



УДК 625.731

**Г.Ж. Айдарбеков**

Кызылординский государственный университет им. Коркыт ата, г. Кызылорда

**О ВЛАГОНАКОПЛЕНИИ ГРУНТА В ТЕЛЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА  
(ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ)**

Вопрос борьбы с пучинами на автомобильных дорогах является актуальным как для территории Казахстана, так и для различных регионов стран СНГ. Неблагоприятные грунтово-геологические условия, включающие наличие пучинистых грунтов, высокий уровень грунтовых вод или необеспеченный поверхностный сток характерны большинству дорог Казахстана, особенно на местной сети республики. Поэтому, при проектировании, для обеспечения надежной работы дороги в сложных грунтово-геологических условиях, требуется разработка комплекса противопучинистых мероприятий, приводящих к удорожанию стоимости строительства. В то же время, недоучет сложности грунтово-геологических условий либо несоблюдение требований проекта при строительстве нередко приводит к массовым проявлениям пучин на построенных дорогах. В результате, разрушение дорожной одежды, что затрудняет движение автотранспорта.

Одной из главных причин образования пучин на автомобильных дорогах является изменение водно-теплового режима в теле земляного полотна и в конструктивных слоях дорожной одежды. Как показывают результаты многочисленных исследований зарубежных и отечественных исследователей, появление пучин на дорогах в значительной степени зависит от влагонакопления грунта, расположенного у подножья земляного полотна автомобильных дорог или на зеленых полосах городских дорог.

Таким образом, влажность  $W$  земляного полотна находится в функциональной зависимости от суммарного воздействия климата, почвогрунтов, рельефа местности, грунтовых и поверхностных вод. В то же время на величину существенное влияние оказывают и конструктивные особенности дорожной одежды и земляного полотна, т.е. водопроницаемость покрытий, пористость нижних слоев дорожной одежды, коэффициент уплотнения земляного полотна и др. Эту зависимость можно выразить по формуле [1]:

$$W = f(\sum \Gamma_i \sum D_i), \quad (1)$$

где  $\Gamma_i$  - суммарное воздействие географического комплекса;  $D_i$  - суммарный дорожный комплекс.

Таким образом, исследование влагонакопления в грунтах земляного полотна должно основываться на совместном учёте геокомплекса и дорожной конструкции. Известно, что расчётная влажность  $W_p$  всегда будет находиться в пределах

$$W_{MAX} \geq W_p \geq W_{OPT}, \quad (2)$$

$$W_{MAX} = W_{п.в.} - v, \quad (3)$$

где  $W_{opt}$  - оптимальная влажность грунта, %;  $W_{п.в.}$  - полная влагоемкость грунта, %;  $v$  - объём заземленного воздуха в порах грунта, %.

Наиболее важной задачей для принятия оптимального проектного решения являются

определение прочностных и деформационных свойств местных грунтов в широком диапазоне плотности, влажности и их фильтрационной способности. Основываясь на результатах проведенных исследований и исходя из классификации В.М. Сиденко типов водно-теплового режима [2], для рассматриваемого региона установлены следующие типы водно-теплового режима земляного полотна, аналитическое выражение которого имеет вид

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \alpha \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \epsilon \frac{\partial W}{\partial T}, \quad (4)$$

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \pm \alpha_1 \frac{\partial^2 W}{\partial z^2} + \alpha_1 \epsilon_1 \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}, \quad (5)$$

где  $T$ ,  $W$  – температура, влажность на глубине  $z$  в момент времени  $t$ , град, доли единицы;  $\alpha$ ,  $\alpha_1$  – соответственно коэффициенты тепло- и влагопроводности грунта, м<sup>2</sup>/сутки;  $\epsilon$ ,  $\epsilon_1$  – коэффициенты, характеризующие теплообмен при фазовых превращениях и термомиграции влаги, град, 1/ч.

Рассмотрим математическую модель диффузно-инфильтрационного типа водно-теплового режима, представленную системой дифференциальных уравнений (1) и (2) как автомодельную задачу.

В этом случае начальные и граничные условия, полученные на основе экспериментальных исследований, можно записать следующим образом:

$$W(Z;0) = W_H, \quad W(0,T) = W_H (\Gamma + m_1 t), \quad W(\infty, T) = W_H, \quad (6)$$

$$t(Z;0) = T_H, \quad T(0,t) = T_H (1 - m_2 t), \quad t(\infty, t) = T_H, \quad (7)$$

где  $W_H$ ,  $T_H$  – начальное распределение влажности и температуры по глубине;  $m_1$ ,  $m_2$  – коэффициенты, характеризующие интенсивность изменения влажности и температуры во времени. Здесь  $[m_1] = 1/\text{ч}$  и  $[m_2] = \text{град}/\text{ч}$ :

$$m_1 = \frac{W_K - W_H}{W_H T}, \quad m_2 = \frac{T_H - T_K}{T_H t}, \quad (8)$$

где  $T_K$ ,  $W_K$  – значения температуры и влажности в конце влагонакопления при глубине  $Z=0$ ;  $t$  – время влагонакопления, сутки.

Для решения системы уравнений (1) и (2) при начальных и граничных условиях (3) и (4) проведем преобразование уравнений к виду:

$$\frac{\partial(T - \epsilon W)}{\partial t} = \frac{\partial^2(T\alpha)}{\partial Z^2}; \quad \frac{\partial W}{\partial t} = \frac{\partial^2(\alpha_1 W)}{\partial Z^2} + \frac{\partial^2(T\alpha_1 \epsilon_1)}{\partial Z^2}.$$

$$\frac{\partial W}{\partial t} = \alpha_1 \frac{\partial^2 W}{\partial Z^2} + \alpha_1 \epsilon_1 \frac{\partial^2 T}{\partial Z^2}$$

или

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial(T - \epsilon W)}{\partial t} &= \frac{\partial^2(\alpha T)}{\partial Z^2}; \\ \frac{\partial W}{\partial t} &= \frac{\partial^2(\alpha_1 \epsilon_1 T + \alpha_1 W)}{\partial Z^2}. \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Второе уравнение системы (5) умножим на коэффициент  $A$  ( $A = \text{Const}$ )

$$\frac{\partial A W}{\partial t} = \frac{\partial^2}{\partial Z^2} [A \alpha_1 \epsilon_1 T + \alpha_1 A W]. \quad (10)$$

Коэффициент  $A$  определим из условия (10) по равенству функций:

$$A = \frac{\alpha_1 + \epsilon \epsilon_1 \alpha_1 - \alpha \pm \sqrt{D}}{2\alpha_1 \epsilon_1},$$

где дискриминант квадратного уравнения будет иметь вид

$$D = (\alpha_1 + \epsilon \epsilon_1 \alpha_1 - \alpha)^2 + 4\epsilon \alpha > 0, \text{ т.к. } \epsilon > 0; \alpha > 0.$$

Так что  $\alpha, \alpha_1, \epsilon, \epsilon_1$  - положительные величины и поэтому  $D > 0$  и  $D \neq 0$ .

