



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2003125380/03, 18.08.2003

(24) Дата начала действия патента: 18.08.2003

(43) Дата публикации заявки: 10.02.2005

(45) Опубликовано: 10.11.2005 Бюл. № 31

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: SU 1703777 A1, 07.01.1992.
 SU 918383 A, 10.04.1982.
 SU 1528843 A1, 15.12.1989.
 SU 1296675 A1, 15.03.1987.
 SU 1567722 A1, 30.05.1990.
 SU 1687706 A1, 30.10.1991.
 US 4659252 A, 21.04.1987.
 SU 1742407 A1, 23.06.1992.

Адрес для переписки:

660017, г.Красноярск, пр. Мира, 94, ОАО
 "Красноярскгидропроект", В.П. Ягину

(72) Автор(ы):

Брызгалов В.И. (RU),
 Толошинов А.В. (RU),
 Ягин В.П. (RU),
 Давыдов И.А. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

Открытое акционерное общество "Саяно-
 Шушенская ГЭС им. П.С. Непорожного" (RU)

RU
2
2
6
3
7
4
1
C
2

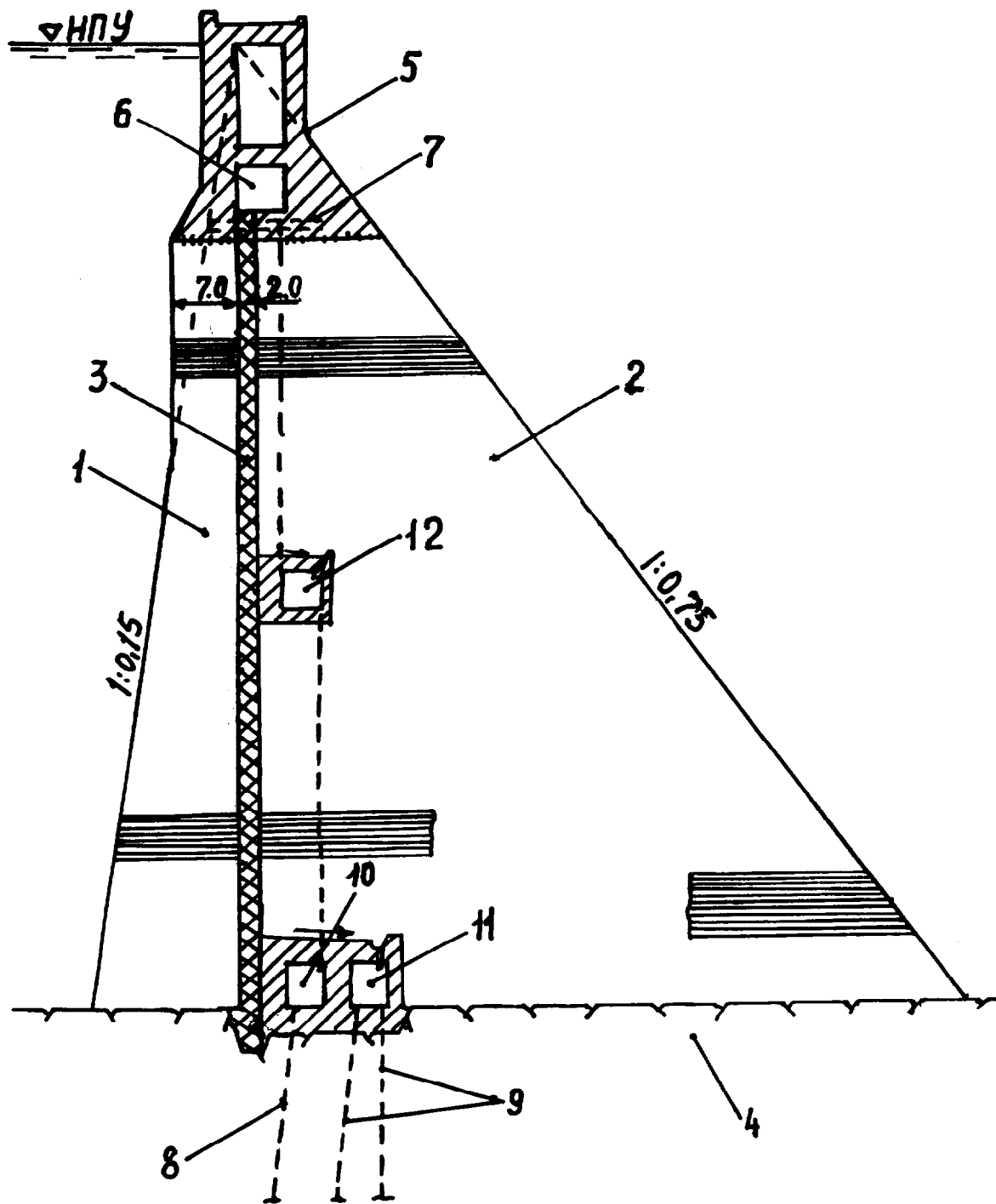
(54) ПЛОТИНА ИЗ УКАТАННОГО МАЛОЦЕМЕНТНОГО БЕТОНА

(57) Реферат:

