Министерство угольной промышленности СССР

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

ПО ПОДБОРУ СОСТАВОВ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МИНУГЛЕПРОМА СССР

РД 12.18.077-88

Харьков 1988

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР

УТВЕРЖДЕНЫ

Первым заместителем Министра
угольной промышленности СССР

А.Г.КОРКИНЫМ

" I5 " сентября I988 г.

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

ПО ПОДБОРУ СОСТАВОВ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ НА ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ ВЯЖУЩИХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МИНУГЛЕПРОМА СССР

РД I2.I8.077 - 88

Харьков

I988

УДК 666.973.2:[622.33.012.2:69.05]

Рекомендации включают основные положения по применению шлакощелочных вяжущих при производстве бетонных и железобетонных изделий и конструкций, а также содержат требования к сырьевым материалам, шлакощелочным вяжущим, тяжелым шлакощелочным бетонам и технологии их изготовления. Описана технология приготовления и переработки сырьевых материалов.

Приведена методика подбора составов шлакощелочных бетонов, даны примеры подбора составов. Описаны методы контроля и испытаний как шлакощелочных вяжущих, так и бетонов, правила приемки, требования безопасности и охраны труда.

В связи с тем, что ВНИИОМШСом для производства шлакощелочных бетонов взамен дорогостоящих и крайне дефицитных щелочных компонентов (жидкое стекло, едкий натр, сода кальцинированная) найдена и исследована гарантированная сырьевая база для нужд строительства отрасли - сульфатно-содовая смесь (технологический отход алюминиевых заводов), подбор составов шлакощелочных бетонов на ее основе вынесен в отдельный раздел (П) настоящих Рекомендаций.

Разработаны на основании проведенных ВНИИОМШСом исследований и промышленного внедрения быстротвердеющих шлакощелочных смесей (патронированная анкерная крепь), шлакощелочной набрызгбетонной крепи, стендовых испытаний технологии возведения монолитной крепи ствола на шлакощелочном вяжущем, а также разрабатываемых в настоящее время эффективных составов тяжелого и ячеистого шлакощелочных бетонов для бетонных и железобетонных изделий и монолитных конструкций.

В рекомендациях использованы также нормативно-техническая документация Госстроя СССР на шлакощелочные вяжущие, шлакощелочные бетоны, изделия и конструкции и материалы Киевского инженерно-строительного института Минвуза УССР (ведущей организации в области шлакощелочных вяжущих и бетонов).

Предназначены для инженерно-технических работников заводов железобетонных изделий, строительных организаций и предприятий Минуглепрома СССР.

Разработали Рекомендации д.т.н. И.Г.Косков, ст.н.с.Н.В.Любашевская (рук.работы), к.т.н. В.В.Черкасов, к.т.н. В.П.Рослов, мл.н.с. Ишина Е.И.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Организация производства бесцементных шлакощелочных вяжущих, основными исходными материалами которых являются молотый гранулированный шлак и щелочной компонент, существенно расширяет сырьевую базу строительства. Шлакощелочные вяжущие, именуемые далее ШЩВ, и бетоны на их основе имеют достаточную сырьевую базу - ежегодный выход шлаков, пригодных для этой цели, составляет более 50 млн. т, а это равнозначно выпуску дополнительных 50 млн.т нового вида цемента. Сырьевая база щелочного компонента может быть расширена и удешевлена за счет использования побочных продуктов производства.

Освоение этого нового вида вяжущего связано не только с заменой дефицитного цемента, но и с возможностью получения долговечных конструкций и изделий с более высокими прочностными характеристиками, чем на портландцементах.

Технико-эксплуатационные преимущества шлакощелочных вяжущих:

- повышенная прочность, в I,5-2 раза превышающая прочность портландцементов, что позволяет наряду с обычными получать высокомарочные бетоны марок 600-I400;
- ускоренный рост прочности в начальный период;
- повышенные водонепроницаемость (ВIO-В30), морозостойкость $М_{рз}$ 300-$М_{рз}$ I000), коррозионная стойкость;
- возможность использования некондиционных заполнителей с повышенным содержанием глинистых и пылеватых частиц.

Исходя из этого, при определении номенклатуры изделий, выпускаемых на ШЩВ, следует рационально использовать его преимущества.

Кроме того, шлакощелочные вяжущие, представляющие собой двухкомпонентную систему, позволяют транспортировать их на любые расстояния и хранить длительное время без потери активности. При этом технология производства шлакощелочных бетонов, именуемых далее ШЩБ, не вызывает особых трудностей, поскольку она не отличается от бетонов на портландцементах с применением водных растворов химдобавок. Производство же бетонов на шлакощелочных вяжущих (ШЩВ) совместного помола шлака с негигроскопичным щелочным компонентом аналогично бетонам на обычных портландцементах.

РАЗДЕЛ I

ШЛАКОЩЕЛОЧНЫЕ БЕТОНЫ НА ГОТОВЫХ ЩЕЛОЧНЫХ КОМПОНЕНТАХ

I. НАЗНАЧЕНИЕ

Шлакощелочные вяжущие могут быть рекомендованы для производства:

- тяжелых бетонов при строительстве шахтной поверхности (конструкции и изделия заводского изготовления, монолитные конструкции);
- тяжелых бетонов для шахтной крепи (элементы шахтной крепи - тюбинги, блоки, затяжки; набрызгбетонная крепь; тампонаж закрепного пространства);
- быстротвердеющих смесей (патронированная анкерная крепь, упрочнение и тампонаж);
- поризованных бетонов (ограждающие конструкции, утеплители, монолитные конструкции, тампонаж закрепного пространства).

Область применения шлакощелочных вяжущих, бетонов и смесей схематично представлена на рис. I.

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

2.I. Рекомендуемая область применения шлакощелочных вяжущих в зависимости от вида щелочного компонента приведена на рис.2.

2.2. На шлакощелочные быстротвердеющие смеси для патронов анкерной крепи, а также на набрызгбетон для шахтной крепи ВНИИОМШСом разработана нормативно-техническая документация (технические условия на набрызгбетон шлакощелочной ТУ I2УССР7-044-8I; Указания по производству и применению шлакощелочного набрызгбетона; Инструкция на применение облегченных видов крепи на угольных шахтах).

2.3. Настоящие Рекомендации распространяются на подбор составов тяжелого шлакощелочного бетона М 200 и выше для конструкций и изделий шахтного и промышленно-гражданского строительства, эксплуатируемых во влажных, воздушно-сухих условиях, в также в условиях водной среды.

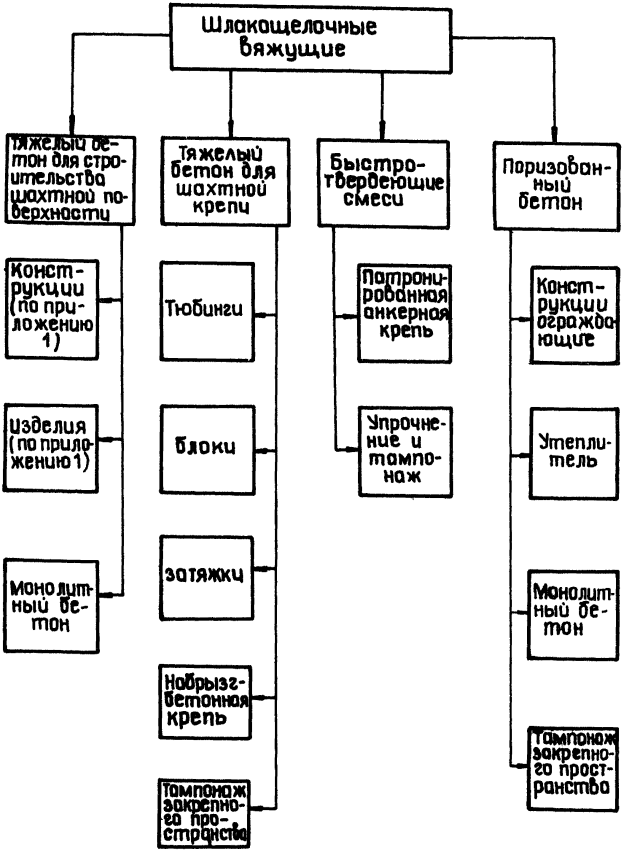

Рис. I. Схема области применения шлакощелочных вяжущих, бетонов и смесей

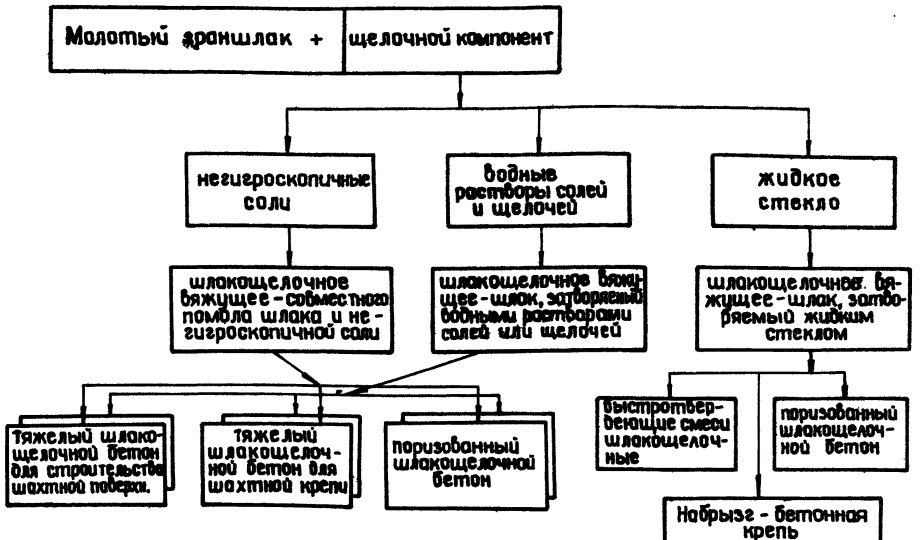

Рис. 2. Схема получения и области применения шлакощелочных вяжущих

2.4. Определение номенклатуры конструкций и изделий из шлакощелочных бетонов производится с учетом их высокой водонепроницаемости, коррозионной стойкости и других специальных свойств.

Перечень конструкций и изделий для промышленно-гражданского строительства, которые рекомендованы к изготовлению из тяжелого шлакощелочного бетона, приведен в приложении I. Для шахтного строительства рекомендованы элементы крепи - тюбинги, блоки, затяжки.

По мере накопления данных о результатах эксплуатации конструкций из шлакощелочных бетонов Рекомендации будут уточняться.

2.5. Изготовление указанных изделий и конструкций предусмотрено на предприятиях стройиндустрии Минуглепрома СССР для Донецкого и Печорского бассейнов и Ростовской области, работающих на заполнителях:

- мелких и крупных с содержанием пылевидных, илистых и глинистых соответственно I-I0; 2-7; 3-I0 %, что не превышает регламентируемую величину (25%) по п. 3.3.3 настоящих Рекомендаций;

- мелких (пески) с модулем крупности соответственно $М_{кр}$= = 0,9-I,I; I,9-2,8; I,2-I,4, что соответствует требованиям, предъявляемым к мелким заполнителям, используемым для шлакощелочных бетонов по пп. 3.3.I; 3.3.2 настоящих Рекомендаций.

3. ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЕВЫМ МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ

3.I. Шлаковый компонент. Его приготовление

3.I.I. Для производства шлакощелочных вяжущих пригодны шлаки, используемые для выпуска шлакопортландцементов, с содержанием оксидов: CaO -30–55; SiO_2 -28–40; Al_2O_3 6–24; MgO -I–I8%; MnO – не более 4,0%, к ним относятся:

– доменные гранулированные шлаки (основные, кислые, нейтральные) по ГОСТ 3476-74;

– электротермофосфорные гранулированные шлаки.

3.I.2. Наиболее предпочтительны шлаки, в которых содержание основных оксидов ($CaO + MgO + MnO$) составляет 42–52, а кислых оксидов ($SiO_2 + Al_2O_3$) – 46–55%, содержание Al_2O_3 не менее 9%.

3.I.3. Шлаки с коэффициентом качества (K_K) > I,9 отличаются повышенной гидравлической активностью, с K_K = I,6–I,9 имеют среднюю активность, а с K_K < I,6 – малоактивны:

$$K_K = \frac{CaO + MgO + Al_2O_3}{SiO_2 + MnO}$$

3.I.4. Показателями гидравлической активности шлаков служат также модули основности (M_o) и активности (M_a):

$$M_o = \frac{CaO + MgO}{SiO_2 + Al_2O_3}, \qquad M_a = \frac{Al_2O_3}{SiO_2}.$$

Основные шлаки ($M_o \geq I$), кислые ($M_o < I$);

С увеличением модуля основности, а особенно модуля активности гидравлическая активность доменных шлаков возрастает.

3.I.5. Гранулированные шлаки цветной металлургии и других производств (титанистые, ферромарганцевые, ваграночные, мартеновские), не применяемые для производства шлакопортландцемента, используются после их предварительных испытаний.

3.I.6. Удельная поверхность молотого шлака для вяжущего должна быть не менее 300 $м^2/кг$.

3.I.7. Шлаки, предназначенные для помола, должны иметь остаточную влажность не более I% по массе.

Для этой цели применяются сушильные барабаны, работающие на любом виде топлива; температура топочных газов при входе в сушильный барабан не должна превышать $500^{o}C$.

Суммарная производительность сушильных установок, обеспечивающих остаточную влажность не более I%, должна соответствовать производительной мощности помольного оборудования.

3.I.8. Помол шлака по сухому способу осуществляется шаровыми, струйными и др. мельницами и установками (типа КУЗ-I20), обеспечивающими тонкость помола не менее 300 $м^2/кг$.

Температура материалов, поступающих на помол, не должна превышать $80^{o}C$, а при выходе после помола - $I00^{o}C$.

3.I.9. Требуемая тонкость помола шлака в шаровой мельнице обеспечивается расчетной загрузкой мелющими телами (шары, цильбепсы) согласно требованиям, предусмотренным в цементной промышленности.

3.I.I0. Для интенсификации помола шлака и удлинения сроков схватывания ШШВ рекомендуется введение при помоле поверхностно-активных веществ (ПАВ): модифицированных бардяных концентратов (МБК), ГКМ-I0, ГКМ-II, ГКМ-94, СДБ, ССБ, высокожирных кубовых остатков в количестве не менее 0,I5% и не более 5%.

3.I.II. Силосы для аккумулирования молотого шлака должны обеспечиваться средствами для снятия статического электричества.

3.I.I2. Оборудование для пневмотранспорта, хранения, дозирования молотого шлака аналогично оборудованию, применяемому для цементов.

3.I.I3. Транспортирование и хранение шлака должно производиться по ГОСТ 22237-76, при этом при транспортировке, хранении, сушке, помоле сырьевых компонентов особое внимание обращать на недопустимость попадания гипса, портландцемента, шлакопортландцемента, извести и других видов вяжущих.

3.2. Щелочной компонент. Его приготовление.

3.2.I. Общие требования

3.2.I.I. В качестве щелочного компонента, именуемого далее ЩК, для производства шлакощелочного вяжущего могут применяться следующие материалы, удовлетворяющие требованиям стандартов или технических условий, которые по характеру взаимодействия со шлаками подразделяются на 3 группы:

I группа - едкие щелочи:

- натр едкий технический по ГОСТ 2263-79;

- калия гидрат окиси технический по ГОСТ 9285-78;

- смесь щелочей-побочный продукт по ТУ 6-I8-45-77;

- смесь щелочей жидкая по ТУ 6-I8-208-75;

- каустик красный по ТУ 6-03-23-02-76.

II группа - несиликатные соли слабых кислот -

а) карбонаты:

- сода кальцинированная техническая по ГОСТ 5I00-73;

- сода кальцинированная техническая из нефелинового сырья по ГОСТ I0689-75;

- плав соды кальцинированной по ТУ 6-03-294-7I;

- калий углекислый технический (поташ) по ГОСТ I069-73;

б) натрий фтористый по ГОСТ 2871-75.

III группа - силикатные соли и растворимые стекла с силикатным модулем I,0÷3,0:

- силикат натрия растворимый по ГОСТ 13078-81;

- натрий кремнекислый по ГОСТ 4239-77.

3.2.1.2. Допускается применение щелочесодержащих побочных продуктов и отходов производства после непосредственного испытания их в шлакощелочных вяжущих и бетонах.

