НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО РАСЧЕТУ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ

МОСКВА–1983

приобретение в Росмо

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона

НИИЖБ

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАСЧЕТУ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ

Утверждены
директором НИИЖБ
17 января 1983 г.

Москва 1983

УДК 624.04:666.973.2

Печатается по решению секции бетонных и железобетонных конструкций НТС НИИЖБ Госстроя СССР от II января 1983 г.

Рекомендации по расчету конструкций из шлакощелочных бетонов. М., НИИЖБ Госстроя СССР, 1983, с. 13.

Изложены основные положения по расчету бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого шлакощелочного бетона.

Рекомендации предназначены для ИТР проектных, научно-исследовательских и производственных организаций, заводских и строительных лабораторий.

Табл.6.

© Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт бетона и железобетона,
1983

ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящие Рекомендации содержат основные положения по расчету бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых шлакощелочных бетонов. Основой для расчета конструкций служит методика главы СНиП II-21-75, при этом должны учитываться особенности шлакощелочных бетонов в соответствии с положениями настоящих Рекомендаций.

Рекомендации разработаны НИИЖБ Госстроя СССР (кандидаты техн. наук Р.Л.Серых, В.А.Беликов, инж. Ю.К.Калашников), Симферопольским филиалом Днепропетровского инженерно-строительного института Минвуза УССР (кандидаты техн.наук В.А.Пахомов, С.Ф.Крисанов, В.М.Сребняк, инж. В.В.Жигна), Киевским инженерно-строительным институтом Минвуза УССР (д-р техн.наук, проф. В.Д.Глуховский, канд.техн. наук П.В.Кривенко), Пермским политехническим институтом Минвуза РСФСР (кандидаты техн.наук Ю.П.Ржаницын, Л.И.Катаева, инж. А.Н.Мокрушин).

Замечания и предложения по содержанию настоящих Рекомендаций просим направлять в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6.

Дирекция НИИЖБ

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

I.I. Рекомендациями следует пользоваться при проектировании конструкций и изделий из бетонов на шлакощелочном вяжущем.

Примечание. Рекомендации не распространяются на расчет предварительно-напряженных конструкций и конструкций, воспринимающих многократно повторяющиеся нагрузки.

I.2. Сведения о шлакощелочном бетоне приведены в приложении настоящих Рекомендаций.

I.3. Шлакощелочные бетоны рекомендуется применять при изготовлении бетонных и железобетонных конструкций для:

дорожного строительства (плиты покрытий дорог и тротуаров, бордюрные камни, трубы, оголовки, элементы дренажа);

коммунального строительства (элементы водосточных колодцев, приямки водостоков, ограждения, короба теплоцентралей);

промышленного строительства (элементы сборных и монолитных фундаментов, сваи, плиты покрытий и ограждающих конструкций в условиях действия агрессивных растворов сульфатов и хлоридов);

сельскохозяйственного строительства (элементы фундаментов, плиты покрытий, ограждения, полы);

жилищного строительства (элементы фундаментов, стен подвалов);

гидромелиоративного строительства (лотки, короткие стойки, трубы).

I.4. Все виды конструкций из шлакощелочных бетонов следует поставлять на производство в соответствии с требованиями ГОСТ I5.00I-73 и с учетом настоящих Рекомендаций.

I.5. Изделия и конструкции из шлакощелочного бетона д о л ж н ы удовлетворять требованиям ГОСТ I30I5-75.

I.6. При агрессивном воздействии среды на конструкции из шлакощелочных бетонов следует руководствоваться "Рекомендациями по применению бетонов на шлакощелочном вяжущем в сульфатных, хлоридных и магнезиальных средах" (М., I98I).

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА

2.I. Расчет конструкций из шлакощелочного бетона следует производить по методике главы СНиП II-2I-75 с учетом особых свойств шлакощелочных бетонов.