Изобретение относится к гидротехническому строительству, в частности к плотинам, возводимым из укатанного малоцементного бетона. Плотина состоит из верхового столба и низового клина, выполненных из укатанного малоцементного бетона, противоточного устройства в виде диафрагмы, выполненной от основания до оголовка плотины и размещенной между верховым столбом и низовым клином, причем оголовок оперт на верховой столб и низовой клин с образованием с ними монолитного соединения и выполнен из обычного армированного бетона. Диафрагма выполнена из асфальтобетона, а в основании плотины имеет плиту, на которую оперты верховой столб, диафрагма и низовой клин с образованием с ней монолитного соединения, кроме того, в средней по высоте части плотины и на одном

уровне размещены в низовом клине галерея, а в верховом столбе - анкерный пояс, которые непосредственно примыкают к диафрагме с разных её сторон и соединены между собой анкерами, пересекающими диафрагму. Плита, анкерный пояс и корпус галереи выполнены из обычного армированного бетона. Верховой столб в своей верхней части может быть выполнен вертикальным, а в нижней части - с наклоном в сторону низового клина. Толщина диафрагмы «а» удовлетворяет условию $a > 0,4 \pm 0,008 \cdot H$, где H - высота плотины в метрах. Верховой столб и низовой клин могут быть выполнены из крупнопористого бетона. Оголовок может быть выполнен облегченным в виде рамной конструкции. Изобретение повышает надежность плотины, сокращает срок ее возведения, снижает трудовые и экономические затраты. 4 з.п. ф-лы, 4 ил.

RU
2
2
6
3
7
4
1
C
2



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2003125380/03, 18.08.2003**

(24) Effective date for property rights: **18.08.2003**

(43) Application published: **10.02.2005**

(45) Date of publication: **10.11.2005 Bull. 31**

Mail address:
**660017, g.Krasnojarsk, pr. Mira, 94, OAO
"Krasnojarskgidroproekt", V.P. Jaginu**

(72) Inventor(s):

**Bryzgalov V.I. (RU),
Toloshinov A.V. (RU),
Jagin V.P. (RU),
Davydov I.A. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Otkrytoe aktsionernoe obshchestvo "Sajano-
Shushenskaja GEhS im. P.S. Neporozhnego"
(RU)**

(54) **DAM OF ROLLED LOW-CEMENT CONCRETE**

(57) Abstract:

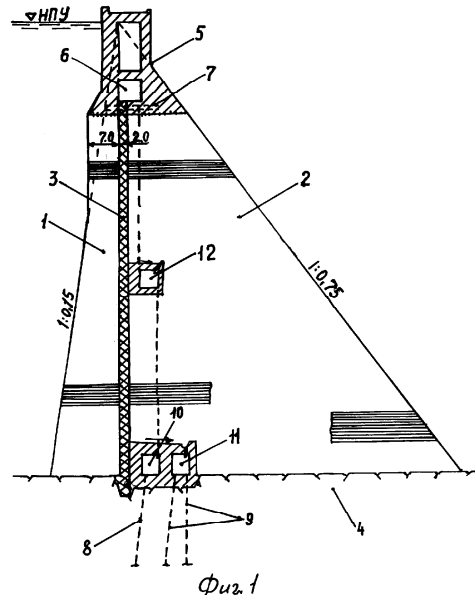
FIELD: hydraulic structures, particularly gravity dams.

SUBSTANCE: dam comprises upper pillar and lower wedge formed of rolled low-cement concrete, water-tight structure made as diaphragm extending from dam base to dam head and arranged between upper pillar and lower wedge. Dam head is supported by upper pillar and lower wedge with solid connection creation. Dam head is made of ordinary reinforced concrete. Diaphragm is made of asphalt concrete. Dam base is made as panel on which upper pillar, diaphragm and lower wedge are supported to create solid connection. Central dam part defined along height thereof has tunnel located in lower wedge and anchor belt formed in upper pillar, which directly abut upon diaphragm from both sides thereof and connected one to another by anchors passing through the diaphragm. Panel, anchor belt and tunnel body are made of ordinary reinforced concrete. Upper pillar has vertical upper part. Lower part thereof is inclined towards lower wedge. Diaphragm thickness a obeys the following inequality: $a > 0.4 - 0.008 \cdot H$, where H is dam height in meters. Upper pillar and lower

wedge may be formed of macroporous concrete. Head may be light-weight and have frame structure.

