



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
G01N 33/38 (2019.05); G01N 3/00 (2019.05)

(21)(22) Заявка: 2019101336, 17.01.2019

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.01.2019

Дата регистрации:
06.08.2019

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 17.01.2019

(45) Опубликовано: 06.08.2019 Бюл. № 22

Адрес для переписки:
129337, Москва, Ярославское ш., 26, МГСУ,
начальнику отдела реестра и капитализации
интеллектуальной собственности, Д.Ю.
Кольчугину

(72) Автор(ы):
Федорова Наталия Витальевна (RU),
Медянкин Михаил Дмитриевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Национальный
исследовательский Московский
государственный строительный университет"
(НИУ МГСУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2545781 C1, 10.04.2015. RU
2482480 C1, 20.05.2013. RU 2011138752 A,
27.03.2013. RU 2013142518 A, 27.03.2015.

(54) Способ экспериментального определения статико-динамических характеристик бетона

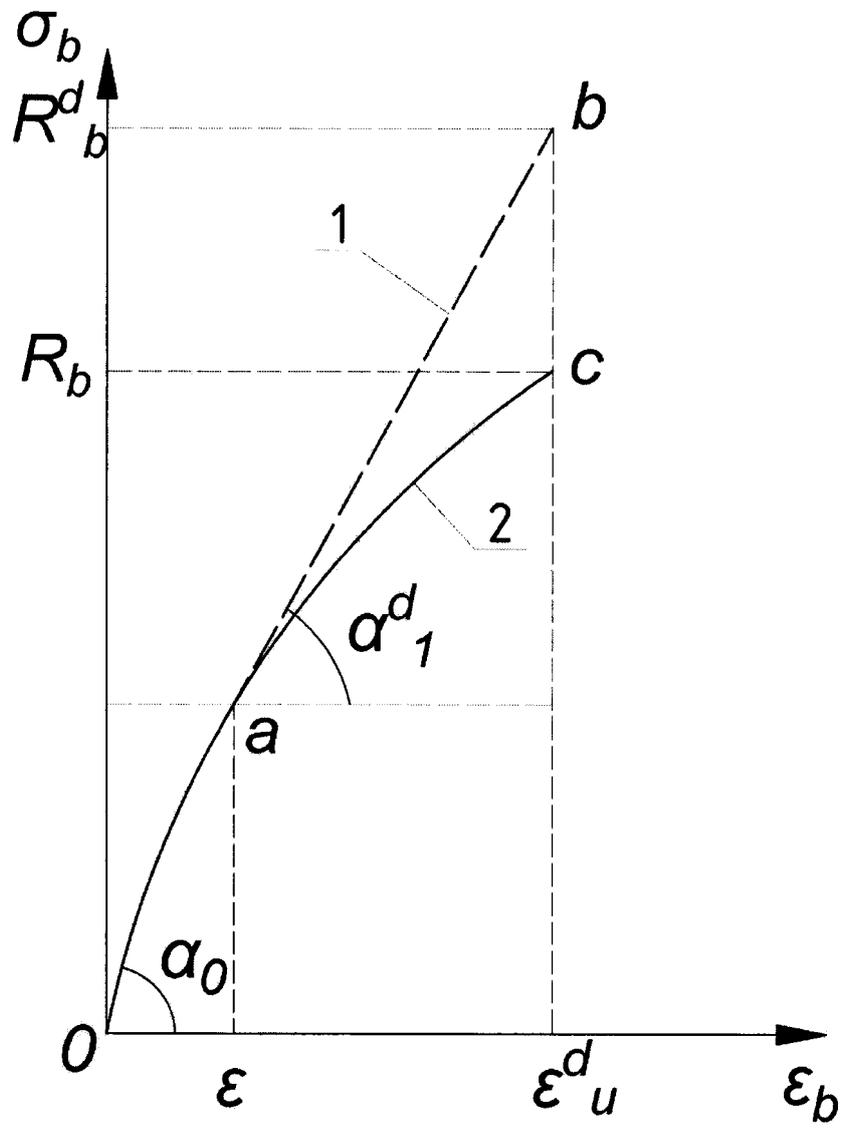
(57) Реферат:

Предлагаемое изобретение относится к области строительства, в частности к экспериментальному определению параметров статико-динамического деформирования бетона. В процессе испытаний используется два опытных образца-близнеца, нагружение которых осуществляется в два этапа без использования демпфирующих элементов, при этом на первом этапе оба образца нагружаются квазистатической нагрузкой до заданного уровня, на втором этапе первый образец догружается до разрушения высокоскоростной (ударной) нагрузкой, второй - квазистатической нагрузкой, как и на первом этапе испытаний. В процессе нагружения регистрируются приращения деформаций и предельная разрушающая нагрузка, а затем по результатам измерений деформаций предельной статической и динамической нагрузок строятся диаграммы «напряжения - деформации» бетона

при статико-динамическом для первого образца и статическом для второго образца нагружении, после чего по этим диаграммам определяются динамический модуль в зависимости от предельного времени динамического догружения и уровня напряженного состояния, с которого производится динамическое догружение, а также динамическая прочность бетона и коэффициент увеличения динамической прочности бетона. Технический результат - определение динамического модуля деформаций бетона в зависимости от предельного времени динамического догружения и уровня напряженного состояния с которого производится динамическое догружение, а также динамической прочности бетона и коэффициента увеличения динамической прочности бетона при различных режимах нагружения. 1 з.п. ф-лы, 2 ил.

RU 2 696 815 C1

RU 2 696 815 C1



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC
G01N 33/38 (2019.05); G01N 3/00 (2019.05)

(21)(22) Application: **2019101336, 17.01.2019**

(24) Effective date for property rights:
17.01.2019

Registration date:
06.08.2019

Priority:

(22) Date of filing: **17.01.2019**

(45) Date of publication: **06.08.2019** Bull. № 22

Mail address:

**129337, Moskva, Yaroslavskoe sh., 26, MGSU,
nachalniku otdela reestra i kapitalizatsii
intellektualnoj sobstvennosti, D.YU. Kolchuginu**

(72) Inventor(s):

**Fedorova Nataliya Vitalevna (RU),
Medyankin Mikhail Dmitrievich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Natsionalnyj issledovatel'skij
Moskovskij gosudarstvennyj stroitel'nyj
universitet" (NIU MGSU) (RU)**

(54) **METHOD FOR EXPERIMENTAL DETERMINATION OF STATIC-DYNAMIC CHARACTERISTICS OF CONCRETE**

(57) Abstract:

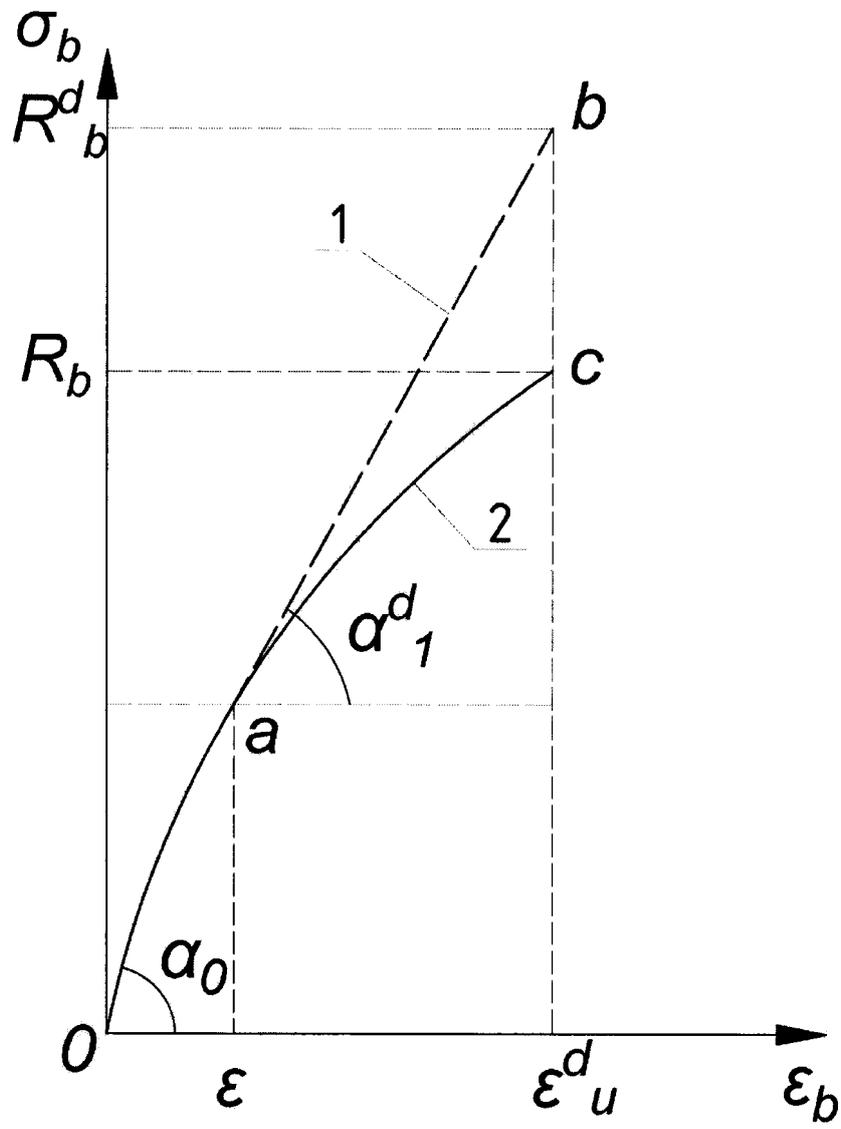
FIELD: construction.