Уравнение (8) напомним в безразмерном виде:

$$t = \tau \frac{H^2}{\alpha}, \quad Z = H \hat{Z} \quad (11)$$

или

$$\frac{\partial \psi(\hat{Z}, \tau)}{\partial \tau} = a_0 \frac{\partial^2}{\partial \hat{Z}^2} \psi(\hat{Z}, T), \quad (12)$$

где  $a_0 = \left(1 + A \epsilon_1 \frac{\alpha_1}{\alpha}\right) = \frac{\alpha + \alpha_1 + \alpha_1 \epsilon \epsilon_1 + \sqrt{D}}{2\alpha}.$

Из равенства (10) и (12) находим функцию температуры в виде

$$T_{(\eta)} = F(\eta) - (A - \epsilon)W. \quad (13)$$

Введем функцию

$$\Phi(\eta) = W^1(\eta). \quad (14)$$

Тогда последнее уравнение примет вид

$$\frac{\alpha_1 \epsilon_1 (A - \epsilon) - \alpha_0}{\alpha \alpha_0} \Phi^1(\eta) + \frac{1}{2} \eta \Phi(\eta) = -\frac{\alpha_1 \epsilon}{\alpha \alpha_0} F^{11}(\eta).$$

Введем величины  $\alpha^*$  и  $\beta^*$ :

$$\alpha^* = \frac{\alpha_1 \epsilon_1 (A - \epsilon) - \alpha_1}{\alpha \alpha_0}, \quad \beta^* = \frac{\alpha_1 \epsilon}{\alpha \alpha_0}$$

и разделим уравнение на  $\alpha^*$ , и тогда получим обыкновенное дифференциальное уравнение Эйлера в виде

$$\Phi^1(\eta) + \frac{1}{2\alpha^*} \eta \Phi(\eta) = -\frac{\beta^*}{\alpha^*} F^{11}(\eta), \quad (15)$$

$$P(\eta) = \int \frac{1}{2\alpha^*} \eta d\eta = \frac{\eta^2}{4\alpha^*}; \quad Q(\eta) = -\frac{\beta^*}{\alpha^*} F^{11}(\eta).$$

Решение уравнения (15) будет:

$$\Phi(\eta) = \exp\left[-\frac{\eta^2}{4\alpha^*}\right] \left\{ \int_0^\eta \exp\left[\frac{\xi^2}{4\alpha^*}\right] \left[ -\frac{\beta^*}{\alpha^*} F^{11}(\xi) \right] d\xi + C_1 \right\},$$

т.к.  $F(\eta) = (\psi_H - \psi_K) \operatorname{erf}\left(\frac{\eta}{2}\right) + \psi_K$ , то решение уравнения (15) напишется в виде:

$$\Phi(\eta) = \exp\left[-\frac{\eta^2}{4\alpha^*}\right] \left\{ C_1 + \left[ F^1(\eta) \exp\left(+\frac{\eta^2}{4\alpha^*}\right) - \frac{\eta}{2\alpha^*} F(\eta) \exp\left(\frac{\eta^2}{4\alpha^*}\right) + \right. \right.$$

$$+ \int \left[ F(\xi) \left( \frac{\xi}{2\alpha^*} + \frac{\xi^2}{4\alpha^*} \right) \exp \left( \frac{\xi^2}{4\alpha^*} \right) \right] d\xi \}. \quad (16)$$

Функции  $F(\eta) = (\psi_K - \psi_H) \operatorname{erf} \left( \frac{\xi}{2} \right) + \psi_H$  и  $F^1(\xi) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \exp \left( -\frac{\xi^2}{2} \right) (\psi_K - \psi_H)$ . Откуда находим, что  $F(0) = \psi_K$ ;  $F^1(0) = \frac{(\psi_K - \psi_H)}{\sqrt{\pi}}$ .

Тогда для функции  $\Phi(\eta) = W^1(\eta)$ :

$$\begin{aligned} \Phi(\eta) = W^1(\eta) = C_w^* + C_1 \exp \left( -\frac{\eta^2}{4\alpha^*} \right) + F^1(\eta) + \\ + \exp \left( -\frac{\eta^2}{4\alpha^*} \right) \left\{ \int_0^\eta F(\xi) \left[ \frac{\xi}{2\alpha^*} + \left( \frac{\xi}{2\alpha^*} \right)^2 \right] \exp \left( \frac{\xi^2}{4\alpha^*} \right) d\xi \right\}, \end{aligned} \quad (17)$$

где  $C_w^*$  - величина обеспечивающая  $\frac{dW}{d\eta} \Big|_{\eta=0} = 0$ ;  $W(0) = W_K$ .

Интегрируя полученное равенство (17) по  $\eta$  с граничным условием  $W(0) = W_K$  получим *распределение влаги* в рассматриваемой области [3]:

$$\begin{aligned} W(\eta) = C_w^* \eta + C_1 \int_0^\eta \exp \left( -\frac{\eta^2}{4\alpha^*} \right) d\eta + F(\eta) - T_K - (A - \epsilon) W_K + \\ + \int_0^\eta \left\{ \exp \left( -\frac{S^2}{4\alpha^*} \right) \int_0^S \left\{ F(\xi) \left[ \frac{\xi}{2\alpha^*} + \left( \frac{\xi}{2\alpha^*} \right)^2 \right] \exp \left( \frac{\xi^2}{4\alpha^*} \right) d\xi \right\} dS \right\} + W_K. \end{aligned}$$

При  $Z=0$ ,  $\eta=0$  и  $W(0) = W_K$ ; при  $\tau=0$   $\eta \rightarrow \infty$  и  $W_\infty \rightarrow W_H$  - согласно начальному условию. Из полученного равенства получаем коэффициент  $C_1$  при  $t=0$  в начале процесса, то  $\eta \rightarrow \infty$ ; откуда получим  $C_w = \frac{\psi_K - \psi_H}{\sqrt{\pi\alpha^*}}$ .

$$W(\infty) = W_H = C_1 \int_0^\infty \exp \left( -\frac{\eta^2}{4\alpha^*} \right) d\eta + \psi_H - \psi_K + I_\infty + W_K.$$

Здесь  $\psi_H - \psi_K = T_H - T_K + (A - \epsilon)(W_H - W_K)$ ,

$$\text{где} \quad I_{(\infty)} = \int_0^\infty \left[ \exp \left( -\frac{S^2}{4\alpha^*} \right) \int_0^S F(\xi) \left[ \frac{\xi}{2\alpha^*} + \left( \frac{\xi}{2\alpha^*} \right)^2 \right] \exp \left( \frac{\xi^2}{4\alpha^*} \right) d\xi \right] dS. \quad (18)$$

$$C_1 = \{ W_K - W_H + T_H + (A - \epsilon) W_H - T_K - (A - \epsilon) W_K + I(\infty) \} \int_0^\infty \exp \left( -\frac{\eta^2}{4\alpha^*} \right) d\eta,$$

$$\begin{aligned} \int_0^\infty \exp \left( -\frac{\eta^2}{4\alpha^*} \right) d\eta &= \int_0^\infty e^{-\frac{S^2}{2}} \sqrt{2\alpha^*} dS = \sqrt{2\alpha^*} \int_0^\infty e^{-\frac{S^2}{2}} dS = \sqrt{2\alpha^*} \int_0^\infty e^{-\frac{S^2}{2}} dS = \\ &= \sqrt{2\alpha^*} \Phi(\infty) \frac{\sqrt{2\pi}}{2} = \int_0^\infty \exp \left( -\frac{\eta^2}{4\alpha^*} \right) d\eta = \frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{\alpha^*}}; \text{ т.к. } \Phi(\infty) = 1. \end{aligned}$$

Так что определим коэффициент  $C_1$  из равенства

$$C_1 = \sqrt{\frac{\alpha^*}{\pi}} [W_K - W_H + T_H - T_K + (W_H - W_K)(A - \epsilon) + I_\infty],$$

$$C_W^* = W_K - \frac{(\psi_K - \psi_H)\sqrt{2}}{\sqrt{\pi}}.$$

Откуда получим

$$W_K = \frac{1}{\sqrt{\pi} + A - \epsilon} [(A - \epsilon)W_H - (T_K - T_H)]. \quad (19)$$

