



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU 259002

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(11) B₁

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 11 10 79
(21) PV 6937-79
(32)(31)(33) 08 11 78 (WP C 04 B/208931) DD
(89) WP 147606, DD

(51) Int. Cl.⁴

C 04 B 28/18,
C. 04 B 28/20

(40) Zveřejněno 16 01 86
(45) Vydáno 03.01.89

(75)
Autor vynálezu

KNESCHKE GÖTZ dr. dipl. ing., GOTTSCHALK JÜRGEN dr. dipl. ing.,
ROSENBAUM ALEXANDER dr., KRETSCHMER GERHARD, FREIBERG,
KÜHN HANS-JOACHIM dipl. ing., GRUNER HANS-JOACHIM dipl. ing., DRÁŽDANY,
KÜHNE GERD dipl. ing., MÍŠEŇ (DD)

(54)

Silikátobetonové směsi

Řešení se týká silikátobetonových směsí a výroby silikátobetonu z nich, zejména hydrotermálně vytvrzovaného hutného silikátobetonu pro velkorozměrové stavební panely. Cílem je vypracovat recepturu na komponenty vazebních materiálů a základního plnidla, dále chemické přísady pro dosažení úplného zvláknění armatury a zamezení tvorby trhlin při efektivní charakteristice zhutnění nově připravené betonové směsi, přičemž se získají silikátobetonové směsi, které při minimální spotřebě vody pro vytvrzování vytvoří strukturu betonu s nejhutnějším obalem tvrdých komponentů v nově připravené betonové směsi a minimální otevřenou porovitostí s minimálními rozměry por silikátobetonu vytvrzovaného v autoklávu, a v první řadě umožní získání kvalitních velkorozměrových armovaných betonových panelů.

Название изобретения

Способ изготовления силикатобетонных смесей для крупноформатных армированных элементов из силикатного бетона

Область применения изобретения

Изобретение касается способа изготовления силикатобетонных смесей для гидротермально отвержденного плотного силикатобетона для крупноформатных армированных строительных элементов.

Характеристика известных технических решений

Известно, что смеси для плотного силикатобетона изготавливаются из

- 6,0 - 12,5% негашеной извести с содержанием $\text{CaO} \geq 80\%$
- 6,7 - 14,0% кварцевого песка, размолотого, с содержанием $\text{SiO}_2 \geq 90\%$
- 73,5 - 87,3% кварцевого песка 0 - 4 мм
- 13,5 - 18,0% воды.

Вместо негашеной извести можно применять также гидроксид извести, или же часть негашеной извести или гидроксид кальция может быть заменена цементом. Обычно при этом применяется размолотый кварцевый песок с тонкостью помола $\leq 2000 \text{ см}^2/\text{г}$ по Блайну. Далее по WP 126 973 известно, что силикатобетонные смеси, особенно для крупноформатных строительных элементов, содержат поверхностно-активные вещества, преимущественно нерастворимые в воде карбоновые кислоты, которые помимо прочего замедляют гашение негашеной извести, снижают расход воды для затворения или улучшают консистенцию свежеложенной бетонной смеси. Дополнительно предлагается применение тонкого кварцевого песка с удельной поверхностью от 3000 до 5000 $\text{см}^2/\text{г}$ по Блайну и определенных долей масс. Это высказывание является еще недостаточным, так как оно не связано с необходимым гранулометрическим составом песка-заполнителя и необходимым для определенного качества бетона количеством кальция.

В выкладном описании изобретения к неакцептированной заявке ФРГ 1 646 966 заявляется грубый заполнитель с максимальной крупностью в 3 мм. Там говорится, что при повышенных долях заполнителей выгодно добавлять ко всей известково-песчаной смеси 1 - 10 мас.-%, отнесенных ко всей смеси, монтмориллонитовых или каолиносодержащих минералов, предпочтительно бентонит. Но подобные минеральные заполнители все же не могут считаться компонентами смеси для не содержащих трещин крупноформатных строительных элементов, так как они требуют для определенной консистенции бетона для вибрационного уплотнения значительно большего количества воды для затворения и, в результате этого, приводят к образованию трещин во время автоклавного твердения. Максимальная крупность для заполнителя в 3 мм заявляется также в выкладном описании изобретения к неакцептированной заявке ФРГ 2 052 262. В ВР ГДР 90 718 также приводятся относительно тонкие заполнители с модулем крупности 1,8 и 2,1. Под этим модулем крупности понимается сумма нижеприведенных процентных остатков на сите, деленных на 100 процентов:

Остатки на сите для набора сит 8,0; 4,0; 2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,09 мм

$$\text{Модуль крупности} = \frac{\sum \text{Остатков на сите в \%}}{100\%}$$

Под крупноформатными строительными элементами понимается, например, размер 6,0 x 3,0 x 0,2 м. Но такой размер элемента требует широких мер для того, чтобы полностью исключить образование трещин во время уплотнения и, в первую очередь, во время гидротермального твердения и охлаждения, и гарантировать обволакивание арматуры по всему поперечному сечению элемента. Последнее условие имеет большое значение для предотвращения коррозии арматурной стали. Следовательно, для изготовления крупноформатных силикатобетонных строительных элементов нельзя применять рецептуры классического производства известково-песчаникового кирпича. При этом особое значение имеет тонкость помола кварцевого песка в вяжущем с обычной величиной $\leq 2000 \text{ см}^2/\text{г}$ по Блайну и тонкость помола песка-заполнителя обычного размера 0-1 мм, которые не отвечают требованиям для изготовления крупноформатных, качественных строительных элементов с качеством бетона В 400 и В 500, независимо от количества связующего песка и извести.

В большинстве случаев вяжущее, состоящее из размолотого песка и извести, вообще не применяется.

Сложность изготовления крупноформатных силикатобетонных элементов выражается далее в том, что по сравнению со свежееуложенным цементным бетоном для виброуплотнения силикатного свежееуложенного бетона при сравнимой консистенции необходима значительно большая энергия уплотнения, которая находится на границе мощности технических вибростолов. Энергия уплотнения может быть снижена посредством повышенного содержания воды для затворения. Эта мера ведет, однако, к повышенному образованию трещин и к малокачественной структуре бетона элемента.

Цель изобретения

Изобретение преследует цель изготовления согласно способу силикатобетонных смесей для крупноформатных армированных силикатобетонных элементов, в особенности для гидротермально отвержденного силикатобетона, с исключением образования трещин, а также с полным обволакиванием арматуры при эффективном уплотнении свежееуложенных силикатобетонных смесей.

Изложение существа изобретения

В основе изобретения лежит задача предложить способ для изготовления силикатобетонных смесей в смысле упорядочения тонкости помола и количества компонентов вяжущего материала кварцевого песка и негашенной извести и/или гидроокиси извести относительно тонкости помола и количества песка-заполнителя, предпочтительно для качества бетона В 200 до В 500, и назвать необходимые при этом параметры уплотнения и отвердения.

Было найдено, что для определенного качества бетона силикатобетонная смесь составляется из ее твердых компонентов - вяжущего материала состоящего из размолотого кварцевого песка $\geq 3000 \text{ см}^2/\text{г}$ удельной поверхности по Блайну и извести, преимущественно негашенной извести и/или гидроокиси кальция с остатком на сите при 0,090 мм $\leq 10 \text{ мас.-%}$ - и зерна заполнителя, преимущественно кварцевого песка и/или шлаков с высоким содержанием кремневой кислоты, так, как ниже описано, что применяется минимальное количество кварца в вяжущем материале, количество кварцевого песка/тонкость помола кварцевого песка определяет в свою очередь нижний предел количества извести в связке. На диаграмме 1 приведены составы связки силикатобетонных смесей для качества бетона В 200 до В 500. Размолотый кварцевый песок в качестве компонента связки удовлетворяет описанным требованиям для крупноформатного силикатобетонного элемента лишь в том случае, если его удельная поверхность по Блайну составляет $\geq 3000 \text{ см}^2/\text{г}$. При этом решающее значение имеет то обстоятельство, что определенной тонкости помола кварцевого песка должно быть упорядочено определенное количество кварцевого песка, как это видно из диаграммы 1. Соответствующая доля извести, представленная как $\text{CaO}_{\text{актив}}$ или несвязанный CaO , остается в заданном отношении "количество кварцевого песка/тонкость помола кварцевого песка" неизменной.

В 200 4,0 - 4,5 мас.-% $\text{CaO}_{\text{актив}}$.

В 300 5,3 - 5,8 мас.-% $\text{CaO}_{\text{актив}}$.

В 400 6,1 - 6,6 мас.-% $\text{CaO}_{\text{актив}}$.

В 500 7,3 - 7,8 мас.-% $\text{CaO}_{\text{актив}}$.