EFFECT: increased dam reliability, decreased dam erection time, reduced labor inputs and costs.

5 cl, 4 dgw, 3 ex



RU 2 2 6 3 7 4 1 C 2

RU 2 2 6 3 7 4 1 C 2

Изобретение относится к гидротехническому строительству, в частности к плотинам, возводимым из укатанного (укатываемого) малоцементного бетона преимущественно в районах сильных землетрясений и/или на относительно слабых основаниях.

Известна плотина из укатанного малоцементного бетона, все тело которой выполнено однородным и по «дорожной» технологии. В такой плотине тело является единственной 5 противofильтрационной преградой. Однако водопроницаемость укатанного малоцементного бетона характеризуется коэффициентом фильтрации в пределах $1 \cdot 10^{-5}$ - $1 \cdot 10^{-6}$ см/с, что по принятой в России градации несколько выше W2 и ниже W4 (1). Поэтому такие плотины возводятся высотой преимущественно до 15 м.

Известны плотины, содержащие у напорной (верховой) грани тонкостенную защитную оболочку (экран) из обычного вибрированного бетона (2). Однако оболочка, как правило, свои защитные функции в достаточной мере не выполняет, что сопровождается 10 фильтрацией воды через все тело плотины. К тому же затраты на формирование оболочки на порядок превышают затраты по укатанному бетону, при этом существенно снижается интенсивность возведения плотины по высоте из-за отступления от «дорожной» технологии возведения плотины (там же).

Известна плотина, в которой экран выполнен также из укатанного бетона, но при этом он содержит вяжущего в бетонной смеси выше, чем в бетонной смеси низового клина 20 плотины на 25% и более (3). В такой плотине необходимая водонепроницаемость бетона в экране, например W8, будет достигнута при содержании вяжущего в бетонной смеси около 200-250 кг/м³. В этом случае в экране необходимо устройство температурно-усадочных швов, что усложняет и замедляет возведение плотины.

Известны плотины, в которых экран выполнен тонким из металла (2), из битума 25 толщиной 10 сантиметров путем заполнения полости между двумя рядами сборных бетонных блоков (там же), а также из полимерного материала путем наклеивания пленки на тыльную поверхность армоплит несъемной опалубки (4) или путем послойного напыления его на поверхность напорной грани плотины (1).

Недостатком этих плотин является их многодельность. Дополнительно проникая через 30 неплотности вода, например, в местах пересечения анкерами тонкого экрана при быстром снижении уровня воды перед плотиной, например, при откате воды, создает со стороны плотины давление на тонкий экран, что может привести к его отслоению. К тому же многодельное возведение плотины с металлическим экраном еще и связано с расходом дефицитного материала.

Известны плотины, содержащие в качестве противofильтрационного устройства 35 диафрагму, послойно формируемую при возведении плотины из обычного вибрированного бетона (5) или выполненную в виде цементационной завесы в укатанном малоцементном бетоне тела плотины (6) или в вертикальном слое несвязного грунта, предварительно выполненного в теле плотины при ее возведении (7) - ближайšie аналоги.

Основным недостатком таких плотин, как и всех ранее приведенных с указанием их 40 частных недостатков, является образование сквозных трещин в поперечном сечении плотины при деформациях тела плотины и ее основания, вызываемых высокими сейсмическими воздействиями и сжимаемостью основания. При образовании в плотине трещин одновременно происходит разрыв противofильтрационного устройства, что 45 снижает надежность плотины и сужает область ее применения. Этот недостаток имеет особую значимость в силу того, что, во-первых, высокие водохранилищные плотины, имеющие практически неограниченный срок эксплуатации, являются объектами повышенного социального риска, во-вторых, несмотря на то, что районы со сложными геодинамическими условиями определены и относительно изучены, фактология 50 землетрясений указывает на то, что в перспективе сильное землетрясение может произойти в любом районе, считающемся до настоящего времени сейсмостойким. При этом современный уровень знаний не обеспечивает учет сейсмических нагрузок в достаточной для практики мере, о чем свидетельствует не объясненная до сих пор низкая сейсмостойкость конструкций и сооружений из бетона, разрушения которых часто

происходят неожиданно и необычно по отношению к существующим теориям (8).

