

Рисунок 3 – Значения сметной, планово-расчетной и фактической стоимости машино-часа эксплуатации машин в сентябре 2001 г.: 1 – ЭО-2621В-3; 2 – ЭО-3323А; 3 – ЭО-4321Б, 4 – КС-2571.

ми. Так, разница между сметной и планово-расчетной стоимостью одного машино-часа эксплуатации экскаватора ЭО-4321Б составляет 30,74%, между сметной и фактической – 14,4%. Следует отметить, что строительные организации при расчете стоимости машино-часа по нормам Сборника [1] обычно включают в нее сумму амортизационных отчислений, принятую в Сборнике, что ведет к завышению расходов по эксплуатации строительных машин. Например, необоснованным является включение в сметную стоимость машино-часа экскаватора ЭО-4321Б амортизационных сумм, так как износ для него полностью начислен (табл. 1, рис. 2).

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Сборник норм для определения сметной стоимости эксплуатации строительных машин для условий строительства в Республике Беларусь/Гос. комитет Республики Беларусь по архитектуре и строительству. МНТЦ АП «Белпроект». – Мн. – 1992. – 142 с.
2. Цены и расчеты в строительстве. Чепикова Л. – Информбанк №27. – 2001. – С. 17-21.
3. Методические рекомендации для разработки планово-расчетных цен на работу машин и механизмов при производстве строительно-монтажных работ/ Гомельский вычислительный центр. – Гомель. – 2000. – 107 с.
4. Особенности учета расходов. Доменикан Г. – Информбанк №54. – 2000. – С. 13-14.

УДК 693.5/547.3

**Бобко Ф.А., Бобко И.Ф., Федоров А.В.**

**РАЦИОНАЛЬНАЯ ОБЛАСТЬ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

Установлены закономерности изменения расчетной величины теплового

энергетического потенциала и ее стоимости в процессе возведения монолитных неармированных конструкций в утепленных опалубках. Описание закономерностей изменения величины энергии в пределах существования теплового энергетического потенциала процесса набора критической прочности бетона В15 на ПЦ30 при  $C = 280 \text{ кг/м}^3$  в неармированных конструкциях базируется на системотехнических методах анализа экспериментальных и расчетных данных параметров организационно-технологических режимов зимнего бетонирования (см. табл. 1; рис. 1...7).

Рассматривается также существование теплового энерге-

тического потенциала в

нижнем возможном пределе ( $\Sigma Q_{н.в.}$ ) изменения его величины — при  $t_6 \leq 1^{\circ}\text{C}$  и верхнем допустимом пределе ( $\Sigma Q_{в.д}$ ) изменения величины — при  $2 \leq t_6 \leq 20^{\circ}\text{C}$ , а также

интегральной его величины  $\int_{-1}^{-25} \Sigma Q = F(t_5)$  и стоимости с

изменением температуры наружного воздуха  $-1 \geq t_5 \geq -25^{\circ}\text{C}$ . В представленных расчетах принято  $-1 \geq t_5 \geq -10^{\circ}\text{C}$ .

**Бобко Фадей Александрович.** Зав. каф. общего строительства и строительной физики, д.т.н., профессор Политехники Ченстоховской (Польша).

**Бобко Игорь Фадеевич.** Ассистент каф. МЭОиИ Брестского государственного технического университета.

**Федоров Александр Владиславович.** Аспирант Брестского государственного технического университета. Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Таблица 1 – Пределы существования теплового энергетического потенциала технологического процесса возведения неармированных конструкций.

$t_5$	$M_n = 3 \text{ м}^{-1}$		$M_n = 4 \text{ м}^{-1}$		$M_n = 5 \text{ м}^{-1}$		$M_n = 6 \text{ м}^{-1}$	
	$\Sigma Q_{\text{н.в.}}$	$\Sigma Q_{\text{в.д.}}$	$\Sigma Q_{\text{н.в.}}$	$\Sigma Q_{\text{в.д.}}$	$\Sigma Q_{\text{н.в.}}$	$\Sigma Q_{\text{в.д.}}$	$\Sigma Q_{\text{н.в.}}$	$\Sigma Q_{\text{в.д.}}$
$^{\circ}\text{C}$	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>
-25	82,762	122,45	82,169	129,946	80,526	144,51	80,753	135,849
-20	75,509	111,223	74,959	118,528	73,701	135,922	73,884	124,964
-15	68,256	99,997	67,89	107,412	66,877	120,896	67,016	110,159
-10	61,003	84,803	60,751	96,299	60,054	107,217	60,148	95,37
-5	53,75	69,611	53,591	77,29	53,231	84,348	53,081	76,695
-1	47,994	47,994	47,893	51,842	47,758	55,53	47,767	51,674