Обычно применяются размолотая негашенная известь и/или гидроокись кальция с остатком на сите $\leq 10 \text{ мас.-%}$ при 0,09 мм, причем негашенная известь перед изготовлением свежееуложенной бетонной смеси выгодно частично гасится на 60 до 90 мас.-%, чтобы среди прочего, обеспечить достаточно долгое время обрабатываемости свежееуложенной бетонной смеси. Кварц и известь добавляются лишь в таком количестве, чтобы они обеспечивали в силикатобетоне соответствующее качество бетона. Сказанное относится к определенной, однако обычной химической степени чистоты сырья связки для кварцевого песка 70 мас.-% несвязанного SiO_2 и для негашенной извести и/или гидроокиси кальция $\geq 85 \text{ мас.-%}$ свободного или активного CaO , отнесенного к извести, не содержащей гидратной воды.

После тщательного соблюдения состава связки в пределах заданной химической чистоты для зерна заполнителя необходимы ограничения диапазона зернистости, чтобы получить для изготовления свежееуложенной бетонной смеси такую смесь твердых веществ, которая требует при заданной консистенции свежееуложенной бетонной смеси наименьшего количества воды для затворения, что улучшает характеристику уплотнения особенно с точки зрения обволакивания арматуры и дает максимально плотную структуру бетона без трещин после гидротермального отвердения. В качестве зерна заполнителя применяются песок или шлаки с боль-

шим содержанием кремневой кислоты, максимальная крупность которых лежит между 4,0 и 16,0 мм, преимущественно 8,0, и охватывает диапазон зернистости, выраженный как модуль крупности, от 3,1 до 4,2, как это показано на диаграмме 2. Содержание воды для затворения следует по диаграмме 2 снизить до всему диапазону заданного модуля крупности примерно на 0,5 - 1,0 мас.-%, если работают с известными химическими добавками, действующими для силикатобетона как разжижители.

Особенно выгодно зарекомендовали себя карбоновые кислоты с длиной цепочки $C_4 - C_6$, которые были сделаны растворимыми в воде с помощью омыления посредством $NaOH$, так что достигается более быстрая эффективность при смешивании свежешелюженной бетонной смеси.

Комплексные меры связи тонкости помола и количества между связкой как таковой, а также между связкой и зерном заполнителя и применением определенных химических добавок дают такие силикатобетонные смеси, которые ведут к свежешелюженной бетонной смеси и товарному бетону для крупноформатных бетонных элементов с названными преимуществами.

Преимуществом изобретения является то, что для качества бетона В 200 количество размолотого кварцевого песка лежит между 3,0 и 7,0 мас.-% при содержании $CaO_{актив}$ от 4,0 до 4,5 мас.-% и что для качества бетона В 300 количество размолотого кварцевого песка лежит между 4,0 до 9,0 мас.-% при содержании $CaO_{актив}$ от 5,3 до 5,8 мас.-%, а также для качества бетона В 400 количество размолотого кварцевого песка лежит между 5,5 до 10,5 мас.-% при содержании $CaO_{актив}$ от 6,1 до 6,6 мас.-%. По изобретению для качества В 500 количество размолотого кварцевого песка лежит между 6,5 до 11,5 мас.-% при содержании $CaO_{актив}$ от 7,3 до 7,8 мас.-% и что к воде для затворения добавляется 0,005 до 0,10 мас.-% поверхностно-активных веществ, отнесенных к 100 мас.-% твердого вещества.

Предложенные выше силикатобетонные смеси, затворенные водой в смесителе в свежешелюженную бетонную смесь, перерабатываются под действием вибрации в крупноформатные бетонные элементы. С помощью целевого установления рецептурных компонентов можно уплотнить свежешелюженную бетонную смесь по диаграмме 3 с помощью обычно имеющихся технических виброустройств так, что при достижении полного обволакивания арматуры достигается максимально плотная структура бетона. В каждом случае нужно выдерживать вибропараметры над вычерченной на диаграмме 3 граничной кривой, чтобы получить бездефектные крупноформатные бетонные элементы. Совершенно неожиданно выяснилось, что между частотой от 35 Гц до 60 Гц при ускорении от 4,5 до 5,0 г находится особенно экономичный участок для виброуплотнения силикатобетонных смесей для крупноформатных бетонных элементов, причем, однако, должны выдерживаться предложенные составы силикатобетонных смесей.

Отверждение уплотненной свежешелюженной силикатобетонной смеси производится в автоклаве при температурах порядка $184^{\circ}C$.