Таким образом, для изменения влажности имеем

$$W(\eta) = R(\eta) + F(\eta) + C_1 \int_0^\eta \exp\left(-\frac{\eta^2}{4\alpha^*}\right) d\eta + W_K. \quad (20)$$

При  $t \rightarrow 0$ ,  $\eta \rightarrow \infty$  и  $W(\infty) = W|_{t=0} = W_H < \infty$ , поэтому  $C_W^* = 0$ .

$$R(\eta) = \int_0^\eta \exp\left(-\frac{S^2}{4\alpha^*}\right) \left\{ \int_0^S F(\xi) \left[ \frac{\xi}{2\alpha^*} + \frac{\xi^2}{4\alpha^{*2}} \right] \exp\left(-\frac{\xi^2}{4\alpha^*}\right) d\xi \right\} d\eta, \quad (21)$$

учитывая равенство (9) определим изменение температуры  $T(\eta) = \psi(\eta) - (A - \epsilon)W(\eta)$ . Откуда, из равенств (12), (17)-(19), получим изменение температуры в земляном полотне дороги с учетом тепломассообмена в ее грунтовом теле:

$$T(\eta) = [T_H - T_K + (A - \epsilon)W_K] \sqrt{\frac{\pi}{2}} \operatorname{erf}\left(\frac{\eta}{2}\right) - (A - \epsilon)[R(\eta) + F(\eta) +$$

$$+ \sqrt{\frac{\pi\alpha^*}{2}} C_1 \operatorname{erf}\left(\frac{\eta}{2\sqrt{\alpha^*}}\right) \sqrt{\frac{\pi}{2}} - (A - \epsilon)W_K + T_K],$$

здесь  $C_1 = \sqrt{\frac{\alpha^*}{\pi}} [W_K - W_H + T_H - T_K + (W_H - W_K)(A - \epsilon) + I_\infty]$ .

Из условия  $C_W^* = 0$  находим

$$W_K = \frac{T_K - T_H}{\sqrt{\frac{\pi}{2}} + \epsilon - A} - \frac{A - \epsilon}{\sqrt{\frac{\pi}{2}} + \epsilon - A} W_H.$$

По результатам расчета получена номограмма, в которой можно выбрать тип грунта в зависимости влагонакопления от естественной влажности грунта (рис. 1).

Таким образом, на автомобильных дорогах пучинообразования прямым образом зависят от содержания влаги в теле земляного полотна и грунтовом основании дорожной одежды, а также его морозоустойчивости. В связи с этим предлагаемый алгоритм устанавливает закономерные связи между температурой и естественной влажностью грунта, между влажностью и морозоустойчивостью. В конечном счете – эти результаты также могут быть полезными при выборе конструкции основания дорожной одежды из укрепленных различными теплоустойчивыми и прочными материалами.



Рисунок 1 – Зависимость влагонакопления от естественной влажности грунта:

1 – супесь пылеватая; 2 – суглинок легкий; 3 – суглинок тяжелый; 4 – глина

Список литературы

1. Корсунский М.Б. Исследование водно-теплого режима земляного полотна и дорожных одежд на постоянных станциях / М.Б. Корсунский, П.Д. Россовский, В.Н. Гайворонский // Материалы V Всесоюзного науч.-техн. совещания по основным проблемам технического прогресса в дорожном строительстве. – 1971. – № 3. – М.: МАДИ, 1971. – С. 17-26.
2. Сиденко В.М. Расчёт и регулирование водно-теплого режима дорожных одежд и земляного полотна. – М.: Автотрансиздат, 1962. – С. 116.
3. Попова З.А. Исследование грунтов для дорожного строительства. Лабораторные и практические работы. – М.: Транспорт, 1985. – 126 с.

Получено 03.12.2010

УДК 626.8:631

**Р.Т. Байтелиев**

АО «Мойнакская ГЭС», г. Алматы

**С.К. Шилибеков**

Таразский государственный университет им. М.Х. Дулати, г. Тараз

**ИСТОЧНИКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОЙНАКСКОЙ ГЭС**

Основные сооружения Мойнакской ГЭС расположены на юго-востоке Казахстана на территории Райымбекского района Алматинской области на западной петле р. Чарын (рис. 1).

Мойнакская ГЭС представляет собой гидроэнергетический комплекс с регулированием Бестюбинского водохранилища, предназначенный для обеспечения потребности в электроэнергии и ирригации. Гидроузел состоит из каменной плотины с глинистым водопроницаемым ядром, подводящей деривации и зданий ГЭС, а также водоотводящего сооружения. При отметке НПУ 1770 м, высота плотины составляет 94 м, отметка вершины плотины – 1776 м, общий объем водохранилища составляет 238 млн м<sup>3</sup>. Применяется туннельная деривация на правом берегу, общая протяженность трассы туннеля составляет около 9,213 км, в том числе: длина деривационного туннеля – около 4,912 км, длина турбинного водовода – 4,301 км. Максимальный напор 473 м, установленная мощность 300 МВт.



Рисунок - Место нахождения Мойнакской ГЭС: 1 – Мойнакская ГЭС

### Основные сооружения Мойнакской ГЭС:

- станционный узел Мойнакской ГЭС;
- шахта аварийно-ремонтного затвора с механизмом подъема водоприемника ГЭС (входной оголовок запроектирован и строится казахстанской стороной);
- деривационный туннель длиной 4912,0 м подковообразного сечения 5,0×7,0 м и круглого сечения диаметром 5,6 м и 4,1 м. По геологическим условиям во вмещающих породах применяется 3 вида обделки: крепление анкерами и торкрет-бетоном с арматурой; железобетонная обделка; обделка стальным листом с торкретированием чистым бетоном;
- уравнильный резервуар шахтного типа (диаметр шахты 6 м, глубина 175,0 м) с верхней камерой;
- напорный турбинный туннель длиной 4301,2 м и диаметром 4,1 м, железобетонная обделка на начальном участке длиной 950 м и обделка стальной облицовкой с затрубным бетоном на остальных участках длиной 3351,2 м;
- здание ГЭС с двумя гидроагрегатами с турбинами активного типа (Pelton) номинальной мощностью по 150 МВт.

В настоящее время основным источником фонового загрязнения атмосферы в этом районе является автотранспорт. Превышение ПДК по соответствующим ингредиентам по данным РГП «Казгидромет» нет [1].

При строительстве основных сооружений Мойнакской ГЭС источниками выделения и выбросов загрязняющих веществ в атмосферу являются: погрузочно-разгрузочные работы по перемещению грунта, транспортировка, хранение сыпучих материалов, буровзрывные работы, выбросы дробильно-сортировочного комплекса (ДСК), растворобе-

тонные узлы (РБУ), газосварочные работы, деревообработка, металлообработка, автотранспорт, склад ГСМ.

В связи с тем, что в разные года строительства будут выполнены разные виды и объемы работ, соответственно и объем эмиссий и количество источников выделения и выбросов загрязняющих веществ будут меняться.

К источникам залпового выброса относятся взрывы по проходке шахт и тоннелей и разгрузки сыпучих материалов из автосамосвалов.

Аварийных выбросов в атмосферу при строительстве не будет.

Естественные потери материалов при строительстве этого объекта, такие, как щебень, песок, бетон, древесина, полностью утилизируемые на ремонтные работы дорог и рекультивацию карьеров.

Основным выбросом в атмосферу является пыль неорганическая и выхлопные газы автотранспорта. Сокращение выбросов пыли при погрузочных работах в карьере песчано-гравийной смеси достигается увлажнением этой массы.