Из этих ближайших аналогов, обладающих ранее указанными общими недостатками, при выборе прототипа предпочтение отдано последней плотины из укатанного малоцементного бетона (7), включающей верховой столб и низовой клин, выполненные из укатанного малоцементного бетона, противофильтрационное устройство в виде диафрагмы, выполненной от основания плотины до ее оголовка и размещенной между верховым столбом и низовым клином, при этом оголовок плотины выполнен из обычного армированного бетона и оперт на верховой столб и низовой клин с образованием с ними монолитного соединения (авторское свидетельство СССР №1703777 А1, кл. Е 02 В 7/10, опубл. 07.01.1992 на 3-х страницах).

Предлагаемым изобретением решается задача повышения надежности плотины при длительной эксплуатации, расширение области применения и сокращения срока ее возведения за счет обеспечения водонепроницаемости плотины при деформациях ее тела и основания и за счет упрощения работ по ее возведению.

Поставленная задача решается тем, что в плотине из укатанного малоцементного бетона, включающей верховой столб и низовой клин, выполненные из укатанного малоцементного бетона, противофильтрационное устройство в виде диафрагмы, выполненной от основания до оголовка плотины и размещенной между верховым столбом и низовым клином, причем оголовок оперт на верховой столб и низовой клин с образованием с ними монолитного соединения и выполнен из обычного армированного бетона, согласно изобретению диафрагма выполнена из асфальтобетона, а в основании плотины имеет плиту, на которую оперты верховой столб, диафрагма и низовой клин с образованием с ней монолитного соединения. В средней по высоте части плотины и на одном уровне размещены в низовом клине галерея, а в верховом столбе - анкерный пояс, которые непосредственно примыкают к диафрагме с разных ее сторон и соединены между собой анкерами, пересекающими диафрагму, при этом плита, анкерный пояс и корпус галереи выполнены из обычного армированного бетона.

Дополнительно верхний столб в своей верхней части выполнен вертикальным, а в нижней части - с наклоном в сторону низового клина, а толщина диафрагмы «а» удовлетворяет условию $a > 0,4 + 0,008 \cdot H$, где H - высота плотины в метрах. Верховой столб и низовой клин выполнены из крупнопористого бетона, а оголовок - облегченным в виде рамной конструкции.

Сущность предложенной плотины заключается прежде всего в том, что диафрагма выполнена из асфальтобетона, причем относительно толстой. Такая диафрагма находится в условиях постоянной температуры, величина которой за счет экзотермической реакции гидратации в бетоне в наиболее ответственный начальный период эксплуатации плотины на 7-10 градусов выше среднесуточной температуры местности. Поэтому асфальтобетон находится в относительно пластичном состоянии и в случае разрыва тела плотины в диафрагме, если и появится поперечная трещина, как маловероятный крайний случай, то величина ее раскрытия будет многократно меньше, чем раскрытие трещины в теле плотины. При этом за счет вязкого течения асфальтобетона трещина в диафрагме, испытывающей давление воды, будет обладать свойством самозалечивания, причем тем интенсивнее и полнее, чем толще диафрагма. Дополнительно при сейсмическом воздействии первыми достигают плотины упругие продольные Р-волны, которые в неупругой асфальтобетонной диафрагме интенсивно рассеиваются и производят в ней релаксацию напряжений. В результате этого к моменту подхода поперечных S-волн, раскачивающих все на своем пути вверх - вниз и из стороны в сторону, в асфальтобетонной диафрагме временно повышается пластичность, а следовательно, и трещиностойкость.

Другие указанные отличительные признаки предназначены прежде всего для скрепления элементов плотины в единую конструкцию.

На фиг.1 изображена плотина с вертикальной диафрагмой из асфальтобетона, поперечный разрез; на фиг.2 - плотина с вертикальной диафрагмой из асфальтобетона,

плитой в основании плотины и пересекающими диафрагму анкерами, поперечный разрез; на фиг.3 - плотина с наклонной диафрагмой из асфальтобетона и плитой в основании плотины, поперечный разрез; на фиг.4 - схема возведения диафрагмы из асфальтобетона.