Таблица 1. (продолжение)

$t_5$	$M_n = 7 \text{ м}^{-1}$		$M_n = 8 \text{ м}^{-1}$		$M_n = 9 \text{ м}^{-1}$	
	$\Sigma Q_{\text{н.в.}}$	$\Sigma Q_{\text{в.д.}}$	$\Sigma Q_{\text{н.в.}}$	$\Sigma Q_{\text{в.д.}}$	$\Sigma Q_{\text{н.в.}}$	$\Sigma Q_{\text{в.д.}}$
$^{\circ}\text{C}$	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>	МДж/м <sup>3</sup>
-25	79,913	134,898	78,972	137,782	77,919	136,966
-20	73,204	124,137	72,443	127,148	71,05	126,163
-15	66,497	113,386	65,915	112,625	65,263	111,792
-10	59,79	98,742	59,388	98,137	59,937	97,471
-5	53,084	76,346	52,862	79,826	52,612	79,366
-1	47,688	51,373	47,596	51,457	47,489	51,325

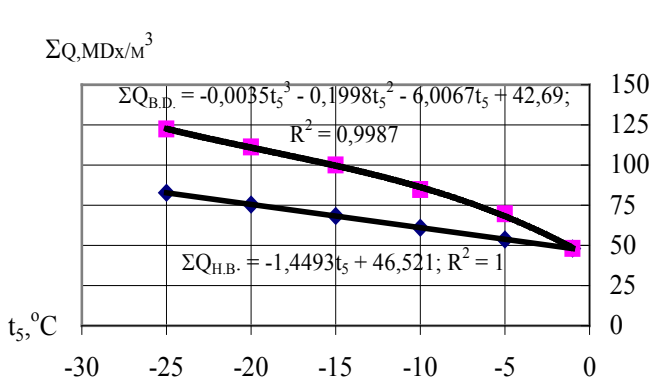


Рисунок 1 – Графоаналитическая модель, описывающая закономерности изменения расчетной величины теплового энергетического потенциала технологического процесса возведения неармированных конструкций с  $M_n = 3 \text{ м}^{-1}$ .

Величина теплового энергетического потенциала, требуемая для набора прочности бетона 40%R<sub>28</sub> на ПЦ30 в неармированных конструкциях с  $M_n = 3 \text{ м}^{-1}$  и ее стоимость составляют: при верхнем допустимом пределе использования теплового энергетического потенциала 173.87 кВт.час или 8.92\$; при нижнем возможном – 136.23 кВт.час или 7.02\$ (см. табл. 1 и рис. 1).

Закономерность изменения величины теплового энергетического потенциала технологического процесса носит также, как и при армированных конструкциях, линейный характер в нижнем возможном пределе его существования и криволинейный, описываемый многочленом третьей степени, — в верхнем допустимом пределе существования функции.

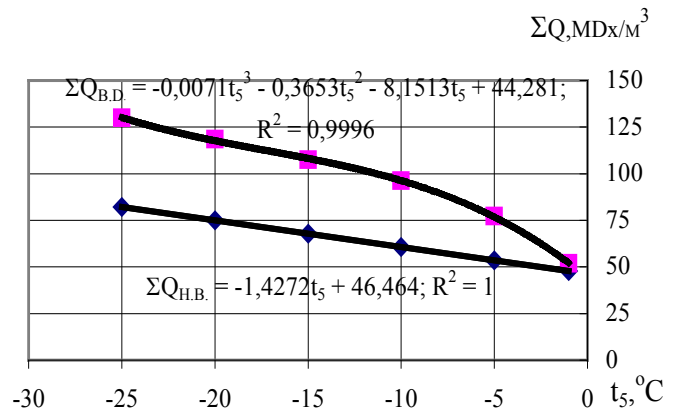


Рисунок 2 – Графоаналитическая модель, описывающая закономерности изменения расчетной величины теплового энергетического потенциала технологического процесса возведения неармированных конструкций с  $M_n = 4 \text{ м}^{-1}$ .