SUBSTANCE: present invention relates to construction, particularly to experimental determination of parameters of static-dynamic deformation of concrete. During testing two experimental twin samples are used, loading of which is carried out in two stages without damping elements, therein, at first step, both specimens are loaded with quasi-static load to preset level. At second step, first sample is loaded to destruction by high-speed (impact) load, second – by quasi-static load, as at first stage of tests. During loading deformations increments and ultimate destructive load are recorded, and then by results of measurements of deformations of maximum static and dynamic loads diagrams of "stress – deformation" of concrete at static-

dynamic for first sample and static load for second sample are plotted, after that, according to these diagrams dynamic module is determined depending on limiting time of dynamic loading and level of stress state, from which dynamic loading is performed, as well as dynamic strength of concrete and coefficient of increasing concrete dynamic strength.

EFFECT: determining dynamic modulus of concrete deformations depending on limiting time of dynamic loading and level of stress state from which dynamic loading is performed, as well as dynamic strength of concrete and coefficient of increasing concrete dynamic strength under various loading conditions.

1 cl, 2 dwg



Фиг. 2

Изобретение относится к области строительства, в частности к определению параметров деформирования бетона при его статико-динамическом догружении до уровня, не превышающего статический предел прочности бетона на сжатие и динамическом догружении с заданным ускорением (скоростью) до разрушения.

5 Проектирование железобетонных конструкций при особых, в том числе аварийных воздействиях, ведется с использованием статических и статико-динамических деформационных и прочностных характеристик бетона.

Призмennую прочность и модуль деформаций бетона определяют в ходе проведения статических испытаний путем постепенного (ступенчатого) нагружения бетонных образцов с использованием прессы [1]. Недостатком данного способа является невозможность определения характеристик статико-динамического деформирования бетона.

Расширение области экспериментального определения статико-динамических характеристик бетона, заключается в возможности получения параметров диаграмм деформирования бетона при статическом приложении нагрузки и динамическом догружении способом, описанном в [2]. Данный способ позволяет определять параметры статико-динамического догружения бетона в зависимости от уровня статического нагружения путем динамического догружения бетонного образца. Недостатком данного способа является относительно невысокая динамическая нагрузка на образец и скорость нагружения бетонных призм, что ограничивает испытания высокопрочного бетона, а также относительно невысокая точность измерений из-за значительного демпфирования ромбового домкрата и пружины кольцевого типа.