2.2. При проектировании конструкций из шлакощелочных бетонов в соответствии со стандартом СЭВ СТ I406-78 предусматриваются сле-

дующие классы этого бетона по прочности на сжатие:
В5; В7,5; В10; В12,5; В15; В20; В25; В30; В35; В40; В45; В50; В55; В60. За класс шлакощелочного бетона по прочности на сжатие принимается гарантированное сопротивление осевому сжатию с обеспечением 95 % $R^{c}_{вк}$ стандартного образца-куба с ребром 150 мм в возрасте 28 сут независимо от условий твердения. Класс бетона по прочности на сжатие вычисляют по формуле

$$В = R^{c}_{вк} = \bar{R}_{в} (1 - 1,64 \cdot v), \qquad (1)$$

где $\bar{R}_{в}$ - среднее значение прочности на сжатие бетона, испытанного в соответствии с требованиями ГОСТ 10180-78; v - коэффициент вариации кубиковой прочности шлакощелочного бетона, принимаемый равным 0,16, независимо от вида щелочного компонента и шлака.

Класс шлакощелочного бетона по прочности на растяжение не нормируется.

2.3. Нормативная призменная прочность тяжелого шлакощелочного бетона независимо от вида шлака и щелочного компонента вычисляется по формуле

$$R_{вк} = 0,72 \cdot В . \qquad (2)$$

Нормативные сопротивления тяжелого шлакощелочного бетона (с округлением) в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие приведены в табл.1.

2.4. Нормативное сопротивление тяжелого шлакощелочного бетона осевому растяжению $R_{вtк}$ принимается в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие согласно табл.1.

2.5. Расчетное сопротивление шлакощелочного бетона для предельных состояний первой группы определяют путем деления нормативных сопротивлений на коэффициенты безопасности для шлакощелочного бетона: при сжатии $\gamma_{щ.с} = 1,4$, при растяжении $\gamma_{щ\,t} = 1,5$. Коэффициент безопасности шлакощелочного бетона для расчетных сопротивлений при расчете по второй группе предельных состояний принимается равным единице как при сжатии, так и при растяжении.

Значения расчетных сопротивлений тяжелого шлакощелочного бетона (с округлением) в зависимости от класса бетона по прочности на сжатие для предельных состояний первой и второй групп приведены в табл.1 и 2.

Таблица I

Вид сопротивления	Нормативные сопротивления $R_{вк}$ и $R_{вtк}$, расчетные сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{в,ser}$ и $R_{вt,ser}$ при классе бетона по прочности на сжатие													
	B5	B7,5	BI0	BI2,5	BI5	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Сжатие осевое (призменная прочность $R_{вк}$ и $R_{вк,ser}$)	3,6 / 36,5	5,4 / 55,0	7,2 / 73,5	9,0 / 9I,5	II,0 / II2	I4,4 / I47	I8,5 / I88	22,0 / 224	25,5 / 260	29,0 / 296	32,5 / 330	36,0 / 367	39,5 / 402	43,0 / 438
Растяжение осевое $R_{вtк}$ и $R_{вt,ser}$	0,520 / 5,30	0,730 / 7,I4	0,9I0 / 9,28	I,05 / I0,7	I,30 / I2,2	I,45 / I4,8	I,65 / I6,8	I,80 / I8,3	I,95 / I9,9	2,05 / 20,9	2,I5 / 2I,9	2,25 / 22,9	2,30 / 23,5	2,40 / 24,5

Примечание. В табл.I и 2 над чертой даны значения в МПа, под чертой - в кгс/см^2.

