



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
E02D 27/34 (2022.08)

(21)(22) Заявка: 2022121464, 05.08.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
05.08.2022

Дата регистрации:
23.01.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 05.08.2022

(45) Опубликовано: 23.01.2023 Бюл. № 3

Адрес для переписки:
455000, г. Магнитогорск, пр. Ленина, 38,
ФГБОУ ВО "МГТУ им. Г.И. Носова",
Пыхтуновой С.В.

(72) Автор(ы):

Кришан Анатолий Леонидович (RU),
Песин Александр Моисеевич (RU),
Белов Алексей Яковлевич (RU),
Матвеев Сергей Владимирович (RU),
Сагадатов Азат Ирекович (RU),
Пустовойтов Денис Олегович (RU),
Астафьева Мария Анатольевна (RU),
Локотунина Наталья Михайловна (RU),
Песин Илья Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Магнитогорский
государственный технический университет
им. Г.И. Носова" (ФГБОУ ВО "МГТУ им.
Г.И. Носова") (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2477353 C1, 10.03.2013. RU
2773487 C1, 06.06.2022. RU 210507 U1, 18.04.2022.
SU 1733572 A1, 15.05.1992. KG 198 C1, 01.10.1997.

(54) Трубобетонная сейсмоизолирующая опора

(57) Реферат:

Изобретение относится к области строительства, в частности к сейсмоизолирующим устройствам зданий и сооружений. Трубобетонная сейсмоизолирующая опора состоит из трубобетонной колонны с шарнирными узлами сопряжения с фундаментом и перекрытием, двух закладных деталей и гасителей колебаний, размещающихся в верхней и нижней частях колонны. Закладные детали, закрепленные в фундаменте и перекрытии, выполнены в виде стальных пластин и жестко соединенных с ними стальными цилиндрами, расположенными коаксиально наружной трубе сейсмоизолирующей опоры, причем стальные пластины закреплены в бетоне фундамента или перекрытия, а стальные цилиндры входят в тело

трубобетонной колонны и имеют диаметр от 0,05 до 0,25 диаметра ее поперечного сечения. В пространстве между стальной пластиной, боковой поверхностью стального цилиндра и внутренней поверхностью трубы трубобетонной колонны размещены как минимум два слоя элементов гасителей колебаний, выполненных в форме частично усеченных тетраэдров, полученных разрезанием кубов плоскостями, проходящими через середины их ребер на две равные части так, что основания элементов образуют правильные шестиугольники, причем основания каждого слоя элементов расположены горизонтально и плотно соприкасаются своими ребрами с соседними элементами слоя, а вершины элементов каждого слоя касаются плоскости оснований соседнего

слоя. Свободное пространство между внутренней поверхностью трубы и слоями элементов заполнено эластичным материалом, а элементы в слое гасителей колебаний изготовлены из материала с прочностью $R \geq 1,5 \times R_b$, где R_b - прочность бетона трубобетонной колонны.

Технический результат состоит в обеспечении снижения интенсивности виброколебаний опоры за счет использования гасителей колебаний, представляющих собой самозаклинивающиеся элементы. 5 ил.

R U 2 7 8 8 5 4 5 C 1

R U 2 7 8 8 5 4 5 C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
E02D 27/34 (2022.08)

(21)(22) Application: **2022121464, 05.08.2022**

(24) Effective date for property rights:
05.08.2022

Registration date:
23.01.2023

Priority:

(22) Date of filing: **05.08.2022**

(45) Date of publication: **23.01.2023** Bull. № 3

Mail address:

**455000, g. Magnitogorsk, pr. Lenina, 38, FGBOU
VO "MG TU im. G.I. Nosova", Pykhtunovoj S.V.**

(72) Inventor(s):

**Krishan Anatolij Leonidovich (RU),
Pesin Aleksandr Moiseevich (RU),
Belov Aleksej Yakovlevich (RU),
Matveev Sergej Vladimirovich (RU),
Sagadatov Azat Irekovich (RU),
Pustovojtov Denis Olegovich (RU),
Astafeva Mariya Anatolevna (RU),
Lokotunina Natalya Mikhajlovna (RU),
Pesin Ilya Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Magnitogorskij gosudarstvennyj
tehnicheskij universitet im. G.I. Nosova"
(FGBOU VO "MG TU im. G.I. Nosova") (RU)**

(54) **TUBE-CONCRETE SEISMIC ISOLATION SUPPORT**

(57) Abstract:

FIELD: construction, seismic isolating devices for buildings and structures.