Величина теплового энергетического потенциала, требуемая для набора прочности бетона 40%R<sub>28</sub> на ПЦ30 в неармированных конструкциях с  $M_n = 4 \text{ м}^{-1}$  и ее стоимость составляют: при верхнем допустимом пределе использования теплового энергетического потенциала 193.92 кВт.час или 9.99\$; при нижнем возможном- 135.78 кВт.час или 6.99\$ (см. табл. 1 и рис. 2).

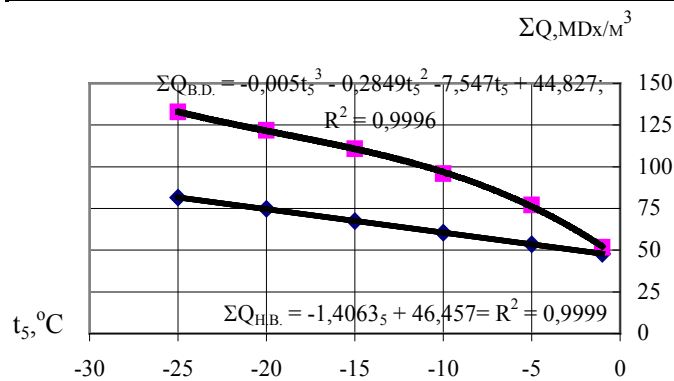


Рисунок 3 – Графоаналитическая модель, описывающая закономерности изменения расчетной величины теплового энергетического потенциала технологического процесса возведения неармированных конструкций с  $M_n = 5 \text{ м}^{-1}$ .

Величина теплового энергетического потенциала, требуемая для набора прочности бетона 40%R<sub>28</sub> на ПЦ30 в неармированных конструкциях с  $M_n = 5 \text{ м}^{-1}$  и ее стоимость составляют: при верхнем допустимом пределе использования теплового энергетического потенциала 192.96 кВт.час или 9.94\$; при нижнем возможном – 135.48 кВт.час или 6.98\$ (см. табл. 1 и рис. 3).

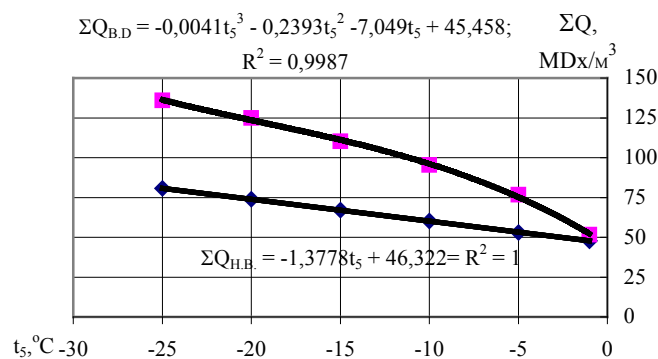


Рисунок 4 – Графо-аналитическая модель, описывающая закономерности изменения расчетной величины теплового энергетического потенциала технологического процесса возведения неармированных конструкций с  $M_n = 6 \text{ м}^{-1}$ .

Величина теплового энергетического потенциала, требуемая для набора прочности бетона 40%R<sub>28</sub> на ПЦ30 в неармированных конструкциях с  $M_n = 6 \text{ м}^{-1}$  и ее стоимость составляют: при верхнем допустимом пределе использования теплового энергетического потенциала 191.28 кВт.час или 9.85\$; при нижнем возможном- 134.75 кВт.час или 6.94\$ (см. табл. 1 и рис. 4).