3.2.1.3. Щелочные компоненты следует использовать в виде водных растворов указанных концентраций при температуре +20°С в процентах по массе:

- натриевых II группы - 10-20 %;

- натриевых II и III групп - 10-30 %;

- смешанных I и II групп - 10-20 %, из которых на долю I группы должно приходиться не менее 5% по массе.

3.2.1.4. Негигроскопичные щелочные компоненты (например, сода, натрий фтористый) используют в сухом виде для производства шлакощелочного вяжущего совместного его помола со шлаком. Совместный помол осуществляют по п.п. 3.1.6 - 3.1.9 с предварительной сушкой и измельчением щелочного компонента.

3.2.2. Приготовление водных растворов солей и щелочей I и II группы.

3.2.2.1. Количество сухого ЩК для приготовления водных растворов определяется заданной его плотностью, контролируемой ареометром. Количественная зависимость плотности от концентрации раствора приведена в приложении 2.

3.2.2.2. Смесительные емкости для приготовления растворов необходимо оборудовать устройством для пневматического или механического перемешивания с использованием пароподогрева.

3.2.2.3. Для предотвращения кристаллизации растворов в смесительных емкостях и трубопроводах температура раствора должна быть

не ниже 60°С. Это достигается установкой тепловых регистров, промежуточных штуцеров для продувки их паром; трубопроводы рекомендуется одевать в тепловые рубашки.

3.2.2.4. Температура рабочего раствора, готового к употреблению, не должна превышать температуру окружающей среды рабочей зоны.

3.2.3. Приготовление рабочих растворов жидкого натриевого стекла (Ш группа).

3.2.3.I. Применяемое для производства шлакощелочных вяжущих жидкое стекло должно иметь силикатный модуль M_c = I,3÷2,0, плотность - II50÷I300 кг/м^3.

3.2.3.2. Ускоренный метод определения силикатного модуля стекла приведен в приложении 3.

До необходимого силикатного модуля жидкое стекло доводится добавлением расчетного количества едкого натра, а плотность, контролируемая ареометром, - добавлением воды. Методика по корректировке модуля жидкого натриевого стекла приведена в приложении 4.

3.2.3.3. Во избежание разогрева емкостей при добавлении едкого натра к жидкому стеклу, возникающего за счет экзотермии, следует предусмотреть их охлаждение. Кроме того, для этой цели необходимо строго соблюдать следующую последовательность при приготовлении рабочих растворов жидкого стекла:

- доведение жидкого стекла заводской поставки до необходимой плотности (водой);

- доведение жидкого стекла (разбавленного) до необходимого силикатного модуля добавлением едкого натра;

- дальнейшая корректировка плотности раствора жидкого стекла водой (контроль ареометром) до заданной величины.

3.2.3.4. Температура рабочего раствора, готового к употреблению, не должна превышать +20°С.

3.2.3.5. Жидкое стекло должно храниться в плотно закрытой таре (стальные бочки, металлические банки) в закрытых помещениях. Хранение в оцинкованных емкостях запрещается.

3.2.3.6. После хранения жидкого стекла при отрицательной температуре следует перед применением его температуру доводить до температуры производственного помещения.

3.3. Заполнители

3.3.I. Заполнители для шлакощелочных бетонов, так же как и для портландцементных, должны отвечать требованиям государственных стандартов:

- щебень по ГОСТ I0268-80;
- гравий по ГОСТ 23254-78;
- щебень из гравия по ГОСТ I0260-82
- песок по ГОСТ 8736-77 и ГОСТ I0268-80.

3.3.2. Для Донецкого бассейна после обязательных испытаний в качестве мелкого заполнителя допускается применять пески с $М_{кр}$ = 0,6+I,3.

3.3.3. Допускается применять мелкие заполнители с содержанием пылеватых и глинистых частиц в сумме не более 25%, при этом содержание глинистых не должно превышать 5%.

3.3.4. Некондиционные заполнители, побочные продукты горнодобывающей промышленности и др. производств разрешается использовать после их соответствующего опробования и технико-экономического обоснования целесообразности их применения.

3.3.5. Не разрешается применять заполнители, содержащие зерна гипса и ангидрита.

3.4. Вода

3.4.I. Вода для приготовления растворов щелочного компонента и затворения шлакощелочного вяжущего совместного помола должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732-79.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ШЛАКОЩЕЛОЧНОМУ ВЯЖУЩЕМУ

4.I. Общие положения и требования

4.I.I. Шлакощелочное вяжущее, предназначенное для изготовления бетонов наряду с цементами по ГОСТ I0I78-76, должно удовлетворять требованиям ОСТ 67-II-84 и изготавливаться по соответствующим технологическим регламентам.

4.I.2. Шлакощелочное вяжущее представляет собой двухкомпонентное гидравлическое вяжущее, основными компонентами которого являются:

- гранулированный шлак тонкого помола по п. 3.I;
- щелочной компонент по п.3.2.

4.I.3. В зависимости от природы щелочного компонента и способа его введения шлакощелочные вяжущие делятся на 3 основных вида:

I вид - вяжущие, реализация вяжущих свойств которых происходит при затворении молотого граншлака водными растворами солей и щелочей (соединения I и II групп) непосредственно в бетоносмесителях;

II вид - вяжущие, получаемые затворением молотого граншлака жидким натриевым стеклом непосредственно в бетоносмесительных установках;

III вид - вяжущее, получаемое затворением водой продукта совместного помола шлака с негигроскопичным щелочным компонентом (сода кальцинированная, натрий фтористый).

4.I.4. Для всех 3-х видов вяжущего предъявляются следующие одинаковые требования:

4.I.5. При необходимости ускорения набора прочности, а также уменьшения деформативности бетона на основе шлакощелочных вяжущих рекомендуется при помоле шлака вводить добавку портландцементного клинкера в количестве I-9% (ОСТ 67-II-84, РСТ УССР 5024-83).

4.I.6. Марка вяжущих определяется пределом прочности при сжатии образцов, изготовленных по п.п. 9.2.3 - 9.2.5 и испытанных для вяжущих:

- на основных доменных шлаках, шлаках цветной металлургии (свинцовом, медном, а также никелевом с добавкой портландцементного клинкера) через 28 сут. с момента изготовления;

- на доменном - кислом, нейтральном, электротермофосфорных и никелевом шлаках - через I сутки после изготовления и пропаривания по 9.2.6 настоящих рекомендаций.

4.I.7. Вяжущее на доменных и электротермофосфорных шлаках в зависимости от вида щелочного компонента подразделяется на марки, приведенные в табл. I.

Таблица I

Марка вяжущего на щелочных компонентах				
Сода кальцинированная	Плав соды кальцинированной	Метасиликат натрия $M_c = I$	Дисиликат натрия $M_c = 2$	Силикат натрия растворимый $2 < M_c \leq 3$
300	300	300	300	300
400	400	400	400	400
-	500	500	500	500
-	-	600	600	600
-	-	-	700	700
-	-	-	800	800
-	-	900	900	900
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	I200	-	-

4.2. Шлакощелочные вяжущие на водных растворах солей и щелочей

4.2.1. Едкие щелочи и несиликатные соли слабых кислот (химические соединения I и II групп по п.п.3.2.1.1-3.2.1.3)используют в виде водных растворов, дающих щелочную реакцию среды, плотностью 1100-1300 кг/м^3.

При этом содержание щелочного компонента в вяжущем должно быть в пересчете на Na_2O не менее 2,0 и не более 5% от массы шлака; при пересчете на K_2O - не менее 3,0 и не более 10% от массы шлака. Это требование сохраняется и при применении жидкого натриевого стекла.

4.2.2. Шлакощелочные вяжущие на водных растворах щелочей и солей достигают марок 300-500.

4.2.3. Начало схватывания этого вида вяжущего на доменных, электротермофосфорных шлаках и шлаках цветной металлургии должно наступать не ранее 30-45 мин, а конец - не позднее 12 час. от начала затворения.

4.2.4. Пределы прочности при сжатии и изгибе для этого вида вяжущего на доменном шлаке в зависимости от плотности указанных растворов должен быть не менее величин, приведенных в табл. 2.

Таблица 2

Предел прочности при $\frac{\text{сжатии}}{\text{изгибе}}$, МПа, при плотности раствора щелочного компонента, кг/м³

Сода кальцинированная					Плав соды кальцинированной					Метасиликат натрия $M_c = 1$					Дисиликат натрия $M_c = 2$					Силикат натрия растворимый $2 < M_c \leq 3$				
1100	1150	1200	1250	1300	1100	1150	1200	1250	1300	1100	1150	1200	1250	1300	1100	1150	1200	1250	1300	1100	1150	1200	1250	1300
Для основных шлаков																								
30/6	30/7	40/8	-	-	30/5	30/5	40/8	-	-	30/6	50/8,5	60/8,5	90/9,5	-	-	40/6,5	50/7	70/9	90/9	-	30/6	40/6,5	60/7	80/9
Для нейтральных шлаков																								
-	30/7	40/8	-	-	30/5	40/7	50/8	-	-	-	40/6,5	60/8,5	120/2	-										
Для кислых шлаков																								
-	40/6	40/7,5	-	-	30/5	40/7	50/8	-	-	-	40/6	50/7	90/8,5	-	-	-	30/6	50/7	60/7,5	-	-	30/4	40/6	50/7

4.3. Шлакощелочные вяжущие на жидком натриевом стекле

4.3.I. Высокопрочные вяжущие марок 600 и выше получают затворением молотого гранулированного шлака низкомодульным жидким стеклом (M_c = I,3 ÷ 2,0), плотностью I250-I300 кг/м^3.

4.3.2. Марка вяжущего определяется природой (составом) шлака, величиной силикатного модуля жидкого стекла и его плотностью, которые в каждом конкретном случае определяются подбором состава. Причем, с уменьшением плотности жидкого стекла до I100 кг/м^3 марка шлакощелочного вяжущего снижается (см. табл.I).

4.3.3. Для этой цели пригодны основные, нейтральные или кислые шлаки, предпочтительней использовать основные шлаки ($Mo > I$) с модулем активности $M_a > 0,3$ (содержание в шлаке Al_2O_3 не менее 9%).

4.3.4. По скорости набора прочности шлакощелочные вяжущие на жидком стекле относятся к быстротвердеющим - предел прочности при сжатии образцов в 3-х суточном возрасте для марок 400, 500, как правило, должен составлять не менее 50% прочности, для марок 600 и выше - не менее 30,0 МПа.

4.3.5. Начало схватывания этого вида вяжущего должно наступать не ранее 20 мин., конец - не позднее I2 часов от начала затворения.

4.3.6. Для расширения сроков схватывания шлакощелочного вяжущего на жидком стекле следует применять один из способов:

- помол используемого шлака с поверхностно-активными веществами по п. 3.I.I0.;

- виброактивирование смеси на ранних этапах процесса структурообразования;

- перемешивание и затворение бетонной смеси производить в две стадии в соответствии с РСТ УССР 5024-83.

4.4. Шлакощелочное вяжущее совместного помола шлака и негигроскопичного щелочного компонента

4.4.I. Готовое шлакощелочное вяжущее этого вида представляет собой продукт совместного помола гранулированного шлака (предпочтительней основного) с негигроскопичным щелочным компонентом (например, сода кальцинированная или фтористый натрий). Содержание их в вяжущем должно быть в пересчете на Na_2O не менее 2,0 и не более 5% от массы шлака.

4.4.2. Такое вяжущее затворяется, как и портландцементы, водой и обеспечивает марку 300, 400, 500.

4.4.3. Начало схватывания должно наступать не ранее 45 мин, а конец - не позднее I2 часов от начала затворения.

5. ТРЕБОВАНИЯ К ШЛАКОЩЕЛОЧНЫМ БЕТОННЫМ СМЕСЯМ

5.I. Смеси для изготовления шлакощелочных тяжелых бетонов должны соответствовать требованиям ОСТ 67-I0-84 "Бетоны тяжелые шлакощелочные. Технические условия" и ГОСТ 7473-76 на портландцементные бетоны, а испытываться по ГОСТ I0I8I.0-8I-I0I8I.4-8I.

5.2. Удобоукладываемость шлакощелочной бетонной смеси характеризуется только показателями жесткости по группам: 40-50с; 25-35с; I5-20с; I0-I5с; 6-I0с; 4-6с.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ШЛАКОЩЕЛОЧНЫМ БЕТОНАМ И ИЗДЕЛИЯМ

6.I. Бетоны тяжелые шлакощелочные должны соответствовать требованиям ОСТ 67-I0-84, РСТ УССР 5025-84, РСН 336-84, а также общим техническим требованиям, приведенным в ГОСТ 25I92-82 для бетонов на портландцементах.

6.2. Показатели прочности ШЩБ на сжатие характеризуются марками М200, М250, М300, М400, М500, М600, М700, М800, М900, МI000, МII00, МI200, МI300, МI400.

6.3. В зависимости от условий работы изделий и конструкций в соответствии с действующими нормами проектирования установлены следующие марки ШЩБ :

по морозостойкости F200, F300, F400, F500, F600, F700, F800, F900, FI000;

по водонепроницаемости W4, W6, W8, W I0, W I2, W I4, W I6, W I8, W 25, W30.

6.4. Дополнительные требования к ШЩБ по призменной прочности, осевому растяжению, начальному модулю упругости, деформации усадки и ползучести - по ОСТ 67-I0-84.

6.5. Прочностные характеристики ШЩБ определяются расходом шлака, растворошлаковым отношением (Р/Ш), природой щелочного компонента, плотностью его раствора. С увеличением расхода шлака, уменьшением Р/Ш, увеличением плотности ЩК прочностные свойства шлакощелочного бетона улучшаются. Оптимальная величина Р/Ш рекомендована в пределах 0,3-0,35.

6.6. Высокопрочные бетоны М600 и выше получают на шлакощелочных вяжущих с использованием жидкого натриевого стекла силикатного модуля M_c = 1,3÷2,0 плотностью 1250-1300 кг/м^3.

6.7. Конструкции из ШЩБ должны удовлетворять требованиям ГОСТ 13015.0-83, РСТ УССР 5026-84, ОСТ 67-12-84 (конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные из шлакощелочного бетона), а также требованиям стандартов, технических условий и рабочих чертежей для конкретных видов изделий, изготавливаемых в настоящее время из тяжелых бетонов на портландцементных вяжущих.

7. ПОДБОР СОСТАВОВ ТЯЖЕЛОГО БЕТОНА НА ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ ВЯЖУЩИХ

7.1. Общие положения

7.1.1. При назначении составов шлакощелочных бетонов рекомендуются известные методы подбора, применяемые для портландцементных бетонов, с учетом основных положений технологического процесса, связанного с особенностями производства шлакощелочных вяжущих:

- необходимая прочность бетонов при постоянном качестве применяемых материалов обеспечивается качеством шлакощелочного теста (шлак+раствор щелочного компонента данной плотности, а для жидкого стекла дополнительно с учетом силикатного модуля);

- требуемая удобоукладываемость бетонной смеси достигается при определенном количестве шлакощелочного теста установленного качества;

- технико-экономическая эффективность данного состава шлакощелочной бетонной смеси определяется минимизацией расхода вяжущего, что достигается подбором оптимального соотношения между крупным и мелким заполнителем.

7.I.2. Особенность подбора составов шлакощелочных бетонов заключается в необходимости предварительного проектирования состава шлакощелочного вяжущего и его марки, обеспечивающих требуемую прочность бетона.

7.I.3. Для основных шлаков независимо от условий твердения используются щелочные компоненты первой (едкие щелочи), второй (несиликатные соли слабых кислот) и третьей (силикатные соли и жидкое натриевое стекло) групп.

7.I.4.Для нейтральных и кислых шлаков твердение в естественных условиях обеспечивают щелочные компоненты первой (едкие щелочи) и третьей (силикатные соли и жидкое натриевое стекло) групп.

При твердении в условиях гидротермальной обработки рекомендуется использование щелочных компонентов всех трех групп.

7.I.5. На основании п.п7.I.3.;7.I.4задаются видом и расходом щелочных компонентов в зависимости от природы шлака.

Определение марки выбранного шлакощелочного вяжущего производить по п. 9.2. настоящих рекомендаций.

7.I.6. Проектирование состава бетона на конкретном шлакощелочном вяжущем и заполнителях начинают с установления фактора прочности бетона - отношения шлак: раствор щелочного компонента оптимальной концентрации.

7.2. Подбор составов тяжелого шлакощелочного бетона на основе водных растворов щелочей и солей I и II групп

7.2.I. После выбора вида щелочного компонента и шлака, определения активности шлакощелочного вяжущего на их основе по п.п. 7.I.2 - 7.I.5 приступают к оценке качества выбранного вяжущего в бетоне и назначению состава бетона требуемой марки, для чего используется функциональная зависимость прочности бетона от шлакорастворного отношения (Ш/Р) при различной плотности раствора выбран-

ной щелочи или соли.