Наиболее близким решением к заявленному изобретению является способ экспериментального определения статико-динамических диаграмм деформирования бетона, в котором [3] за счет применения оси с различными диаметрами сечений, осуществляется деформирование образца при резком нагружении на заданную величину. Техническим результатом этого изобретения является упрощение способа испытания, расширение возможности заранее задавать перемещение при догружении. Недостатком данного способа экспериментального определения статико-динамических характеристик бетона также является наличие целой системы механических устройств (типа пружин) с различными демпфирующими характеристиками, которые значительно снижают точность определения предельного времени и динамического догружения от момента начала догружения до разрушения бетонного образца. Кроме того, указанный способ не позволяет фиксировать картину деформаций и процесс образования и развития трещин при нагружении образца и измерять динамические деформации.

Техническим результатом, на достижение которого направлено предлагаемое изобретение, является определение динамического модуля деформаций бетона в зависимости от предельного времени динамического догружения и уровня напряженного состояния, с которого производится динамическое догружение, а также динамической прочности бетона и коэффициента увеличения динамической прочности бетона при различных режимах нагружения.

Технический результат достигается тем, что в предлагаемом способе экспериментального определения характеристик статико-динамического деформирования бетона, заключающимся в закреплении опытного бетонного образца в виде бетонной призмы между нагрузочными плитами испытательного стенда с использованием центрирующего устройства, обеспечивающего центральное приложение сжимающей нагрузки в процессе нагружения, и регистрации усилия нагружения, деформаций и трещинообразования призмы во времени, с использованием

высокоскоростной динамо-машины и цифровой опытно-измерительной системы, типа VIC-2D, действие которой совмещено с высокоскоростной оптической камерой, типа PHOTRON GASTCAM SA2, согласно изобретению нагружение с использованием динамо-машины производится в два этапа и для двух образцов. На первом этапе -
5 кратковременное, непрерывное повышение нагрузки со скоростью $0,6 \pm 0,2$ МПа/сек до заданного уровня в обоих образцах под обычным прессом и выдержкой их под нагрузкой для стабилизации нагружения, на втором - высокоскоростное динамическое догружение (удар) молотом динамической машины с заданной скоростью нагружения на контактной поверхности опытного образца до разрушения для первого образца и
10 непрерывным догружением второго образца со скоростью $0,6 \pm 0,2$ МПа/сек до разрушения последнего.

На фигуре 1 представлена схема устройства для реализации предлагаемого способа определения предельного времени динамического догружения, динамического модуля и динамической прочности бетона (фиг. 1, разрез А-А), состоящего из бетонного образца
15 в виде призмы 1, с соотношением высоты к размеру сечения призмы равным четырем ($h/a=4$), которая устанавливается в специальное устройство, состоящее из нижней плиты 2, тяжелой 3, верхней подвижной плиты - траверсы 4, опирающейся сверху на центрирующую полусферическую пластину 5, нижняя плита 4 и верхняя плита - траверса 5 имеют по углам отверстия в которые пропускаются тяжи 3, на которые сверху над
20 плитой - траверсой одеваются цилиндрические втулки 6 и на верхние концы тяжелой, имеющих резьбу на длине выше втулок, навинчиваются гайки 7. Втулки 6 имеют внутренний диаметр больше диаметра тяжа, что исключает трение между втулкой и тяжом при динамическом догружении испытуемого образца-призмы и обеспечивает вертикальное перемещение верхней плиты-траверсы 4 с центрирующей пластиной 5.
25 Центрирующая полусферическая пластина 5 позволяет обеспечить шарнирно подвижное на верхнем торце и неподвижное на нижнем торце опирание образца-призмы и исключает изменимость устройства при нагружении.

Собранное описанным способом устройство вместе с образцом-призмой устанавливается на нижнюю платформу 8 высокоскоростной динамо - машины
30 прижимается сверху через жесткий штамп 9 до начала нагружения исследуемого образца. Для регистрации деформационных характеристик и центрирования бетонных образцов призм при их статическом нагружении используются тензорезисторы 10 и 11, устанавливаемые на боковых поверхностях образцов призм. По вертикальным осям их боковых поверхностей - для измерения продольных деформаций, и посередине
35 высоты образца - для измерения поперечных деформаций. Для регистрации деформационных структурно-механических характеристик образцов призм и процесса трещинообразования при их динамическом нагружении используется цифровой опытно-измерительной системы типа VIC-2D, действие которой совмещено с высокоскоростной оптической камерой 12 типа PHOTRON GASTCAM SA2.

