

УДК 593.547.3

Профессор д.т.н. Атяев С.С.
доцент Бобно Ф.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭЛЕКТРО-
РАЗОГРЕВА БЕТОННОЙ СМЕСИ

Объемы работ по возведению монолитных бетонных и железобетонных конструкций в сельском строительстве составляют от 3 до 3,5 тыс. м³ на I млн. рублей строительно-монтажных работ.

В условиях II температурной зоны сельским строителям в зимнее время приходится укладывать в конструкции до 50% годовых объемов бетонных смесей.

Моделирование процесса предварительного электроразогрева бетонной смеси (см. рис. I) позволяет получить формулу (9) для определения зависимости увеличения себестоимости I м³ бетонной смеси от предварительного электроразогрева ее.

В блоке I определяется температура бетонной смеси при выходе из смесителя [4]

$$t_{\delta\delta} = -0,3 t_{н\delta} \quad (1)$$

Далее определяется расход тепла на подогрев составляющих

$$q_{\delta\delta} = K_m [C_{см} m (t_{\delta\delta} - t_{н\delta}) \cdot 1000 \text{ л/м}^3 + 1800 \cdot i_{см}] \cdot 10^{-6} \quad (2)$$

Затем подсчитывается стоимость подогрева составляющих бетонной смеси по прейскуранту 09-01 часть I.

В блоке 2 определяется минимальная температура разогрева бетонной смеси для получения прочности бетона 40% от R_{28} или 70% от R_{28} по формулам:

$$t_{\delta p} = 10 + 3,5 M_n + K_{н\delta} \cdot t_{н\delta} \quad (3)$$

$$t_{\delta p} = 40 + K_{оп} M_n - t_{н\delta} \quad \text{или} \quad (4)$$

где M_n - модуль поверхности конструкции;
 $K_{н\delta}$ - коэффициент, равный от I до 0,6;
 $t_{н\delta}$ - температура окружающей среды;
 $K_{оп}$ - коэффициенты, равные 3,5 для деревянной и 5 для металлической опалубки.

Затем проверяется температура бетонной смеси в бункере перед началом разогрева бетонной смеси 4

$$t_{\delta m} = t_{\delta\delta} - (t_{\delta\delta} - t_{н\delta}) / 0,001 \frac{q_{\delta p}}{k_{\delta p}} + 0,05 \frac{M_n \cdot c_p}{V_{\delta p}} \quad (5)$$