Пример 1. Плотина (фиг.1) содержит верховой столб 1 и низовой клин 2, выполненные из укатанного малоцементного бетона, противофильтрационное устройство в виде диафрагмы 3, выполненной по всей высоте от скального основания 4 плотины до ее оголовка 5 из асфальтобетона (асфальтополимербетона) и размещенной между верховым столбом 1 и низовым клином 2. Оголовок 5 выполнен облегченным в виде рамной конструкции из обычного армированного бетона и оперт на верховой столб 1 и низовой клин 2 с образованием с ними монолитного соединения. При этом верховой торец диафрагмы 3 размещен в галерее 6, выполненной в оголовке 5, а арматурные стержни 7 в основании оголовка 5 пересекают диафрагму 3. Толщина диафрагмы 3 «а» удовлетворяет условию $a > 0,4 + 0,008 \cdot H$, где H - высота плотины в метрах. Эта толщина превосходит толщину диафрагмы из асфальтобетона во всех известных грунтовых плотинах, в том числе и рекомендуемую в (9).

Верховой столб 1, низовой клин 2 и диафрагма 3 опираются непосредственно на основание 4. Обычным решением является цементационная завеса 8 и дренаж 9 в основании 4, выполняемые из галерей соответственно 10 и 11, а также дренаж низового клина 2, выполняемый из галерей 6 и 12. При этом корпус каждой галереи выполнен из обычного армированного бетона.

Плотина работает следующим образом.

Практически весь напор воды воспринимается диафрагмой 3 и передается ею на низовой клин 2, который своей гравитацией удерживает плотину от сдвига и от опрокидывания. Верховой клин 1 находится во взвешенном состоянии и участвует в восприятии давления воды только в верхней части, где он посредством оголовка 5 монолитно соединен с низовым клином 2. Однако верховой столб 1 предотвращает деформации диафрагмы 3 в сторону верхнего бьефа и создает для нее благоприятный и неизменный температурный режим, а также пригружает основание 4, предотвращая тем самым его разуплотнение у напорной грани низового клина 2.

При сильном землетрясении и/или неравномерных деформациях основания 4 в верховом столбе 1 и в низовом клине 2 могут образоваться и раскрыться трещины. Однако толстая диафрагма 3 из асфальтобетона и в таких условиях обеспечит водонепроницаемость плотины. Дополнительно пластичная асфальтобетонная диафрагма является преградой на пути распространения сейсмических волн, при этом диафрагма образует в плотине продольный шов, что, как и выполнение оголовка облегченным, повышает сейсмостойкость плотины (10).

Пример 2. Плотина (фиг.2) отличается от плотины, описанной в примере 1, тем, что она дополнительно содержит следующие две группы признаков. Во-первых, в основании 4 плотина имеет плиту 13, выполненную из обычного армированного бетона, при этом верховой столб 1, диафрагма 3 и низовой клин 2 оперты на эту плиту с образованием с ней монолитного соединения. Во-вторых, в средней по высоте части плотина имеет галереи 14 и 15, корпуса которых выполнены из обычного армированного бетона, размещены в низовом клине 2 и примыкают непосредственно к диафрагме 3 с ее безнапорной стороны, и анкерные пояса 16 и 17, которые также выполнены из обычного армированного бетона, размещены в верховом столбе 1 и примыкают непосредственно к диафрагме 3 с ее напорной стороны. Галереи 14 и 15 и анкерные пояса 16 и 17 размещены по высоте плотины попарно на одних уровнях и соединены между собой анкерами 18, пересекающими диафрагму 3.

В такой плотине верховой столб 1 и низовой клин 2 на сдвиг от давления воды работают совместно, что позволяет уменьшить их суммарную массу.

Пример 3. Плотина (фиг.3) отличается от плотины, описанной в примере 1, тем, что ее верховой столб в нижней части выполнен с наклоном в сторону низового клина 2 и что она в основании 4 имеет плиту 13, аналогичную плите в примере 2.

В такой плотине верховой столб 1 и низовой клин 2 на сдвиг от давления воды работают только частично совместно. Однако в плотине галереи 10 и 11, а вместе с ними цементационная завеса 8 и дренаж 9, приближены к верховой грани плотины, что позволяет в большей степени снизить фильтрационное давление воды на подошву 5 плотины, а следовательно, и уменьшить массу плотины. В такой плотине, по аналогии с плотиной из примера 2, также может быть осуществлено присоединение верхового столба к низовому клину посредством выполнения на уровне галереи 12 анкерного пояса и установки анкером.

В предложенной плотине с «толстой» диафрагмой из асфальтобетона (примеры 1-3) 10 могут быть снижены требования к укатанному бетону, в частности могут быть снижены требования к обработке горизонтальных строительных швов. Это упростит работы, что повысит интенсивность возведения плотины и одновременно повысит сейсмостойкость такой расчлененной на слои плотины за счет повышения степени рассеивания энергии колебаний плотины.