Пример выполнения

Изобретение поясняется на нижеприведенных примерах:

Пример 1

Изготовление силикатобетонной смеси для силикатобетона с качеством бетона В 300

Связка, состоящая из размолотых компонентов - негашеной извести и кварцевого песка - составляется по диаграмме 1 из 5,5 мас.-% $CaO_{актив}$ или 7,7 мас.-%

негашенной извести, гашенной частично на 80 мас.-% водой, при содержании СаО в негашенной извести в 90,2 мас.-% и 8,0 мас.-% кварцевого песка с удельной поверхностью в 3500 см²/г по Блайну, так что получается количество связки в целом 15,7 мас.-%. Разность относительно 100 мас.-% твердого вещества силикатобетонной смеси в размере 84,3 мас.-% состоит из песка-заполнителя с модулем крупности 3,52. Вода для затворения составляет 8,4 мас.-%, отнесенных к 100 мас.-% твердого вещества. Таким образом достигается такая текучесть свежеприготовленной бетонной смеси, которая достаточна для обволакивания арматуры, но не настолько низка, чтобы вызвать образование трещин в отвержденном бетоне.

Вибрация крупноформатных элементов в примере 1 производится по диаграмме 3 при частоте 40 Гц и ускорения 4,8 г.

Арматура полностью обволачена. После автоклавного отверждения с режимом отверждения: 3 часа разогрев, 4 часа изотермическая выдержка при 184°С и 3 часа снижение давления в автоклаве, а также соответствующего охлаждения получается не имеющий трещин бетон с пределом прочности на сжатие 32,5 Н/мм². Аналогичным образом составляются силикатобетонные смеси по диаграммам 1, 2 и 3 для качества бетона В 200, В 400 и В 500.

Пример 2.

Изготовление силикатобетонной смеси по примеру 1 содержит дополнительно при затворении водой в смесителе добавку поверхностно-активного вещества РС-кислоты DF-водорастворимой, смеси карбоновой кислоты с длиной цепочки С₄-С₆. Количество добавки составляет 0,05 мас.-% отнесенных к 100 мас.-% твердого вещества силикатобетонной смеси. В результате добавки этого поверхностно-активного вещества можно уменьшить количество воды для затворения при одинаковой с приведенной в примере 1 консистенции свежеприготовленной бетонной смеси от 8,4 мас.-% до 7,9 мас.-%. При полном обволакивании арматуры после виброуплотнения и автоклавного отверждения согласно примеру 1 получается не содержащий трещин бетон с пределом прочности на сжатие 34,5 Н/мм². Растворимую в воде РС-кислоту DF можно получить, если 400 г NaOH (твердого) осторожно растворить в 1000 мл воды и затем добавить в горячий натровый щелок 1200 мл РС-кислоты при постоянном помешивании.

Эта силикатобетонная смесь требует, с одной стороны, при добавке определенных поверхностно-активных веществ самого незначительного расхода воды для затворения при определенной консистенции свежеприготовленной бетонной смеси и, с другой стороны, они ведут к структуре бетона самой плотной упаковки твердых компонентов уже при уплотнении свежеприготовленной бетонной смеси и к минимальной открытой пористости при минимальных размерах пор в силикатобетоне, отвержденном в автоклаве.

Пример 3

Две силикатобетонные смеси для качества бетона В 300 составляются по обычной рецептуре:

Компоненты рецептуры	Силикатобетонная смесь 1	Силикатобетонная смесь 2
Связка		
Тонкость помола кварцевого песка [см ² /г] по Блайну	2000	2000

Продолжение таблицы

Компоненты рецептуры	Силикатобетонная смесь 1	Силикатобетонная смесь 2
Кол-во кварцевого песка [мас.-%]	9,7	9,7
CaO _{актив} [мас.-%]	6,3	6,3
соответствует негашеной извести 80% частично гашеной [мас.-%]	8,9	8,9
<u>Песок-заполнитель</u>		
Кол-во песка-заполнителя [мас.-%]	81,4	81,4
Модуль крупности	2,52	3,52
<u>Расход воды для затворения</u>		
[мас.-%]	10,2	9,3

При соблюдении консистенции свежеприготовленной бетонной смеси, обеспечивающей обволакивание арматуры, для силикатобетонной смеси 1, которая отличается от силикатобетонной смеси 2 только более низким модулем крупности песка-заполнителя, необходим более высокий расход воды для затворения в размере 10,2 мас.-%. Благодаря более высокому модулю крупности (смесь 2) расход воды для затворения снижается до 9,3 мас.-%.

