ГОССТРОЙ СССР
ДОНЕЦКИЙ ПРОМСТРОЙНИИПРОЕКТ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРИМЕНЕНИЮ ЛЕГКИХ КОНСТРУКТИВНЫХ БЕТОНОВ ДЛЯ НЕСУЩИХ СТЕН БАШЕННЫХ КОПРОВ, ВОЗВОДИМЫХ В СКОЛЬЗЯЩЕЙ ОПАЛУБКЕ

Донецк 1973

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ СССР

Главное управление по строительному проектированию
промышленных предприятий и сооружений

СОЮЗМЕТАЛЛУРГСТРОЙНИИПРОЕКТ

Государственный проектный и научно-исследовательский
институт

ДОНЕЦКИЙ ПРОМСТРОЙНИИПРОЕКТ

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

по применению легких конструктивных бетонов для несущих стен башенных копров, возводимых в скользящей опалубке

Донецк - 1973

Рекомендации содержат основные положения по применению шлакопемзобетона для несущих стен башенных копров, возводимых в скользящей опалубке.

Рекомендации разработаны на основании исследований, проведенных в Донецком ПромстройНИИпроекте Госстроя СССР.

В Рекомендациях учтены требования действующих нормативных документов и проекта главы СНиП II-В.I-72.

В составлении Рекомендаций принимали участие инж.В.Д.Передерей, кандидаты техн.наук В.М. Левин, В.В.Попов и инж. М.Х.Кац.

Рекомендации предназначены для применения при проектировании и строительстве железобетонных башенных копров, возводимых в скользящей опалубке.

Рекомендации подготовлены к печати редакционно-издательским сектором Донецкого Промстройниипроекта.

Редактор Т.Е.Дещенко

Ответственный за выпуск Б.Ф.Белецкий

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Основным направлением развития в области железобетонных конструкций является переход на изготовление их из легких конструктивных бетонов на пористых заполнителях, наиболее дешевым из которых является шлаковая пемза (термозит), получаемая вспучиванием огненно-жидких доменных шлаков.

Учитывая дешевизну шлаковой пемзы и близость баз по ее производству к районам строительства башенных копров, рекомендуется при возведении этих сооружений в качестве легкого бетона использовать шлакопемзобетон (термозитобетон).

При соответствующем технико-экономическом обосновании могут быть применены легкие бетоны на других пористых заполнителях.

1.2. При возведении башенных копров шлакопемзобетон используется с целью:

снижения веса сооружения;

уменьшения нагрузок на несущие стены и фундамент сооружения;

снижения расхода арматурной стали;

отказа от устройства в наружных стенах специального слоя утеплителя за счет использования более высокого (по сравнению с тяжелым бетоном) термического сопротивления шлакопемзобетона;

снижения трудоемкости возведения и сметной стоимости строительства за счет сокращения расхода материалов и применения более дешевого заполнителя.

1.3. Шлакопемзобетон может применяться для фундаментов, несущих стен, перекрытий и балок машзала башенных копров угольных и горнорудных шахт.

1.4. Проектирование башенных копров из шлакопемзобетона должно выполняться в соответствии с действующими нормативно-инструктивными документами и положениями настоящих Рекомендаций.

2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ШЛАКОПЕМЗОБЕТОНА

2.1. Для приготовления шлакопемзобетона применяются портландцемент марки 400 или 500, щебень из шлаковой пемзы (термозит),зола ТЭЦ и кварцевый песок.

2.2. Портландцемент должен удовлетворять требованиям ГОСТ 10178-62 "Портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый портландцемент и их разновидности".

2.3. Щебень из шлаковой пемзы должен удовлетворять требованиям ГОСТ 9760-61 "Щебень и песок из пористого металлургического шлака (шлаковая пемза)".

2.4. Прочность шлаковой пемзы при испытании в цилиндре по ГОСТ 9758-69 должна быть не ниже 15 кг/см2.

2.5. Песок кварцевый должен удовлетворять требованиям ГОСТ 8736-62 "Песок для строительных работ. Общие требования" и ГОСТ 10268-62 "Заполнители для тяжелого бетона. Технические требования".

2.6. Зола ТЭЦ должна содержать несгоревших частиц не более 10% по весу.

2.7. Удельная поверхность золы должна составлять не менее 2000 см2/г.

2.8. Вода, применяемая для затворения бетона, не должна содержать вредных примесей.

2.9. Для улучшения удобоукладываемости шлакопемзобетонной смеси можно применять поверхностно-активные добавки.

3. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СОСТАВЫ ШЛАКОПЕМЗОБЕТОНА

3.1. Для фундаментов башенных копров и мощных балок под машзалы рекомендуется применять шлакопемзобетон марок 200-300 на кварцевом песке следующего состава (ориентировочно) :

цемент М 500, кг/м3 ....510 (для бетона М 300)
440 (для бетона М 250)
375 (для бетона М 200)

шлаковая пемза, кг/м3...700

кварцевый песок,кг/м3...780

3.2. Для несущих стен башенных копров рекомендуется применять шлакопемзобетон марок 200 и 250 с частичной заменой кварцевого песка золой ТЭЦ следующих составов:

	Бетон М 200	Бетон М 250
цемент М 400, кг/м3	435	484
зола ТЭЦ, кг/м3	246	241

кварцевый песок, кг/м3 ...	196	192
шлаковая пемза, кг/м3 ...	791	760
вода, кг/м3	272	283

Примечание. При разработке составов бетона, приведенных в пп. 3.1 и 3.2 , были использованы цемент Амвросиев - ского цементного завода, кварцевый песок Авдеевского карьера, зола ТЭЦ Ясиновского коксохимзавода и шлаковая пемза завода "Азовсталь". При применении других исход- ных материалов составы бетона должны быть скорректиро - ваны путем приготовления пробных замесов.

4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОННОЙ СМЕСИ

4.1. При приготовлении шлакопемзобетона цемент, зола и песок дозируются по весу с точностью до 1%. Щебень из шлаковой пемзы до- зируется по весу или объему с точностью ± 3%. Вода и поверхностно- активные добавки дозируются по весу или объему с точностью ± 1%.

4.2. Дозировку воды и заполнителей следует производить с уче- том влажности заполнителей.

4.3. Бетонную смесь рекомендуется приготавливать в бетономе- шалке принудительного действия. Вначале следует загружать шлаковую пемзу, кварцевый песок и золу ТЭЦ, добавляя 50% необходимого на за- мес количества воды; после кратковременного перемешивания (в тече- ние 1 мин) - засыпать цемент и вливать остальное количество воды.

4.4. Продолжительность перемешивания составляющих бетонной смеси должна быть не менее 5 мин.

4.5. Контроль качества бетонной смеси должен производиться не реже 2 раз в смену в соответствии с ГОСТ 11051-64 "Бетон лег- кий на пористых заполнителях. Методы испытаний бетонной смеси" .

5. РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ

5.1. Расчетные сопротивления шлакопемзобетона при расчете железобетонных конструкций на прочность, образование и раскрытие трещин следует принимать по табл.1.

Таблица I

Вид напряженного состояния	Обозначение расчетного сопротивления	Расчетные сопротивления бетона, кгс/см2, при проектной марке бетона		
		200	250	300
I	2	3	4	5
Сжатие осевое (призменная прочность), сжатие при изгибе	$R_{пр}$	80	100	I20
Растяжение осевое	$R_{р}$	7	8	9
Растяжение при расчете по образованию и раскрытию трещин	$R_{т}$	9,8	II	I2,5

5.2. При расчете прочности несущих стен башенных копров, возводимых в скользящей опалубке, значения расчетных сопротивлений бетона следует умножать на коэффициент $m\delta = 0,85$.

5.3. При расчете железобетонных конструкций, подвергающихся многократно повторяющейся нагрузке, расчетные сопротивления шлакопемзобетона вычисляются путем умножения значений, приведенных в табл.I, на коэффициент $k_{р\delta}$. Величина коэффициента $k_{р\delta}$ принимается по табл.3 СНиП П-В.I-62*.

5.4. Начальный модуль упругости шлакопемзобетона рекомендуемых в разд.3 составов следует принимать по табл.2.

Таблица 2

Марка бетона	Начальный модуль упругости бетона, кгс/см2
200	I60000
250	I75000
300	I90000

При применении других материалов для изготовления бетона начальный модуль упругости может быть вычислен по формуле

$$E_б^0 = K \cdot \gamma_0^{3/2}, \qquad (1)$$

где K = 65000 – для бетона марки 200 и 80000 – для бетона марки 300 ;

γ_0 – объемный вес бетона, т/м3.

5.5. Изменение модуля упругости шлакопемзобетона в зависимости от его возраста принимается по формуле

$$E_б(\tau) = E_б^0 (1 - 0{,}583\, e^{-0{,}144\tau}), \qquad (2)$$

где $E_б(\tau)$ – начальный модуль упругости бетона в возрасте τ ;

τ – возраст бетона, сутки ;

$E_б^0$ – конечное значение модуля упругости шлакопемзобетона (принимается по табл.2).

5.6. Модуль сдвига шлакопемзобетона принимается равным

$$G = 0{,}4\, E_б.$$

5.7. Предельная относительная деформация сжатия $\varepsilon_{пр}$ и коэффициент пластичности шлакопемзобетона $\lambda_р$ в зависимости от его возраста принимаются по графикам, приведенным на рис. I и 2 .