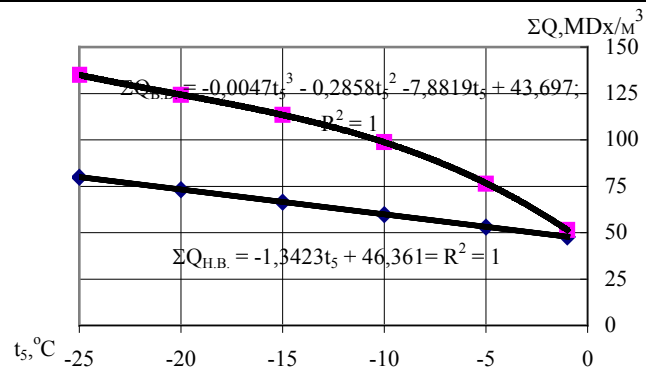


Рисунок 5 – Графоаналитическая модель, описывающая закономерности изменения расчетной величины теплового энергетического потенциала технологического процесса возведения неармированных конструкций с  $M_n = 7 \text{ м}^{-1}$ .

Величина теплового энергетического потенциала, требуемая для набора прочности бетона 40%R<sub>28</sub> на ПЦ30 в неармированных конструкциях с  $M_n = 7 \text{ м}^{-1}$  и ее стоимость составляют: при верхнем допустимом пределе использования теплового энергетического потенциала 194.45 кВт.час или 10.01\$; при нижнем возможном – 134.36 кВт.час или 6.92\$ (см. табл. 1 и рис. 5).

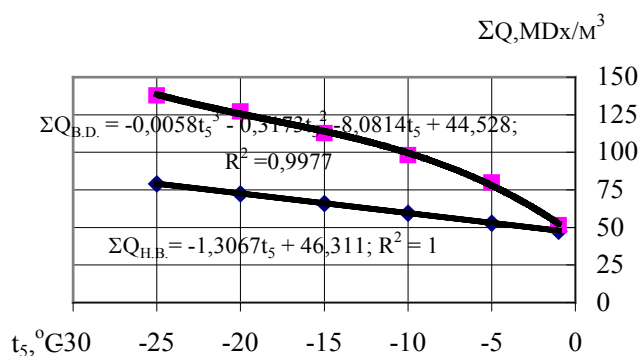


Рисунок 6 – Графоаналитическая модель, описывающая закономерности изменения расчетной величины теплового энергетического потенциала технологического процесса возведения неармированных конструкций с  $M_n = 8 \text{ м}^{-1}$ .

Величина теплового энергетического потенциала, требуемая для набора прочности бетона 40%R<sub>28</sub> на ПЦ30 в неармированных конструкциях с  $M_n = 8 \text{ м}^{-1}$  и ее стоимость составляют: при верхнем допустимом пределе использования теплового энергетического потенциала 197.12 кВт.час или 10.15\$; при нижнем возможном-133.75 кВт.час или 6.89\$ (см. табл. 1 и рис.6).

Таблица 2 – Изменение интегральной величины и стоимости теплового энергетического потенциала при изменении массивности армированных конструкций, возводимых в утепленной опалубке.

$M_n$ $M^{-1}$	Тепловой энергетический потенциал		Стоимость энергии		Экономия	
	кВт. час/м <sup>3</sup>	кВт. час/м <sup>3</sup>	\$/м <sup>3</sup>	\$/м <sup>3</sup>	кВт. час/м <sup>3</sup>	\$/м <sup>3</sup>
$F/V$	$\int_{-1}^{-10} \Sigma Q_{B.D.} dt_5$	$\int_{-1}^{-10} \Sigma Q_{H.B.} dt_5$	$\int_{-1}^{-10} CT_{B.D.} dt_5$	$\int_{-1}^{-10} CT_{H.B.} dt_5$	$\Delta \int_{-1}^{-10} \Sigma Q dt_5$	$\Delta \int_{-1}^{-10} CT dt_5$
0	1	2	3	4	5	6
3	192.4	135.6	9.91	6.98	56.8	2.93
4	209.3	135.2	10.78	6.96	74.1	3.82
5	211.7	134.8	10.90	6.94	76.9	3.96
6	214.7	134.3	11.06	6.92	80.4	4.14
7	214.5	133.7	11.05	6.89	80.7	4.16
8	213.4	133.5	10.99	6.87	79.9	4.12
9	212.7	132.5	10.95	6.82	80.2	4.13

Таблица 3 – Изменение интегральной величины и стоимости теплового энергетического потенциала при изменении массивности неармированных конструкций, возводимых в утепленной опалубке.