7.2.2. При подборе состава тяжелого шлакощелочного бетона аналогично бетону на портландцементе изготавливают 9 контрольных образцов из бетона 3-х составов с Ш/Р от 2,0 до 3,5 на основе растворов выбранной щелочи или соли определенной плотности (по 3 образца из каждого состава).

Ориентировочные составы шлакощелочных бетонов для пробных замесов и размеры образцов приведены в табл. 3.

7.2.3.Для приготовленной в смесителе шлакощелочной бетонной смеси определяют ее объемную массу и жесткость.

7.2.4. После изготовления образцов каждого состава по общепринятой методике и не менее двухчасовой выдержки образцы в формах пропаривают по режиму: 3 ч - подъем температуры, 6 ч - выдержка при температуре изотермического прогрева 80÷90 $\pm$ 5°С и 3 ч - снижение температуры.

Через 12 ч с момента отключения пара образцы испытывают на сжатие по ГОСТ 10180-78.

7.2.5. Изготовленные образцы естественного твердения выдерживают в формах в течение 3 сут при комнатной температуре с прикрытой верхней поверхностью, освобожденные из форм образцы помещают в камеру нормального хранения для испытания в возрасте 28 сут.

7.2.6. По полученным данным строят график зависимости прочности бетона от шлакорастворного отношения и плотности раствора, которую принимают:

для соды - ρ_1 = 1100; ρ_2 = 1150; ρ_3 = 1200 кг/м^3;

для поташа - ρ_1 = 1100; ρ_2 = 1150; ρ_3 = 1200; ρ_4 = 1250 кг/м^3;

для едких щелочей - ρ_1 = 1100; ρ_2 = 1150; ρ_3 = 1200; ρ_4 = 1250; ρ_5 = 1300 кг/м^3.

Таблица 3

Составы шлакощелочных бетонов для пробных замесов

Состав	Ш/Р / Р/Ш	Расход материалов на I м³ бетонной смеси /над чертой/ и на один замес для изготовления трех образцов размером 10x10x10 см /под чертой/			
		шлака, кг	песка, кг	щебня, кг	раствора щелочного компонента, л
I	2,0 / 0,5	300 / 0,99	820 / 2,71	1180 / 3,89	150 / 0,495
2	2,5 / 0,4	425 / 1,4	690 / 2,28	1155 / 3,81	170 / 0,561
3	3,0 / 0,33	550 / 1,82	590 / 1,95	1100 / 3,63	183 / 0,604

Примечания: 1. Расход материалов на один замес дан с $K_{изб}$ = 1,1 из расчета на 3 л уплотненного бетона.

2. Для образцов-кубов с ребром 15 см расход каждого материала находят путем умножения на 3,4 расхода, приведенного на один замес.

Таблица 4

Расход шлака, кг/м³	Доля песка в бетоне при крупности щебня, мм					
	Вариант I			Вариант II		
	10	20	40	10	20	40
300	0,43	0,41	0,40	0,31	0,30	0,29
400	0,40	0,38	0,37	0,30	0,29	0,28
450	0,39	0,37	0,36	0,29	0,28	0,27
500	0,38	0,36	0,35	0,28	0,27	0,26
550	0,37	0,35	0,34	0,27	0,26	0,25

7.2.7. Полученные экспериментальные данные с помощью графиков позволяют установить оптимальное шлакорастворное отношение и плотность раствора исследуемой щелочи или соли для назначения состава бетона заданной прочности. Примеры построения зависимости $R\delta = f(Ш/Р)$ приведены на рис. 3 (а).

7.2.8. Заданная удобоукладываемость (далее жесткость) шлакощелочной смеси определяется экспериментальным путем в зависимости от количества шлакощелочного теста (клея) данного качества при установленном оптимальном шлакорастворном отношении с помощью графика (рис. 4).

7.2.9. Количество раствора щелочного компонента оптимальной плотности при установленном шлакорастворном отношении, при которых достигается заданная жесткость бетонной смеси, определяет искомый расход раствора исследуемого щелочного компонента (Р).

7.2.10. Расход шлака (Ш) определяют по формуле, кг :

$$Ш = Р : (Р/Ш).$$

7.2.11. Расход заполнителей определяют по общепринятым формулам, суммарный расход которых, кг:

$$П + Щ = \gamma\delta - Ш - Р\cdot\rho,$$

где П – расход песка, кг;

Щ – расход щебня, кг;

$\gamma\delta$ – объемная масса уплотненной смеси, найденная из эксперимента, кг/м^3;

Ш – расход шлака, кг;

Р – расход раствора щелочного компонента определенной плотности, л;

ρ – плотность раствора щелочного компонента, кг/м^3.

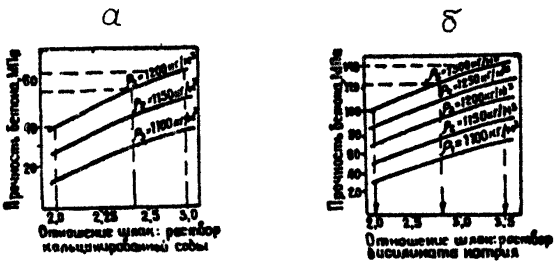

Рис. 3. Экспериментальное определение зависимости прочности шлакощелочного бетона от шлакорастворного отношения Ш/Р

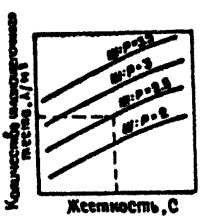

Рис. 4. Определение требуемой жесткости бетонной смеси в зависимости от количества шлакощелочного теста

7.2.12. Доля песка r в смеси заполнителей принимается по одному из вариантов табл. 4. Количество песка в бетоне, кг:

$$П = /Щ + П/ \cdot r.$$

7.2.13. Количество крупного заполнителя в бетоне, кг:

$$Щ = /Щ + П/ - П.$$

7.2.14. Рассчитанный состав бетона проверяется и при необходимости корректируется по жесткости, количеству песка, требуемой прочности путем изготовления опытных замесов и последующих испытаний образцов бетона согласно "Руководству по подбору состава тяжелого бетона" (НИИЖБ, 1979).

7.2.15. Для корректирования жесткости шлакощелочной смеси готовят первый замес по рассчитанному составу объемом 10-15 л в зависимости от крупности заполнителя и определяют жесткость смеси по ГОСТ 10181.1. - 81 и объемную массу уплотненной смеси. Если жесткость менее требуемой, то в опытный замес добавляется 5-10% шлака и раствора исследуемого щелочного компонента с соблюдением принятого растворошлакового отношения. Если жесткость получилась более требуемой, то в замес добавляют песок и щебень в количестве 5-10% от расчетного в принятом соотношении. После того, как достигнута требуемая жесткость смеси, состав бетона пересчитывается и делается новый замес для изготовления 3-х контрольных образцов.

7.2.16. Корректирование содержания песка и щебня при необходимости производится после уточнения жесткости смеси, для чего готовят три замеса: 1 - из бетонной смеси строго рассчитанного состава; 2 и 3 - из смеси с содержанием песка менее или более расчетного приблизительно на 50 кг и с одновременным увеличением или уменьшением содержания щебня на то же количество.

7.2.17. Когда состав откорректирован пробными замесами и достигнуты требуемая жесткость и оптимальное количество песка в бетонной смеси, проверяют прочность бетона откорректированного состава. Для этого готовят по три образца трех составов: I - из бетонной смеси откорректированного состава, 2 и 3 - из смесей, в которых Р/Ш принимается больше или меньше на 0,02. Величину Р/Ш корректируют путем изменения расхода шлака и песка при сохранении объемов растворной части и щебня неизменными . Укладка и уплотнение образцов должно соответствовать требованиям ГОСТ 10180-78; испытание - по ГОСТ 10180-78.

7.2.18. В качестве окончательного принимают состав, прочность которого соответствует заданной с отклонением не более + 5-8%.

Ориентировочная прочность шлакощелочных бетонов в зависимости от расхода шлака приведена в табл. 5.

7.2.19. Расчет завершается составлением таблицы расхода материалов на I $м^3$ бетона в плотном теле (на сухих заполнителях).

7.2.20. Производственные поправки, учитывающие естественную влажность заполнителей, вносят в дозировку щелочного компонента, как и в дозировку воды для цементных бетонов,т.к.с изменением количества воды меняется концентрация растворов-затворителей, что отражается на качестве шлакощелочного теста.

7.2.21. Для учета влаги, содержащейся в заполнителях,рекомендуется готовить более концентрированные растворы, а затем доводить их до нужного содержания воды в растворе - затворителе заданной концентрации с учетом влажности заполнителей.

При работе с раствором - затворителем 15%-ной концентрации необходимо готовить затворитель 20% концентрации. На замес отвешивают (или отмеривают) определенное количество затворителя 20% концентрации с количеством щелочного компонента (например, едкий натр),равным

Таблица 5

Ориентировочная прочность шлакощелочных бетонов на гранитном щебне с различным расходом шлака при жесткости бетонной смеси 20...35 с

Шлак	Вид щелочного компонента	Плотность раствора, кг/м³	Среднее значение прочности бетона при сжатии, МПа, при расходе шлака, кг/м³		
			300	425	550
Нейтральный	Дисиликат натрия	1300	80,0	90,0	100,6
	Метасиликат натрия	1270	87,7	93,9	110,9
	Содощелочной плав	1270	46,8	54,8	68,8
	Сода	1200	42,0	53,8	69,8

содержащемуся в необходимом по подбору затворителя I5% концентрации (табл. 6). Затем добавляют (в соответствии с графой - "добавка воды") необходимое для получения I5% концентрации количество воды за вычетом воды, находящейся во влажных заполнителях. Пример расчета состава бетона приведен в приложении 5.

7.3. Подбор составов тяжелого шлакощелочного бетона на основе жидкого натриевого стекла

(I способ)

7.3.I. После выполнения условий п.п. 7.I.3. - 7.I.5. в зависимости от требуемой прочности бетона задаются качеством и маркой шлакощелочного вяжущего, которые зависят от величины силикатного модуля (M_c) жидкого стекла и его плотности (см. табл. 2).
На основных шлаках при одинаковом модуле жидкого стекла (например, M_c = 2) активность шлакощелочного вяжущего составляет:

при плотности жидкого стекла I150 кг/м^3 - 40 МПа;
- " - I200 -"- - 50 МПа;
- " - I250 -"- - 70 МПа;
- " - I300 -"- - 90 МПа

7.3.2. При проектировании качества и марки шлакощелочного вяжущего за исходный принимают состав на жидком натриевом стекле силикатного модуля M_c = 2 и плотностью I300 кг/м^3. Определение марки вяжущего по п. 9.2 настоящих рекомендаций. В результате чего принимают одно из трех решений.

7.3.3. Если полученная марка соответствует проектной, исследуемый состав шлакощелочного вяжущего принимается за оптимальный и на нем назначается состав бетона требуемой марки.

Расход щелочи в зависимости от концентрации раствора

Таблица 6

Номер состава	20% концентрация раствора щелочи			Расход щелочи, кг	15% концентрация раствора щелочи			Добавка воды к затворителю 20% концентрации для получения 15% концентрации
	расход раствора щелочи (затворитель), л	расход раствора щелочи, кг	расход воды, л		расход раствора щелочи, л	расход раствора щелочи, кг	расход воды, л	
I	I08	I30	I04	26	I50	I73	I47	43
2	II2	I35	I08	27	I56	I80	I53	45
3	II6	I40	II2	28	I62	I87	I59	47
4	I2I	I45	II6	29	I68	I93	I64	48
5	I25	I50	I20	30	I74	200	I70	50
6	I29	I55	I24	3I	I80	207	I76	52
7	I33	I60	I28	32	I85	2I3	I8I	53
8	I37	I65	I32	33	I9I	220	I87	55

7.3.4. Если полученная марка вяжущего превышает требуемую, при неизменно принятом модуле жидкого стекла ($М_с$ = 2) изменяют его плотность (1250, 1200, 1150, 1100 кг/м^3) до нахождения оптимальной ее величины.

7.3.5. Если жидкое стекло с исходным силикатным модулем ($М_с$ = 2) и плотности 1300 кг/м^3 не обеспечивает проектную марку вяжущего или его качество (сроки схватывания, не технологична при затворении и т.д.), корректируют модуль каждый раз на величину (±0,1) до определения оптимального его значения при принятой плотности.

На установленном модуле жидкого стекла при необходимости корректируется его плотность.

7.3.6. Для оценки качества шлакощелочного вяжущего на жидком стекле (оптимального модуля и плотности) в бетоне и назначения состава бетона требуемой марки используется функциональная зависимость прочности бетона от шлакорастворного отношения (Ш/Р), где Р -расход жидкого стекла.

7.3.7. При подборе состава шлакощелочного бетона изготавливаются 9 контрольных образцов из бетонной смеси 3-х составов с Ш/Р от 2,0 до 3,5 на основе исследуемого жидкого стекла (по 3 образца из каждого состава).

Ориентировочные составы шлакощелочных бетонов для пробных замесов и размеры образцов приведены в табл. 3.

7.3.8. Определение объемной массы шлакощелочной бетонной смеси и жесткости-по ГОСТ 10181.1-81.

7.3.9. Изготовление, пропаривание и испытание образцов - по п. 7.2.4.

7.3.10. Хранение образцов естественного твердения и их испытание - по п. 7.2.5.

7.3.II. По полученным данным строят график зависимости прочности бетона от шлакорастворного отношения.

7.3.I2. Полученные экспериментальные данные позволяют установить оптимальное шлакорастворное отношение для назначения состава бетона заданной прочности. Примеры построения зависимости $R\delta = f(Ш/Р)$ приведены на рис. 3 (б).

7.3.I3. Заданная удобоукладываемость (жесткость) шлакощелочной бетонной смеси определяется экспериментальным путем в зависимости от количества шлакощелочного теста данного качества (на жидком стекле оптимального силикатного модуля и плотности) при установленном оптимальном шлакорастворном отношении (см. рис. 4).

7.3.I4. Количество жидкого стекла оптимальной плотности с оптимальным силикатным модулем при установленном Ш/Р, при которых достигается заданная жесткость бетонной смеси, определяет искомый расход исследуемого жидкого стекла (Р).

7.3.I5. Расход шлака (Ш) - по формуле

$$Ш = Р : (Р/Ш)$$

7.3.I6. Расход заполнителей - по п. 7.2.II.

7.3.I7. Расход песка - по п. 7.2.I2.

7.3.I8. Расход крупного заполнителя - по п. 7.2.I3.

7.3.I9. Корректировка рассчитанного состава бетона по жесткости, количеству песка, требуемой прочности - по п.п. 7.2.I4 - 7.2.I8.

7.3.20. Расчет заканчивается составлением таблицы расхода материалов на I $м^3$ бетона в плотном теле (на сухих заполнителях).

7.3.2I. Для учета влаги, содержащейся в заполнителях, рекомендуется готовить рабочий раствор жидкого стекла с большей плотностью, а затем доводить его до требуемого содержания воды в жидком стекле заданной плотности с учетом влажности заполнителей.

7.4. Подбор составов тяжелого шлакощелочного бетона на жидком натриевом стекле

(II способ - расчетно-экспериментальный)

7.4.I. Состав шлакощелочного бетона устанавливается расчетно-экспериментальным методом, по которому исходный состав рассчитывается теоретически с дальнейшей экспериментальной корректировкой.

В основу расчета положен метод абсолютных объемов, предложенный Днепропетровским филиалом НИИСПа, по которому зависимость прочности бетона $R\delta$ от водовяжущего отношения В/Вк и активности вяжущего $R\beta$ при твердении бетонов в нормальных условиях выражается формулой:

$$R\delta = 0{,}35 \left(\frac{Вк}{В} - 0{,}55 \right) \cdot R\beta , \qquad (I);$$

при условии тепловлажностной обработки ($t^{\circ} = 85 \div 90^{\circ}C$):

$$R\delta = 0{,}35 \left(\frac{Вк}{В} - 0{,}73 \right) \cdot R\beta . \qquad (2)$$

Применительно к шлакощелочным вяжущим и бетонам вместо В/Вк применяют Р/Ш.

7.4.2. Подбор оптимального состава шлакощелочного вяжущего на жидком натриевом стекле (оптимального модуля и плотности) - по п.п. 7.3.I - 7.3.5 настоящих рекомендаций.