На дробильно-сортировочных комплексах и бетонно-растворных узлах сокращение пыли осуществляется двумя способами: предварительным увлажнением и пылеулавливающими системами.

В настоящее время во всем мире ДСК и РБУ комплектуются рукавно-тканевыми фильтрами на основе стеклоткани с 98-99,5 % улавливания пыли [2].

Четко прослеживается тенденция ухода от циклонного улавливания пыли. Это связано с тем, что эффективность очистки тканевых фильтров не зависит от скорости потока воздушной массы, тогда как при циклонной очистке эффективность определяется скоростью потока воздушной среды, проходящей через циклон. Скорость зависит от стабильности напряжения в электросети, потери скорости в трубопроводах, трения в подшипниках вентилятора и т.д. Расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере при максимальной загрузке оборудования показал, что наибольший вклад в интенсивность загрязнения атмосферы дает пыль неорганическая и выхлопные газы автотранспорта.

Наибольший вклад в загрязнение воздушной среды при строительстве основных сооружений Мойнакской ГЭС дают такие вещества, как пыль неорганическая и оксиды азота.

В связи с этим предлагается контролировать соблюдение норм ПДВ на границе санитарно-защитной зоны по пыли неорганической и оксидам азота.

В целях охраны условий жизнедеятельности человека, среды обитания растений, животных и других организмов вокруг промышленных зон и объектов хозяйственной и иной деятельности, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, создаются санитарно-защитные зоны (СЗЗ).

В соответствии с СанПиН № 334 от 08.07.2005 года размер СЗЗ на период строительства Мойнакской ГЭС составит 1000 м. Размеры СЗЗ с учетом розы ветров представлены в таблице 1. Эта СЗЗ полностью перекрывает СЗЗ по шуму и по электромагнитным излучениям (ЭМУ).

Таблица 1

*Размеры СЗЗ с учетом розы ветров*

Румбы	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ	Штиль
Р	4	7	17	24	11	14	16	7	25
Р <sub>0</sub>	0,32	0,56	1,36	1,92	0,88	1,12	1,28	0,56	2
$L=L_0 \cdot P/P_0$	320	560	1360	1920	880	1120	1280	560	2000



$P$  – среднегодовая повторяемость ветра рассматриваемого румба;  
 $P_0$  – повторяемость ветра одного румба при круговой розе ветров, для восьмирумбовой розы ветров  $P_0 = 12,5 \%$ ;

$C_{33}$ , установленная согласно расчету  $L_0 = 1000$ ;

$L$  – расчетный размер  $C_{33}$ .

Следует отметить, что по результатам расчета рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере превышение ПДК на границе  $C_{33}$  не наблюдается.

Указанное количество выбросов загрязняющих веществ практически не повлияет на атмосферный воздух, благодаря рассеиванию их горно-долинными ветрами.

Рекомендуемые мероприятия по сокращению отрицательного воздействия на воздушную среду при различных видах работ приведены ниже.

Для эффективного пылеподавления при буровых работах рекомендуется осуществлять промывку буровой скважины водой. Расход жидкости составит при использовании:

- ручных перфораторов – не менее 4,0 л/мин.;
- колонковых перфораторов – не менее 10,0 л/мин.;
- телескопных перфораторов – не менее 6,0 л/мин.;
- колонковых и телескопных перфораторов для бурения глубоких скважин – не менее 10,0 л/мин.;
- станков для бурения глубоких скважин – не менее 15 л/мин.;
- при бурении передовой скважины – 55 л/мин.

Для снижения пылевыделения и нейтрализации ядовитых газов при ведении взрывных работ необходимо:

- применить внутреннюю гидрозабойку или забойку гидростойкой (морозостойкой) при разработке мерзлых горных пород);
- устанавливать туманообразователи на расстоянии 10 - 15 м от груди забоя из расчета полного перекрытия сечения выработки факелом тумана. Туманообразователи должны включаться за 1-2 мин. до взрыва. Факел туманообразователя направляется навстречу взрывной волне.

При организации погрузочно-транспортных работ необходимо предусмотреть следующие мероприятия:

- произвести подготовку забоя перед погрузкой горной массы, т.е. обязательное проветривание, предварительное орошение отбитой горной массы и поверхности горной выработки на протяжении 10 – 15 м от места погрузки;
- запретить эксплуатацию машин без работающих оросителей.

Оросительные системы погрузочных машин обеспечат расход не менее 8 л воды на  $1 \text{ м}^3$  погруженной горной массы.

– с целью снижения пылеобразования во время выпуска породы из очистного блока при проходке шахт в местах выпуска и погрузки установить оросители или туманообразователи;

– при погрузке песчано-гравийной смеси производить увлажнение погружаемой массы водой;

- регулярно, при сухой погоде, производить полив дорожного покрытия;
- дробилки, вибросита, виброрешетки, места пересыпки, разгрузки оборудовать распылителями воды и аспирационными системами;
- места пересыпки, разгрузки песка и щебня оборудовать распылителями воды и аспирационными системами.

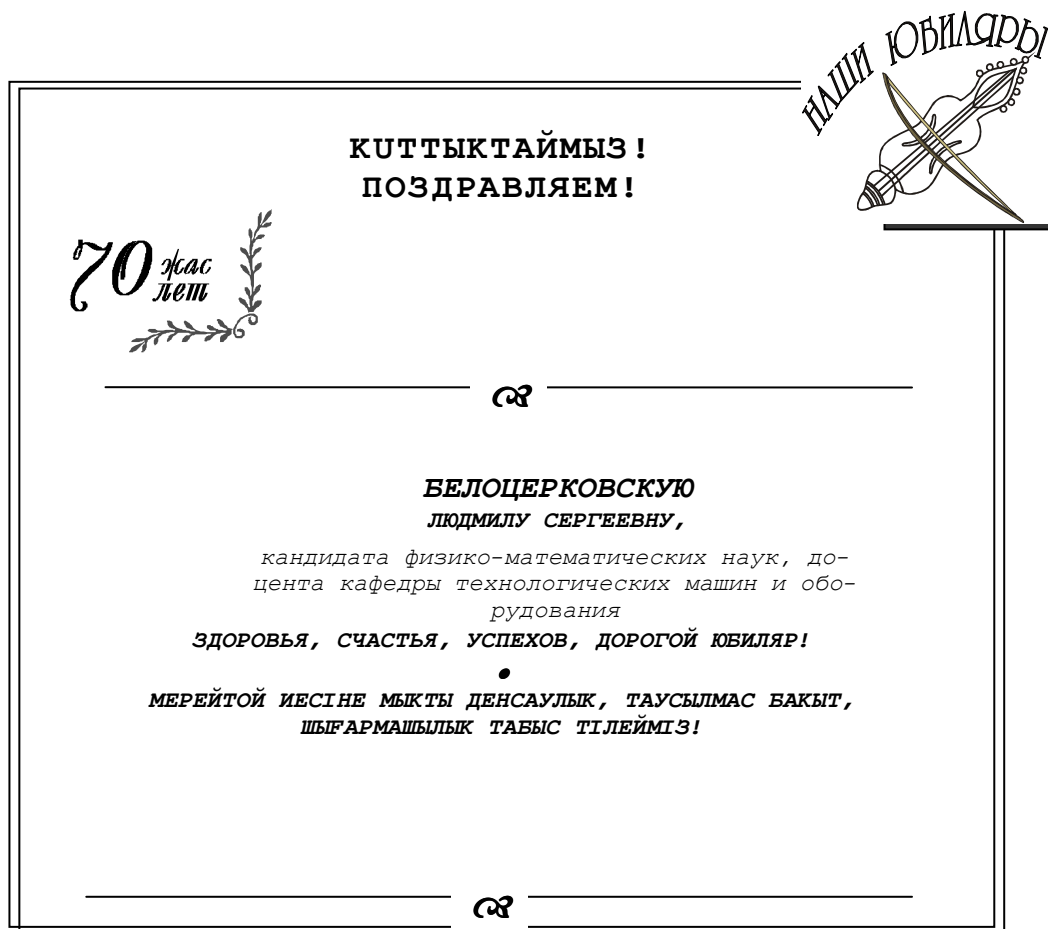
Генподрядчики должны обратить особое внимание внедрению малоотходных и безот-

ходных технологий, а также проведению специальных мероприятий по предотвращению (сокращению) выбросов в атмосферный воздух на уровне, соответствующем передовому мировому опыту.