5.8. Относительные деформации усадки шлакопемзобетона в стенах башенных копров рекомендуется определять по формуле

$$\varepsilon_у(\tau) = 4{,}3 \cdot 10^{-4}(1 - e^{-0{,}017\tau}). \qquad (3)$$

5.9. Мера ползучести шлакопемзобетона рекомендованных в разд. 3 составов принимается равной

$$C(t,\tau) = \varphi(\tau) - \varphi(t)\frac{e^{0{,}01\tau} - 0{,}8}{e^{0{,}01t} - 0{,}8} - \Delta(\tau)e^{-5(t-\tau)}, \qquad (4)$$

где $\varphi(t) = \varphi(t) - \Delta(t)$;

$\Delta(\tau) = (7 + 60\, e^{-0{,}038\tau})\, 10^{-7}$;

$\varphi(\tau) = (50 + 65\, e^{-0{,}0314\tau} + 56.4\, e^{-0{,}217\tau})\, 10^{-7}$;

$C(t,\tau)$ – мера ползучести бетона в возрасте t при загружении его в возрасте τ .

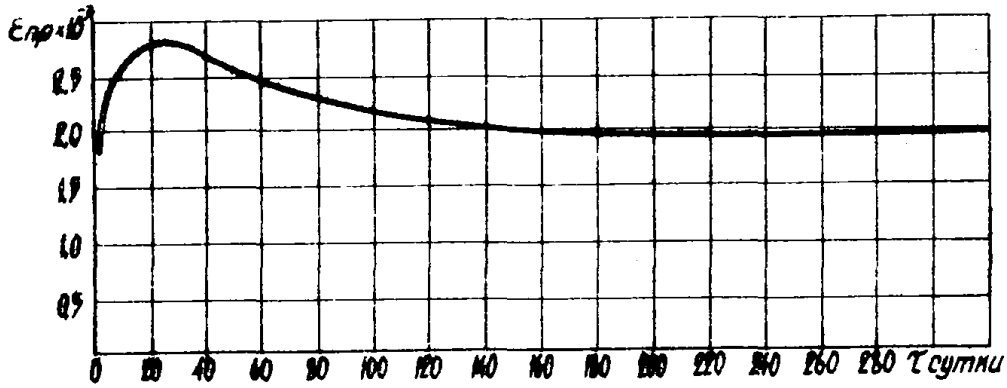

Рис.I. Предельные относительные деформации сжатия шлакопемзобетона

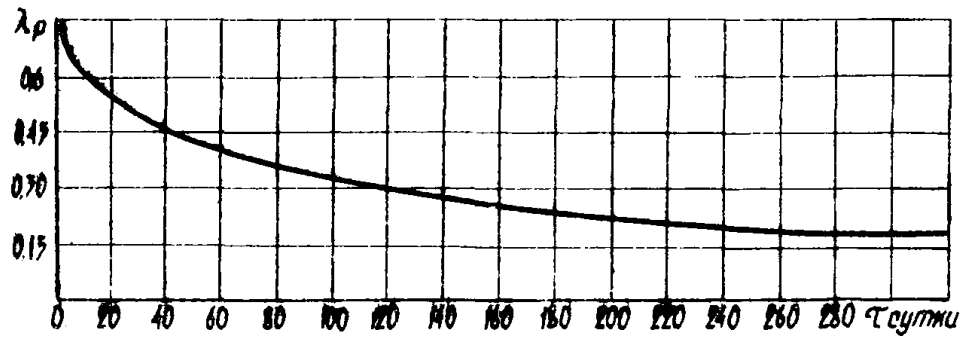

Рис.2. Коэффициент пластичности шлакопемзобетона при разрушении

5.10. Объемный вес шлакопемзобетона в высушенном состоянии равен 1800 кг/м3 и 2000 кг/м3 соответственно для составов, приведенных в пп. 3.2 и 3.1.

При определении нагрузки от собственного веса конструкций следует учитывать устанавливающуюся влажность бетона, которую рекомендуется принимать равной 5% (по весу).

5.11. Воздухопроницаемость стен из шлакопемзобетона толщиной 300 мм при перепаде давлений 600 мм вод.ст. может быть принята равной 8 л/м2·мин.

5.12. Термическое сопротивление стен из шлакопемзобетона толщиной 300 мм R_0 = 0,67 ч·град/ккал.

5.13. Расчетные характеристики арматуры следует принимать по СНиП II-В.1-62*.

6. РАСЧЕТ И КОНСТРУИРОВАНИЕ БАШЕННЫХ КОПРОВ

6.1. Расчет и конструирование несущих конструкций башенных копров из шлакопемзобетона следует производить в соответствии со СНиП II-В.1-62* и "Рекомендациями по проектированию конструкций из легких бетонов", М., 1970.