$M_n$ $M^{-1}$	Тепловой энергетический потенциал		Стоимость энергии		Экономия	
	кВт. час/м <sup>3</sup>	кВт. час/м <sup>3</sup>	\$/м <sup>3</sup>	\$/м <sup>3</sup>	кВт. час/м <sup>3</sup>	\$/м <sup>3</sup>
$F/V$	$\int_{-1}^{-10} \Sigma Q_{B.D.} dt_5$	$\int_{-1}^{-10} \Sigma Q_{H.B.} dt_5$	$\int_{-1}^{-10} CT_{B.D.} dt_5$	$\int_{-1}^{-10} CT_{H.B.} dt_5$	$\Delta \int_{-1}^{-10} \Sigma Q dt_5$	$\Delta \int_{-1}^{-10} CT dt_5$
0	1	2	3	4	5	6
3	173.27	136.23	8.92	7.02	37.04	1.90
4	193.92	135.78	9.99	6.99	58.14	3.00
5	192.96	134.75	9.94	6.98	57.48	2.96
6	191.28	134.75	9.85	6.94	56.53	2.91
7	194.45	134.36	10.01	6.92	59.86	3.09
8	197.12	133.75	10.15	6.89	63.37	3.26
9	195.99	133.53	10.09	6.88	62.46	3.21

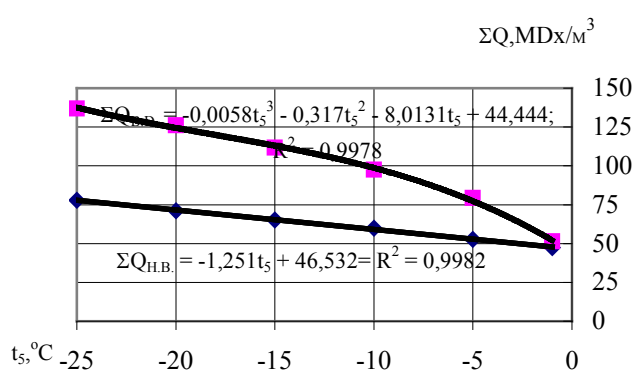


Рисунок 7 – Графоаналитическая модель, описывающая закономерности изменения расчетной величины теплового энергетического потенциала технологического процесса возведения неармированных конструкций с  $M_n = 9 M^{-1}$ .

Величина теплового энергетического потенциала, требуемая для набора прочности бетона 40%R<sub>28</sub> на ПЦ30 в неармированных конструкциях с  $M^{-1} = 9 M^{-1}$  и ее стоимость составляют: при верхнем допустимом пределе использования теплового энергетического потенциала 195.99 кВт. час или 10.09\$, при нижнем возможном- 133.53 кВт. час или 6.88\$ (см. табл. 1 и рис. 7).

Установлена интегральная величина теплового энергетического потенциала технологического процесса возведения монолитных неармированных конструкций с  $M_n = 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 M^{-1}$ , и ее стоимость.

Отмечены идентичные технологиям возведения армированных конструкций тенденции роста и снижения интегральной величины теплового энергетического потенциала в верхнем допустимом и нижнем возможном пределах существования функции в технологиях возведения конструкций с утепленными опалубками (см. табл. 2 и 3).

Установлены закономерности изменения интегральной величины и стоимости энергии теплового энергетического потенциала процесса возведения армированных и не армированных монолитных конструкций в утепленной опалубке

ке  $\int_{-1}^{-10} \Sigma Q = F(t_5)$  в зависимости от изменения величины модуля поверхности (см. табл.2 и 3).

Построены адекватные математические модели, описывающие эти закономерности в нижнем возможном и верхнем допустимом пределах изменения функции цели.

Расчитана экономическая эффективность процесса возведения монолитных конструкций из бетона В15 на ПЦ30 при С=280 кг/м<sup>3</sup> при пониженных температурах наружного воздуха в зонах умеренного климата (см. табл.2; 3).