Список литературы

1. Охрана окружающей среды и устойчивое развитие Казахстана / Под ред. А. Мешимбаевой. – Астана, 2008.
2. Лотош В.Е. Экология природопользования. – Екатеринбург: Изд-во УГЭУ, 2000. – 510 с.

Получено 30.11.2010



УДК 624.042.7

**Б.Е. Махиев, А.В. Хапип**

ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

**СЕЙСМОУСИЛЕНИЕ КАМЕННЫХ ЗДАНИЙ ВОЗВЕДЕНИЕМ МАНСАРДНЫХ ЭТАЖЕЙ**

Анализ сейсмических событий последних лет свидетельствует о возрастании сейсмической активности в горных районах Алтая. Так, Алтайское землетрясение 27 сентября 2003 года с магнитудой 7,3 балла является сильнейшим за всю историю сейсмических наблюдений в этом регионе [1]. 31 января 2005 года новый подземный толчок интенсивностью 3 балла ощутили жители Усть-Каменогорска и Зырянска. Его очаг был снова в зоне Алтайского землетрясения, магнитуда которого составила 5,3 балла. Процессы в очаговой зоне не прекратились, и слабые толчки были отмечены в феврале 2008 года и в июне 2009 года. Поэтому можно ожидать новых землетрясений, интенсивность которых на территории Восточного Казахстана может быть значительно больше.

С изменением карты сейсмического районирования площадь сейсмоопасных районов существенно выросла. В эту зону попадают такие крупные города, как Усть-Каменогорск, Риддер и Зырянск, где возможны землетрясения интенсивностью до 7 баллов.

Между тем здания существующей застройки являются потенциально сейсмоопасными, так как были построены до введения в действие новой карты сейсмического районирования, и антисейсмические мероприятия в них предусмотрены не были [2]. В частности, к ним относятся здания с несущими каменными стенами. В соответствии с сейсмической шкалой [3] при землетрясении интенсивностью 7 баллов в них возможны повреждения второй степени – трещины в стенах, обрушение кирпичных труб, фронтонов и парапетов. Такие повреждения могут иметь опасные последствия и привести к гибели людей, так как объекты расположены в людных местах нашего города (проспекты Независимости, Metallургов, улицы Гоголя, Кирова, район Стрелки и другие) [4].

Каменные здания имеют, как правило, 1-5 этажей, поэтому для них характерна жесткая конструктивная схема. Сейсмоусиление таких зданий можно обеспечить, уменьшив массу верхних этажей, а также чердачного перекрытия или крыши. Это приведет к пропорциональному снижению инерционных сейсмических нагрузок. Можно увеличить жесткость чердачного перекрытия, что позволит одновременно включить в работу на сейсмическую нагрузку весь ансамбль вертикальных конструкций – наружных и внутренних кирпичных стен.

Большинство кирпичных зданий в центральной части Усть-Каменогорска, построенных в пятидесятые-шестидесятые годы, возводилось по проекту института «Ленгипрогор». Такие здания имеют перекрытия из сборных железобетонных плит. При сейсмическом воздействии между плитами по продольным швам возникают сдвигающие силы, что приводит к их сползанию со стен и обрушению. Увеличить жесткость таких перекрытий и усилить их связь со стенами можно устройством монолитного армированного слоя бетона толщиной 50 мм, связанного с одновременно устраиваемым по всем несущим стенам антисейсмическим поясом. Однако такое сейсмоусиление требует разборки крыши здания (чердачной или совмещенной), а затем ее восстановление, что приводит к большим затратам.

Одним из путей повышения эффективности затрат на сейсмоусиление является одно-временная надстройка мансардных этажей. Это позволяет вместе с сейсмоусилением здания получить дополнительную полезную площадь, равную площади этажа здания-основы.

Высказываемые опасения, что надстройка мансардного этажа увеличит нагрузки на фундаменты, оказались беспочвенными. Расчеты показывают, что замена современных крыш на мансарды не увеличивает, а, наоборот, уменьшают нагрузки на здание.

Опыт обследования существующих зданий свидетельствует, что при их строительстве использовались тяжелые конструкционные материалы. К их числу относится кровля из волнистых асбестоцементных листов (она в 3-4 раза тяжелее современной металлочерепицы) и особенно изоляционный слой чердачных перекрытий и совмещенных крыш.

Так, в качестве утеплителей чаще всего использовали топливные шлаки, имеющие объемный вес  $600-700 \text{ кг/м}^3$ . В чердачных перекрытиях толщина шлаковой засыпки обычно составляет 200-250 мм, в совмещенных крышах – 200÷400 мм. Пароизоляцией в чердачных перекрытиях служили глиняные смазки. Наклейка рулонных ковров в совмещенных крышах производилась на слой стяжки из цементного раствора и асфальтобетона.

Сегодня на смену этим тяжелым материалам пришли легкие с объемным весом  $50-100 \text{ кг/м}^3$ . Их использование позволяет значительно уменьшить вес мансардных надстроек. Кроме этого, появляется возможность изменить профиль крыши, исключить снеговые мешки и уменьшить снеговую нагрузку за счет сдува снега ветром.

Во многих зданиях применялись вентилируемые покрытия с воздушной прослойкой, состоящие из двух сборных железобетонных перекрытий. Замена таких конструкций на мансарды путем демонтажа верхнего перекрытия дополнительно снижает массу крыши на  $300-350 \text{ кг/м}^2$  [4].

В таблице приведено сопоставление нагрузок, действующих на здание до и после надстройки мансард. Эти результаты получены в лаборатории надежности и долговечности строительных конструкций университета; мансарды уже возведены (рис. 1-3).

*Сопоставление вертикальных нагрузок на уровне перекрытия  
верхнего этажа до и после надстройки мансард*

Наименование объекта	Краткая характеристика здания	Расчетные нагрузки, тс		Снижение нагрузки на фундаменты, %
		до надстройки мансарды	после надстройки мансарды	
1. Переходная галерея из корпуса Г1 в корпус Г3 ВКГТУ им. Д. Серикбаева (рис. 1)	Двухэтажное кирпичное здание	423,9	363,9	14,2
2. Учебный корпус Г3 ВКГТУ им. Д. Серикбаева (рис. 2)	Четырехэтажное кирпичное здание	1024	741	27,6
3. Банк Центр Кредит (ул. К. Либкнехта, 17)	Трехэтажное кирпичное здание	274,8	196,9	28,3

Анализ результатов расчета показывает, что для всех приведенных объектов нагрузки на уровне верхнего перекрытия после его усиления армированным слоем бетона, антисейсмическим поясом и надстройки мансарды оказались меньше, чем до реконструкции, на 14,2-28,3 %. Следует отметить, что в приведенных расчетах учтена временная нагрузка на перекрытие мансардного этажа, равная  $240 \text{ кгс/м}^2$  для офисных помещений [5].