6.2. Расчет несущих стен башенных копров можно не производить в случае замены принятого ранее в проекте тяжелого бетона (если в этом проекте расчет стен уже был произведен) на шлакопемзобетон той же марки без изменения сечений.

6.3. Напряжения в бетоне и арматуре несущих стен башенных копров от длительной нагрузки с учетом усадки, ползучести и старения бетона могут быть определены путем решения уравнения (5) (для бетона) и вычислены по формуле (6)(для арматуры):

$$\int_{\tau_1}^{t} \left[\delta(t,\tau) + \frac{1}{\mu E_a}\right] \frac{d\sigma_b(\tau)}{d\tau}\, d\tau = \frac{P(\tau)}{\mu E_a} - \varepsilon_y(\tau)\,; \qquad (5)$$

$$\sigma_a(t) = \frac{P(t) - \sigma_b(t)}{\mu}\,, \qquad (6)$$

где $\delta(t,\tau) = \frac{1}{E_b(\tau)} + C(t,\tau)\,;$

μ – коэффициент армирования стены ($\mu = \frac{F_a}{F_б}$);

$\rho(\tau)$ – удельная нагрузка на единицу площади поперечного сечения стены в момент времени τ, кг/см2 ;

E_a – модуль упругости арматуры, кг/см2 ;

$б_a$ – напряжения в арматуре, кг/см2 ;

$б_б$ – напряжения в бетоне, кг/см2 ;

τ – возраст бетона, сутки ;

$E_б(\tau)$ – начальный модуль упругости бетона по формуле (2), кг/см2 ;

$\varepsilon_y(\tau)$ – относительные деформации усадки бетона по формуле (3);

$C(t,\tau)$ – мера ползучести бетона по формуле (4), см2/кг .

Напряжения в бетоне $б_б(t)$ в любой момент времени t рекомендуется определять решением интегрального уравнения (5) на ЭЦВМ методом Боголюбова-Крылова. Указанный расчет может быть выполнен, в частности, на ЭЦВМ "Минск-22"по программе "Ползучесть " (приложение I).

6.4. Дополнительные напряжения в арматуре и бетоне несущих стен башенных копров от кратковременных нагрузок рекомендуется определять в предположении упругой работы железобетона:

$$б_a = n \frac{N}{100\delta(1 + n\mu)} ; \qquad (7)$$

$$б_б = \frac{N}{100\delta(1 + n\mu)} , \qquad (8)$$

где N – усилие, кг, приходящееся на I п/м стены ;

δ – толщина стенн, см ;

$\mu = \frac{F_a}{F_б}$ – коэффициент армирования ;

$n = \frac{E_a}{E_б^{\circ}}$ – отношение модулей упругости арматуры и бетона;

$E_б^{\circ}$ – модуль упругости бетона, принимаемнй по табл. 2.

6.5. Суммарные напряжения в материалах стен от длительных и кратковременных нагрузок и воздействий не должны превышать расчетных сопротивлений бетона и арматуры.

6.6. Расчет прочности полного горизонтального сечения купола может быть выполнен путем проверки следующих условий:

$$N_к \leq \int_L (\sigma_б + \mu \sigma_а)\, h\, dS ; \qquad (9)$$

$$M_к \leq \int_L (\sigma_б + \mu \sigma_а)\, z h\, dS ; \qquad (10)$$

$$\varepsilon_б \leq [\varepsilon_б] ; \qquad (11)$$

$$\varepsilon_а \leq [\varepsilon_а], \qquad (12)$$

где $N_к$ – нормальная сила в сечении от кратковременных нагрузок;

$M_к$ – момент в сечении относительно его крайней грани от кратковременных нагрузок;

L – контур осей стен в поперечном сечении ;

S – координата точки оси стены в сечении ;

$\sigma_б, \sigma_а$ – напряжения в бетоне и арматуре элемента сечения с координатой S от кратковременных нагрузок (дополнительные к ранее установившимся напряжениям от постоянных и временных длительно действующих нагрузок);

μ – коэффициент армирования ($\mu = \frac{dF_а}{h\,dS}$) элемента с координатой S ;

h – толщина стены в точке с координатой S ;

z – расстояние от грани сечения, относительно которой определяется момент $M_к$, до точки с координатой S ;

$\varepsilon_б, \varepsilon_а$ – полные силовые деформации бетона и арматуры в этой точке ;

$[\varepsilon_а]$ – расчетное предельное значение относительных деформаций удлинения арматуры, принимаемое для арматурной стали класса А-II и А-III равным $1{\cdot}10^{-2}$;

$[\varepsilon_б]$ – предельная относительная деформация сжатия плакопемзобетона в старом возрасте (значение $[\varepsilon_б]$ принимается по п.5.7) .

Распределение деформаций $\varepsilon_б^к$ и $\varepsilon_а^к$ от кратковременных нагрузок по сечению принимается по закону плоскости.