Установлено, что при возведении армированных конструкций в зимнее время превышение стоимости тепловой энергии в верхнем допустимом над стоимостью энергии в

нижнем возможном пределе составляет 2.93...4.16 \$ / м<sup>3</sup> уложенного бетона (см. табл.2, столбец 6), неармированных конструкций — 1.90...3.26 \$ / м<sup>3</sup> (см. табл.3, столбец 6).

Используемые системотехнические методы проектирования теплозащитных ограждений, основанные на заданной величине теплового энергетического потенциала технологического процесса, позволяют рассматривать параметры *нижнего возможного предела* выдерживания конструкций в утепленных опалубках, как наиболее эффективные и гарантирующие набор критической прочности бетона – 40%R<sub>28</sub>.

При этом энергопотребление строительного процесса возведения конструкции в утепленной опалубке в условиях, предусмотренных режимом выдерживания, определяется из уравнения теплового баланса и составит

$$Q_1 + Q_2 = \Sigma Q + Q_3 + Q_{14} \quad (1)$$

откуда величина теплового энергетического потенциала строительного процесса

$$\Sigma Q = Q_1 + Q_2 - Q_3 - Q_{14} \quad (2)$$

Заданная величина теплового энергетического потенциала, являющаяся гарантией набора критической прочности бетона, обеспечивается и контролируется при помощи блок-схемы алгоритма проектирования параметров технологического процесса возведения монолитных конструкций в теплозащитных ограждениях при пониженных температурах наружного воздуха (рис. 4.42) и компьютерных программ.

В блок-схеме алгоритма представлены логические и функциональные взаимосвязи между параметрами процесса возведения монолитных бетонных конструкций из бетона В15 на ПЦ30 при С=280 кг/м<sup>3</sup> и достижения требуемой критической прочности бетона 40%R<sub>28</sub> в утепленной опалубке при пониженных температурах наружного воздуха в пределах  $-1 \geq t_5 \geq -25$  °C.

Энергетическая и экономическая эффективность технологического процесса возведения монолитных конструкций в теплозащитных ограждениях при пониженных температурах наружного воздуха определяется при помощи построенных графо-аналитических моделей, описывающих закономерности изменения интегральной величины теплового энергетического потенциала

$$\int_{-1}^{-25} \Sigma Q_{B.D.} dt_5 - \int_{-1}^{-25} \Sigma Q_{H.B.} dt_5 = \Delta \int_{-1}^{-25} \Sigma Q dt_5 \quad (3)$$

и ее стоимости,

$$\int_{-1}^{-25} CT_{B.D.} dt_5 - \int_{-1}^{-25} CT_{H.B.} dt_5 = \Delta \int_{-1}^{-25} CT dt_5 \quad (4)$$

Результаты расчетов представлены в табл.4.33; 4.34. Использование уравнений аналитических зависимостей, показанных на графиках рисунков 1...7, дает возможность прогнозирования количества тепловой энергии в самом тепловом энергетическом потенциале технологического процесса возведения бетонных конструкций.

Определение энергоемкости технологического процесса выдерживания монолитной конструкции в диапазоне изменения температуры наружного воздуха  $-1 \geq t_5 \geq -25$  °C предусматривает (см. уравнение 5) расчеты: количества тепла в самом тепловом энергетическом потенциале технологического процесса; количества тепла, аккумулированного в арматурной стали и закладных деталях; количества тепла, аккумулированного в утепленной конструкции опалубки. Уравнение теплового баланса, описывающее *энергопотребление процесса возведения конструкции*, принимает вид

$$E = \int_{-1}^{-25} \Sigma Q_{H.B.} dt_5 + 0.07 \int_{-1}^{-25} \Sigma Q_{H.B.} dt_5 + 0.06 \int_{-1}^{-25} \Sigma Q_{H.B.} dt_5 \quad (5)$$

где  $0.07 \int_{-1}^{-25} \Sigma Q_{H.B.} dt_5$  - количество тепла, аккумулированного в арматурной стали и закладных деталях;  $0.06 \int_{-1}^{-25} \Sigma Q_{H.B.} dt_5$  количества тепла, аккумулированного в утепленной опалубке.