SUBSTANCE: pipe-concrete seismic isolation support consists of a pipe-concrete column with hinged junctions with the foundation and the floor, two embedded parts and vibration dampers located in the upper and lower parts of the column. Embedded parts fixed in the foundation and ceiling are made in the form of steel plates and rigidly connected to them by steel cylinders located coaxially to the other pipe of the seismic isolation support, and the steel plates are fixed in the concrete of the foundation or ceiling, and steel cylinders enter the body of a pipe-concrete column and have a diameter of 0.05 to 0.25 of the diameter of its cross section. In the space between the steel plate, the side surface of the steel cylinder and the inner surface of the tube of the pipe-concrete column, there are at least two layers of vibration dampers made in the form

of partially truncated tetrahedra obtained by cutting cubes with planes passing through the middle of their edges into two equal parts so that the bases of the elements form regular hexagons, with the bases of each layer of elements located horizontally and are in close contact with their edges with the adjacent elements of the layer, and the tops of the elements of each layer touch the plane of the bases of the adjacent layer. The free space between the inner surface of the pipe and the layers of elements is filled with an elastic material, and the elements in the layer of vibration dampers are made of a material with strength $R \geq 1.5 \times R_b$, where R_b is the strength of the concrete of the pipe concrete column.

EFFECT: providing a reduction in the intensity of vibrations of the support through the use of vibration dampers, which are self-jamming elements.

1 cl, 5 dwg

Изобретение относится к области строительства, в частности к сейсмоизолирующим устройствам зданий и сооружений.

Известны кинематические опоры - сейсмоизолирующие качающиеся фундаменты Черепинского (Черепинский Ю.Д. Монография «Сейсмоизоляция жилых зданий».

5 Издательство Казахской головной архитектурно-строительной академии, г. Алма-Ата; инструкция по проектированию зданий с использованием сейсмоизолирующих фундаментов КФ. РДС РК 07, г. Алма-Ата, 1998 г.; Черепинский Ю.Д. Сравнительный анализ сейсмоизолирующих фундаментов опорного типа. Журнал «Сейсмостойкое строительство, безопасность сооружений», №5, г. Москва, 2004 г.; Черепинский Ю.Д.
10 Сборник статей. «Сейсмоизоляция зданий, строительство на кинематических фундаментах», г. Москва, 2009 г.).

Недостатками этих сейсмоизолирующих фундаментов являются:

- большие напряжения в точке контакта бетонного основания качающегося фундамента с фундаментной плитой;

15 - невозможность полностью компенсировать горизонтальные и вертикальные динамические воздействия на здание во время землетрясений.

- необходимость изготовления изделия в заводских условиях из-за сферической формы основания качающегося фундамента.

Наиболее близким аналогом является трубобетонная сейсмоизолирующая опора
20 которая состоит из колонны с шарнирными узлами. Колонна выполнена в трубобетонном варианте, а шарнирные узлы, составляющие с гасителями колебаний единое целое, выполнены из стальных листов и прокатной стали и размещаются в верхней и нижней части колонны, где гасители одновременно являются поглотителями энергии и ограничителями горизонтальных и вертикальных перемещений (патент РФ
25 №2477353, МПК E02D 27/34).

Недостатками являются:

- невозможность конструкции опоры всегда обеспечить возврат качающейся колонны в исходное положение;

30 - возможность отказа металлических планок при повторных сейсмических воздействиях;

- невозможность полностью компенсировать горизонтальные и вертикальные динамические воздействия на здание во время землетрясений.

Технической проблемой изобретения является повышение прочности и устойчивости здания за счет возможности компенсации горизонтальных и вертикальных динамических
35 воздействий на него во время землетрясений.

Техническим результатом заявляемого изобретения является снижение интенсивности виброколебаний опоры за счет использования гасителей колебаний, представляющих собой самозаклинивающиеся элементы.