Таблица 2

Вид сопротивления	Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой группы $R_в$ и $R_{вt}$ при классе бетона по прочности на сжатие													
	B5	B7,5	BI0	BI2,5	BI5	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
Сжатие осевое (призменная прочность $R_в$)	2,55 / 26,0	3,85 / 39,5	5,I5 / 52,5	6,4 / 65,0	7,7 / 78,5	I0,5 / I07	I3,0 / I33	I5,5 / I58	I8,0 / I84	20,5 / 2I0	23,0 / 235	24,5 / 250	26,0 / 265	27,5 / 280
Растяжение осевое $R_{вt}$	0,345 / 3,52	0,485 / 4,95	0,605 / 6,I7	0,70 / 7,I4	0,80 / 8,I6	0,96 / 9,85	I,I0 / II,2	I,20 / I2,2	I,30 / I3,3	I,35 / I3,8	I,45 / I4,8	I,50 / I5,3	I,55 / I5,8	I,60 / I6,3

Таблица 3

Шлакощелочной бетон	Начальные модули упругости при сжатии и растяжении $E_b \cdot 10^{-3}$, МПа, при классе бетона по прочности на сжатие													
	В5	В7,5	В10	В12,5	В15	В20	В25	В30	В35	В40	В45	В50	В55	В60
Естественного твердения	8,6	11,2	14,0	15,7	18,5	20,3	22,5	24,3	26,1	27,5	28,8	30,0	31,1	32,0
Подвергнутый тепловой обработке при атмосферном давлении	9,55	12,5	15,5	17,5	20,5	22,5	25,0	27,0	29,0	30,5	32,0	33,5	34,5	35,5

Примечания: 1. При содержании пылевидных и глинистых частиц в заполнителях более 10 % значение модуля упругости следует определять опытным путем.

2. При использовании в качестве щелочного компонента красного каустика или плава щелочей значения модуля упругости следует умножать на коэффициент 0,8.

3. При определении модуля упругости мелкозернистого бетона значения, приведенные в табл.3, следует умножать на коэффициент 0,7.

Расчетные сопротивления для предельных состояний первой группы R_b и R_{bt} снижают (или повышают) путем умножения на коэффициенты условий работы бетона $\gamma_b(m_b)$, значения которых следует принимать по главе СНиП II-21-75. Значение коэффициента $\gamma_{b1}(m_{b1})$ принимают равным 0,8. В расчетные сопротивления бетонов классов B50, B55, B60, приведенные в табл.2, включены значения коэффициента $\gamma_b(m_b)$, равное соответственно 0,95; 0,925 и 0,9.

2.6. Значения начального модуля упругости шлакощелочного бетона при сжатии и растяжении принимаются по табл.3.

2.7. Коэффициент линейной температурной деформации шлакощелочного бетона α_b при изменении температуры от -50 °С до +50 °С принимается равным 1.10^{-5} град$^{-1}$.

2.8. Начальный коэффициент поперечной деформации (коэффициент Пуассона μ) принимается равным 0,2, а модуль сдвига G_b - равным 0,4 от соответствующих значений E_b, указанных в табл.3.

2.9. Нормативные значения деформаций усадки ε_{sk} и характеристики ползучести φ_{ck} пропаренного тяжелого шлакощелочного бетона при базовом возрасте 28 сут рекомендуется принимать по табл.4.

Таблица 4

Класс бетона по прочности на сжатие	Значения характеристик при заполнителе			
	мелком		смеси крупного и мелкого	
	$\varepsilon_{sk} \cdot 10^5$	φ_{ck}	$\varepsilon_{sk} \cdot 10^5$	φ_{ck}
B15	35	7,8	30	6,5
B30	40	6,6	35	5,5
B45	45	5,4	40	4,5
B60	50	4,2	45	3,5

Примечания. 1. При применении щелочного компонента в виде плава щелочей, красного каустика, щелочного плава, приведенные значения следует умножать на коэффициент 1,3.

2. При использовании гравийных и запыленных заполнителей в бетоне со щелочными компонентами, указанными в п.1 примечаний, приведенные значения следует умножать на коэффициент 1,1.

3. Для бетонов естественного твердения значения ε_{sk} и φ_{ck} умножаются на коэффициент 1,3.

4. Для промежуточных классов бетона значения ε_{sk} и φ_{ck} принимают по линейной интерполяции.