15 Целесообразно в плотину укладывать крупнопористый бетон с объемным весом не более 2000 кг/м³. Это уменьшит массу «малопроизводительного» верхового столба, уположит низовую грань плотины и практически полностью устранит фильтрационное давление воды на подошву низового клина.

Возведение диафрагмы из асфальтобетона осуществляют, например, по следующей 20 схеме (фиг.4). На наружную поверхность 19 диафрагмы 3 устанавливают выполненный трапецеидальной формы в поперечном сечении пуансон 20, с обеих сторон которого укатывают слои 21 и 22 малоцементного бетона. После удаления пуансона 20 осуществляют заполнение освободившегося пространства между слоями 21 и 22 асфальтобетоном 3.

25 Источники информации

1. Лапин Г.Г., Шаргородский А.Д. Обобщение опыта возведения плотины из укатанного бетона за рубежом. Всесоюзный ордена Ленина проектно-изыскательское и научно-исследовательское объединение «Гидропроект» имени С.Я.Жука. Москва, 1990.
2. Шабанов В.А., Рыжов В.А., Осипов С.И., Конько В.В., Шкарин В.П. Пути повышения 30 эффективности и надежности гравитационных плотин из малоцементного бетона// Гидротехническое строительство. 2001. №12.
3. Патент Российской Федерации №2038443, кл. Е 02 В 7/10, опубл.1995.
4. Федосеев В.Е. Гидроузел Капанда в Анголе// Гидротехническое строительство. 2000. №8-9.
- 35 5. Авторское свидетельство СССР №1567722, кл. Е 02 В 7/10, опубл.1988.
6. Авторское свидетельство СССР №1296675. кл. Е 02 В 7/10, опубл.1987.
7. Авторское свидетельство СССР №1703777, кл. Е 02 В 7/10, опубл.1990.
8. Ягин В.П. Новое объяснение поведения конструкций и сооружений из бетона при сейсмическом воздействии. Социальные проблемы экологии, природопользования и 40 ресурсосбережения// Тезисы докладов и материалы конференций. Под ред. Б.Ф.Турутина. Красноярск: НПЦ КГТУ. 2001. Вып.7.
9. Рекомендации по проектированию и устройству асфальтобетонных противофильтрационных элементов в грунтовых гидротехнических сооружениях: П 20-85/ ВНИИГ. Ленинград. 1986. С.23.
- 45 10. Новоженин В.Д. Сейсмический риск и мероприятия по повышению сейсмостойкости подпорных гидротехнических сооружений. 1998. №10.

Формула изобретения

50 1. Плотина из укатанного малоцементного бетона, включающая верховой столб и низовой клин, выполненные из укатанного малоцементного бетона, противофильтрационное устройство в виде диафрагмы, выполненной от основания до оголовка плотины и размещенной между верховым столбом и низовым клином, причем оголовок оперт на верховой столб и низовой клин с образованием с ними монолитного

соединения и выполнен из обычного армированного бетона, отличающаяся тем, что диафрагма выполнена из асфальтобетона, а в основании плотина имеет плиту, на которую оперты верховой столб, диафрагма и низовой клин с образованием с ней монолитного соединения, кроме того, в средней по высоте части плотины и на одном уровне размещены в низовом клине галерея, а в верховом столбе - анкерный пояс, которые непосредственно примыкают к диафрагме с разных ее сторон и соединены между собой анкерами, пересекающими диафрагму, при этом плита, анкерный пояс и корпус галереи выполнены из обычного армированного бетона.

2. Плотина по п. 1, отличающаяся тем, что верховой столб в своей верхней части выполнен вертикальным, а в нижней части - с наклоном в сторону низового клина.

3. Плотина по п. 1, отличающаяся тем, что толщина диафрагмы «а» удовлетворяет условию $a > 0,4 \pm 0,008 \cdot H$, где H - высота плотины в метрах.

4. Плотина по п. 1, отличающаяся тем, что верховой столб и низовой клин выполнены из крупнопористого бетона.

5. Плотина по п. 1, отличающаяся тем, что оголовок выполнен облегченным в виде рамной конструкции.