Обволакивание арматуры достигается для силикатобетонной смеси 1 и 2 при условиях вибрации 60 Гц и 6,4 г. После автоклавного отверждения с режимом отверждения: 3 часа разогрев, 4 часа изотермическая выдержка при 184°С и 3 часа охлаждение крупноформатные элементы с размером 6,0 x 3,0 x 0,2 м характеризуются большим количеством трещин. Структура бетона недостаточно плотная, и предел прочности на сжатие бетона составляет 25,0 Н/мм². Следовательно, не представляется возможным изготавливать крупноформатные бетонные элементы из силикатобетонных смесей обычной рецептуры. Ни в коем случае не удастся получение качества бетона В 400 и В 500, если тонкость помола песка-связки < 3000 см²/г по Блайну, независимо от количества песка-связки и извести.

Преимущества заключаются в итоге в том, что с помощью описанного способа можно изготавливать крупноформатные армированные бетонные элементы, которые, с одной стороны, не имеют трещин и полностью обволакивают арматуру, с другой стороны, выполняют качество бетона В 400 и В 500.

Формула изобретения

1. Силикатобетонные смеси для гидротермально отвержденного плотного силикатобетона для крупноформатных армированных строительных элементов с качеством бетона В 200 до В 500, состоящие из размолотого кварцевого песка и извести в качестве связки, более грубого кварцевого песка с модулем крупности между 3,1 и 4,2 в качестве заполнителя и воды, отличающиеся тем, что количество компонентов связки - кварцевого песка и негашеной извести, преимущественно частично гашеной водой на 60-90 мас.-% и/или гидроокиси кальция, для кварцевого песка и тонкостью помола 3000 см²/г до 10 000 см²/г по Блайну, лежит между 3,0 и 11,5 мас.-% при содержании CaO_{актив} от 4,0 до 7,8 мас.-%.

2. Силикатобетонные смеси по пункту 1, отличающиеся тем, что для качества бетона В 200 количество размолотого кварцевого песка лежит между 3,0 и 7,0 мас.-% при содержании $\text{CaO}_{\text{актив}}$ от 4,0 до 4,5 мас.-%.
3. Силикатобетонные смеси по пункту 1, отличающиеся тем, что для качества бетона В 300 количество размолотого кварцевого песка лежит между 4,0 и 9,0 мас.-% при содержании $\text{CaO}_{\text{актив}}$ от 5,3 до 5,9 мас.-%.
4. Силикатобетонные смеси по пункту 1, отличающиеся тем, что для качества бетона В 400 количество размолотого кварцевого песка лежит между 5,5 до 10,5 мас.-% при содержании $\text{CaO}_{\text{актив}}$ от 6,4 до 6,6 мас.-%.
5. Силикатобетонные смеси по пункту 1, отличающиеся тем, что для качества бетона В 500 количество размолотого кварцевого песка лежит между 6,5 до 11,5 мас.-% при содержании $\text{CaO}_{\text{актив}}$ от 7,3 до 7,8 мас.-%.

Аннотация

Изобретение касается силикатобетонных смесей и изготовленных из них силикатобетонов, в особенности для гидротермально отвержденного плотного силикатобетона для крупноформатных строительных элементов. Изобретение имеет целью рецептурного обозначения компонентов вяжущих материалов и основного заполнителя, а также химической добавки для достижения полного обволакивания арматуры и предотвращения образования трещин при эффективной характеристике уплотнения свежеприготовленной силикатобетонной смеси. Благодаря изобретению появляются также силикатобетонные смеси, которые приводят при минимальном расходе воды для затворения к структуре бетона самой плотной упаковки твердых компонентов в свежеприготовленной бетонной смеси и к минимальной открытой пористости при минимальных размерах пор в отвержденном в автоклаве силикатобетоне и, в первую очередь, делают возможным получение качественных, крупноформатных, армированных бетонных элементов.

Областью применения является строительство.

Признано изобретением по результатам экспертизы, осуществленной Ведомством по делам изобретений и патентов ГДР.