Расчетные значения деформаций усадки и характеристики ползучести

рекомендуется вычислять по формулам

$$\varepsilon_s = \varepsilon_{sk} \cdot K_{1s} \cdot K_{2s} \cdot K_{3s} \cdot K_{4s} \; ; \qquad (3)$$

$$\varphi_c = \varphi_{ck} \cdot K_{1c} \cdot K_{2c} \cdot K_{3c} \cdot K_{вc} \, , \qquad (4)$$

где K_i - коэффициенты, приведенные в табл.5; $K_{вc}$ - коэффициент, учитывающий влияние влажности среды на развитие деформаций ползучести, принимаемый по табл.6.

Таблица 5

Фактор - коэффициент	Значения коэффициентов K_i в зависимости от фактора						
Возраст бетона в момент загружения t_o, сут	5	7	I4	28	60	90	I80 и более
Ползучесть K_{IC}	I,3	I,25	I,I5	I,0	0,77	0,7	0,6I
Длительность влажного хранения, сут	I	7	I4	28	60	I80	360 и более
Усадка, K_{IS}	I,I05	I,053	I,03	I,0	0,98	0,96	0,95
Модуль открытой поверхности M_o, $см^{-I}$	0	0,I	0,2	0,3	0,4	0,5	0,8 и более
Ползучесть K_{2C}	0,8	0,85	I,0	I,I5	I,24	I,3	I,45
Влажность среды, %	40	50	60	70	80	90	I00
Усадка K_{3S}	I,48	I,3I	I,I5	I,0	0,84	0,64	0,35
Температуры среды, °C	I0	20	25	30	35	40-50	
Ползучесть K_{3C}	0,8	I,0	I,II	I,22	I,33	I,44	
Усадка K_{4S}	I,0	I,0	I,0	I,I0	I,I5	I,25	

Таблица 6

Температурно-влажностный режим	Относительная влажность воздуха, %	Значения коэффициента $K_{вс}$ при щелочном компоненте		
		сода, плав щелочей, щелочной плав	кремнийсодержащие соединения натрия и калия	прочие
Климатический подрайон IУ А	Менее 20	I,7	I,5	I,6
Очень сухой	Менее 20	I,5	I,2	I,3
Сухой	20-40	I,3	I,I	I,2
Нормальный	50-60	I,2	I,0	I,I
Влажный	6I-74	I,I	0,9	I,0
Мокрый	75 и более	I,0	0,8	0,9

2.I0. Нормативные и расчетные сопротивления арматуры для расчетов по первой и второй группам предельных состояний следует принимать в соответствии с положениями главы СНиП П-2I-75.

3. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ ПЕРВОЙ ГРУППЫ

3.I. Гибкость сжатых бетонных и железобетонных элементов, ограничиваемая отношением l_0/h, должна быть не более I0.

3.2. Расчет по прочности элементов бетонных конструкций из шлакощелочных бетонов должен производиться в соответствии с указаниями главы СНиП П-2I-75, принимая:

расчетные характеристики бетона - согласно п.2.5 настоящих Рекомендаций с учетом коэффициента $\gamma_б(m_б)$= 0,9;

коэффициент β, учитывающий влияние вида бетона и длительности действия нагрузки на прогиб элемента, - не менее I,3$\cdot\varphi_c$ в зависимости от класса бетона. Значение φ_c вычисляют по формуле (4).

3.3. Расчет по прочности железобетонных конструкций следует производить согласно требованиям главы СНиП П-2I-75 и с учетом указаний настоящих Рекомендаций.

3.4. Расчет по прочности сечений, нормальных к продольной оси элемента, производят согласно требованиям главы СНиП П-2I-75 как для тяжелого бетона.

3.5. При расчете сечений, наклонных к продольной оси элемента,

на действие поперечной силы следует принимать:

коэффициент K_1 в формуле (71) главы СНиП II-21-75 равным 0,5;

коэффициент K_2 при определении $Q_б$, $Q_{хб}$, C_0 и $U_{ох}$ равным 1,75;

коэффициент K_3 при расчете изгибаемых элементов без поперечной арматуры равным 0,9.

4. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ СОСТОЯНИЯМ ВТОРОЙ ГРУППЫ

4.1. Расчет железобетонных элементов по образованию трещин, нормальных и наклонных к продольной оси, следует производить в соответствии с указаниями пп. 4.1-4.11 главы СНиП II-21-75, принимая значения коэффициентов m_1 и m_2 по табл.34 главы СНиП II-21-75 как для тяжелого бетона.

4.2. Расчет по раскрытию трещин, нормальных и наклонных к продольной оси элемента, следует производить в соответствии с указаниями пп. 4.13-4.17 главы СНиП II-21-75, принимая коэффициент $C_д$ в формуле (138) главы СНиП II-21-75 в 1,7 раза большим по отношению к значениям, принятым для тяжелого бетона.

4.3. Расчет железобетонных элементов по закрытию трещин следует производить согласно указаниям пп. 4.18-4.21 главы СНиП II-21-75.

4.4. Деформации (прогибы, углы поворота) железобетонных элементов следует вычислять по формулам строительной механики, определяя входящие в них величины кривизны в соответствии с указаниями пп.4.23-4.30 главы СНиП II-21-75, принимая:

коэффициент $K_п$ равным 0,75;

коэффициент $C = 1 + \varphi_c$ [φ_c - см. формулу (4)];

коэффициент ν, характеризующий упругопластические свойства бетона сжатой зоны бетона, принимаемый при кратковременной действии нагрузки равным 0,45; при длительном действии нагрузки при влажности воздуха окружающей среды выше 40 % - 0,07, 40 % и ниже - 0,04.

4.5. Прогибы элементов следует определять согласно требованиям пп. 4.31-4.33 главы СНиП II-21-75, принимая во внимания указания п.4.4 настоящих Рекомендаций.

5. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Конструктивные требования при проектировании бетонных и железобетонных конструкций из шлакощелочных бетонов на тяжелых заполнителях должны соответствовать указаниям пп. 5.1-5.52 главы СНиП II-21-75.

Приложение

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО БЕТОНА

1. Вяжущим в шлакощелочных бетонах является смесь молотого гранулированного шлака и водного раствора щелочного компонента*.

2. Приготовление шлакощелочных бетонов должно производиться на отдельных технологических линиях, так как попадание в шлакощелочные смеси портландцемента, извести, гипса не допускается.

3. Качественные и количественные показатели бетонов зависят от качества и количества шлака, вида щелочного компонента, плотности и количества его водного раствора, а также качества заполнителей.

4. Контроль прочности бетона на сжатие производят на 9 образцах-кубах размером 150x150x150 мм, которые испытывают в соответствии с ГОСТ 10180-78 в возрасте 7, 28, 90 сут при естественном твердении бетона или через 10 ч и в возрасте 28, 90 сут - при термообработке и последующем твердении в нормальных условиях. В каждый из указанных сроков испытывают по 3 образца.

---

* Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. Киев, 1978.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
I. Общие положения и область применения	4
2. Проектирование конструкций из шлакощелочного бетона	4
3. Расчет элементов бетонных и железобетонных конструкций по предельным состояниям первой группы	I0
4. Расчет элементов железобетонных конструкций по предельным состояниям второй группы	II
5. Конструктивные требования	II
Приложение. Технологические характеристики шлакощелочного бетона	I2

Рекомендации по расчету конструкций из шлакощелочных бетонов

Отдел научно-технической информации НИИЖБ
I09389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор Н.А.Романова

Л-9I859 Подписано в печать 28/III-83 г. Заказ № 372
Формат 60х84/I6 Печ.л. 0,8 Т - 500 экз. Цена I2 коп.

Типография ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
I2I47I, Москва, Можайское шоссе, д.25