Определение активности (марки) вяжущего - по п. 9.2.

7.4.3. По требуемой прочности бетона и установленной марке шлакощелочного вяжущего оптимального состава ориентировочно определяется из формул (I) или (2) растворошлаковое отношение.

7.4.4. Расход шлака определяется по формуле:

$$Ш = Р : (Р/Ш),$$

где Р - объем жидкого стекла, л/м^3, определяемый ориентировочно по графику (рис. 5) с дальнейшим уточнением опытными замесами до достижения требуемой жесткости шлакощелочной бетонной смеси.

7.4.5. Суммарный объем заполнителей определяют, рассчитав объем шлакощелочного вяжущего,

$$V_в = \frac{Ш}{\gamma_ш} + Р,$$

где $\gamma_ш$ - удельный вес молотого шлака, кг/л,

$$V_{зап} = 1000 - V_в.$$

7.4.6. Доля песка $г$ в смеси заполнителей принимается по одному из вариантов табл. 4. Тогда количество (расход) песка в бетоне:

$$П = V_{зап} \cdot г \cdot \gamma_п.$$

Расход щебня в бетоне:

$$Щ = V_{зап} (1 - г) \cdot \gamma_щ,$$

где $П; Щ$ - расход соответственно песка и щебня в бетоне, кг/м^3;

$\gamma_п; \gamma_щ$ - плотность соответственно песка и щебня, кг/л.

Пример расчета состава приведен в Приложении 6.

7.4.7. Экспериментальную проверку рассчитанного состава бетона проводят в таком порядке:

а) приготавливают пробный замес шлакощелочной бетонной смеси, определяют жесткость. Если жесткость отвечает заданной, из нее готовят контрольные образцы, определяют объемную массу уплотненного бетона;

б) если при изготовлении пробного замеса подвижность смеси отличается от заданной или действительная прочность бетона при сжатии отличается от заданной более чем на 5-8%, следует внести коррективы в состав бетона.

7.4.8. Корректировка расчитанного состава по жесткости - по п. 7.2.15 настоящих рекомендаций.

7.4.9. Корректировка состава по количеству песка и щебня - по п. 7.2.16.

7.4.10. Корректировка состава по прочности - по п.п. 7.2.17; 7.2.18.

7.4.11. Из каждого пробного замеса отбирается проба для определения объемной массы уплотненного бетона, по объемному весу окончательного состава рассчитывается фактический расход материалов на I $м^3$ шлакощелочного бетона в плотном теле на сухих заполнителях.

7.4.12. Учет влаги, содержащейся в заполнителях, - по п.7.3.21.

7.5. Подбор составов тяжелого бетона на шлакощелочном вяжущем совместного помола шлака и негигроскопичных щелочных компонентов

7.5.1. Шлакощелочное вяжущее совместного помола следует готовить из основных шлаков независимо от условий твердения, а также из нейтральных и кислых при гидротермальной обработке; негигроскопичные щелочные компоненты - сода кальцинированная или фтористый натрий.

7.5.2. При подборе состава тяжелого бетона требуемой прочности задаются составом и маркой шлакощелочного вяжущего, для чего рассчитывают минимальное и максимально возможное содержание сухих указанных солей, которое регламентируется содержанием (в пересчете на Na_2O) - не менее 2 и не более 5% от массы шлака, а это составляет для:

соды кальцинированной	-	3,4 - 8,6%;
фтористого натрия	-	I,4 - 3,4%

7.5.3. Активность шлакощелочного вяжущего совместного помола с рассчитанным минимальным (3,4%) и максимальным (8,6%) содержанием соды от массы шлака определяют по ГОСТ 310.4-81.

Для получения требуемой активности шлакощелочного вяжущего, находящейся в полученных пределах, изменяют содержание соды (в

указанных пределах по п. 7.5.2) от меньшего содержания к большему или наоборот (с увеличением содержания Na_2O в смеси шлакощелочного вяжущего совместного помола активность увеличивается).

7.5.4. Подбор состава бетона требуемой прочности и жесткости на шлакощелочном вяжущем (совместного помола шлака с оптимально подобранным содержанием сухого щелочного компонента), затворяемом водой, осуществляется одним из методов, принятым лабораторией завода и рекомендованным НИИЖБ для бетонов на портландцементах согласно "Руководству по подбору состава тяжелого бетона" (НИИЖБ, 1979).

8. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ

Процесс изготовления изделий и конструкций из шлакощелочных бетонов состоит из 2-х основных этапов:

- производство шлакощелочного вяжущего;
- изготовление бетонных и железобетонных изделий и конструкций.

8.I. Производство шлакощелочных вяжущих

Рассматривается технология, по которой помол шлака осуществляется на предприятиях, изготавливающих бетонные и железобетонные конструкции.

8.I.I. Шлакощелочные вяжущие на водных растворах щелочей и солей

8.I.I.I. Производство шлакощелочных вяжущих этого вида включает линию по переработке гранулированного шлака и отделение по приготовлению водных растворов щелочей и солей.

8.I.I.2. Линия по переработке шлака включает следующие операции:

- прием и складирование шлака;
- сушка по п. 3.I.7 с последующим накоплением в бункерах;
- дозирование и подача граншлака в мельницу;
- помол по п.п. 3.I.8. - 3.I.I0;
- складирование в силосах молотого шлака;
- пневмоподача.

Для этой цели пригодно оборудование, используемое в производстве портландцементов.

8.I.I.3. Приготовление водных растворов щелочей и солей осуществляется по п. 3.2.2. настоящих рекомендаций и по аналогии отделений по приготовлению и введению водных растворов химдобавок в портландцементные бетоны и предусматривает наличие:

- оборудования для измельчения ЩК (вальцы);
- оборудования для дозировки сухого ЩК;
- оборудования для растворения ЩК;
- емкостей для хранения концентрированного и разбавленных (с рабочей концентрацией) растворов;
- транспортные линии подачи сырья и растворов;
- жидкостные дозаторы.

8.I.2. Шлакощелочные вяжущие на жидком натриевом стекле

8.I.2.I. Линия по переработке шлака по п. 8.I.I.2.

8.I.2.2. Технологическая линия по приему, хранению, подаче, приготовлению и дозированию жидкого стекла (силикатный модуль и плотность рабочего раствора жидкого стекла по п. 3.2.3) приведена на рис. 6.

Жидкое стекло из цистерны с верхним сливом (или бочки) с помощью сливного стояка перекачивается насосом I в хранилище 2, из него поступает в дозатор 3 - стальной вертикальный цилиндрический

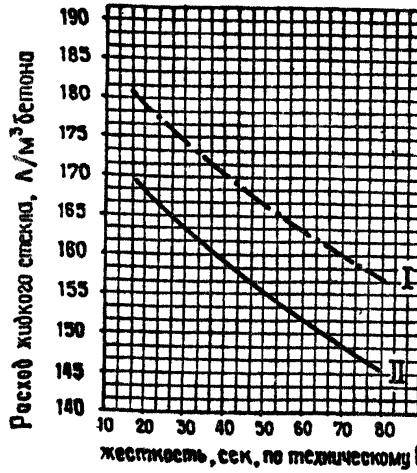

Рис. 5. Зависимость расхода жидкого стекла от требуемой жесткости шлакощелочной бетонной смеси: I - для щебня крупностью 5-20мм; 2 - то же, 5 - 40мм

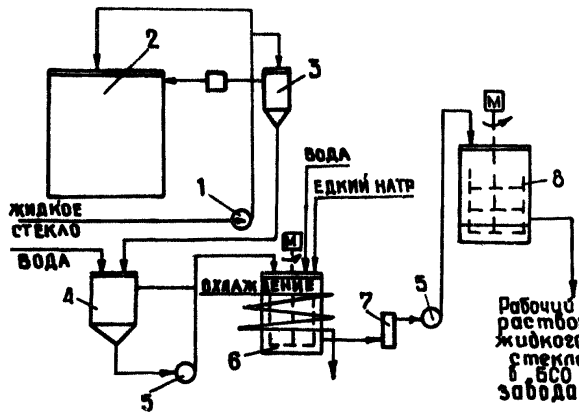

Рис. 6. Схема отделения для приготовления рабочего раствора жидкого стекла

аппарат с коническим днищем. Дозировка объемная. При достижении нужного объема излишки жидкого стекла сливаются через боковой штуцер самотеком в хранилище. Отдозированное жидкое стекло поступает в бак 4. Для приготовления рабочего раствора жидкого стекла заданной плотности в бак 4 поступает вода, которая может дозироваться счетчиком. Интенсивное перемешивание может осуществляться рамными мешалками (или центробежным насосом 5). Контроль по плотности - ареометром.

Твердый едкий натр поставляется в барабанах из кровельной стали, необходимая порция которого взвешивается на весах и подается к загрузочной воронке смесителя 6.

Дозированный рабочий раствор жидкого стекла подают в смеситель, снабженный системой охлаждения, включают рамную мешалку и высыпают через загрузочную воронку едкий натр и не менее 30 мин перемешивают. Дальнейшая корректировка плотности раствора жидкого стекла осуществляется водой и контролируется ареометром. Приготовленный рабочий раствор жидкого стекла заданной плотности и силикатного модуля перекачивается насосом 5 в сборник 8.

Для предупреждения засорения системы трубопроводов и насоса необходимо предусмотреть фильтр 7. Сборник 8 (два аппарата) рассчитывается на обеспечение запаса жидкого стекла на 2 смены и по конструкции аналогичен аппарату 6. В нем должна автоматически поддерживаться заданная температура не выше +20^{0}С. Рамная мешалка включается периодически для усреднения концентрации и предупреждения выпадания в осадок. Из сборника 8 жидкое стекло перекачивается в бетоносмесительное отделение (БСО) и жидкостными дозаторами дозируется в бетоносмеситель.

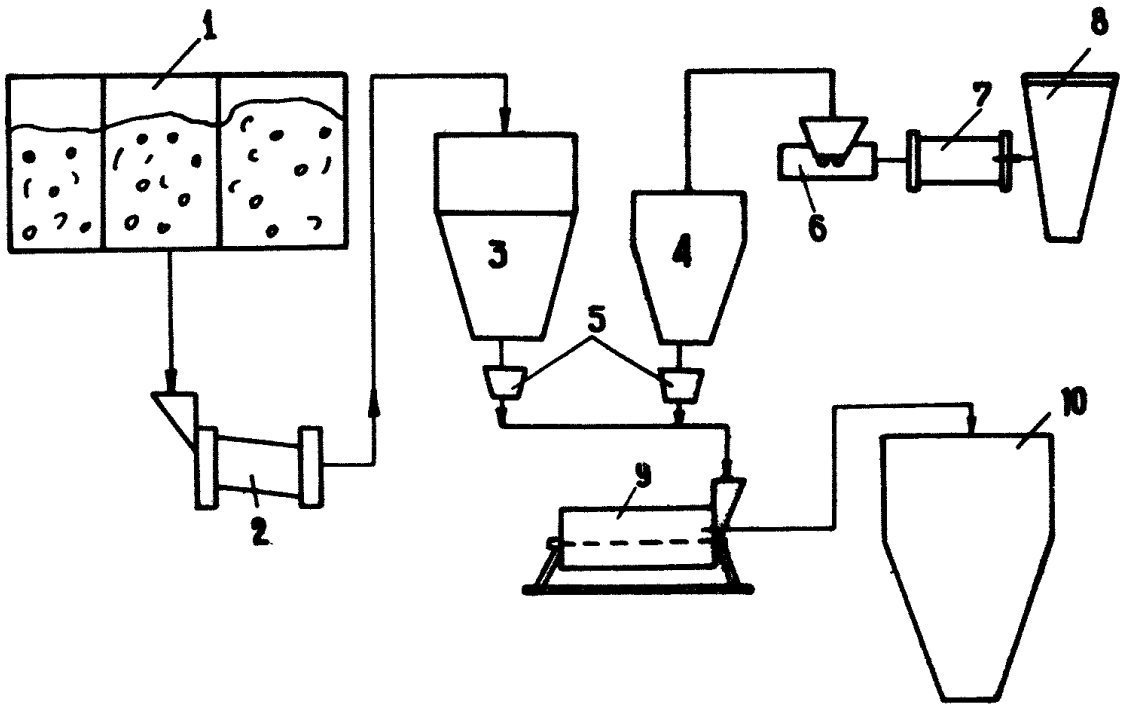

Рис. 7. Принципиальная технологическая схема производства шлакощелочного вяжущего совместного помола

Необходимо предусматривать промывку технологического оборудования и трубопроводов. Промывочные воды используются для изготовления бетонной смеси.

8.I.3. Шлакощелочные вяжущие совместного помола

8.I.3.I. Процесс приготовления шлакощелочного вяжущего включает операции сушки шлака и негигроскопичного щелочного компонента до остаточной влажности 0-I% и дальнейший их совместный помол.

8.I.3.2. Вяжущее должно приготавливаться на оборудовании, используемом в производстве портландцементов, по схеме, приведенной на рис. 7.

8.I.3.3. Граншлак со склада I поступает в сушильный барабан 2, сухой шлак загружается в расходный бункер 3.

8.I.3.4. Негигроскопический щелочной компонент со склада 8 поступает в сушильный барабан 7 и измельчается на вальцах 6, после чего загружается в расходный бункер 4.

8.I.3.5. Из расходных бункеров отдозированные граншлак и щелочной компонент через дозаторы 5 загружают в мельницу 9, помол осуществляется до удельной поверхности 3000-3500 $см^2/г$ по ПСХ-2.

8.I.3.6. Готовое вяжущее поступает на склад (бункера). Дальнейшая пневмоподача, дозирование в бетоносмесительные установки по типу портландцементов.

Р А З Д Е Л П

ШЛАКОЩЕЛОЧНЫЕ БЕТОНЫ НА СУЛЬФАТНО-СОДОВЫХ СМЕСЯХ (ОТХОДАХ ПРОИЗВОДСТВА)

Настоящий раздел предназначен для использования шахтостроительными, углестроительными организациями и институтами при разработке проектов и эксплуатации цехов по приготовлению и применению бетонных смесей на шлакощелочных вяжущих с использованием сульфатно-содовой смеси, являющейся технологическим отходом Богословского алюминиевого завода. Сульфатно-содовая смесь рекомендуется в качестве щелочного компонента взамен дефицитных и дорогостоящих жидкого стекла, едкого натра, кальцинированной соды. На 1989 г. заключены договоры на поставки этой смеси для нужд строительных предприятий Минуглепрома СССР в количестве 3700 т. На последующие годы оформлены гарантии поставок сульфатно-содовой смеси на полный, запрашиваемый Минуглепромом, объем.

В разделе представлены основные требования к сырьевым материалам, технология их переработки, а также основные положения по подбору составов шлакощелочных бетонов для сборных железобетонных и монолитных конструкций на сульфатно-содовой смеси.

I. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

I.I. Настоящий раздел Рекомендаций распространяется на тяжелые шлакощелочные бетоны марок 100, 150, 200, 250 для сборных железобетонных и монолитных конструкций шахтного строительства, эксплуатируемых во влажных, воздушно-сухих и водных условиях.

I.2. Перечень изделий и конструкций для промышленно-гражданского строительства, которые разрешается изготавливать из шлакощелочных бетонов, приведен в приложении I.

I.3. Не вошедшие в перечень конструкции разрешается изготавливать из шлакощелочных бетонов вместо бетонов на цементных вяжущих при соблюдении тех же требований, которые предъявляются к бетонам на цементных вяжущих и указанных в рабочих чертежах конструкций (прочность, объемная масса, водонепроницаемость, морозостойкость, коэффициент теплопроводности и др.). При соблюдении

этих требований никаких изменений в опалубочные и арматурные чертежи вносить не требуется.

I.4. При соблюдении требований п. I.3 для подземных конструкций разрешается изготавливать из шлакощелочного бетона (обладающего необходимой сульфатостойкостью) блоки, затяжки, лотки, монолитные крепи и производить тампонаж закрепного пространства.

2. ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЕВЫМ МАТЕРИАЛАМ

2.I. Шлаковый компонент

2.I.I. Для производства шлакощелочных вяжущих на сульфатно-содовой смеси пригодны шлаки по п.п. 3.I.I.-3.I.5. раздела I настоящих Рекомендаций.

2.I.2. С учетом п.п. 3.I.I.-3.I.4. раздела I в табл.7 приводятся гранулированные шлаки с основными характеристиками, выпускаемые металлургическими заводами страны, рекомендованные к применению для каждого угольного региона.