Зависимость между деформациями и напряжениями допускается принимать в виде

$$\sigma_б = \frac{E_б \varepsilon_б}{1+\lambda_р \frac{E_б \varepsilon_б}{R^н_{пр}}} - \frac{E_б(\varepsilon_б - \varepsilon^б_б)}{1+\lambda_р \frac{E_б(\varepsilon_б - \varepsilon^б_б)}{R^н_{пр}}} ; \qquad (13)$$

$$\sigma_а = \begin{cases} E_а \varepsilon_а , & если \ \varepsilon_а \leq \frac{R_а}{E_а} ; \qquad (14) \\ R_а , & если \ \varepsilon_а \geq \frac{R_а}{E_а} , \qquad (15) \end{cases}$$

где $E_б$ – начальный модуль упругости бетона, кг/см2 (принимается по п.5.5) ;

$R_а$ – расчетное сопротивление арматуры, кг/см2 ;

$E_а$ – модуль упругости арматуры, кг/см2 ;

$R^н_{пр}$ – нормативная призменная прочность бетона, кг/см2, которую следует принимать равной 0,8 от марки шлакопемзобетона;

$\lambda_р$ – коэффициент пластичности шлакопемзобетона в момент разрушения (принимается по п.5.7).

Условие совместности деформаций арматуры и бетона считается выполняющимся вплоть до разрушения. Эпюру ε рекомендуется отыскивать методом простого перебора.

Напряжения и деформации бетона и арматуры от постоянных и длительно действующих нагрузок, предшествующих кратковременному загружению, определяются в соответствии с п.6.3.

Допускается представлять интегралы (9) и (10) в виде конечных сумм, разбивая сечение на элементарные участки. Построение области допустимых значений $M_к$ и $N_к$ может быть выполнено при помощи программы "Предел" (приложение 2).

6.7. Толщина стен из шлакопемзобетона должна быть не менее 200 мм.

6.8. Расчет наружных стен по теплопроводности должен производиться в соответствии с требованиями СНиП П-А.7-62 "Строительная теплотехника. Нормы проектирования". В случае применения рекомендуемых в разд.3 составов шлакопемзобетона в башенных копрах на территории Днепропетровской, Донецкой, Ворошиловградской и Рос-

товской областей при толщине наружных стен в зоне помещений с расчетной температурой воздуха +16°С не менее 300 мм теплотехнический расчет можно не производить.

7. ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ БАШЕННЫХ КОПРОВ

7.1. Работы по сооружению монолитных железобетонных башенных копров из шлакопемзобетона должны производиться в соответствии с "Руководством по строительству башенных копров с применением скользящей опалубки", К., 1965.

7.2. При проектировании оборудования для подъема скользящей опалубки величина удельных сил трения и сцепления опалубки со шлакопемзобетоном принимается равной величине сцепления с тяжелым бетоном.

7.3. Шлакопемзобетон должен приготавливаться на приобъектных бетонно-растворных узлах (БРУ).

7.4. Рекомендуемые в разд.3 составы бетона должны быть скорректированы в соответствии с результатами пробных замесов на материалах, предназначенных для приготовления шлакопемзобетона на приобъектном бетонно-растворном узле.

7.5. Бетонная смесь, предназначенная для конструкций, возводимых в стационарной опалубке (плита фундамента и перекрытия, покрытия и балки), должна иметь осадку конуса 1-3 см .

7.6. Бетонная смесь, предназначенная для несущих стен башенных копров, возводимых в скользящей опалубке, должна иметь осадку конуса 4-6 см.

7.7. Подвижность шлакопемзобетонной смеси с течением времени снижается, поэтому бетон должен быть уложен в опалубку в течение I ч с момента его приготовления.

7.8. Разница во времени между бетонированием отдельных слоев не должна превышать 30 мин.

7.9. Для улучшения качества поверхностей стен щиты скользящей опалубки не должны поглощать влагу. При применении деревянных щитов поверхности, соприкасающиеся с бетоном, необходимо обить кровельным железом.

7.10. Укладка и уплотнение шлакопемзобетона в опалубку (стационарную или скользящую) производятся аналогично укладке и уплотнению обычного тяжелого бетона.

7.II. Скорость движения опалубки зависит от температуры воздуха и устанавливается опытным путем на основе наблюдений за состоянием бетона, выходящего из опалубки. Освобождающийся бетон должен слегка вдавливаться пальцем и подвергаться затирке. При температуре воздуха +20°С оптимальная скорость движения опалубки составляет ~ 20 см/ч.

7.I2. Наружные и внутренние поверхности стен башенного копра по мере выхода из опалубки должны немедленно затираться терками, смачиваемыми в воде.

7.I3. При жаркой погоде и сухом ветре поверхности стен следует поливать водой 4-5 раз в сутки.