20

25

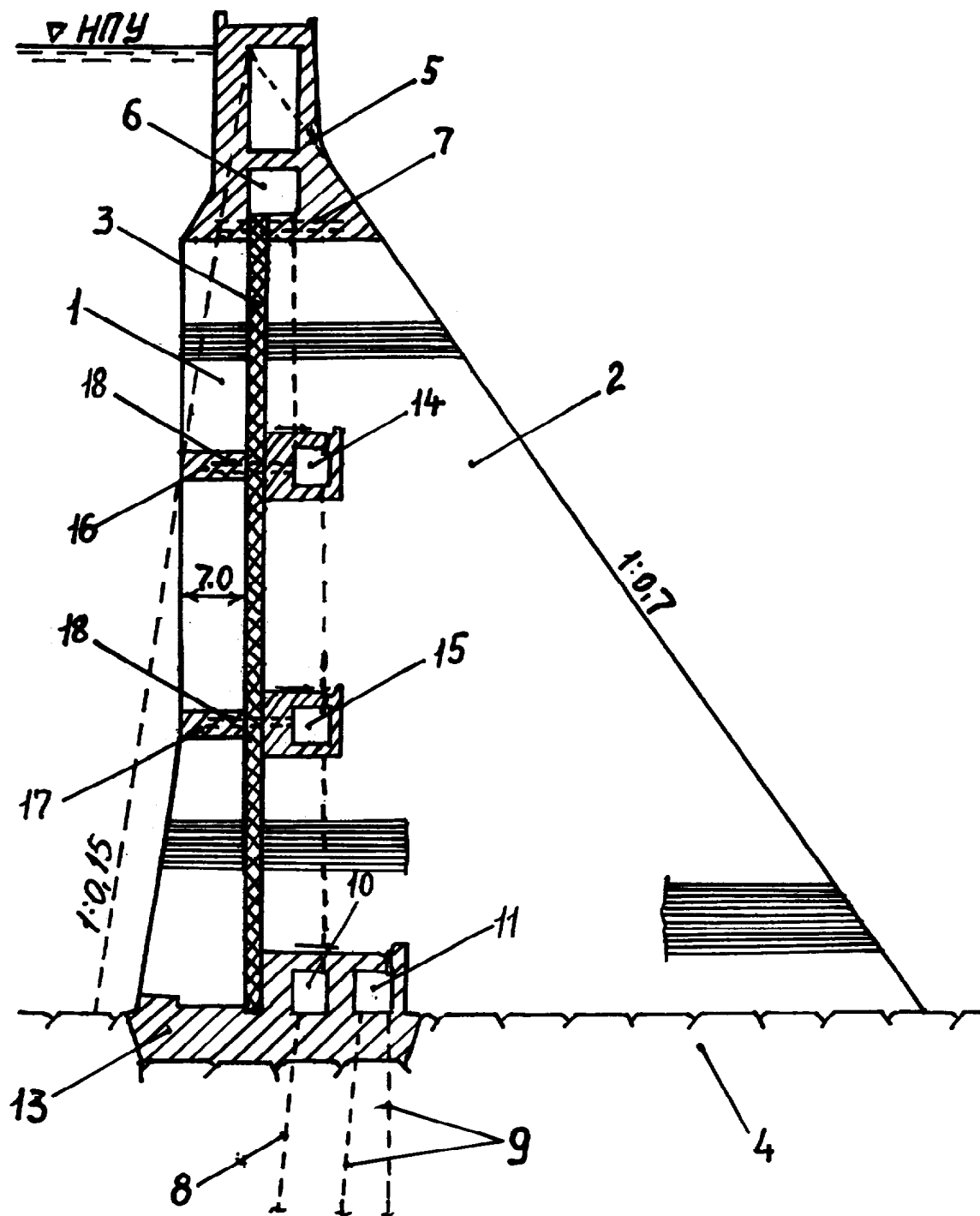
30

35

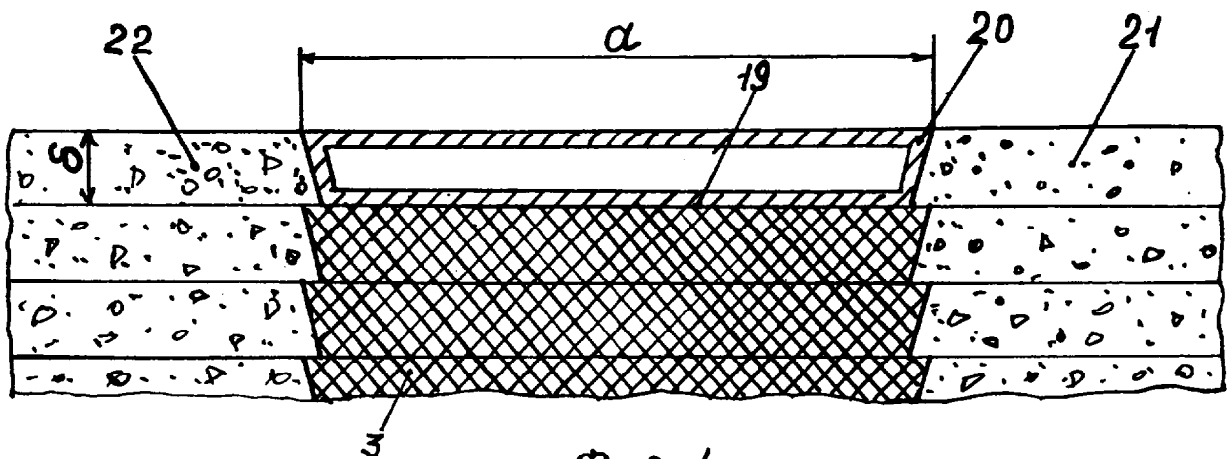