40 Способ осуществляется следующим образом.

До начала нагружения опытных образцов в них создается усилие обжатия. Начальное усилие обжатия образца, которое в последующем принимают за условный нуль, должно быть не более 2% от ожидаемой разрушающей нагрузки. Перед испытанием образец с приборами устанавливают центрально по разметке плиты пресса и проверяют
45 совмещение начального отсчета с делением шкалы прибора. При центрировании образцов необходимо, чтобы в начале испытания от условного нуля до нагрузки, равной $(40 \pm 5\%)$ от разрушающей отклонения деформаций по каждой грани (образующей) не превышали 15% их среднего арифметического значения.

Нагружение первого образца-близнеца осуществляется в два этапа. На первом этапе - низкоскоростное статическое нагружение производится под прессом непрерывно со скоростью $0,6 \pm 0,2$ МПа/сек до заданного уровня нагрузки, не превышающего 0,6 от разрушающей и нагрузка в образце призмы, фиксируется путем закручивания гаек 7. Образец выдерживается до 5 минут при этой нагрузке для того чтобы перенести его из-под прессы на динамо - машину с измерением деформаций до и после выдержки. На втором этапе испытаний первый образец-близнец догружается высокоскоростным нагружением (ударом) до его разрушения. При этом цифровой системой высокоскоростной камеры регистрируется приращение деформаций опытного образца до его разрушения, предельная динамическая нагрузка и предельное время динамического нагружения.

Второй образец-близнец нагружается с той же скоростью что и первый на первом этапе нагружения до заданного уровня нагружения. На втором этапе после аналогичной первой образцу-близнецу выдержки, второй образец-близнец нагружается также, как и на первом этапе испытаний но до разрушения. При этом регистрируются приращения деформаций цифровой опытно-измерительной системой типа VIC-2D, действие которой совмещено с высокоскоростной оптической камерой типа PHOTRON GASTCAM SA2 и тензорезисторами до разрушения, а также предельная разрушающая нагрузка.

По результатам измерений деформаций предельной статической и динамической нагрузок строятся диаграммы (фиг. 2) «напряжения-деформации» бетона (« σ - ϵ ») при статико-динамическом кривая 1 (о-а - статический участок, а-б - динамический участок) для близнеца 1 и статическом - кривая 2 (о-а и а-с - статические участки) для близнеца 2 нагружении. По этим диаграммам определяются начальный модуль деформации бетона $E_0 = \text{tg}\alpha_0$ и динамический модуль $E_1^d = \text{tg}\alpha_1$ в зависимости от предельного времени динамического догружения, динамическая прочность бетона и ϕ - коэффициент увеличения динамической прочности бетона, равный отношению R_b^d/R_b .

[1] ГОСТ 24452-80 Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона. - М.: НИИЖБД. 1982. - 15 с.

[2] Патент РФ №2482480, кл. G01N 3/00, 2006

[3] Патент РФ №2545781, кл. G01N 33/38 (2006.01) G01N 3/00, 2006 8

(57) Формула изобретения

1. Способ экспериментального определения параметров статико-динамического деформирования бетона, заключающийся в закреплении опытного бетонного образца в виде призмы в зажимах испытательного устройства, обеспечивающего центральное приложение нагрузки в процессе нагружения и регистрации усилий и деформаций призмы во времени с использованием тензостанции и высокоскоростной цифровой оптической системы, действие которой совмещено с выносной камерой, отличающийся тем, что используется два опытных образца-близнеца, нагружение которых осуществляется в два этапа без использования демпфирующих элементов, при этом на первом этапе оба образца нагружаются квазистатической нагрузкой до заданного уровня, на втором этапе первый образец догружается до разрушения высокоскоростной (ударной) нагрузкой, второй - квазистатической нагрузкой, как и на первом этапе испытаний, и в процессе нагружения регистрируются приращения деформаций и предельная разрушающая нагрузка, а затем по результатам измерений деформаций предельной статической и динамической нагрузок строятся диаграммы «напряжений - деформации» бетона при статико-динамическом для первого образца и статическом для второго

образца нагружении, после чего по этим диаграммам определяются динамический модуль в зависимости от предельного времени динамического догружения, динамическая прочность бетона и коэффициент увеличения динамической прочности бетона.