2.2. Щелочной компонент

2.2.I. После проведенных непосредственных испытаний в шлакощелочных вяжущих и бетонах на основании выполненных ВНИИОМШСом исследований в качестве щелочного компонента рекомендуется щелочесодержащий технологический отход - сульфатно-содовая смесь Богословского алюминиевого завода.

2.2.2. Сульфатно-содовая смесь, являющаяся отходом глиноземного производства, и применяемая для изготовления шлакощелочных бетонов, должна соответствовать ТУ 48-0I02-9I-88 "Сульфатно-содовая смесь для изготовления шлакощелочных бетонов", разработанных Богословским алюминиевым заводом и ВНИИОМШС. Эта смесь отгружается потребителям из технологического потока и отвала.

2.2.3. Сульфатно-содовая смесь, непосредственно отгружаемая из технологического потока, представляет собой порошок и по своему химическому составу должна соответствовать нормам, приведенным в табл.8.

Таблица 7

Химическая характеристика и качество шлаков, выпускаемых металлургическими предприятиями СССР

№ пп	Предприятие	Количество гранулированного шлака в пересчете на сухое вещество, тыс.т. в год	Основные окислы, %					Влажность отгружаемого шлака, %	Модуль		Качество шлака по ГОСТ 3476-74	
			SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	FeO		основности, M_o	активности, M_a	коэффициент качества	сорт
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
	Донецкий бассейн											
I.	Донецкий металлургический завод им. В.И.Ленина	360,0	36,60	8,4	48,20	4,50	-	I5	I,I7	0,24	I,6I	II
			36,60	7,7	48,90	4,40	-		I,2	0,22	I,60	II
2.	Енакиевский металлургический завод	476,7	39,06	5,97	49,01	8,69	0,35	I0	I,28	0,I5	I,63	II
3.	Ждановский металлургический завод "Азовсталь"	70I,2	38,40	6,40	46,6I	4,78	0,47	-	I,I4	0,I7	I,50	II
			37,50	9,I0	46,65	8,72	I,27		I,I8	0,25	I,54	II
4.	Ждановский металлургический завод им. Ильича	I679,0	39,88	5,9I	47,8I	5,27	0,42	I0	I,I6	0,I5	I,46	II

Продолжение табл.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
5.	Краматорский металлургический комбинат	I78,0I5	38,64	6,89	45,09	4,47	0,62	I0	I,06	0,2I	I,46	II
			3I,49	7,95	44,48	5,84	0,73		I,28	0,25	I,85	II
			34,65	9,75	42,29	4,6I	0,9I	-	I,06	0,28	I,64	II
6.	Константиновский металлургический завод им. Фрунзе	7,4	40,25	3,6I	50,I5	8,88	0,35	-	I,35	0,09	I,43	III
			30,I7	I6,66	45,97	6,46	0,54	-	I,I2	0,55	2,29	I
7.	Макеевский ордена Ленина металлургический завод им. Кирова	I057,9	38,89	7,36	46,68	5,72	0,36	5	I,I3	0,I9	I,53	II
8.	Коммунарский металлургический завод	I427,6	39,30	7,00	49,20	4,50	0,46	I0	I,I6	0,I8	I,54	II
9.	Днепропетровский металлургический завод им. Петровского	499,4	38,60	7,20	48,40	4,2I	0,5I	-	I,I5	0,I9	I,56	II
			38,66	7,00	48,62	4,08	0,40	-	I,I5	0,I8	I,64	II
I0.	Днепропетровский металлургический завод им. Дзержинского	928,0	39,I4	6,II	48,07	4,64	8,08	I5	I,I6	0,I6	I,50	II
			38,72	7,08	46,98	4,62	8,08		I,I3	0,I8	I,52	II
II.	Криворожский металлургический завод	3I9,I	38,70	7,20	48,50	3,60	I,00	-	I,I4	0,I9	I,5I	II
I2.	Металлургический завод "Запорожсталь"	I73I,5	38,99	7,I9	47,45	4,I8	0,58	-	I,I2	0,I8	I,5I	II
			34,86	7,4I	46,I4	4,62	0,50	-	I,20	0,2I	I,67	I

Продолжение табл.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Московский бассейн											
13.	НПО "Тулачермет"	980,0	39,14	9,15	42,82	7,21	0,40	-	1,04	0,23	1,50	II
			39,60	8,78	42,41	6,92	0,41	-	1,02	0,22	1,47	II
14.	Косогорский металлургический завод им. Дзержинского	137,227	38,25	8,57	48,93	8,62	0,21	-	1,23	0,22	1,60	II
			38,37	7,21	40,67	8,17	0,26	-	1,07	0,19	1,68	I
15.	Новолипецкий металлургический комбинат	-	38,74	8,36	41,76	8,45	0,47	-	1,10	0,24	1,54	II
			39,40	8,44	41,15	7,87	0,56	-	1,00	0,24	1,48	II
	Ростовская область											
16.	Череповецкий металлургический комбинат им. 50-летия СССР	-	39,8	8,4	39,6	10,7	0,54	-	1,03	0,22	1,41	-
17.	Волгоградский химкомбинат	-	37,51	1,88	48,76	2,26	0,39	-	1,28	0,06	1,40	-
	Уральский бассейн											
18.	Чусовой металлургический завод	233,0	34,60	17,00	36,70	7,50	0,76	-	0,86	0,49	1,77	I
			31,50	15,60	30,80	9,50	0,56	-	0,84	0,52	1,89	II
19.	Магнитогорский металлургический комбинат	-	37,48	11,06	40,87	7,69	0,26	-	0,98	0,32	1,55	II
20.	Челябинский металлургический завод	1192,0	41,10	10,20	35,70	10,60	0,30	9	0,90	0,25	1,42	III

Продолжение табл.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
21.	Саткинский металлургический завод	52,2	38,78	II,28	30,25	I6,70	I,2I	-	0,94	0,29	I,I8	Ш не кондиция
22.	Нижне-Тагильский металлургический комбинат	500,9	38,20	I2,00	4I,55	5,46	-	9,8	0,9	0,35	I,49	П
			38,80	I2,36	32,00	5,I8	0,54	-	I,II	0,35	I,20	Ш
			29,22	I6,69	32,I8	II,I6	0,52	-	0,95	0,56	I,45	П
23.	Южуралникель	-	43,I5	8,59	23,34	8,I0	I4,58	-	0,60	0,2I	0,92	
24.	Пашийский металлургический завод	75,0	40,86	8,8I	4I,80	I,63	-	-	0,87	0,2I	I,28	III
	Кузбассуголь											
25.	Кузнецкий металлургический комбинат	976,4	38,I6	I4,04	34,27	II,60	0,59	-	0,92	0,37	I,47	П
			38,35	I4,42	34,I9	I0,97	0,64	-	0,86	0,38	I,49	П
26.	Западно-Сибирский металлургический завод	87I,0	38,32	I6,00	34,40	I0,67	0,52	5	0,83	0,42	I,66	П
27.	Ачинский металлургический завод	96,0	37,80	9,50	34,50	I6,I0	0,50	I2	I,07	0,25	I,59	II
	Карагандинский бассейн											
28.	Карагандинский металлургический комбинат	I980,7	38,48	I5,04	40,05	6,88	0,59	6	0,9I	0,34	I,56	П
29.	Чимкентский фосфорный завод	-	42,67	3,02	44,72	2,90	0,27	-	I,04	0,07	I,I9	

Продолжение табл.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
	Башкируголь											
30.	Белорецкий металлургический комбинат	60,0	37,00	I6,00	39,30	8,00	I,00	I4	I,84	0,43	I,28	III не кондиция
	ПО Грузуголь											
3I.	Руставский металлургический завод	2260	36,20	I0,80	48,70	5,30	0,I5	-	I,09	0,3	I,7I	I

Таблица 8

Составляющие	Массовая доля в сухом веществе, %
Na_2SO_4 не менее	50
$Na_2O_{кауст.}$ не более	I0
SiO_2 - " -	0,I5
Al_2O_3 - " -	9
Fe_2O_3 - " -	0,0I
Na_2CO_3 не менее	I5

2.2.4. Массовая доля влаги в сульфатно-содовой смеси должна быть не более I8%.

2.2.5. "Сульфатно-содовая смесь из отвала для производства шлакощелочных бетонов" - ТУ 48-0I02-92-88 должна соответствовать нормам, приведенным в табл. 9.

Таблица 9

Составляющие	Массовая доля в сухом веществе, %
Na_2SO_4 не менее	40
$Na_2O_{кауст.}$ не более	6
SiO_2 - " -	5
Al_2O_3 - " -	9
Fe_2O_3 - " -	I
Na_2CO_3 не менее	8

2.2.6. Массовая доля влаги в этой смеси должна быть не более 60%. В связи с этим количество заявляемого продукта должно пересчитываться на сухое вещество.

2.3. Заполнители

Заполнители для шлакощелочных бетонов на сульфатно-содовой смеси должны соответствовать требованиям по п.п. 3.3.I - 3.3.5 раздела I.

2.4. В о д а

Вода для приготовления рабочих растворов сульфатно-содовой смеси должна соответствовать требованиям ГОСТ 23732-79.

3. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАКОВОГО КОМПОНЕНТА

3.I. Требования к технологии переработки гранулированных шлаков по п.п. 3.I.7 - 3.I.I3 раздела I настоящих Рекомендаций.

На рис.8 представлена технологическая схема помола гранулированного шлака.

3.2. При использовании предприятиями привозных молотых граншлаков обязательно предусмотреть автономную линию по приему, хранению и пневмотранспорту молотого шлака во избежание смешения его с цементом.

3.3. При переводе технологической линии по подаче цемента на использование молотого шлака, обязательна зачистка силосов, средств пневмотранспорта и бункеров-накопителей.

4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЩЕЛОЧНОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

4.I. Технологическая линия по переработке сульфатно-содовой смеси включает отделения по приему и хранению смеси, приготовлению ее рабочих водных растворов, транспортные линии по подаче сырья и растворов, дозирующие устройства.

4.2. Технологическая линия приготовления щелочного компонента должна обеспечивать бесперебойную его подачу в бетоносмесительное отделение (БСО).

4.3. Выбор технологической линии приготовления щелочного компонента должен производиться, исходя из производительности бетоносмесительных установок по шлакощелочному бетону.

4.4. Технологическая линия для приготовления щелочного компонента (рис.9) должна быть оборудована:

а) отделением для приема и хранения сульфатно-содовой смеси;

б) отделением для приготовления водных растворов щелочного компонента;

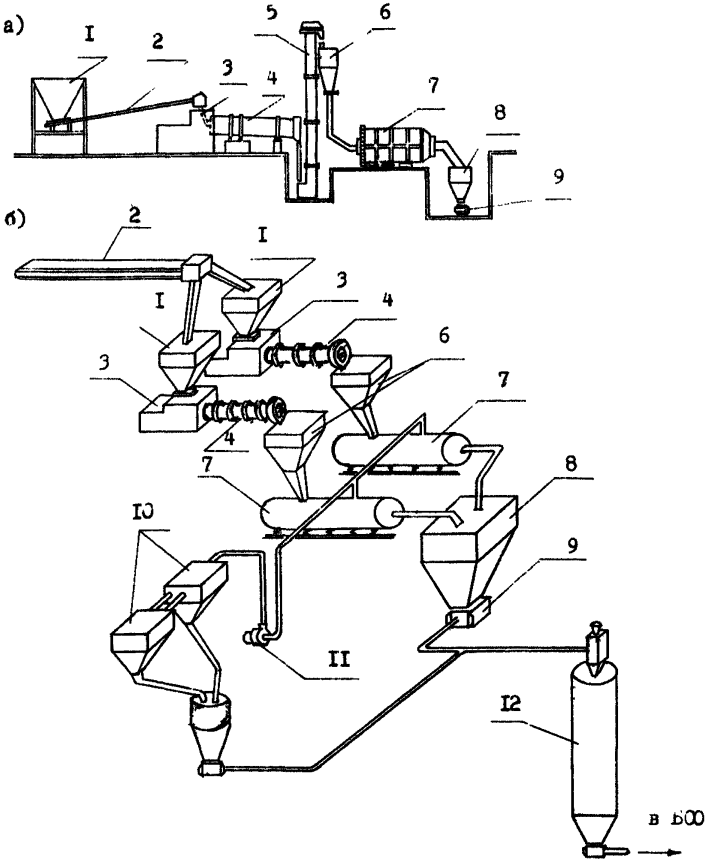

Рис. 8. Технологическая схема помола гранулированного шлака:

а)-вариант с горизонтальной схемой помола;
б)-то же, с вертикальной схемой помола;

I - приемный бункер граншлака; 2 - ленточный конвейер; 3 - газовая печь; 4 - сушильный барабан; 5 - ковшовый элеватор; 6 - бункер сухого граншлака; 7 - двухкамерная шаровая мельница; 8 - бункер молотого граншлака; 9 - пневмонасос; IO - циклон батарейный; II -агрегат вентиляторный; I2 - силос молотого граншлака

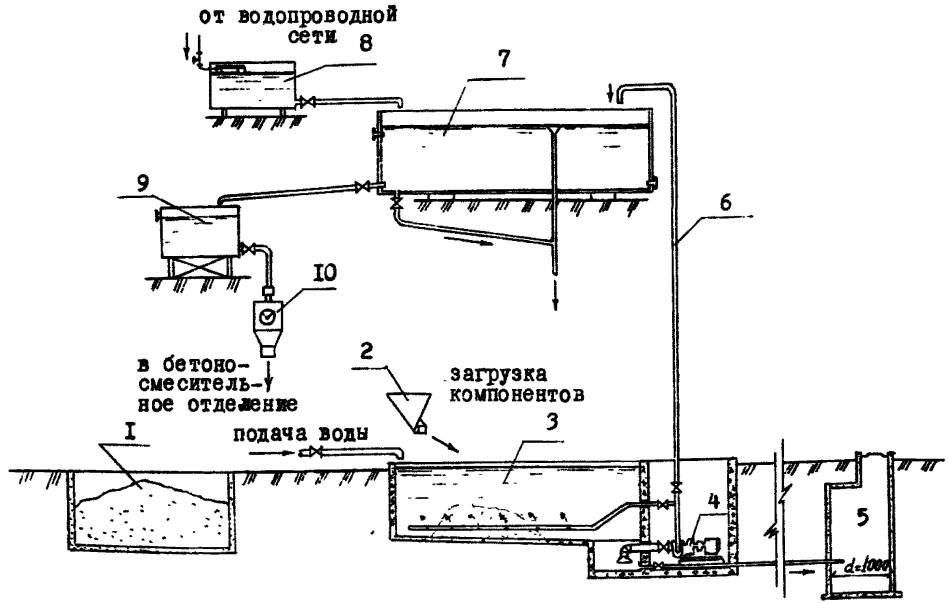

Рис. 9. Технологическая схема приготовления раствора щелочного компонента

I– склад сульфатно-содовой смеси; 2– приемник щелочного компонента со склада;
3– емкость для растворения; 4– насос; 5– колодец для сброса осадка;
6– трубопровод подачи раствора; 7– аккумулирующая емкость для готового рабочего раствора;
8– расходный бак для воды; 9– расходный бак для рабочего раствора;
10– дозатор жидкостной для рабочего раствора

в) участком по транспортированию и дозированию щелочного компонента в бетоносмесительное отделение (БСО).

4.5. Прием и хранение щелочного компонента

4.5.I. Щелочной компонент (сульфатно-содовая смесь) поставляется железнодорожными полувагонами вместимостью 60 т с боковой разгрузкой.

4.5.2. Прием и хранение сульфатно-содовой смеси осуществляется в крытых и чистых складских помещениях, предохраняя продукт от попадания влаги.

4.5.3. Участок разгрузки и перемещения щелочного компонента должен быть оборудован подъемно-транспортными средствами.

4.6. Отделение для приготовления водных растворов щелочного компонента

4.6.I. Объем применяемых емкостей для приготовления сульфатно-содового раствора должны быть не менее 20 $м^3$ (с учетом производительности БСО).

4.6.2. Емкости 3,7 необходимо оборудовать механизмами перемешивания и системой обогрева до 50-55°С, а также сливными устройствами для отбора проб.

4.6.3. Получаемые в емкости 3 концентрированные растворы, могут образовывать осадки, которые перекачиваются в колодец для их сброса 5 .

4.6.4. Доведение рабочего раствора в емкости 7 до заданной плотности корректируется введением воды из расходного бака 8 или концентрированного раствора из емкости 3 . Плотность растворов контролируется ареометром.