Стоимость использования тепловой энергии при  $-1 \geq t_5 \geq -25$  °C, кВт.час/м<sup>3</sup>

$$C_m = \Delta \int_{-1}^{-25} CT dt_5 + 0.07 \Delta \int_{-1}^{-25} CT dt_5 + 0.06 \Delta \int_{-1}^{-25} CT dt_5 \quad (6)$$

Расчет энергетической и экономической эффективности возведения куб. метра бетонных армированных конструкций (см. табл. 1).

Энергетическая эффективность возведения куб. метра бетонных армированных конструкций определяется по формуле

$$\int_{-1}^{-10} \Sigma Q_{B.D.} dt_5 - \int_{-1}^{-10} \Sigma Q_{H.B.} dt_5 = \Delta \int_{-1}^{-10} \Sigma Q dt_5 \quad (7)$$

При возведении конструкций с  $M_n = 3m^{-1}$   $\Delta \int_{-1}^{-10} \Sigma Q dt_5 = 192.4 - 135.6 = 56.8$  кВт.час/м<sup>3</sup>, а конструкций с

$$M_n = 9m^{-1} - \Delta \int_{-1}^{-10} \Sigma Q dt_5 = 212.7 - 132.5 = 80.2 \text{ кВт.час/м}^3$$

(см. табл. 1).

Экономическая эффективность возведения куб. метра бетонных армированных конструкций определяется по формуле

$$\int_{-1}^{-10} CT_{B.D.} dt_5 - \int_{-1}^{-10} CT_{H.B.} dt_5 = \Delta \int_{-1}^{-10} CT dt_5 \quad (8)$$

При возведении конструкций с  $M_n = 3m^{-1}$   $\Delta \int_{-1}^{-10} CT dt_5 = 9.91 - 6.98 = 2.93$  \$/м<sup>3</sup>, а конструкций с

$$M_n = 9m^{-1} - \Delta \int_{-1}^{-10} CT dt_5 = 10.95 - 6.82 = 4.13 \text{ $/м}^3 \text{ (см. табл. 1).$$

1). Годовой экономический эффект при объеме бетона время 3000 м<sup>3</sup>/год, уложенного в зимнее время, составит: 3000 (2.93...4.13) = 8790...12390 \$/год.

На основе системотехнических методов проектирования технологических процессов возведения монолитных бетонных конструкций в зимнее время построены и оптимизированы целеориентированные графоаналитические модели, обеспечивающие минимальное энергопотребление при достижении критической прочности бетона.

Подтверждена гипотеза о целесообразности применения мягких режимов выдерживания бетона, осуществимых в *нижних возможных* пределах существования теплового энергетического потенциала, сочетающих полное использование экзотермии цемента, с утеплением конструкции и, при необходимости, повышением температуры бетона

Энергетическая эффективность выдерживания куб. метра бетона, основанная на системотехнических методах проектирования подготовки производства, составляет 56.8...80.2 кВт.час/м<sup>3</sup>. Годовой экономический эффект при объеме бетона, уложенного в зимнее время, 3000 м<sup>3</sup>/год, составляет: 3000 × (2.93...4.16) = 8790...12390 \$/год.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Bobko T. Optymalizacja potencjału energetycznego tężenia mieszanki betonowej w aspekcie zapewnienia wymaganej mrozoodporności betonu i elementów konstrukcyjnych. Monografia. - Częstochowa 1997.
2. Гусаков А.А., Веремеенко С.А, Гинзбург А.В., Монфред Ю.Б., Прыкин Б.В. Яровенко С.М. Организационно-технологическая надежность строительства. М.,1994. 471 с.

УДК 69.05:658.512.6

**Бояринцев Г.А., Малюк Д.В.****АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ****ВВЕДЕНИЕ**

Устойчивость функционирования субъекта хозяйствования, как системы, зависит от устойчивости функционирования подсистем, его составляющих. Одной из основных составляющих подсистем любой организации в различных отраслях народного хозяйства является производственная подсистема, которая подразумевает преобразование ресурсов в готовую продукцию. Учитывая, что как ресурсы, так и продукция могут иметь не только осязаемый, но и неосязаемый характер, производственная подсистема является основополагающим элементом почти всех экономических систем.