3 чертежа

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Silikátobetonové směsi pro hydrotermální vytvrzování silikátobetonu pro velkorozměrové armované stavební panely s jakostí betonu od V 200 do V 500, obsahující rozemletý křemenný písek a vápno jako pojivo, hrubší křemenný písek s modulem zrnitosti od 3,1 do 4,2 jako plnidlo a vodu, vyznačující se tím, že množství pojivého materiálu, křemenného písku a nehašeného vápna, výhodně částečně hašeného vodou na 60 až 90 hmot. % a/nebo hydroxidu vápenatého, pro jemně rozemletý křemenný písek od $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ do $10\,000 \text{ cm}^2/\text{g}$ podle Bleina, je od 3,0 do 11,5 hmot. % při obsahu $\text{CaO}_{\text{akt.}}$ od 4,0 do 7,8 hmot. %.

2. Silikátobetonové směsi podle bodu 1, vyznačující se tím, že pro beton V 200 rozemletý křemenný písek činí od 3,0 do 7,0 hmot. % při obsahu $\text{CaO}_{\text{akt.}}$ od 4,0 do 4,5 hmot. %.

3. Silikátobetonové směsi podle bodu 1, vyznačující se tím, že pro jakost betonu V 300 množství rozemletého křemenného písku činí od 4,0 do 9,0 hmot. % při obsahu $\text{CaO}_{\text{akt.}}$ od 5,3 do 5,9 hmot. %.

4. Silikátobetonové směsi podle bodu 1, vyznačující se tím, že pro jakost betonu V 400 množství rozemletého křemenného písku činí od 5,5 do 10,5 hmot. % při obsahu $\text{CaO}_{\text{akt.}}$ od 6,0 do 6,6 hmot. %.

5. Silikátobetonové směsi podle bodu 1, vyznačující se tím, že pro jakost betonu V 500 množství rozemletého křemenného písku činí od 6,5 do 11,5 hmot. % při obsahu $\text{CaO}_{\text{akt.}}$ od 7,3 do 7,8 hmot. %.