Сущность изобретения состоит в том, что трубобетонная сейсмоизолирующая опора,
40 состоящая из трубобетонной колонны с шарнирными узлами сопряжения с фундаментом и перекрытием, двух закладных деталей и гасителей колебаний, размещающихся в верхней и нижней частях колонны, согласно изменению, закладные детали, закрепленные в фундаменте и перекрытии, выполнены в виде стальных пластин и жестко соединенных с ними стальными цилиндрами, расположенными коаксиально наружной трубе
45 сейсмоизолирующей опоры, причем стальные пластины закреплены в бетоне фундамента или перекрытия, а стальные цилиндры входят в тело трубобетонной колонны и имеют диаметр от 0,05 до 0,25 диаметра ее поперечного сечения, причем в пространстве между стальной пластиной, боковой поверхностью стального цилиндра и внутренней

поверхностью трубы трубобетонной колонны размещены как минимум два слоя элементов гасителей колебаний, выполненных в форме частично усеченных тетраэдров, полученных разрезанием кубов плоскостями, проходящими через середины их ребер на две равные части так, что основания элементов образуют правильные
5 шестиугольники, причем основания каждого слоя элементов расположены горизонтально и плотно соприкасаются своими ребрами с соседними элементами слоя, а вершины элементов каждого слоя касаются плоскости оснований соседнего слоя, при этом свободное пространство между внутренней поверхностью трубы и слоями элементов заполнено эластичным материалом, а элементы в слое гасителей колебаний
10 изготовлены из материала с прочностью $R \geq 1,5 \times R_b$, где R_b - прочность бетона трубобетонной колонны.

Сущность изобретения поясняется чертежами.

На фиг. 1 изображен общий вид трубобетонной сейсмоизолирующей опоры, где 1 - стальная труба, 2 - монолитный бетон, 3 - закладная деталь фундамента (основания),
15 4 - монолитный железобетонный фундамент (основание), 5 - закладная деталь сейсмоизолируемой части здания (сооружения), 6 - сейсмоизолируемая часть здания (сооружения), 7 - нижние слои из элементов гасителей колебаний, 8 - эластичный материал, 9 - верхние слои из элементов гасителей колебаний, 10 - верхний стальной цилиндр, 11 - нижний стальной цилиндр.

20 На фиг. 2 изображен вид в плане гасителей колебаний в разрезе I-I.

На фиг. 3 изображен вид в плане основной части опоры в разрезе II-II, где 12 - продольная арматура.

На фиг. 4 представлен вид верхнего или нижнего слоя гасителей колебаний.

На фиг. 5 представлены вид элементов верхнего или нижнего слоя гасителей
25 колебаний.

Трубобетонная сейсмоизолирующая опора представляет из себя круглую колонну из стальной трубы 1 (фиг. 1-3) диаметром от 270 мм до 1420 мм (по ГОСТ 10704) и высотой от 1500 мм до 10000 мм, заполненную монолитным бетоном 2 (фиг. 1, 2) класса В-25 и более с арматурным каркасом 12 (фиг. 2, 3). В нижней части колонны стальной
30 цилиндр 11 диаметром от 0,25 до 0,5 от диаметра поперечного сечения колонны и высотой от 40 мм до 300 мм (фиг. 1) приварен к закладной детали фундамента 3, имеющей толщину 10-40 мм и жестко закрепленную с монолитным железобетонным фундаментом (основанием) 4. На верхнюю часть колонны через стальную закладную деталь 5 (фиг. 1) толщиной 10-40 мм опирается плита перекрытия 6 (фиг. 1)
35 сейсмоизолируемой части здания (сооружения). В верхней части колонны стальной цилиндр 10 диаметром от 0,25 до 0,5 от диаметра поперечного сечения колонны и высотой от 40 мм до 300 мм приварен к стальной пластине 5 (фиг. 1) толщиной 10-40 мм, которая жестко закреплена с сейсмоизолируемой частью здания 6 (фиг. 1).

В пространстве между закладными деталями 3, 5, (фиг. 1) боковыми поверхностями
40 соответствующих стальных цилиндров 10, 11, монолитным бетоном 2 и внутренней поверхностью трубы трубобетонной колонны 1 размещены соответственно нижние и верхние слои гасителей колебаний 7 и 9, выполненные как минимум из двух слоев элементов, изготовленных из материала с прочностью $R \geq 1,5 \times R_b$ (фиг. 1), в форме усеченных тетраэдров, полученных разрезанием кубов плоскостями (фиг. 5),
45 проходящими через середины их ребер на две равные части таким образом, чтобы основания элементов образовывали правильные шестиугольники, причем основания каждого слоя элементов располагаются горизонтально и плотно соприкасаются своими ребрами с соседними элементами слоя, а вершины элементов каждого слоя касаются

плоскости оснований другого соседнего слоя (фиг. 4), при этом свободное пространство между внутренней поверхностью трубы, монолитным бетоном 2 и слоями элементов гасителей колебаний заполняется эластичным материалом 8 (фиг. 1, 2), например, битумом, при этом элементы гасителей колебаний изготовлены из материала с прочностью $R \geq 1,5 \times R_b$, например, их стали марки СтЗпс. Слои гасителей колебаний 7, 9 (фиг. 1, 2) выполняют роль поглотителей энергии колебаний, одновременно являясь ограничителями горизонтальных и вертикальных смещений.