Прежде всего, понятие устойчивости тесно связано с понятием системы. Ерохиной [2] была дана классификация определений системы; по ее классификации выделяется четыре группы:

- система, как выбранная исследователем любая совокупность переменных, свойств и признаков;
- система, как комплекс, созданный для достижения какой-либо цели;
- система, как множество элементов, связанных между собой;
- система, как комплекс элементов, находящихся во взаимодействии.

При этом сама Ерохина склоняется к следующему определению системы: система – совокупность объектов и процессов, называемых компонентами, взаимосвязанных и взаимодействующих между собой, которые образуют единое целое, и обладающие свойствами не присущими составляющим компонентам, взятым в отдельности. Авторы также склоняются к такому определению, так как основополагающим свойством любой системы является именно обладание такими эмерджентными свойствами.

Кроме того, система обладает свойствами:

- обособленность – выделение системы из окружающего мира, подразумевающее деление Вселенной на внешнее и внутреннее (что особенно четко показано в геометрическом смысле у Фуллера [3]).
- субъективность – система не является системой сама по себе, а лишь по отношению к некоторому наблюдателю, преследующему определенные интересы, что подчеркнуто в определении системы, данном в [1].
- целенаправленность.

Таким образом, в понятии системы можно выделить следующие элементы:

- структура системы;
- окружающая среда;
- случайный шум – т.е. те воздействия, которые игнорируются наблюдателем ввиду их слабого влияния на работу системы;
- функция системы в системе более высокого порядка;
- цель системы.

Что касается понятия устойчивости, то обычно наблюдаются два подхода к определению устойчивости:

- устойчивость в смысле Ляпунова, то есть способность системы функционировать близко к состоянию равновесия при наличии внутренних и внешних возмущений [4].
- структурная устойчивость, принятая в теории катастроф [5], подразумевающая сохранения топологических свойств (структуры) системы при изменении ее параметров.

В [4] эти два подхода рассматриваются, как два вида устойчивости – соответственно устойчивость функционирования и устойчивость структуры. Авторы считают, что приемлемость того или иного подхода к оценке устойчивости зависит от типа рассматриваемой системы.

**ТИПЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СИСТЕМ**

Так как роль устойчивости и ее определение меняются в зависимости от цели и структуры системы, выделим три типа производственных систем:

- системы с жестким планированием;
- системы с гибким планированием;
- системы без планирования.

*Системы с жестким планированием* функционируют в соответствии с заранее заданным планом, причем любое отклонение от этого плана крайне нежелательно. К этому типу относятся предприятия плановой экономики, а также подсистемы, функционирование которых тесно связано с функционированием других подсистем. Основным показателем устойчивости данного предприятия является четкость соблюдения плана, поэтому лучшим критерием оценки устойчивости будет отклонение от плана, соотношенное с силой возмущения.

*Системы с гибким планированием или адаптируемые системы* также функционируют в соответствии с планом, однако, этот план изменяется в процессе функционирования системы в соответствии с изменениями окружающей среды. К этому типу относятся предприятия рыночной экономики, а также подсистемы, спрос на выходы которых со стороны других подсистем может изменяться непредсказуемым образом. Основным качеством такой системы является способность изменять свою структуру и режим функционирования в соответствии с изменением какого-либо параметра окружающей среды. Основным показателем устойчивости такой системы является способность соответствовать этому параметру, и поэтому лучшим критерием оценки устойчивости будет отклонение от оптимального режима функционирования, соотношенное с силой возмущения.

*Системы без планирования* функционируют без какого-либо predetermined плана. К таким системам относятся системы массового обслуживания. Главным необходимым свойством таких систем является быстрота реагирования на изменения в окружающей среде. Таким образом, в качестве

*Бояринцев Георгий Анатольевич. К.э.н., профессор каф. ЭиОС Брестского государственного технического университета.  
Малюк Дмитрий Владимирович. Аспирант каф. ЭиОС Брестского государственного технического университета.  
Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.*