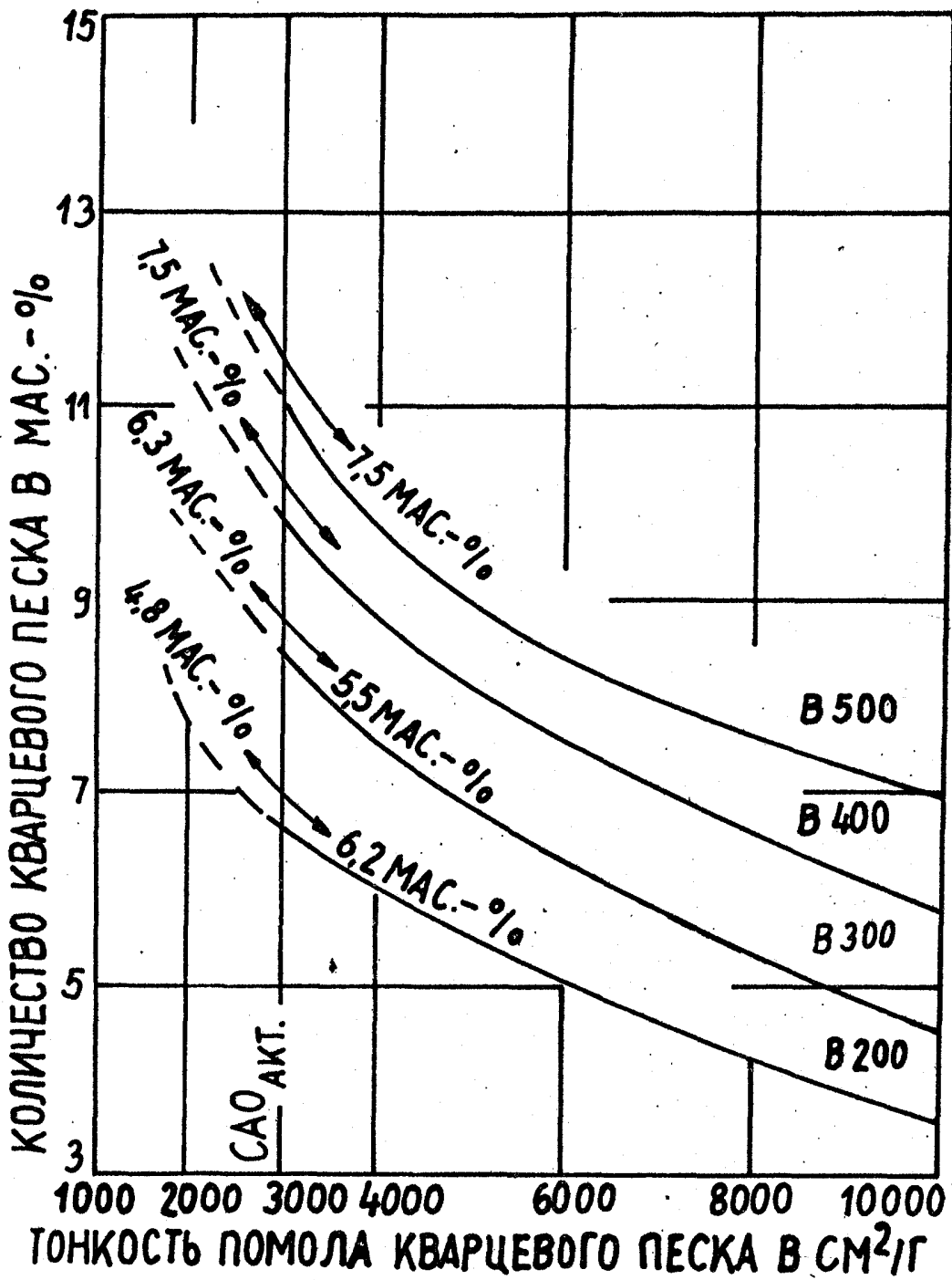


ДИАГРАММА 1.