4.6.5. Во избежание кристаллизации раствора в емкостях 3,7,9 и трубопроводах, его температура должна быть не ниже 50-55°С, для чего трубопроводы одевать в тепловые рубашки и, по возможности, устанавливать спутники-утеплители.

4.6.6. Рабочий раствор подается в расходный бак 9 и по трубопроводу в жидкостный дозатор I0 .

4.6.7. Расход сульфатно-содовой смеси для приготовления раствора в емкость 3 , а также расход сульфатно-содовой смеси (на сухое вещество) на I $м^3$ бетона производится по табл. I0.

Таблица IO

Плотность водных растворов сульфатно-содовой смеси

Плотность растворов, кг/м^3	Содержание сухого вещества в I л раствора, г
II00	I30
II50	2I0
I200	256

5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЩЕЛОЧНОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ БЕТОНА МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

5.I. Особенностью приготовления щелочного компонента для товарного бетона является дополнительное введение в технологическую линию по п. 4 извести-пушонки.

5.2. Количество извести-пушонки зависит от качества поступающей сульфатно-содовой смеси и принимается в пределах I5-25% от расхода сульфатно-содовой смеси (на сухое вещество) и уточняется подбором составов шлакощелочного бетона (см. приложение 7).

5.3. Подача извести-пушонки со склада в бункера-накопители осуществляется различными способами. Через дозаторное устройство известь-пушонка вводится в емкость 7 предварительно приготовленного сульфатно-содового раствора заданной плотности.

5.4. Раствор сульфатно-содовой смеси с известью-пушонкой перемешивается не менее I,5-2 час, затем обогрев отключается, раствор отстаивается.

5.5. Готовый рабочий раствор насосом перекачивается в емкость 9 и через дозатор I0 подается в бетоносмеситель для затворения шлакощелочного бетона.

6. ПОДБОР СОСТАВОВ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ НА СУЛЬФАТНО-СОДОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

6.I. Подбор составов шлакощелочных бетонов на сульфатно-содовой смеси производится по п.п. 7.I-7.2 раздела I настоящих Рекомендаций.

6.2. Для производства шлакощелочных бетонов на сульфатно-содовой смеси пригодны основные граншлаки, в т.ч. молотые граншлаки, поставляемые с Амвросиевского цементного комбината.

6.3. При подборе составов по п. 7.2 раздела I настоящих Рекомендаций плотность раствора сульфатно-содовой смеси принимают ρ_1 = II00; ρ_2 = II50; ρ_3 = I200 кг/м^3.

6.4. Ориентировочные составы шлакощелочных бетонов на сульфатно-содовой смеси приведены в табл. II.

6.5. Без предварительной контрольной проверки на местном сырье выдавать расходы материалов по табл. II запрещается.

7. ПОДБОР СОСТАВОВ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ СУЛЬФАТНО-СОДОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

7.I. Подбор составов шлакощелочных бетонов для монолитных конструкций производится по п.п. 7.I-7.2 раздела I Рекомендаций.

7.2. Для этой цели применять граншлаки по п. 2.I.

7.3. Особенность подбора заключается в определении оптимального количества извести-пушонки, вводимой в раствор сульфатно-содовой смеси заданной плотности (ρ_1 = II00; ρ_2 = II50 кг/м^3), которое находится в пределах I5-25%.

7.4. Ориентировочные составы шлакощелочных бетонов на сульфатно-содовой смеси с добавкой извести-пушонки приведены в табл.I2.

7.5. Пример подбора состава шлакощелочных бетонов на основе сульфатно-содовой смеси для монолитных конструкций приведен в приложении 7.

7.6. Без предварительной контрольной проверки на местном сырье выдавать расходы материалов по табл. I2 запрещается.

Таблица II

Ориентировочные составы шлакощелочных бетонов на сульфатно-содовой смеси для сборных железобетонных изделий и конструкций

Проектная марка	Отпускная прочность, кгс/см^2	Осадка конуса, см	Расход материалов на I м^3 бетона, кг							Р/Ш
			молотый гранулированный шлак с удельной поверхностью 3500 см^2/г	песок $М_{кр}$ = I,2	щебень фракции 20 см	гранитный отсев	сульфатно-содовая смесь: на сухое вещество, кг	сульфатно-содовая смесь: раствор сульфатно-содовой смеси: плотность, г/см	сульфатно-содовая смесь: раствор сульфатно-содовой смеси: кол-во, л	
250	200	0	550	430	II84	-	56	I,2	220	0,4
200	I60	4-6	550	450	III5	-	49	I,I5	236	0,43
I50	I20	4-6	490	470	II50	-	5I	I,I5	245	0,5
I00	80	4-6	400	524	II80	-	53	I,I5	252	0,63
I50	I20	4-6	550	-	-	I450	47	I,I5	225	0,4I

Таблица I2

Ориентировочные составы шлакощелочных бетонов на сульфатно-содовой смеси для монолитных конструкций

Марка бетона	Осадка конуса, см	Предел прочности при сжатии, кгс/см^2 через сутки			Расход материалов на I м^3 бетона, кг								Р
					молотый граншлак с уд.пов. 3500см2/г	песок, $M_{кр}$= =I,2 $M_{кр}$= =I,2	щебень фр. 20 см	сульфатно-содовая смесь			известь-пушонка		III
		3	7	I4				на сухое вещество, кг	плотность раствора, г/см^3	колич. р-ра, л	на сухое вещество, кг	% от с.с.*) с.	
200	4-6	85	I00	I50	550	420	II45	33	I,I	253	6,6	20	0,46
I50	4-6	60	80	I05	490	470	II60	35	I,I	270	7,0	20	0,55

*) Содо-сульфатная смесь

Р А З Д Е Л Ш

ПРОИЗВОДСТВО ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ И СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

I. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ШЛАКОЩЕЛОЧНОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ

I.I. Для приготовления шлакощелочной бетонной смеси используют бетоносмесительные узлы и оборудование заводов железобетонных изделий, предпочтительней для этой цели - бетономешалки принудительного действия.

При приготовлении бетонной смеси на крупном заполнителе допускается применение бетономешалок свободного падения.

I.2. Дозирование сухих компонентов (шлака и заполнителей), а также водных растворов щелочей и солей (для I вида вяжущего), жидкого натриевого стекла (для П вида), воды (для Ш вида) производится весовыми дозаторами с точностью до I%.

I.3. Молотый шлак перемешивается в сухом виде с замполнителями до полной гомогенизации, затем вводится раствор ЩК (или растворимое жидкое стекло).

I.4. В случае совместного помола шлака со щелочным негигроскопичным компонентом вяжущее предварительно затворяют водой и перемешивают, затем полученный шлак перемешивают с заполнителем.

I.5. Продолжительность перемешивания бетонных смесей в цикличных смесителях устанавливается опытным путем лабораторией завода и должна быть не менее 50 сек (ГОСТ 7473-76).

I.6. Для удлинения сроков сохранения удобоукладываемости смеси рекомендуется введение раствора щелочного компонента производить в 2 стадии с интервалом в 2-3 мин (РСТ УССР 5024-83).

I.7. Температура бетонной смеси не выходе не должна превышать температуру окружающего воздуха производственного помещения и быть не ниже 20 $\pm$ 5°С.

I.8. Транспортирование шлакощелочной бетонной смеси в бетонораздатчик осуществляется по ГОСТ 7473-76, так как и смеси на портландцементах.

I.9. Не допускается смешивание шлакощелочной бетонной смеси со смесями на других видах вяжущих.

При переводе технологической линии на производство ШЩБ необходимо тщательно очистить технологическое оборудование от остатков других материалов.

2. ФОРМОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ

2.1. Для формования изделий из ШЩБ применяются формы (опалубка) такие же, как и для цементного бетона. Их подготовка (очистка, смазка), установка арматуры, закладных деталей, заполнение форм бетонной смесью, уплотнение осуществляется всеми средствами и способами, применяемыми на предприятиях сборного железобетона. При этом коэффициент уплотнения для тяжелого ШЩБ должен быть не менее 0,98; для мелкозернистого - 0,97.

2.2. Рекомендованные методы укладки - вибрирование, вибрирование с пригрузом, вибропрессование, вибротрамбование.

Величина статического давления на смесь виброформующими органами не должна превышать 0,025 МПа.

2.3. Не допускается в процессе формования добетонирование и офактуривание изделий из шлакощелочного бетона смесями или растворами на других видах вяжущих.

2.4. Время выдержки бетонной смеси до ее виброуплотнения, не вызывающее снижение прочности ШЩБ, должно быть не более 30-40 мин на щелочных компонентах I и II групп, бетоны на жидком стекле должны укладываться в формы сразу после приготовления.

3. ТВЕРДЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ

3.1. Назначение режима твердения изделий из шлакощелочных бетонов должно производиться в соответствии с РСН-336-84.

3.2. Шлакощелочные бетоны твердеют в естественных (воздушно-сухих и влажных) при отрицательной и положительной температуре, а также в условиях тепловлажностной обработки при нормальном и повышенном давлении.

3.3. Для свежеотформованных шлакощелочных бетонов рекомендуются мягкие режимы подъема температуры - 20-30 градусов в час.

3.4 Время выдерживания перед тепловлажностной обработкой зависит от вида применяемого шлакощелочного бетона.

3.5 На основных доменных шлаках изделия толщиной более 20 см из бетона на содощелочном плаве, кальцинированной соде, жидком натриевом стекле с модулем $2 < M_c \leq 3$ обрабатываются по режиму:

предварительная выдержка - 4 ч,

подъем температуры - 3 ч,

изотермический прогрев ($80-90 \pm 5^{\circ}C$) - 6 ч,

снижение температуры - 3 ч;

на жидком стекле с модулем $M_c \leq 2$ - предварительная выдержка не менее 2 ч.

- изделиям толщиной не более 20 см на жидком стекле с модулем M_c = I - 2 допускается производить тепловлажностную обработку по сокращенному режиму:

предварительная выдержка - 2 ч,

подъем температуры до $80 \pm 5^{\circ}C$ - 3 ч,

снижение температуры - 3 ч,

При необходимости пропарка полностью исключается.

3.6 На доменных нейтральных, кислых, а также электротермофосфорных шлаках время выдерживания подбирается опытным путем и определяется продолжительностью периода от затворения до начала схватывания вяжущего.

4. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ

4.1. Сырьевые материалы

4.1.1. Материалы для приготовления шлакощелочных бетонов по пп. 3.1-3.4 следует испытывать в соответствии с требованиями, установленными в государственных стандартах и технических условиях на конкретные материалы.

4.1.2. Удельная поверхность (тонкость помола) определяется прибором ПСХ-2 по инструкции, прилагаемой к прибору, и должна определяться перед началом каждой смены.

4.1.3. Физико-химические свойства стекла натриевого жидкого (плотность, силикатный модуль и т.д.) определяют по ГОСТ 13078-81.

Ускоренный метод определения силикатного модуля жидкого стекла приведен в приложении 3.

4.1.4. Определение модуля стекла должно производиться для каждой вновь поступающей партии (партией считается любое количество жидкого стекла однородного по своим качественным показателям и оформленное одним документом о качестве).

4.2. Шлакощелочное вяжущее

4.2.1. Определение содержания в вяжущем окисей натрия и калия, регламентированное п.4.2.1 настоящих Рекомендаций, производится пламеннофотометрическим методом по ГОСТ 5382-73.

4.2.2. Нормальную густоту теста и сроки схватывания определяют по ГОСТ 310.3-76, при этом вместо воды затворения используют растворы соединений I и II групп (соли и щелочи) концентрацией и плотностью по п.3.2.1.3 или жидкое натриевое стекло с модулем и плотностью по п.3.2.3.1 в количестве по п. 4.2.1 настоящих Рекомендаций.

4.2.3. Физико-механические испытания производят по ГОСТ 310.4--87 со следующими изменениями.

Для определения прочностных характеристик вяжущего (активности) готовят образцы-балочки 40х40х160 из раствора состава 1:3 по массе (шлак:песок вольский) при растворошлаковом отношении (Р/Ш)

- на мета- и дисиликате натрия не более - 0,32
- на содощелочном плаве и соде кальцинированной не более - 0,34
- на жидком натриевом стекле не более - 0,36

4.2.4. Определение консистенции раствора из шлака и песка производится методом расплыва стандартного конуса на виброплощадке (ГОСТ 310.4-81. Приложение). Для этого раствор готовят и укладывают в форму-конус по ГОСТ 310.4-81,(раздел 2 с учетом изменений п.9.2.3). После этого воронку снимают, зачищают раствор вровень с краями и снимают форму-конус в вертикальном направлении, а затем включают виброплощадку на 20 с. По окончании вибрирования замеряют основание растворного конуса в двух взаимноперпендикулярных направлениях. Расплыв конуса должен быть 170±5 мм. Если диаметр конуса окажется меньше или больше установленного, то затворение повторяют, увеличив или уменьшив количество щелочного раствора (или натриевого жидкого стекла) или воды для вяжущего совместного помола. Растворошлаковое отношение, полученное при достижении расплыва конуса 170± 5 мм,принимают для дальнейших испытаний.

4.2.5. Образцы-балочки после изготовления хранят в формах с прикрытой верхней поверхностью в течение 3 суток в воздушно-сухих условиях, затем распалубливают и хранят в воде до испытаний.

4.2.6. Ускоренное испытание вяжущего осуществляют по следующей методике:

образцы-балочки, изготовленные по пп. 4.2.3 - 4.2.4 настоящих Рекомендаций не ранее чем через 4 ч и не позднее, чем через 12 ч после изготовления пропаривают в формах с прикрытой верхней поверхностью по режиму 3+6+3 ч при температуре изотермического прогрева 95±5°С. Испытания образцов производят через одни сутки с момента изготовления.

4.2.7. Активность вяжущего определяется и по необходимости корректируется при каждом поступлении новой партии материалов.

4.3. Шлакощелочные бетонные смеси

4.3.1. Технические характеристики бетонных смесей определяют:
- жесткость - по ГОСТ 10181.1-81;
- плотность - по ГОСТ 10181.2-81;
- показатели пористости - по ГОСТ 10181.3-81.

4.3.2. Жесткость смеси должна проверяться не реже 2-х раз в смену. В случае несоответствия заданной, должны быть обнаружены и устранены причины нарушений.

4.4. Шлакощелочные бетоны и изделия

4.4.1. Технические характеристики шлакощелочных бетонов и изделий определяют в соответствии с требованиями государственных стандартов на бетоны и изделия, изготавливаемые на портландцементах, а также требованиями РСТ УССР 5026-84:

- прочность на сжатие и растяжение - по ГОСТ 10180-78, ГОСТ 18105.0-80 - 18105.2-80, ГОСТ 25192-82;
- плотность - по ГОСТ 12730.1-78;
- влажность - по ГОСТ 12730.2-78;
- водопоглощение - по ГОСТ 12730.3-78;
- показатели пористости - по ГОСТ 12730.4-78;
- водонепроницаемость - по ГОСТ 12730.5-78;
- морозостойкость - по ГОСТ 10060-76;
- истираемость - по ГОСТ 13087-81;
- усадку и ползучесть - по ГОСТ 24544-81;
- призменную прочность, модуль упругости, коэффициент Пуассона - по ГОСТ 24452-80.

4.4.2. Испытание, оценку жесткости, трещиностойкости следует производить по ГОСТ 8829-77.

5. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ

5.I. Компоненты вяжущего принимаются партиями: для шлака в количестве не более 300 т, щелочного компонента - не менее I5 т.

5.2. Шлакощелочное вяжущее должно быть принято ОТК предприятия - изготовителя.

5.3. Каждая партия вяжущего сопровождается документом с указанием:

- наименования изготовителя;
- массы партии;
- даты изготовления;
- соотношения компонентов вяжущего;
- марки готового вяжущего;
- вида щелочного компонента.

5.4. Предприятие-изготовитель производит текущий контроль производства и на его основании назначает марку вяжущего. Для этого отбирают общую пробу шлака молотого массой 20 кг и щелочного компонента в количестве по п. 4.2.I. Общая проба шлака отбирается автоматическими пробоотборниками или должна составляться не менее, чем из 5 разовых проб, отобранных из каждой мельницы или помольной установки, работающей в данный силос.

5.5. Отбор проб осуществляется равномерно по мере накопления силоса.

5.6. Пробы шлака тщательно смешивают, квартуют и делят на 2 равные части, одну из которых подвергают испытаниям для определения показателей, предусмотренных настоящими Рекомендациями другую помещают в сухую плотно закрытую тару и хранят в сухом помещении в течение

I месяца со дня отбора на случай контрольных испытаний.