7.I4. Контроль за качеством бетона должен производиться в соответствии с указаниями СНиП III-В.I-62 "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Общие правила производства и приемки работ".

7.I5. Прочность и объемный вес шлакопемзобетона определяются путем испытания кубиков размером I5xI5xI5 см в соответствии с ГОСТ II050-64 "Бетон легкий на пористых заполнителях. Методы определения прочности и объемного веса". Оценка результатов испытаний производится в соответствии с п.2.I7 СНиП II-А.I0-62 (примечания 2 и 3).

П Р И Л О Ж Е Н И Я

Приложение I

ПРОГРАММА "ПОЛЗУЧЕСТЬ" ДЛЯ ЭЦВМ "МИНСК-22"

Транслятор МЭИ-3

```
'BEGIN'
   'INTEGER' I, J, N, Z.,
   INPUT (1,N).,
   OUTPUT (4,' (I'),N).,
   OUTPUT (4,' (T'),'(:/')).,
   'BEGIN'
      'REAL'M, EA, RA,E0, E1,B,A,A0,B1.B2,B3,B4,B5,B6,C,V1,
       V2,V3,V4,V5,V6,L,G,Y2,Y3.,
      'ARRAY' E2,p,D (/1:N/),SUMMA (/2:N/),SIGMA,SA (/1:N/).,
      'REAL' 'PROCEDURE'K(X,S).,
      'VALUE'X,S.,
      'REAL'X,S.,
      'BEGIN'
         'REAL'Y,Y1,Y4,Y5.,
         Y:=A0+B1xEXP(-(V1xS))+B2xEXP(-(V2xS))+B3xEXP(-(V3xS)
         ).,
         Y1:=C+B4xEXP(-(V4xS))+B5xEXP(-(V5xS))+B6xEXP(-(V6xS)
         ).,
         Y4:=A0+B1xEXP(-(V1xX))+B2xEXP(-(V2xX))+B3xEXP(-(V3xX
         )).,
```

```
   Y5:=C+B4xEXP(-(V4xX))+B5xEXP(-(V5xX))+B6xEXP(-(V6xX)
   )).,
   K:=1/(EOx(1-E1xEXP(-(BxB))))+Y-(((Y4-Y5)/(1/EXP(-(GxX
   ))-A))x(1/EXP(-(CxS))-A)-Y1xEXP(-(Lx(X-S)))+1/(MxEA)
'END'.,
'REAL''PROCEDURE'P(X).,
'VALUE'X.,
'INTEGER'X.,
F:=P(/X/)/(MxEA)-E2(/X/).,
INPUT(1,EA,RA,EO,E1,B,A,AO,B1,B2,B3,B4,B5,B6).,
INPUT(1,M,C,V1,V2,V3,V4,V5,V6,L,G,E2,P).,
OUTPUT(4,'(EBB+D,6DM+2D'),M,EA,RA,EO,E1,B).,
OUTPUT(4,'(T'),'(:/')).,
OUTPUT(4,'(EBB+D,6DM+2D'),A,AO,B1,B2,B3,B4).,
OUTPUT(4,'(T'),'(:/')).,
OUTPUT(4,'(EBB+D,6DM+2D'),B5,B6,C,V1,V2,V3).,
OUTPUT(4,'(T'),'(:/')).,
OUTPUT(4,'(EBB+D,6DM+2D'),V4,V5,V6,L,G).,
OUTPUT(4,'(T'),'(:/:/')).,
OUTPUT(4,'(EBB+D,6DM+2D'),E2,P).,
OUTPUT(4,'(T'),'(:/:/')).,
D(/1/):=F(1)/K(1,0,5).,
'FOR'J:=2'STEP'1'UNTIL'N'DO'
'BEGIN'
   Y2:=J.,
   SUMMA(/J/):=0.,
   'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'J-1'DO'
   'BEGIN'
   Y3:=1.,
```

```
            SUMMA(/J/):=SUMMA(/J/)+K(Y2,Y3 -0.5)xD(/1/)
            'EFD'.,
            D(/J/):=(F(Y2)-SUMMA(/J/))/K(Y2,Y2-0.5)
        'END'.,
        'FOR'J:=1'STEP'1'UNTIL'N'DO'
        'BEGIN'
            SIGMA(/J/):=0.,
            'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'J'DO'SIGMA(/J/):=SIGMA(/J/)+D
            (/I/).,
            SA(/J/):=(P(/J/)-SIGMA(/J/))/M.,
            'IF'SA(/J/)-RA'GT'O'THEN''GOTO'H
        'END'.,
        H:Z:=J.,
        'FOR'J:=Z'STEP'1'UNTIL'N'DO'
        'BEGIN'
            SIGMA(/J/):=SIGMA(/Z/)+P(/J/)-P(/Z/).,
            SA(/J/):=(P(/J/)-SIGMA(/J/))/M
        'END'.,
        'FOR'J:=1'STEP'1'UNTIL'N'DO'
        'BEGIN'
            OUTPUT(4,'(EBB+D,6D#+2D'),J,SIGMA(/J/),SA(/J/)).,
            OUTPUT(4,'(T'),'(:/'))
        'END'
    'END'
'END'
```