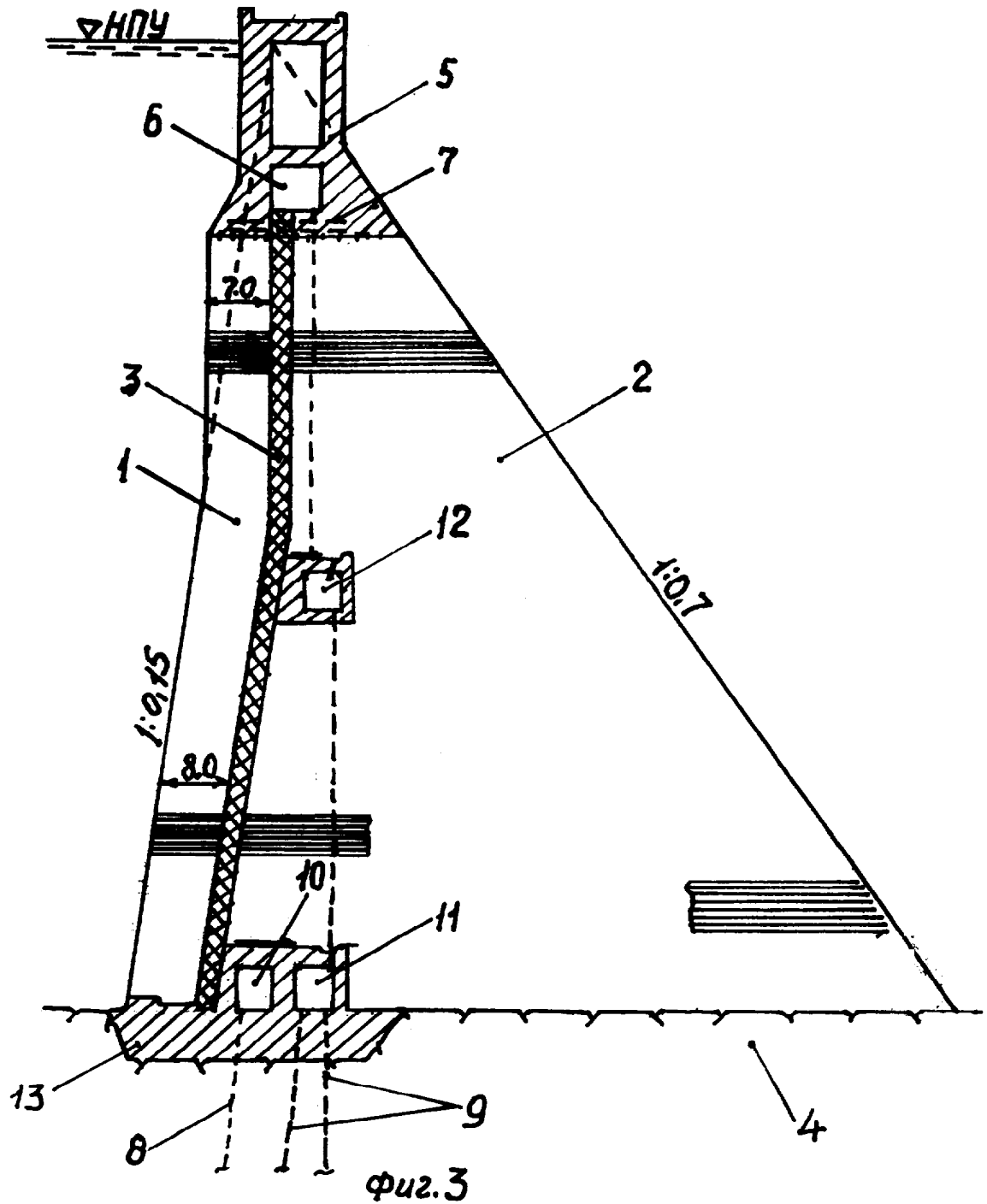
40

45

50



Фиг. 2



Фиг. 4