5.7. Физико-механические испытания вяжущего из средней пробы молотого шлака и щелочного компонента производят по п. 4.2 настоящих Рекомендаций.

5.8. При проверке качество вяжущего должно соответствовать всем требованиям, указанным в настоящих Рекомендациях для соответствующих видов и марок вяжущего.

При несоответствии прочности вяжущего на изгиб или сжатие марке, указанной в настоящих Рекомендациях она должна быть изменена в соответствии с фактической прочностью вяжущего.

5.9. При централизованном производстве молотого шлака на существующих заводах по выпуску шлакопорландцементов, местных вяжущих, а также при организации помола шлака на заводах ЖБИ поставка компонентов шлакощелочного вяжущего - молотого шлака и щелочного компонента должна осуществляться комплектно, но без смешения их (исключение - вяжущее совместного помола), при этом должно обеспечиваться соотношение шлака и щелочного компонента по п. 4.2.I настоящих Рекомендаций.

5.I0. Приемку и отпуск готовых бетонных и железобетонных конструкций из шлакощелочных бетонов следует производить партиями в соответствии с требованиями РСТ УССР 5026-84 и ГОСТ I3015.0-83.

Транспортирование и хранение - по ГОСТ I3015.I-8I.

6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

6.I При производстве шлакощелочных бетонов следует соблюдать "Правила техники безопасности и производственной санитарии на заводах и заводаких полигонах железобетонных изделий", утвержденные Министерством промышленности строительных материалов СССР 20 декабря I979 г., а также требования, установленные ОСТ 67-II-84 "Вяжущее шлакощелочное. Технические условия".

6.2. Дополнительно при приготовлении шлакощелочных вяжущих должны обязательно соблюдаться требования безопасности и производственной санитарии, установленные ГОСТ 2871-75; ГОСТ 2263-79; ГОСТ 4239-77; ГОСТ 5100-73; ГОСТ 13078-81; ГОСТ 9285-78; ГОСТ 10689-75; ГОСТ 10690-73; ТУ 6-18-45-77; ТУ 6-18-227-79; ТУ 6-08-294-71; ТУ 6-18-208-75 на щелочные компоненты.

6.3. Все работы по приемке, растворению и использованию щелочных компонентов должны производиться специально проинструктированным персоналом в защитных очках, резиновых рукавицах, сапогах и прорезиновом фартуке.

6.4. На емкостях со щелочным раствором и в местах его хранения должны быть предупреждающие знаки "Осторожно ! Щелочь!"

6.5. Лаборатории, производственные помещения, в которых производятся работы со щелочным компонентом, должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей предельно допустимую концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны не более 0,5 мг/м^3 в пересчете на каустическую соду.

6.6. Мельницы и установки для помола шлака должны оборудоваться системой аспирации пыли (циклоны, рукавные фильтры, вентиляторы) для обеспечения санитарной зоны радиусом не менее 500 м для жилых поселков. Предельно допустимая концентрация пыли при этом в рабочей зоне производственных помещений - не более 10 мг/м^3.

П Р И Л О Ж Е Н И Я

ПРИЛОЖЕНИЕ I

П Е Р Е Ч Е Н Ь

КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ, КОТОРЫЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ ИЗГОТАВЛИВАТЬ ИЗ ТЯЖЕЛОГО ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА

Сборные бетонные и железобетонные конструкции с ненапрягаемой арматурой.

Плиты ленточных фундаментов железобетонные.

Свайные фундаменты под типовые колонны одноэтажных промышленных зданий.

Фундаменты железобетонные под колонны сельскохозяйственных зданий.

Конструкции подземных помещений производственного назначения.

Цокольные панели для сельскохозяйственных зданий.

Плиты парапетные для производственных зданий.

Камни бортовые бетонные и железобетонные.

Дорожные и тротуарные плиты (бетонные и железобетонные).

Железобетонные плиты для сборных покрытий временных автомобильных дорог промышленных предприятий.

Конструкции временных автотранспортных дорог и искусственных сооружений для строительства линий электропередач.

Типовые конструкции железной дороги узкой колеи.

Снегозащитные сооружения стационарного типа.

Конструкции и изделия бетонные и железобетонные для оросительных систем.

Конструкции и изделия для укрепления русел, конусов и откосов насыпей у малых и средних мостов.

Лотки открытого типа для сельскохозяйственных автомобильных дорог.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПЛОТНОСТЬ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЕДИНЕНИЙ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 20°С

Плотность, кг/м³	Содержание сухого вещества в I л раствора, г							
	Na_2CO_3	K_2CO_3	NaOH	KOH	$Na_2O \cdot SiO_2$	$Na_2O \cdot 2SiO_2$	$Na_2O \cdot 3SiO_2$	Плав соды кальцинированной ТУ 113-03-479-82
1100	103,7	133,1	101,1	121,2	108,6	109,8	121,1	110,0
1150	165,1	189,8	157,9	186,8	171,9	175,1	184,1	174,0
1200	222,2	260,9	219,0	256,4	237,4	252,4	259,6	242,0
1250	-	330,34	285,2	329,4	297,7	294,8	310,4	290,6
1300	-	-	356,2	405,1	-	359,6	392,7	-

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛИКАТНОГО МОДУЛЯ ЖИДКОГО НАТРИЕВОГО СТЕКЛА

Предлагаемый ускоренный метод даст возможность оперативно определить приближенное значение модуля жидкого стекла. При необходимости величина модуля должна уточняться химическим анализом по ГОСТ 13078-81.

Для определения содержания щелочей (окиси натрия - Na_2O) в жидком стекле его доводят до плотности 1,38 г/см^3 (разбавлением водой, либо упариванием при температуре не выше +50 °С). Навеску около 1 г с часового стекла смывают горячей дистиллированной водой в количестве около 100 мм в химический стакан или коническую колбу (вместимость 200-250 мл), тщательно перемешивают, накрывают стеклом и кипятят в течение 10 мин.

Охладив, раствор титруют 0,1 Н раствором соляной кислоты в присутствии 0,2%-ного раствора метилоранжа до изменения окраски титруемой жидкости с желтой на бледнорозовую. Процентное содержание щелочи Na_2O в жидком стекле вычисляют по формуле:

$$Na_2O = \frac{0{,}31 \cdot A}{B}, \quad (1)$$

где A - объем 0,1 Н раствора соляной кислоты, пошедшей на титрование щелочи, мл;

B - навеска жидкого стекла, взятая с точностью 0,001, г

Силикатный модуль жидкого стекла эмпирически выражается формулой:

$$M_c = 1{,}0323 \frac{SiO_2}{Na_2O}, \quad (2)$$

где SiO_2 - массовая доля двуокиси кремния;

Na_2O - массовая доля окиси натрия;

I,0323 - отношение молекулярной массы окиси натрия к молекулярной массе окиси кремния.

Для ускоренного определения содержания кремнезема необходимо:

определить плотность жидкого стекла (ареометром);

рассчитать концентрацию растворенного вещества.

Далее, исходя из положения, что сухой остаток в жидком стекле, соответствующий процентному содержанию суммы кремнезема, щелочей и примесей, равен произведению величины плотности на эмпирический коэффициент (К), находят процентное содержание кремнезема (вычитанием из сухого вещества содержания примесей и щелочей). При этом содержание примесей принимается равным 2%.

Модуль стекла рассчитывают методом постепенного приближения по формуле:

$$M = 1{,}032\frac{\rho \cdot K - (Na_2O + 2)}{Na_2O}, \qquad (3)$$

где K - эмпирический коэффициент для расчета сухого остатка в жидком стекле;

Na_2O - содержание Na_2O в жидком стекле, %;

2 - процентное содержание примесей в жидком стекле;

ρ - плотность жидкого стекла, г/см^3.

Значения коэффициента (К) для вычисления сухого остатка в жидком стекле в зависимости от его модуля приведены в табл. 7.

В первом приближении принимают К = 26 и рассчитывают по формуле (3) величину модуля стекла. По табл. 7 для найденного значения модуля находят уточненное значение коэффициента (К) и пересчитывают модуль по той же формуле (3).

Еще раз уточняют значение коэффициента (К) по табл.7 и вторично рассчитывают модуль. Найденная методом постепенного приближения величина силикатного модуля жидкого стекла является искомой.

Значение коэффициента К для определения сухого остатка в жидком натриевом стекле

Таблица 7

Силикатный модуль, Мс	К	Силикатный модуль, Мс	К	Силикатный модуль, Мс	К
I,0	22,32	I,8	24,74	2,6	26,64
I,I	22,63	I,9	25,00	2,7	26,82
I,2	22,98	2,0	25,26	2,8	27,00
I,3	23,36	2,I	25,50	2,9	27,I6
I,4	23,55	2,2	25,74	3,0	27,32
I,5	23,86	2,3	25,98	3,I	27,58
I,6	24,I2	2,4	26,22	3,2	27,64
I,7	24,46	2,5	26,44	3,3	27,80

Пример. Требуется определить силикатный модуль жидкого стекла вновь прибывшей партии.

I) определяют его плотность (денсиметром);

2) доводят до плотности I,38 г/см^3;

3) титрованием определяют содержание Na_2O , % (например Na_2O = 9,4%).

4. Модуль рассчитывают по форме (3):

$$M_c = \frac{1{,}032 \cdot 1{,}38 \cdot 26 - (9{,}4+2)}{9{,}4} = 2{,}68$$

Для этого значения модуля по табл. 7 методом интерполяции находим коэффициент К = 26,78.

Пересчитываем модуль жидкого стекла:

$$M_c = \frac{1{,}032 \cdot 1{,}38 \cdot 26{,}78 - (9{,}4+2)}{9{,}4} = 2{,}8.$$

Еще раз уточняем значение коэффициента (К). Значению модуля 2,8 соответствует К = 27 (по табл. 7).

Получаем окончательный модуль жидкого стекла

$$M_c = \frac{1{,}032 \cdot 1{,}38 \cdot 27 - (9{,}4+2)}{9{,}4} = 2{,}83$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

КОРРЕКТИРОВКА СИЛИКАТНОГО МОДУЛЯ ЖИДКОГО НАТРИЕВОГО СТЕКЛА

Одним из главных показателей, характеризующих свойства жидкого стекла, является силикатный модуль – отношение числа грамм-молекул двуокиси кремния (SiO_2) к числу грамм-молекул окиси натрия (Na_2O):

$$Mc = 1{,}032 \frac{SiO_2}{Na_2O}, \quad (1)$$

где SiO_2 -массовая доля двуокиси кремния;

Na_2O - массовая доля окиси натрия;

1,032 - отношение молекулярной массы окиси натрия к молекулярной массе двуокиси кремния.

Корректировка модуля жидкого стекла производится добавлением едкого натра $NaOH$ (или калия KOH), что ведет к изменению химического состава стекла, т.е. соотношения кремнезема и окиси натрия. Потребное содержание окиси натрия для получения нового модуля M_I находят из выражения

$$M_I = \frac{1{,}032 \cdot SiO_2}{Na_2O + \Delta Na_2O}, \quad (2)$$

где ΔNa_2O- величина добавки.

Из реакции определяют соотношение молекулярных весов:

$$2NaOH \longrightarrow Na_2O + H_2O,$$

$$\frac{2NaOH}{Na_2O} = \frac{80}{62} = 1{,}29. \quad (3)$$

Величина добавки $NaOH$ для получения модуля M_I определяется методом последовательных приближений из выражения

$$\Delta Na_2O = \frac{1{,}032 \cdot SiO_2}{M_I} - Na_2O, \quad (4)$$

$$NaOH = 1{,}29 \cdot \Delta Na_2O.$$

Пример: Жидкое стекло вновь прибывшей партии имеет силикатный модуль Mc = 3,I5; химический состав SiO_2 = 24,8% и Na_2O = 8%. Для приготовления шлакощелочного вяжущего необходимо стекло с модулем Мс = 2.

По приведенной выше формуле (4) находим величину добавки щелочи в первом приближении:

$$\Delta Na_2O' = \frac{I,032 \cdot 24,8}{2} - 8 = 4,80\%$$

или $NaOH$ = I,29 . 4,80 = 6,I9% .

Введение в жидкое стекло добавки щелочи (едкого натра) в количестве 6,I9% нарушает соотношение щелочи и кремнезема, т.к. масса жидкого стекла увеличивается, а кремнезема остается прежней. Процентное содержание кремнезема определяют из пропорции:

в (I00 + 6,I9) г жидкого стекла содержится 24,8 г SiO_2 ,

а в I00 г - X SiO_2 .

Отсюда

$$SiO_2 = \frac{24,8 \cdot I00}{I06,I9} = 23,35\%$$

Величину добавки щелочи, необходимую для получения жидкого стекла с модулем M_I = 2,0 во втором приближении, определяют при найденном содержании кремнезема:

$$\Delta Na_2O'' = \frac{I,032 \cdot 23,35}{2} - 8 = 4,05\%$$

или $NaOH$ = I,29 . 4,05 = 5,22% .

Далее определяют содержание SiO_2 во втором приближении, применяя известную пропорцию:

в (I00 + 5,22) г жидкого содержится 23,35% SiO_2 ,

а в I00 г - X SiO_2

Отсюда

$$SiO_2 = \frac{24,8 \cdot 100}{105,22} = 23,57\% .$$

Находят величину добавки щелочи в третьем приближении:

$$\Delta Na_2O^{III} = \frac{1,032 \cdot 23,57}{2,0} - 8 = 4,16\% ,$$

$$NaOH = 1,29 \cdot 4,16 = 5,37\% .$$

Ввиду того,что последняя величина $NaOH$ незначительно отличается (всего на 0,15%) от предыдущего приближения, принимают за окончательное значение

$$NaOH = 5,37\% .$$

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ПРИМЕР ПОДБОРА СОСТАВА ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ И ЩЕЛОЧЕЙ

Требуется подобрать состав шлакощелочного бетона Мб 300 при жесткости бетонной смеси 30 сек.

Используемые материалы

а) молотый граншлак (основной) $\gamma_{ш}^{нас.} = 1250$ кг/м^3; $\gamma_{ш} = 2{,}8$ кг/л;

б) щелочной компонент – сода кальцинированная по ГОСТ 5100-73;

в) песок – $M_{кр} = 3$; $\gamma_{п}^{нас} = 1670$ кг/м^3; $\gamma_{п} = 2{,}8$ кг/л;

г) щебень – фракции 5–20 мм; $\gamma_{щ}^{нас} = 1370$ кг/м^3; пустотность 0,37; $\gamma_{щ} = 2{,}6$ кг/л.

Расчет и подбор состава

Для получения бетона Мб 300 рекомендуемая марка вяжущего 400.

1. Проектируем состав и марку шлакощелочного вяжущего. На основных шлаках и щелочном компоненте – кальцинированной соде при плотности водного раствора 1200 кг/м^3 ожидаемая марка вяжущего 400 (см.табл. 2).

2. На данном шлаке и водном растворе соды плотностью 1200 кг/м^3 определяем марку шлакощелочного вяжущего по п. 9.2 настоящих рекомендаций.

Фактическая активность исследуемого вяжущего составила 41 МПа.

Проверяем качество шлакощелочного вяжущего в бетоне, для чего:

3. Готовим контрольные образцы по пп. 7.2.2-7.2.5 из бетонов 3-х составов с шлакорастворным отношением (Ш/Р) от 2,0 до 3,5 на основе водного раствора соды плотностью 1200 кг/м^3.

Ориентировочные составы смесей для пробных замесов и размеры образцов приведены в табл. 3 .

4. Определяем объемную массу, жесткость и прочность на пробных замесах.

5. Строим график зависимости прочности бетона от шлакорастворного отношения: $R\delta = f(Ш/Р)$ при плотности водных растворов соды 1200 кг/м^3 (смотри принцип построения рис. 3 а).

Найденное по графику Ш/Р для требуемой прочности Мб 300, предположим, составляет 2,9 (Р/Ш = 0,34).

В случае, если при плотности 1200 кг/м^3 водного раствора соды получена прочность бетона, превышающая требуемую, переходят на водный раствор соды с меньшей плотностью 1150 кг/м^3 и повторяют все по пунктам 2-5 настоящего приложения.

Возможно вести параллельный подбор состава по указанным пунктам для различных плотностей водных растворов соды (например, 1100, 1150, 1200 кг/м^3).

6. Подбираем требуемую жесткость 30 сек бетонной смеси при найденном оптимальном Р/Ш = 0,34, изменяя количество шлакощелочного теста. По данным эксперимента строим график зависимости: жесткость смеси от расхода теста (см. рис. 4).