Рисунок 1 – Мансардная надстройка над переходной галереей ВКГТУ им. Д. Серикбаева



Рисунок 2 – Мансардная надстройка над учебным корпусом ВКГТУ им. Д. Серикбаева



Рисунок 3 – Мансардная надстройка над зданием банка Центр Кредит по ул. К. Либкнехта, 17

Снижение массы здания, в особенности его верхнего перекрытия и крыши, приводит к уменьшению инерционных нагрузок в кирпичных стенах, причем не только за счет снижения массы здания. Важную роль играет равномерное включение всех стен в работу благодаря увеличению жесткости верхнего перекрытия монолитным армированным слоем и антисейсмическим поясом.

#### Список литературы

1. Михайлова Н.Н. Алтайское землетрясение 27 сентября 2003 года и его афтершоки / Н.Н. Михайлова, Г.С. Султанова // «Исследования сейсмостойкости сооружений и конструкций». Тр. Каз НИИССА. – Алматы, 2006. – Вып. 21(31). – С. 102-11.
2. СН РК 2.03-30-2006. Строительство в сейсмических районах / Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и торговли Республики Казахстан. – Алматы, 2006. – 80 с.
3. СН РК 2.03-28-2004. Шкала для оценки интенсивности землетрясений MSK-64(K). Комитет по делам строительства и жилищно-коммунального хозяйства Министерства индустрии и торговли РК. – Алматы, 2004. – 16 с.
4. Махиев Б.Е. Проблема снижения сейсмической опасности зданий существующей застройки в г. Усть-Каменогорске // Вестник ВКГТУ им. Д. Серикбаева. – 2009. – № 1. – Усть-Каменогорск: ВКГТУ, 2009. – С. 97-99.
5. СНиП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987. – 36 с.

Получено 01.10.10

УДК 624.012

**Ж.С. Нугужинов, А.Ш. Боженков**

КарГТУ, г. Караганда

**ПОЛУЧЕНИЕ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЗАВИСИМОСТИ СЕКУЩЕГО МОДУЛЯ БЕТОНА ОТ МОМЕНТА, ПОПЕРЕЧНОГО СЕЧЕНИЯ И АРМИРОВАНИЯ**

Представим выражение для секущего модуля упругости бетона в виде зависимости от модуля упругости бетона и величины действующего момента

$$E_c(k_{E_c}, E_b, k, M) = k_{E_c}(S, d, M) \cdot E_b - k(\mu, S) \cdot M \cdot 10^6, \quad (1)$$

где  $k_{E_c}(S, d, M)$  и  $k(\mu, S)$  - выражения, зависящие от площади поперечного сечения, диаметра арматуры, процента армирования, требующие своего определения.

Были просчитаны железобетонные балки сечениями 15×30 и 20×30 см по деформационной модели [1] на основе криволинейной диаграммы, описываемой сложной функцией [2, 3] при  $\mu > 1,5$ , и путем математической обработки данных [4] получены выражения для  $k_{E_c}$ , отвечающие допустимой погрешности для напряжений в зависимости от диаметра арматуры, выраженные через внешний момент (табл. 1).

Свяжем коэффициенты при моменте  $M$  с диаметром арматуры линейным законом

$$y = ax + b. \quad (2)$$

Вносим в компьютер в качестве первого массива значения диаметров арматуры, в качестве второго массива – значения числовых коэффициентов при внешнем моменте  $M$ .

После математической обработки получим выражение для  $k_{E_c}$  в виде

$$k_{E_c}(M, d) = (1,006 \cdot 10^{-4} \cdot d + 4,277)M \cdot 10^6 + 0,903. \quad (3)$$

Таблица 1

*Значения коэффициента  $k_{E_c}$  для сечения 15×30 см*

Диаметр (мм)	Зависимость
22	$K_{E_c} = 6,061 \cdot 10^{-3} M + 0,93$
25	$K_{E_c} = 5,639 \cdot 10^{-3} M + 0,937$
28	$K_{E_c} = 7,784 \cdot 10^{-3} M + 0,891$
32	$K_{E_c} = 9,821 \cdot 10^{-3} M + 0,897$
36	$K_{E_c} = 7,443 \cdot 10^{-3} M + 0,911$
40	$K_{E_c} = 7,328 \cdot 10^{-3} M + 0,911$

Аналогичные выражения были получены для сечений 20×20 и 20×30 см. Полученные выражения можно объединить формулой вида

$$k_{E_c}(M, d) = (a_1 \cdot d + a_2)M + a_3. \quad (4)$$

Свяжем коэффициенты  $a_1, a_2, a_3$  с площадью поперечного сечения линейным законом (2). Для математической обработки следует задать: массив 1 – значения коэффициентов при  $d$ , массив 2 – значения сечений. В результате получим следующие зависимости для коэффициентов:

$$\begin{aligned} a_1 &= -6,707 \cdot 10^{-7} \cdot S + 4,024 \cdot 10^{-4}, \\ a_2 &= -2,851 \cdot 10^{-5} \cdot S + 0,017, \\ a_3 &= 1,133 \cdot 10^{-4} \cdot S + 0,852. \end{aligned} \quad (5)$$

Подставляя (5) в формулу (4), получаем выражение для коэффициента  $k_{E_c}$ :

$$k_{E_c}(S, d, M) = \left( \begin{pmatrix} -6,707 \cdot 10^{-7} \cdot S + 4,024 \cdot 10^{-4} \\ -2,851 \cdot 10^{-5} \cdot S + 0,017 \end{pmatrix} d - \right) M \cdot 10^6 + 1,133 \cdot 10^{-4} \cdot S + 0,852. \quad (6)$$

Для получения зависимости  $E_c$  от физических параметров были составлены для каждого сечения и отдельно для каждого  $\mu$  (принятого процента армирования) законы изменения  $E_c$  в зависимости от внешнего момента. В качестве примера приведены эти зависимости для прямоугольного сечения 20×30 см на рис. 1, а также в табл. 2.

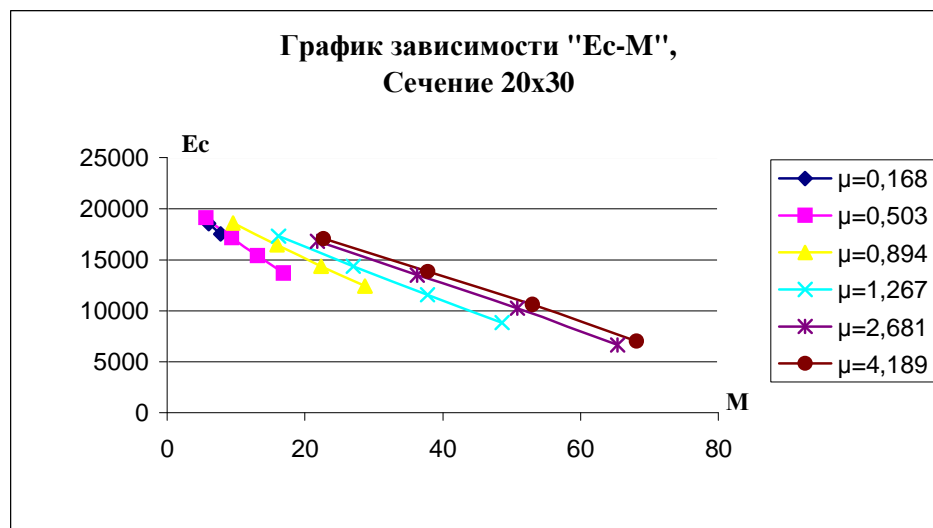


Рисунок 1 - График зависимости секущего модуля упругости бетона при сжатии от величины внешнего изгибающего момента