Инструкция к программе "Ползучесть"

Программа составлена на Алголе (входной язык транслятора МЭИ-3) и реализует методом Боголюбова-Крылова решение интегрального уравнения типа Вольтерра второго рода, описывающего совместное деформирование бетона и арматуры несущей стены при возрастающей в процессе бетонирования нагрузке от веса вышележащей части сооружения.

Программа работает с исходными данными, вводимыми в следующем порядке:

N – конечная величина времени t , сутки

(для установления практически полного влияния усадки и ползучести шлакопемзобетона на распределение напряжений в арматуре и бетоне достаточно принять N = 200 суткам);

EA – модуль упругости арматуры E_a , кг/см2 ;

RA – расчетное сопротивление арматуры R_a , кг/см2 ;

E0 – конечное значение модуля упругости шлакопемзобетона $E_б^0$, кг/см2, принимаемое по табл.2 ;

E1 = 0,583 ; B = 0,144 ; A = 0,8 ; A0 = $50 \cdot 10^{-7}$;

B1 = $65 \cdot 10^{-7}$; B2 = $56{,}4 \cdot 10^{-7}$; B3 = 0 ; B4 = $60 \cdot 10^{-7}$;

B5 = 0 ; B6 = 0 ;

M – коэффициент армирования μ ;

C = $7 \cdot 10^{-7}$; V1 = 0,0314 ; V2 = 0,217 ; V3 = 0 ;

V4 = 0,098 ; V5 = 0 ; V6 = 0 ; L = 5 G = 0,01 ;

массив E2 , представляющий собой величины относительных деформаций усадки $\varepsilon_y(\tau)$ шлакопемзобетона, вычисляемые по формуле (3), с шагом по τ = I сутках ;

массив P , представляющий собой величины удельной нагрузки $p(\tau)$, кг/см2, с шагом по τ = I суткам.

Программа выводит на печать исходные данные (для контроля) и результаты счета. Результаты счета выводятся на печать в следующем порядке:

t – срок в днях с момента начала загружения сечения;

$\sigma_б(t)$, кг/см2 – текущие напряжения в бетоне ;

$\sigma_а(t)$, кг/см2 – текущие напряжения в арматуре (по три указанных величины в строке).

Приложение 2

ПРОГРАММА "ПРЕДЕЛ" ДЛЯ ЭЦВМ "МИНСК-22"

Транслятор МЭИ-3

```
'BEGIN'
   'INTEGER'IMAX,JMAX.,
   INPUT(1,IMAX,JMAX).,
   OUTPUT (4,'(Z')',IMAX,JMAX).,
   'BEGIN'
      'REAL'LP,EPSB,EPSA,RB,RA,EO,EA,EL,ER,N,M,ET,K,EAP,S,ES,
      SA,SB,A,B,C,D,W,S1,S2.,
      'INTEGER'I,J1,J2.,
      'REAL''ARRAY'F,R,Z,SBO,SAO,EPSO(/1:IMAX/).,
      INPUT(1,LP,EPSB,EPSA,RB,RA,EO,EA,F,R,Z,SBO,SAO,EPSO).,
      OUTPUT(4,'(Z')',LP,EPSB,EPSA,RB,RA,EO,EA,F,R,Z,SBO,SAO,E
      PSO).,
      EAP:=RA/EA.,
      A:=LP/RB.,
      B:=AxEO.,
      SA:=EPSB-SBO(/1/)/(EOx(1-AxSBO(/1/))).,
      SB:=EPSB-SBO(/IMAX/)/(EOx(1-AxSBO(/IMAX/))).,
      W:=EPSA+EPSB.,
      'FOR'J1:=1'STEP'1'UNTIL'JMAX'DO'
      'BEGIN'
         EL:=SA-(EPSA+SA+EPSO(/1/))x(J1-1)/(JMAX-1).,
```

```
'FOR'J2:=1'STEP'1'UNTIL'JMAX'DO'
'BEGIN'
ER:=SB-(EPSA+SB+EPSO(/JMAX/))x(J2-1)/(JMAX-1).,
K:=(ER-EL)/Z(/IMAX/).,
N:=M:=0.,
'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'IMAX'DO'
'BEGIN'
ET:=EL+KxZ(/I/).,
D:=ET+EPSO(/I/).,
'IF'ET'GE'O'THEN'
'BEGIN'
C:=SBO(/I/)/(EOx(1-AxSBO(/I/))).,
ES:=ET+C.,
'IF'D'LE'EPSA'AND'ES'LE'EPSB'THEN'
'BEGIN'
S:=EOxET/((1+BxC)x(1+BxES)).,
S:=F(/I/)x(S+R(/I/)xEAx('IF'D'LE'EAP'THEN'ET'ELSE'EA'
P-EPSO(/1/))).,
N:=N+S.,
M:=M+SxZ(/I/)
'END'
'END''ELSE''IF'-D'LE'EPSA'THEN'
'BEGIN'
S1:='IF'ABS(ETxEO)'LE''SBO(/1/)'THEN'ETxEO'ELSE'-
SBO(/1/).,
S2:='IF'ABS(D)'LE'EAP'THEN'ET'ELSE'-EAP-EPSO(/1/).,
S:=F(/1/)x(R(/1/)xEAxS2+S1).,
N:=N+S.,
M:=M+SxZ(/1/)
    'END'
    'END'.,
```

```
      OUTPUT(4,'(ZB-8D,8D'),EL,ER,N,M).,
      OUTPUT(4,'(T'),'(:/'))
      'END'
    'END'.,
    N:=M:=0.,
    'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'IMAX'DO'
    'BEGIN'
      S:=F(/I/)x(SBO(/I/)+R(/I/)xSAO(/I/)).,
      N:=N+S.,
      M:=M+SxZ(/I/)
        'END'.,
        OUTPUT(4,'(ZB-8D,8D'),0,0,N,M)
    'END'
'END'
```