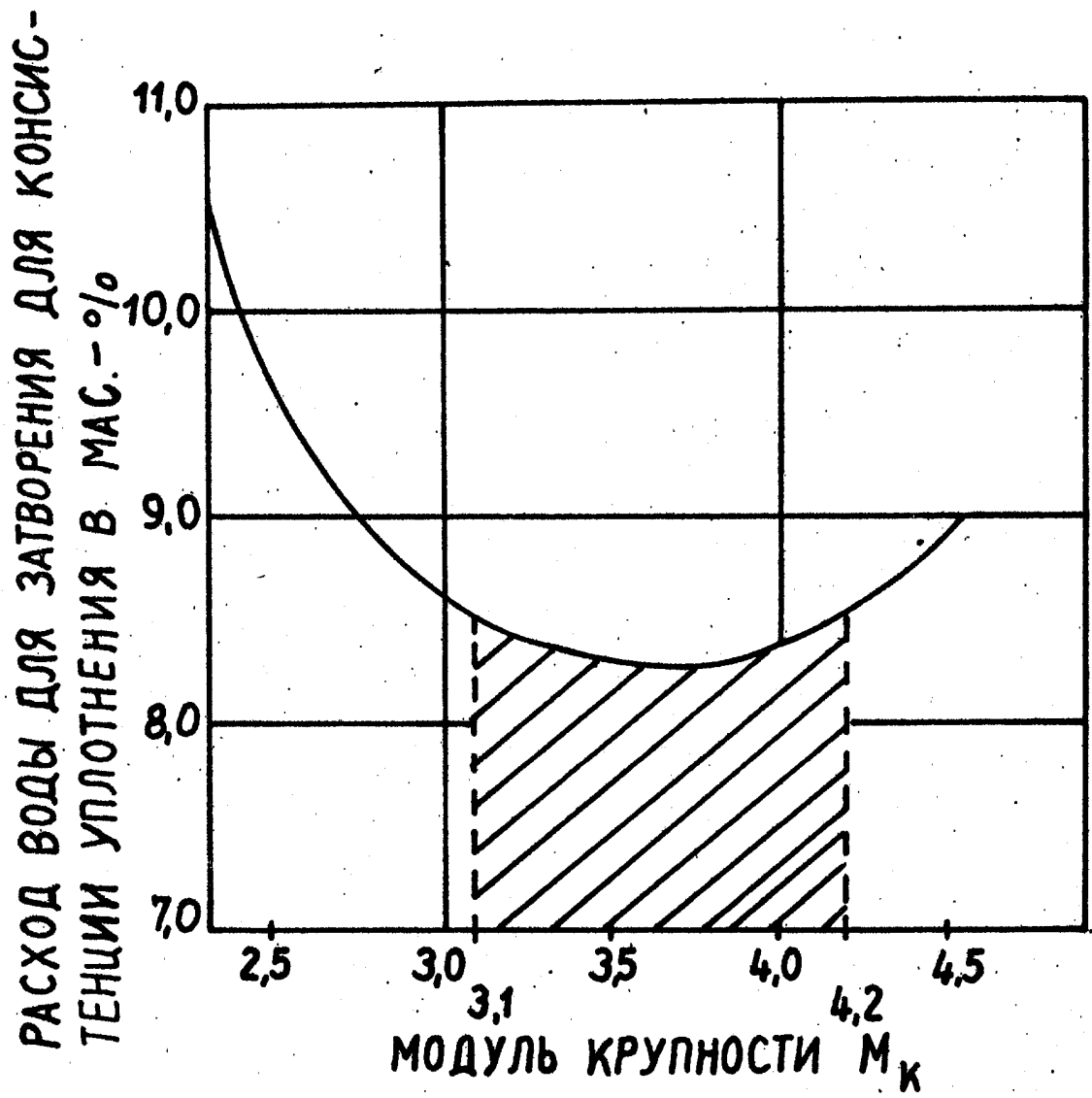


ДИАГРАММА 2

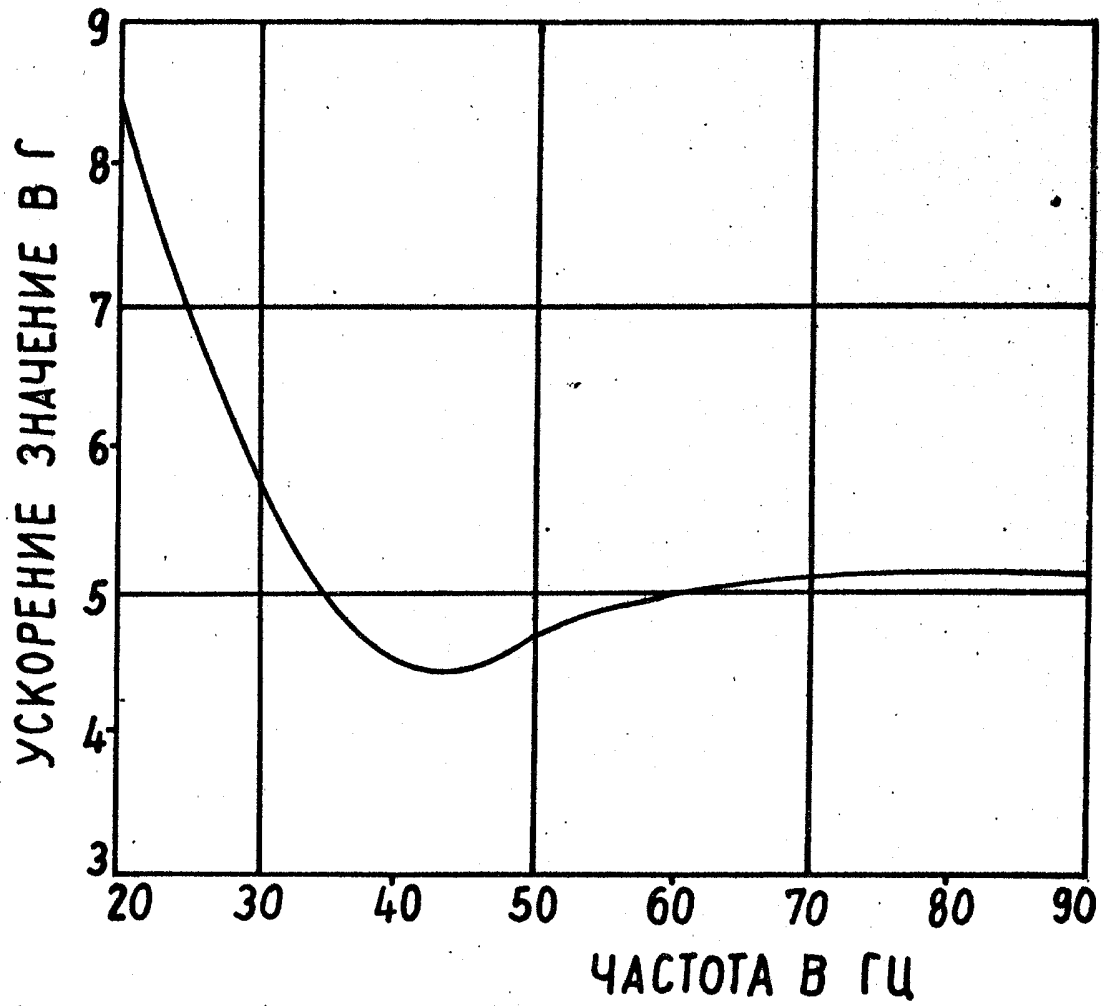


ДИАГРАММА 3