Графики « $E_c - M$ » на рис. 1 свидетельствуют о том, что при увеличении внешнего момента значения секущего модуля упругости бетона на сжатие уменьшаются по линейному закону, следовательно, зависимость секущего модуля упругости от физических факторов можно представить линейной функцией

$$E_c = a \cdot M + b. \quad (7)$$

Таблица 2

Зависимость модуля бетона  $E_c$  от момента, сечение 20х30 см

Процент армирования	Зависимость
0,17	$E_c = -587,209M + 2,208e4$
0,26	$E_c = -469,925M + 2,184e4$
0,38	$E_c = -411,968M + 2,188e4$
0,51	$E_c = -360,0M + 2,175e4$
0,67	$E_c = -323,511M + 2,166e4$
0,85	$E_c = -296,931M + 2,159e4$
1,05	$E_c = -276,129M + 2,151e4$
1,27	$E_c = -261,194M + 2,148e4$
1,64	$E_c = -248,918M + 2,16e4$
2,05	$E_c = -241,648M + 2,178e4$
2,68	$E_c = -232,576M + 2,194e4$
3,39	$E_c = -225,754M + 2,206e4$
4,19	$E_c = -220,608M + 2,217e4$

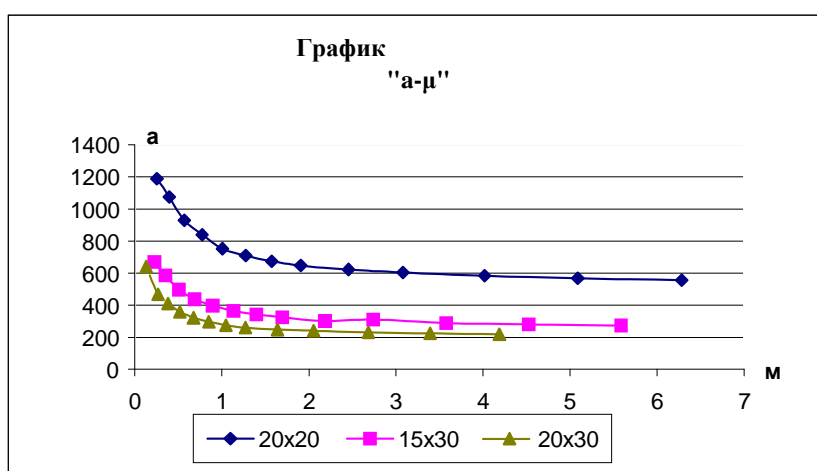


Рисунок 2 - График зависимости коэффициента «а» от процента армирования

Зависимость коэффициентов перед моментом (табл. 2) от процента армирования показана графически на рис. 2 и может быть представлена следующим законом:

$$a(\mu) = c_1 + \frac{c_2}{\mu}. \quad (8)$$

Для получения выражения величины  $k(\mu, S)$  связываем коэффициенты  $c_1$ ,  $c_2$  и  $b$  с площадью поперечного сечения. Математическую обработку данных производим в MathCADe [4]. В итоге получаем формулу для  $k(\mu, S)$ :

$$k(\mu, S) = \frac{3726,192 \cdot 10^2}{S} + \frac{-148,813 \cdot S + 1,2325 \cdot 10^5}{\mu S} - 443,149. \quad (9)$$

В результате для секущих модулей упругости бетона при сжатии  $E_{cb}$  и растяжении



$E_{cbt}$  получим следующие выражения:

$$E_{cb}(k_{Ec}, E_b, k, M) = k_{Ec}(S, d, M) \cdot E_b - k(\mu, S) \cdot M \cdot 10^6, \quad (10)$$

$$E_{cbt} = \frac{E_{cb} \cdot R_{bt}}{R_b},$$

где  $k_E(S, d, M)$  и  $k(\mu, S)$  определяются по формулам (6) и (9).

Напомним, что приведенные выражения применимы при  $\mu > 1,5$ . При проценте армирования  $\mu \leq 1,5$  коэффициент принимается равным  $k_{Ec} = 0,94$ .

Итак, по формулам (10) с учетом (6) и (9) чисто аналитически определяются значения секущего модуля при использовании криволинейной диаграммы деформирования бетона при заданном значении изгибающего момента, при известных размерах поперечного сечения и заданном проценте армирования.

#### Список литературы

1. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – М., 2006. – 52 с.
2. Нугужинов Ж.С. Аналитический метод расчета с использованием нелинейной диаграммы деформирования бетона // Труды Междунар. науч. конф. «Наука и образование – ведущий фактор стратегии «Казахстан-2030» (Сагиновские чтения № 2). – 2010. – Ч. 5. – С. 351-354.
3. Нугужинов Ж.С. К построению диаграмм деформирования бетона с использованием показательной функции // Вестник инженерной академии Республики Казахстан. – 2002. – № 1 (8). – Алматы, 2002. – С. 80-87.
4. Васильев А.Н. Mathcad 13 на примерах. – СПб.: БХВ-Петербург, 2006. – 528 с.

Получено 18.10.2010

ПО СТРАНИЦАМ



## ЖАРА «АВТОГРАФУ» НЕ СТРАШНА

В Челябинске разработан новый прибор «Автограф-1» для регистрации параметров процесса сушки керамических изделий. В нем три датчика: температуры, влажности и перемещения. Прибор ставят на сырое изделие, например кирпич, так, чтобы в него погрузились три заостренные ножки. Две ножки неподвижно прикреплены к корпусу, а третья связана с датчиком перемещения. В процессе сушки происходит усадка, и «Автограф» фиксирует ее значение.

Особенность прибора – в его автономности и способности работать при температуре до  $125^\circ\text{C}$ . После того как изделие извлекут из сушильной печи, данные из памяти прибора переносят в компьютер. Встроенная литиевая батарея обеспечивает прибор питанием в течение пяти лет.

«Наука и жизнь» № 4, 2009

УДК 691

**Б.О. Нухаева, С.А. Бергалиева**

ВКГТУ, г. Усть-Каменогорск

**О НЕОБХОДИМОСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ**

В современных условиях развития Казахстана важнейшей проблемой любого производства, в том числе и строительного, является обеспечение требуемого качества продукции.

В строительном производстве понятие требуемого качества относится к конструкциям, выполненным в соответствии с проектом и требованиями действующих нормативных документов. Чтобы получить конечный результат требуемого качества, необходимо обеспечить качество строительных материалов, изделий, проектной документации, строительно-монтажных работ, выполненных с соблюдением технологических параметров.

Качество строительной продукции - основной фактор, влияющий на экономичность и рентабельность законченного строительством объекта, обеспечивающий его надежность и долговечность.

От качества зависит конкурентоспособность, объем спроса, уровень продаж, объем выручки и получаемой прибыли, что, в конечном счете, определяет экономическую эффективность хозяйственной деятельности предприятий строительной отрасли.

Обеспечение качества – это совокупность международных, государственных, отраслевых и внутриорганизационных решений и действий, которые направлены на поддержание качества, его повышение и гарантирование как через стандартизацию требований к качеству, так и через высокий уровень самого процесса производства продукции.

Обеспечение качества включает в себя все этапы жизненного цикла продукции. Введение понятия жизненного цикла продукции явилось одним из фундаментальных достижений в эволюции науки о качестве. Оно породило системный взгляд на различные работы, связанные со строительной продукцией, такие, как маркетинг, проектирование, разработка технических требований на продукцию, материально-техническое снабжение, подготовка производства и разработка технологического процесса, производство, контроль проведения испытаний, упаковка и хранение, реализация распределения продукции, монтаж и эксплуатация, помощь при обслуживании, утилизация после использования.