Если стальной цилиндр имеет диаметр менее 0,25 от диаметра поперечного сечения колонны, то через гасители колебаний 7, 9 (фиг. 1, 2), будет передаваться только небольшая часть горизонтальных сил, ограниченная конкретным размером диаметра цилиндра.

Если стальной цилиндр имеет диаметр более 0,5 от диаметра поперечного сечения колонны, то через гасители колебаний 7, 9 (фиг. 1, 2), имеющие меньшую жесткость при сжатии по сравнению со стальным цилиндром, будет передаваться только небольшая часть вертикальных сил, ограниченная конкретным размером диаметра цилиндра.

Если элементы гасителей колебаний изготовлены из материала с прочностью менее $1,5 \times R_b$, то вследствие концентрации напряжений они могут разрушиться.

Установку гасителей колебаний 7, 9 в пространстве между закладными деталями сейсмоизолируемой части здания (сооружения) 3, 5, боковыми поверхностями цилиндров 10, 11 и эластичного материала 8 осуществляют на стройплощадке. К закладной детали фундамента 3 приваривают нижний стальной цилиндр 11. Затем укладывают нижние слои из элементов гасителей колебаний 7 и устанавливают стальную трубу 1, и заполняют эластичным материалом, например, битумом зазоры между гасителями колебаний 7, трубой 1 и стальным цилиндром 11, а также формируют горизонтальную прослойку из эластичного материала 8 сверху гасителей колебаний 7. Затем заполняют трубу монолитным бетоном 2 и формируют горизонтальную прослойку из эластичного материала 8. На прослойку устанавливают заранее собранный элемент, включающий закладную деталь сейсмоизолирующей части здания (сооружения) 5 с приваренным к ней верхним цилиндром 10 и закрепленными верхними слоями из элементов гасителей колебаний 9, а также заполненными эластичным материалом 8 зазорами между гасителями колебаний 7, трубой 1 и стальным цилиндром 10. После чего колонну соединяют с сейсмоизолированной частью здания 6.

В положении покоя (фиг. 1) нагрузка от сейсмоизолированной части здания (сооружения) 6 (фиг. 1) равномерно передается через закладную деталь 5 (фиг. 1) на колонну. Далее эту нагрузку воспринимает фундамент 4 (фиг. 1) через закладную деталь 3 (фиг. 1) в нижней части трубобетонной сейсмоизолирующей опоры. При этом сила реакции фундамента 4 (фиг. 1) через закладную деталь 3 равномерно распределяется по всей ее площади.

При сейсмическом ударе горизонтальной силой, например, передающейся на фундамент 4 слева направо (фиг. 1), первоначально включаются в работу в горизонтальном направлении самозаклинивающиеся элементы 7 и эластичный материал 8, расположенные в нижней части колонны правее стального цилиндра 11. В верхней части колонны включаются в работу в горизонтальном направлении самозаклинивающиеся элементы 9 и эластичный материал 8 левее стального цилиндра 10. Пара вертикальных сжимающих сил от возникающего изгибающего момента в верхней части колонны передается через самозаклинивающиеся элементы 9 и эластичный материал 8, расположенные правее стального цилиндра 10, а в нижней части колонны - через самозаклинивающиеся элементы 7 и эластичный материал 8, расположенные

левее стального цилиндра 11.