Инструкция к программе "Предел"

Программа составлена на Алголе (входной язык транслятора МЭИ-3) и предназначена для вычисления нормальной силы и изгибающего момента * в сечении копра от кратковременных нагрузок по формулам (9) и (10) при различных, но подчиняющихся закону плоскости эпюрах δ^N_δ , при которых $\delta_\delta \le [\delta_\delta]$. Перебор вариантов эпюр в указанных пределах осуществляется автоматически. Результаты счета в плоскости $M_к - N_к$ заполнят область допустимых пар значений этих величин.

Для выполнения расчета сечение разбивается линиями, перпендикулярными направлению действия момента, на малые элементы (сечение при этом достаточно разбить на 10-15 участков).

Исходные данные для расчета вводятся в следующем порядке:

IMAX – число участков в сечении;

JMAX – число значений $\delta^к$ краевых волокон, принимаемое при переборе возможных эпюр $\delta^к$;

$\angle P$ – коэффициент пластичности при разрушении;

---

* относительно левой грани сечения

EPSB = $[\varepsilon_б]$;

EPSA = $[\varepsilon_а]$;

RB = $R^н_{пр}$;

RA = $R^н_а$;

EO = $E_б$;

EA = $E_а$;

F[1:IMAX]- массив площадей элементарных участков сечения;

R[1:IMAX]- массив коэффициентов армирования этих участков ;

Z[1:IMAX]- массив расстояний центров этих участков от левой грани сечения;

SBO[1:IMAX]- массив напряжений в бетоне этих участков от предшествующих загружений ;

SAO[1:IMAX]- массив напряжений в арматуре этих участков от предшествующих загружений ;

EPSO[1:IMAX]- массив деформаций этих участков от предшествующих загружений

Программа выводит на печать исходные данные в этом же порядке.

Результаты счета для каждой эпюры $\varepsilon^к$ на отдельной строке выводятся в следующем виде:

EL ER N M ,

где EL , ER - деформации крайних левого и правого волокон сечения, задающие эпюру $\varepsilon^к$;

N = $N_к$;

M = $M_к$;

Программа автоматически перебирает JMAX значений EL и ER . Граница области допустимых значений N и M определяется теми их значениями, которые соответствуют EL = $[\varepsilon_б]$, EL = $-[\varepsilon_а]$, ER = $[\varepsilon_б]$, ER = $-[\varepsilon_а]$

Сжатию во всех случаях соответствуют положительные значения напряжений и деформаций.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Стр.

I. Общие положения 3

2. Материалы для приготовления шлакопемзобетона 3

3. Рекомендуемые составы шлакопемзобетона . . . 4

4. Приготовление бетонной смеси 5

5. Расчетные характеристики материалов 5

6. Расчет и конструирование башенных копров . . 9

7. Технология возведения башенных копров . . . I3

8. Приложения I5

Госстрой СССР
Донецкий ПромстройНИИПроект

Р Е К О М Е Н Д А Ц И И

по применению легких конструктивных бетонов для несущих стен башенных копров, возводимых в скользящей опалубке

БП 01537. Ротапринт Донецкого ПромстройНИИПроекта. Заказ №151.
Объем I печ.л. Подписано к печати 22. I. 1973 г.
Тираж 100 экз. Цена 30 коп.

gost.e-ecolog.ru