Для целенаправленного управления качеством необходимо установить показатели качества строительной продукции.

Практический опыт по планированию и оценке качества продукции показывает, что использование случайных показателей, взятых в простом механическом перечислении, еще не решает поставленной задачи. Случайные перечни показателей не дают возможности сделать объективные выводы о качестве изделия, так как при этом не учитываются их единство, взаимное влияние и значение.

Разнообразие строительных материалов по назначению не дает возможности составить достаточно представительный унифицированный перечень показателей качества. Поэтому, на наш взгляд, по назначению показатели качества любого строительного мате-

риала могут быть:

- экономические (влияние уровня качества на совокупные затраты на ее создание и потребление);
- технологические (уровень стандартизации и унификации);
- эксплуатационные (надежность, долговечность, ремонтпригодность и др.);
- эстетические (оригинальность, форма, цвет и др.);
- эргономические (безопасность продукции для человека).

Оценка и измерение качества строительных материалов - сложная комплексная проблема, так как полезные свойства такой продукции характеризуются множеством различных показателей.

Показатели качества строительных материалов зависят от качества каждого из этапов ее создания. Поэтому целесообразна поэтапная оценка качества строительного материала.

Оценка проектирования качества строительной продукции включает в себя установление класса и группы продукции, выбор и обоснование номенклатуры показателей качества, выбор базового образца, выбор метода определения значения показателя качества, определение численных значений.

Для этапа проектирования основными показателями качества могут быть: удельные капитальные вложения на единицу мощности, стабильность сметной стоимости, соответствие проектных характеристик лучшим отечественным и зарубежным аналогам, уровень стандартизации и унификации проектных решений, соответствие продукции физиологическим и антропометрическим данным человека, уровень биологической безопасности проектируемой продукции, срок и затраты на научно-исследовательские работы, проектная надежность, долговечность и ремонтпригодность строительных материалов.

Оценка качества изготовления строительной продукции включает в себя: установление методов и средств контроля качества; выбор метода определения значения показателя качества; определение фактических значений показателей качества; оценка уровня качества изготовления.

Для этапа производства могут быть выделены следующие показатели качества: соответствие продукции проектно-сметной документации, сроки и стоимость производства, объем допущенного брака и переделок, уровень безопасности труда и условий производства.

Оценка качества в эксплуатации (потребления) определяется путем установления способа сбора и получения информации о качестве; определения фактических показателей качества; определения полезного эффекта и суммарных затрат; оценки рекламаций; получения результатов оценки и принятия решений.

Для конечного строительного материала важны показатели срока окупаемости, степень реализации проектных решений и стандартов, надежность, долговечность и ремонтпригодность строительных материалов в период эксплуатации, фактическое соответствие строительных материалов физиологическим и антропометрическим данным человека, эстетика и степень биологического влияния выпускаемой продукции на человека и окружающую среду.

В итоге, общий показатель уровня качества  $Y_k$  может быть определен, как:

$$Y_k = Y_p + Y_{изг} + Y_{м.п.} + Y_{экс} + Y_{ум}, \quad (1)$$

где  $Y_p$  – нормативный (назначенный или установленный) показатель качества, а также перспективное значение технического уровня разрабатываемого изделия (стадия проектирования и конструирования);

$Y_{изг}$  – уровень качества изготовления (стадия производства);

$Y_{м.п.}$  – уровень качества готовой продукции при ее обращении по соответствующим показателям сохраняемости и транспортабельности;

$Y_{экс}$  – уровень качества изделия в процессе эксплуатации;

$Y_{ум}$  – уровень качества изделия в процессе утилизации.

Названы лишь основные возможные показатели качества строительных материалов и для каждого отдельного вида продукта требуется дальнейшее глубокое изучение его полезных свойств, его количественных и качественных характеристик.

Для оценки качества строительных материалов применяют квалиметрический анализ. Первым и ответственным этапом данного анализа является построение дерева свойств.

Под «деревом свойств» понимают сформированную специалистами в области выбора или оценки качества продукции (материалов) многоуровневую структуру взаимосвязанных друг с другом свойств этой продукции. В свою очередь, свойства подразделяют на простые и сложные. Под самым сложным свойством – «интегральным качеством» – понимают самый низкий уровень дерева свойств, который на следующем уровне подразделяется на две ветки: качество и экономические показатели. На последующих этажах каждое из свойств нижнего уровня «расшифровывается» на менее сложные и простые.

На основе теоретических и практических знаний было построено дерево свойств, характеризующее качество верхнего покрытия пола для жилых комнат гражданских зданий (таблица 1).

Анализ данной таблицы показывает, что интегральное качество верхнего покрытия пола для жилых комнат гражданских зданий зависит от ряда показателей качества, контроль которых осуществляется путем сравнения запланированного параметра качества с действительным его значением. Значит, если качество можно контролировать, то им можно управлять и улучшать, что имеет особую важность для инновационной деятельности в отрасли производства строительных материалов.

Таким образом, оценка уровня качества продукции является основой для выработки необходимых управляющих решений в системе обеспечения качеством.

Объективность оценки уровня качества продукции повышается, если в ней сочетаются одновременно инженерный и экономический подходы. В самих же строительных организациях должны разрабатываться организационные, технические и экономические мероприятия, направленные на обеспечение контроля качества строительства. Следовательно, для создания качественных строительных материалов наиболее приемлема методика измерения качества строительных материалов посредством интегрального показателя качества.

Таблица 1  
Дерево свойств верхнего покрытия пола

№	Уровни дерева					
	5	4	3	2	1	0
1	Разнообразие цвета	Разнообразие художественных возможностей	Архитектурно-отделочные свойства	Эстетические свойства	Качество материала в целом	Интегральное качество
2	Разнообразие фактуры					
3	Разнообразие рисунка					
4	Сохранность внешнего вида при механическом воздействии	Сохранность внешнего вида				
5	Сохранность внешнего вида при атмосферном воздействии					
6	Сохранность внешнего вида при световом воздействии					
7	Ударная звукоизоляция	Акустическая комфортность				
8	Звукопоглощение					
9	Бесшумность (отсутствие генерации звука при ходьбе)					
10	Упругость (эластичность)	Физиологическая комфортность				
11	Теплоусвоение					
12	Светоотражающая способность					
13	Нескользкость	Загрязняемость				
14	Отсутствие электростатического заряда					
15	Загрязняемость пылью поверхности					
16	Загрязняемость пылью швов	Легкость очистки от грязи				
17	Загрязняемость бытовыми жидкостями					
18	Легкость очистки от пыли					
19	Легкость очистки от пятен	Стойкость к моющим средствам				
20	Возможность мытья водой					
21	Стойкость к моющим средствам					

Окончание табл. 1

№	Уровни дерева					Интегральное качество
	5	4	3	2	1	
22	Истираемость	Механическая прочность	Эксплуатационные свойства	Функциональные свойства	Качество материала в целом	
23	Сопротивление продавливанию					
24	Сопротивление ударным нагрузкам					
25	Водопоглощение	Загниваемость				
26	Биостойкость					
27	Теплостойкость	Химическая тепло- и светостойкость				
28	Огнестойкость					
29	Стойкость к бытовым химическим агентам					
30	Светостойкость	Удобство эксплуатации				
31	Усадка в процессе эксплуатации					
32	Срок службы					
33	Легкость ремонта					
34	Необходимость специального ухода					
35	Экономичность в производстве					
36	Экономичность в эксплуатации					

Получено 14.12.2010