В последующий момент времени верхние слои 9 и нижние слои 7 гасители колебаний, состоящие из самозаклинивающихся элементов, начинают воспринимать эти горизонтальные и вертикальные силы. Вначале происходит упругая деформация эластичного материала 8, которая затем передается слоям гасителей колебаний 7 и 9. Происходит самозаклинивание по всем сторонам обоих гасителей колебаний. При этом перераспределенная нагрузка преобразуется так, что в месте соединения элементов гасителей колебаний возникают значительные силы, вызывающие местное сжатие соседних элементов по всем сторонам гасителей колебаний. В свою очередь, наличие сжимающих сил приводит к увеличению сил сцепления между элементами, а следовательно, и к резкому увеличению предельных значений межэлементной жесткости и прочности. Благодаря форме и расположению элементов гасителей колебаний происходит их самозаклинивание, что обеспечивает значительное повышение жесткости сейсмоизолирующей опоры и снижает вероятность ее разрушения. Разрушению препятствует также дискретное строение слоев гасителей колебаний, так как даже в случае появления трещины она будет распространяться только в объеме одного элемента, не переходя в магистральную трещину по слою. При этом работоспособность трубобетонной сейсмоизолирующей опоры сохраняется.

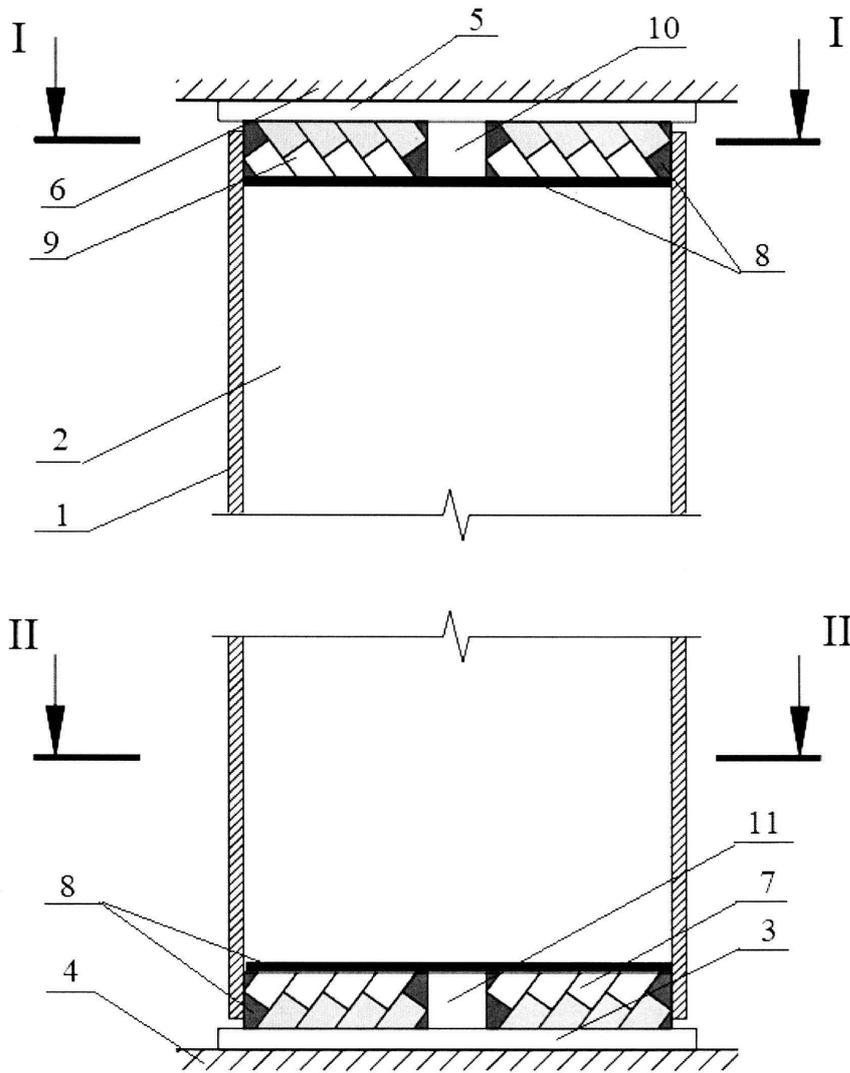
В результате использования самозаклинивающихся элементов в конструкции опоры во время сейсмического удара происходит их упругая деформация и частичная пластическая деформация, блокирующие ее колебательные движения за счет поглощения энергии деформации.

Конструкция предлагаемой трубобетонной сейсмоизолирующей опоры позволит снизить интенсивность горизонтальных и вертикальных динамических воздействий на здание во время землетрясений. При этом обеспечено увеличение прочности трубобетонной сейсмоизолирующей опоры.

