину при сохранении изначальной ширины, до приобретения заготовкой размеров молотка, полученную поковку извлекают из штампа и погружают в охлаждающую жидкость комнатной температуры, где при непрерывном перемешивании происходит охлаждение заготовки, после чего полученный молоток направляют для монтажа на диск ротора молотковой дробилки.

10

15

20

25

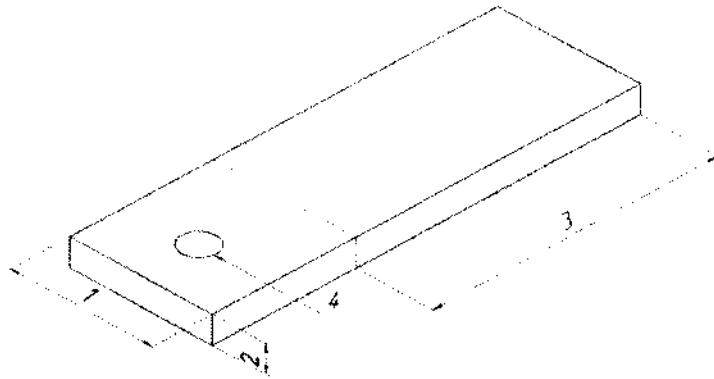
30

35

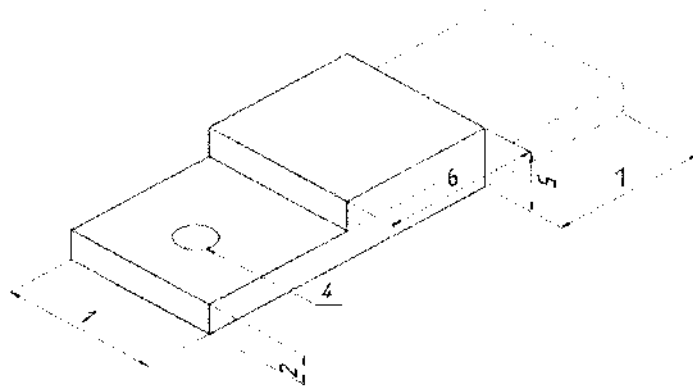
40

45

1

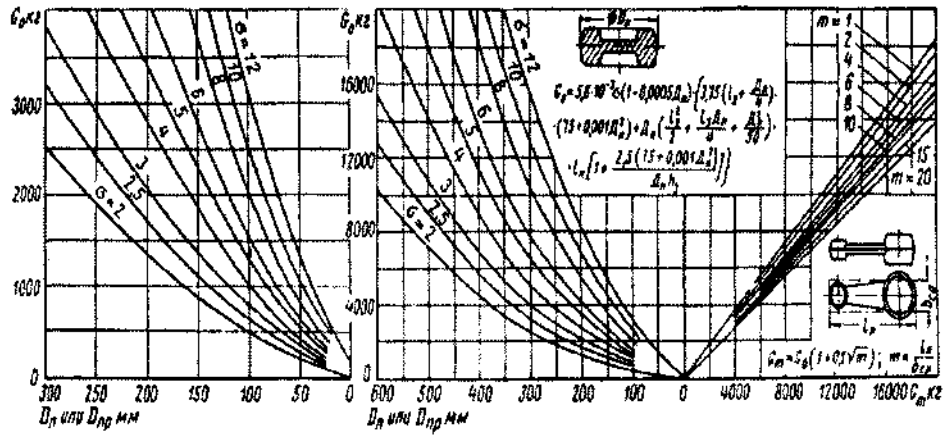


Фиг. 1



Фиг. 2

2



Фиг. 3