2. Способ экспериментального определения параметров статико-динамического деформирования бетона по п. 1, отличающийся тем, что на первом этапе
5 низкоскоростное статическое нагружение образцов производится под прессом непрерывно со скоростью $0,6 \pm 0,2$ МПа/с до заданного уровня статической нагрузки, равной нагрузке, при которой определяется динамический модуль.

10

15

20

25

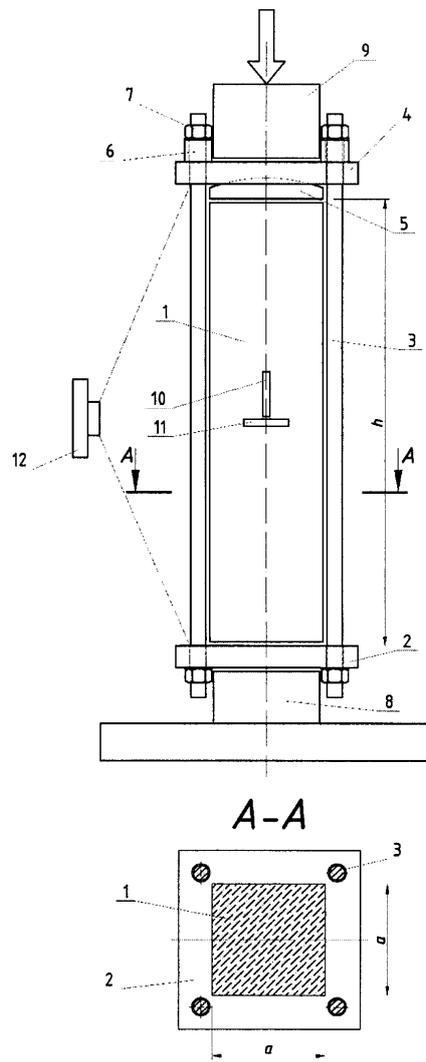
30

35

40

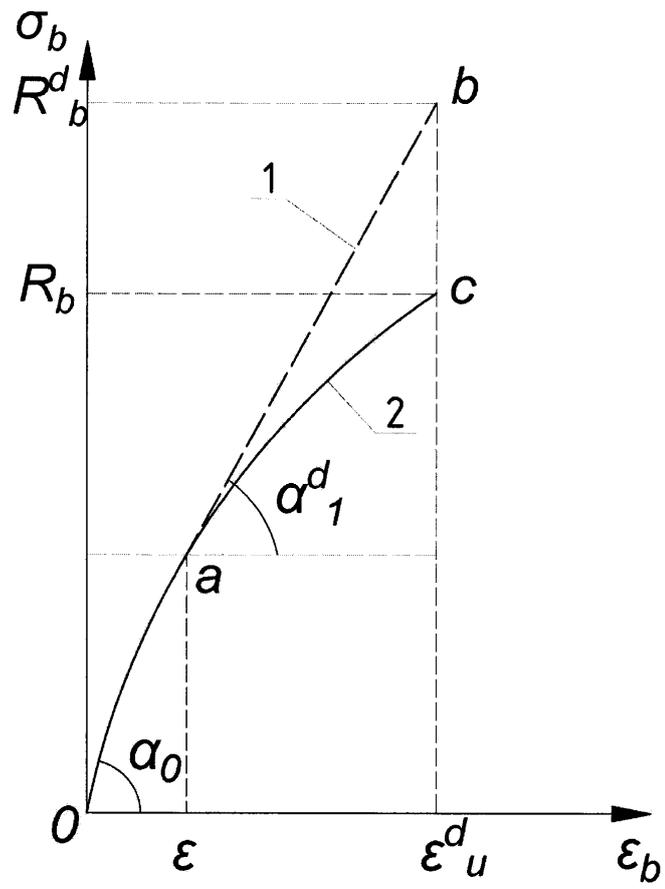
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2