(57) Формула изобретения

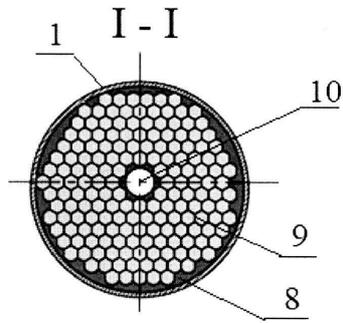
Трубобетонная сейсмоизолирующая опора, состоящая из трубобетонной колонны с шарнирными узлами сопряжения с фундаментом и перекрытием, двух закладных деталей и гасителей колебаний, размещающихся в верхней и нижней частях колонны, отличающаяся тем, что закладные детали, закрепленные в фундаменте и перекрытии, выполнены в виде стальных пластин и жестко соединенных с ними стальными цилиндрами, расположенными коаксиально наружной трубе сейсмоизолирующей опоры, причем стальные пластины закреплены в бетоне фундамента или перекрытия, а стальные цилиндры входят в тело трубобетонной колонны и имеют диаметр от 0,05 до 0,25 диаметра ее поперечного сечения, причем в пространстве между стальной пластиной, боковой поверхностью стального цилиндра и внутренней поверхностью трубы трубобетонной колонны размещены как минимум два слоя элементов гасителей колебаний, выполненных в форме частично усеченных тетраэдров, полученных разрезанием кубов плоскостями, проходящими через середины их ребер на две равные части так, что основания элементов образуют правильные шестиугольники, причем основания каждого слоя элементов расположены горизонтально и плотно соприкасаются своими ребрами с соседними элементами слоя, а вершины элементов каждого слоя касаются плоскости оснований соседнего слоя, при этом свободное пространство между внутренней поверхностью трубы и слоями элементов заполнено эластичным материалом, а элементы в слое гасителей колебаний изготовлены из материала с прочностью $R \geq 1,5 \times R_b$, где R_b - прочность бетона трубобетонной колонны.

1

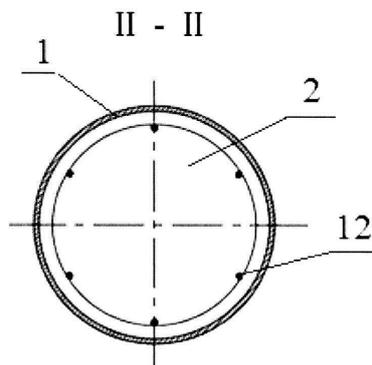


Фиг. 1

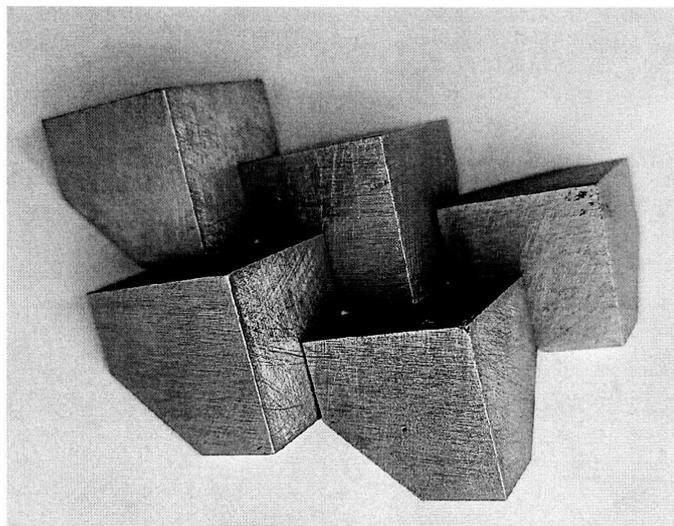
2



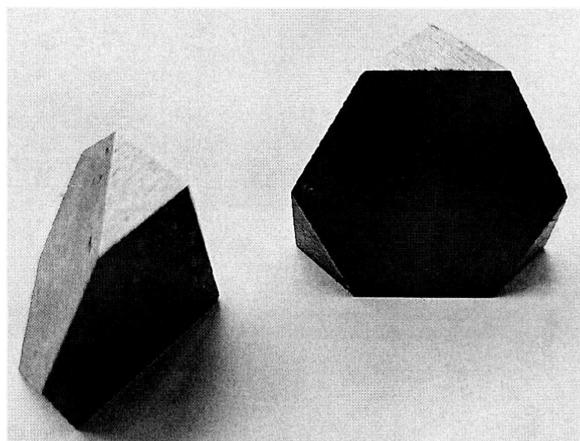
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5