При заданной жесткости 30 сек. оптимальное количество теста составляет, например величину N, на что расходуется Р = 180 л/м^3 раствора плотностью 1200 кг/м^3

7. Определяем расход шлака

$$Ш = Р : (Р/Ш) = 180 : 0,34 = 530 \text{ кг/м}^3.$$

8. Определяем суммарный расход заполнителей

$$П + Щ = \gamma\delta - ш - \rho \cdot Р$$

$\gamma\delta$ - объемная масса смеси, найденная из эксперимента ($\gamma\delta$ = 2400 кг/м^3)

$$П + Щ = 2400 - 530 - 180 \cdot 1{,}2 = 1654 \text{ кг/м}^3.$$

9. Находим количество песка, принимая $\varepsilon = 0{,}4$ для щебня,

$$П = (Щ + П) \cdot 0{,}4 = 662 \text{ кг/м}^3.$$

10. Количество щебня

$$Щ = (Щ + П) - П = 1654 - 662 = 992 \text{ кг/м}^3.$$

11. Расход сухой соды кальцинированной

$$\underset{\text{(сода сухая)}}{Na_2CO_3} = Р \cdot \frac{С}{1000} = 180 \cdot \frac{222{,}2}{1000} = 40 \text{ кг/м}^3$$

С - содержание сухого вещества (соды) в 1 л водного раствора при плотности 1200 кг/м^3, равное 222,2 г/л (приложение 2).

Расход материалов на 1 м^3 уплотненного бетона на сухих материалах, кг:

шлак	-	530	
песок	-	645	
щебень	-	970	
сода	-	40	(или 180 л водного раствора плотностью 1200 кг/м^3).

При необходимости найденный состав корректируется по жесткости, количеству песка и требуемой прочности путем изготовления опытных замесов и последующих испытаний образцов бетона по пп. 7.2.14 - 7.2.19 настоящих Рекомендаций.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

ПРИМЕР ПОДБОРА СОСТАВА ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА НА ЖИДКОМ НАТРИЕВОМ СТЕКЛЕ

Задано:

требуемая марка бетона - 600

жесткость бетонной смеси - 30 сек.

материалы:

молотый граншлак : уд. поверхность 3000 $см^2/г$; объемный вес $\gamma_{ш}^{объемн.}$ = 1250 $кг/м^3$; удельный вес $\gamma_{ш}$ = 2,8 кг/л;

песок: модуль крупности $M_{кр}$ = 3; объемный вес $\gamma_{п}^{объемн}$ = = 1600 $кг/м^3$; удельный вес $\gamma_{п}$ = 2,6 кг/л;

щебень: фракция 5-20 мм; объемный вес $\gamma_{щ}^{объемн.}$ = 1300 $кг/м^3$; пустотность 0,48; объемный вес в куске $\gamma_{щ}$ = 2,5 кг/л;

жидкое стекло с удельным весом 1380 $кг/м^3$; силикатный модуль M_c = 3.

Расчетно-экспериментальный метод (по п. 7.4)

Р а с ч е т :

1. Корректируется модуль жидкого стекла до Мс = 2 и плотность доводится до 1300 $кг/м^3$ (приложение 4).

2. Определяется активность шлакощелочного вяжущего по п. 9.2, которая составила 90,0 МПа .

3. Для получения марки бетона 600, рекомендуемая марка вяжущего - 80,0 , поэтому уменьшаем плотность жидкого стекла до 1250 $кг/м^3$ и контролируем активность вяжущего, которая составила 80,0 МПа .

4. Из формулы (1) $R_б = 0,35\ (Ш/Р - 0,55) \cdot R_в$ п. 7.4.1 находим растворошлаковое отношение, подставив известные величины $R_б$ = 600; $R_в$ = 800,

$$Р/Ш = \frac{0{,}35 \cdot RB}{RS + 0{,}55 \cdot 0{,}35\,RB} = \frac{0{,}35 \cdot 800}{600 + 0{,}55 \cdot 0{,}35 \cdot 800} = 0{,}37,$$

5. Устанавливаем расход жидкого стекла (Мс = 2, плотность 1250 кг/м^3) по графику (см. рис. 5). Для бетонной смеси с жесткостью 30 сек. (заданная) расход стекла равен $Р$ = 174 л.

6. Определяем расход молотого песка:

$$Ш = Р : (Р/Ш) = \frac{174}{0{,}37} = 470 \text{ кг}.$$

7. Определяем объем вяжущего в бетоне:

$$V_{в} = \frac{Ш}{\gamma_{ш}} + Р = \frac{470}{2{,}8} + 174 = 342 \text{ л}.$$

8. Определяем расход крупного и мелкого заполнителя, для этого определяется суммарный объем заполнителей:

$$V_{зап} = 1000 - V_{в} = 1000 - 342 = 658 \text{ л}.$$

Весовое количество песка:

$$П = V_{зап} \cdot r \cdot \gamma_{п} = 658 \cdot 0{,}285 \cdot 2{,}6 = 488 \text{ кг},$$

где r - доля песка в смеси заполнителей, определяем по табл. 4 (П вариант, по расходу шлака 470, крупности щебня 20 мм).

9. Количество щебня:

$$Щ = V_{зап}(1 - r) \cdot \gamma_{щ} = 658 \cdot (1-0{,}285) \cdot 2{,}5 = 1176 \text{ кг}.$$

10. Расход материалов на 1 м^3 бетона на сухих заполнителях, кг:

шлак	-	470
жидкое стекло	-	174 л или 217 кг
песок	-	488
щебень	-	1176

Расчетная плотность бетона 2351 кг/м^3

11. Далее экспериментальная проверка осуществляется по пп. 7.4.7; 7.2.15 - 7.2.19.

ПРИМЕР ПОДБОРА СОСТАВА ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА НА ВОДНОМ РАСТВОРЕ СУЛЬФАТНО-СОДОВОЙ СМЕСИ С ДОБАВКОЙ ИЗВЕСТИ-ПУШОНКИ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Требуется подобрать состав шлакощелочного бетона Мб 200 при подвижности бетонной смеси О.К. = 6 см.

Используемые материалы:

а) молотый граншлак Амвросиевского цементного завода Мо = I,I2 ; $\gamma_{ш}^{нас}$ = II00 кг/м^3; $\gamma_{ш}$ = 2,9 кг/л;

б) щелочной компонент: сульфатно-содовая смесь Богословского алюминиевого завода с содержанием Na_2CO_3 = 20,5%; Na_2SO_4 = 75%; влажность - 5%;

в) песок $M_{кр.}$ = I,5; $\gamma_{п}^{нас.}$ = I700 кг/м^3; $\gamma_{п}$ = 2,8 кг/л;

г) щебень фр. 5-20 мм; $\gamma_{щ}^{нас}$ = I370 кг/м^3; пустотность 0,37; $\gamma_{щ}$ = 2,6 кг/л;

д) известь-пушонка.

Расчет и подбор состава

При расчете и подборе указанного состава сохраняются основные принципы, изложенные при подборе составов шлакощелочных бетонов на основе водных растворов солей и щелочей (приложение 5).

Особенность подбора заключается в следующем:

I. Готовятся контрольные образцы по п.п. 7.2.2-7.2.5 настоящих Рекомендаций раздела I из бетонов 3-х составов с шлакорастворным отношением (Ш/Р) от I,7 до 2,3 на основе водных растворов сульфатно-содовой смеси плотностью γ =II00 и параллельно γ = II50 кг/м^3 с добавкой извести-пушонки.

При принятых Ш/Р отношениях обеспечивается подвижность шлакощелочной бетонной смеси О.К. 5-7 см, необходимой для укладки ее в монолитные конструкции.

2. Рассчитываются и готовятся рабочие растворы по следующей схеме:

а) готовится определенный объем (например I0 л) раствора сульфатно-содовой смеси при температуре 40-50^{0}С и плотностью γ = II00 кг/м^3 (в 3 емкостях). По табл. I0 рассчитывают содер-

жание в растворе сульфатно-содовой смеси (на сухое вещество) –

в I0 л р-ра γ = II00 кг/м^3 содержится I300 г смеси;

б) в каждый из приготовленных растворов добавляется известь-пушонка, смесь тщательно перемешивается, затем раствор охлаждается до температуры производственного помещения, отстаивается, сливается (осадок отбрасывают);

в) количество извести-пушонки в каждом из отдельно приготовленном растворе принимается I5;20;25% от содержания в нем сульфатно-содовой смеси, что составляет соответственно I300 . 0,I5 = I95 г; I300 . 0,2 = 260 г; I300 . 0,25 = 325 г.

3. Параллельно по указанной схеме рассчитываются и готовятся растворы на основе сульфатно-содовой смеси плотностью γ = II50 кг/м^3 с добавкой извести-пушонки в том же соотношении.

4. Готовыми рабочими растворами затворяют пробные замесы с Ш/Р от I.7 до 2.3, на которых определяют объемную массу, подвижность и прочность на сжатие.

Изготовленные образцы выдерживают в формах в течение 3 сут при комнатной температуре с прикрытой верхней поверхностью, распалубленные образцы помещают в камеру нормального хранения для испытания в 28-суточном возрасте. При необходимости испытания проводят в промежуточные сроки 3, 7, I4 сут.

5. Заданная удобоукладываемость шлакощелочной бетонной смеси определяется экспериментальным путем в зависимости от количества шлакощелочного теста данного качества при найденном оптимальном шлакорастворном отношении.

Например, для требуемой прочности бетона М6 200 и подвижности (О.К= 6см) при расходе шлака 550 кг/м^3 и Р/Ш =0,46 расходуется 253 л/м^3 затворителя оптимального состава (раствор сульфатно-содовой смеси γ =II00 кг/м^3 + 20% извести-пушонки от ее содержания на сухое вещество).

6. Расход сухой сульфатно-содовой смеси (с.с.с.) на I м^3 бетона:

$$\underset{\text{сухая}}{\text{с.с.с.}} = P \cdot \frac{C}{I000} = 253 \cdot \frac{I30}{I000} = 32{,}9 \text{ кг/м}^3,$$

с - содержание сухого вещества (с.с.с.) в I л водного раствора плотности II00 кг/м^3

7. Расход извести-пушонки:

изв.-пуш. = с.с.с. х 0,2 = 32,9 . 0,2 = 6,6 кг/м^3.

8. Расход шлака - 550 кг/м^3.

9. Определяют суммарный расход заполнителей

$$П+Щ = \gamma_б - Ш - \rho \cdot Р$$ - изв.-пушонка;

$\gamma_б$ - объемная масса бетонной смеси (из эксперимента) $\gamma_б$ = 2400 кг/м^3;

ρ - плотность раствора сульфатно-содовой смеси:

$П+Щ$ = 2400 - 550 - 253 . I,I00 - 6,6 = I565 кг/м^3.

I0. Находим количество песка, принимая r = 0,36 для песка

$$П = (Щ+П) \cdot 0,33 = 420 \text{ кг/м}^3.$$

II. Количество щебня

$$Щ = (Щ+П) - П = I565 - 420 = II45 \text{ кг/м}^3.$$

Расход материалов на I м^3 уплотненного бетона на сухих материалах, кг

шлак - 550

песок - 420

щебень - II45

сульфатно-содовая смесь - 33

известь-пушонка - 6,6

(или 253л водного раствора сульфатно-содовой смеси γ =II00 кг/м^3 с добавкой извести-пушонки)

При необходимости найденный состав корректируется по подвижности, по количеству песка и требуемой прочности путем изготовления опытных замесов и последующих испытаний образцов бетона по п.п. 7.2.I4-7.2.I9 раздела I настоящих Рекомендаций .

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

ОБЩАЯ ЧАСТЬ 3

РАЗДЕЛ I. ШЛАКОЩЕЛОЧНЫЕ БЕТОНЫ НА ГОТОВЫХ ЩЕЛОЧНЫХ КОМПОНЕНТАХ 4

I. НАЗНАЧЕНИЕ 4

2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 4

3. ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЕВЫМ МАТЕРИАЛАМ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ 8

4. ТРЕБОВАНИЯ К ШЛАКОЩЕЛОЧНОМУ ВЯЖУЩЕМУ I4

5. ТРЕБОВАНИЯ К ШЛАКОЩЕЛОЧНЫМ БЕТОННЫМ СМЕСЯМ I9

6. ТРЕБОВАНИЯ К ШЛАКОЩЕЛОЧНЫМ БЕТОНАМ И ИЗДЕЛИЯМ 20

7. ПОДБОР СОСТАВОВ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ ТЯЖЕЛЫХ БЕТОНОВ 2I

7.I. Общие положения 2I

7.2. Подбор составов тяжелого шлакощелочного бетона на основе водных растворов щелочей и солей 22

7.3. Подбор составов тяжелого шлакощелочного бетона на основе жидкого натриевого стекла (I способ) 30

7.4. Подбор составов тяжелого шлакощелочного бетона на жидком натриевом стекле (II способ - расчетно-экспериментальный) 34

7.5. Подбор составов тяжелого бетона на шлакощелочном вяжущем совместного помола шлака и негигроскопичных щелочных компонентов 36

8. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ 37

8.I. Производство шлакощелочных вяжущих 37

РАЗДЕЛ П. ШЛАКОЩЕЛОЧНЫЕ БЕТОНЫ НА СУЛЬФАТНО-СОДОВЫХ СМЕСЯХ (ОТХОДАХ ПРОИЗВОДСТВА) 43

I. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ 43

2. ТРЕБОВАНИЯ К СЫРЬЕВЫМ МАТЕРИАЛАМ 44

2.I. Шлаковый компонент 44

2.2. Щелочной компонент 44

Стр.

2.3. Заполнители 50

2.4. Вода 5I

3. ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ШЛАКОВОГО КОМПОНЕНТА 5I

4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЩЕЛОЧНОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ 5I

5. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЩЕЛОЧНОГО КОМПОНЕНТА ДЛЯ БЕТОНА МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ 55

6. ПОДБОР СОСТАВОВ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ НА СУЛЬФАТНО-СОДОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ 56

7. ПОДБОР СОСТАВОВ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ НА ОСНОВЕ СУЛЬФАТНО-СОДОВОЙ СМЕСИ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ 56

РАЗДЕЛ Ш. ПРОИЗВОДСТВО ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ И СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ 59

I. ПРИГОТОВЛЕНИЕ ШЛАКОЩЕЛОЧНОЙ БЕТОННОЙ СМЕСИ 59

2. ФОРМОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ 60

3. ТВЕРДЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ 60

4. МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ИСПЫТАНИЙ 62

4.I. Сырьевые материалы 62

4.2. Шлакощелочное вяжущее 62

4.3. Шлакощелочные бетонные смеси 64

4.4. Шлакощелочные бетоны и изделия 64

5. ПРАВИЛА ПРИЕМКИ 65

6. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ 66

Стр.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОНСТРУКЦИЙ И ИЗДЕЛИЙ, КОТОРЫЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ ИЗГОТАВЛИВАТЬ ИЗ ТЯЖЕЛОГО ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА 71

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ПЛОТНОСТЬ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЕДИНЕНИЙ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ ПРИ ТЕМПЕРАТУРЕ 20°С . . . 72

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. УСКОРЕННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ СИЛИКАТНОГО МОДУЛЯ ЖИДКОГО НАТРИЕВОГО СТЕКЛА 73

ПРИЛОЖЕНИЕ 4. КОРРЕКТИРОВКА СИЛИКАТНОГО МОДУЛЯ ЖИДКОГО НАТРИЕВОГО СТЕКЛА 77

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. ПРИМЕР ПОДБОРА СОСТАВА ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА НА ОСНОВЕ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СОЛЕЙ И ЩЕЛОЧЕЙ 80

ПРИЛОЖЕНИЕ 6. ПРИМЕР ПОДБОРА СОСТАВА ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА НА ЖИДКОМ НАТРИЕВОМ СТЕКЛЕ 83

ПРИЛОЖЕНИЕ 7. ПРИМЕР ПОДБОРА СОСТАВА ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА НА ВОДНОМ РАСТВОРЕ СУЛЬФАТНО-СОДОВОЙ СМЕСИ С ДОБАВКОЙ ИЗВЕСТИ-ПУШОНКИ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ 85

Ответственный за выпуск с.н.с. Н.В.Любашевская

Подписано к печати 23.XI.88 г. Формат 60 x 90 1/16. Офсетная печать. Бумага офсетная. Уч.-изд. л. 3,8. Усл.печ. л. 4,0 . Заказ № 151. Тираж 400 экз.

ВНИИОМШС, 310092, г.Харьков, ул. Отакара Яроша, 18

gost.e-ecolog.ru