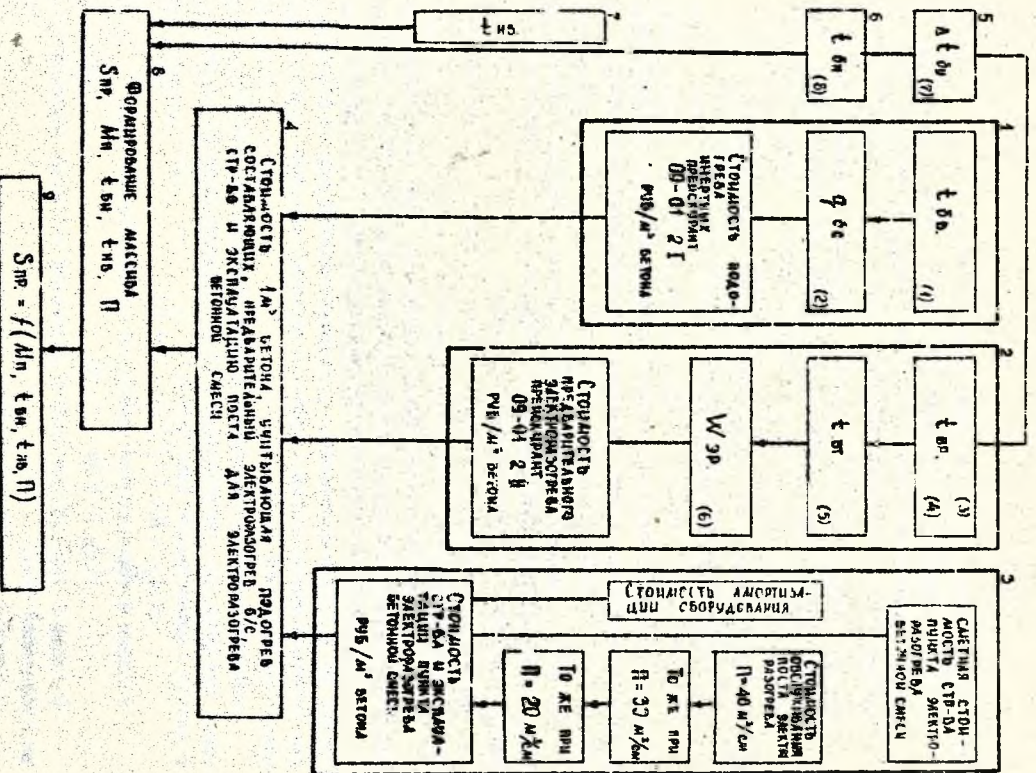


Рис. 1 Принципова схема бойлер-схеми антурбіннага будаўніцтва парэста-плітэбнага электраасяродка бейноўна сасі

где $t_{\delta m}$ - температура бетонной смеси в бадье;
 $t_{\delta tr}$ - время транспортирования б/смеси, мин;
 $\Pi_{пер}$ - количество перегрузок смеси ($\Pi_{пер} = 2$ шт.);
 $V_{\delta tr}$ - объем транспортируемой смеси ($V_{\delta tr} = 1,4 \text{ м}^3$);
 $h_{\delta tr}$ - высота транспортирования смеси ($h_{\delta tr} = 0,24 \text{ м}$).
 Далее определяется расчет энергии на разогрев: м^3 бетона [2]

$$W_{\delta p} = 0,8(t_{\delta p} - t_{\delta m}) \quad (6)$$

где 0,8 коэффициент, учитывающий объемную теплоемкость бетона с учетом потерь тепла $\frac{\text{квт.ч.}}{\text{м}^3 \text{ } ^\circ\text{C}}$

и наконец по прейскурантным ценам (прейскурант 09-01 ч. II) определяются затраты на предварительный электроразогрев бетонной смеси.

В блоке 3 определяется сметная стоимость строительства поста электроразогрева бетонной смеси, удорожание 1 м^3 бетона от амортизации оборудования поста эл.разогрева.

Затем подсчитывается стоимость обслуживания поста эл.разогрева при сменном потоке бетона 20, 30, 40 м^3 .

Далее определяются затраты от строительства и обслуживания поста электроразогрева бетонной смеси на 1 м^3 бетона.

В блоке 4 подсчитывается стоимость бетона (1 м^3) с учетом затрат на подогрев оставшихся, предварительный электроразогрев бетонной смеси, строительства и эксплуатации поста электроразогрева бетонной смеси.

В блоке 5 подсчитывается снижение температуры бетонной смеси при укладке в конструкцию [4] при времени укладки 15 мин. и высоте укладываемого слоя 0,4 м.

$$\Delta t_{\delta y} = 0,075(t_{\delta p} - t_{\delta в}) \quad (7)$$

В блоке 6 определяется начальная температура бетона

$$t_{\delta y} = t_{\delta p} - \Pi \Delta t_{\delta y} \quad (8)$$

В блоке 7 формируется массив расчетных значений температуры окружающей среды.

В блоке 8 формируется массив

где Π - сменный поток бетона, $\text{м}^3/\text{смену}$.

В блоке 9 определяется экономико-математическая модель зависимости

$$S_{\delta p} = f(M_n, t_{\delta n}, t_{\delta в}, \Pi)$$

которая имеет вид:

$$S_{np} = 0,022 t_{бн} - 0,0077 t_{нв} - 0,0317 + 4,89 \quad (9)$$

где S_{np} - увеличение себестоимости 1 м³ бетонной смеси от предварительного эл.разогрева в руб./м³;

$t_{бн}$ - начальная температура бетона, °С;

$t_{нв}$ - температура наружного воздуха, °С;

Π - сменный поток бетона, м³/смену.

Для составления модели (10) был применен индуктивно-регрессионный анализ [3] в результате чего были составлены специальные программы для ЭВМ "Наирн-2".

О хорошей адекватности модели можно судить по высоким значениям корреляционного отношения ($C_0 = 0,999$) и критерия Фишера ($f = 4,03$).

Литература

1. Арбенев А.С. "Технология бетонирования с электроразогревом бетонной смеси", М., Стройиздат, 1975.
2. Арбенев А.С. "Бетонирование монолитных конструкций с электроразогревом смеси". Межвузовский тематический сборник исследований и технологии строительного производства, Л., 1979.
3. Бароний В.Д., Карнов А.П. "Индуктивный регрессионный анализ", Свердловск, 1976.
4. Обзор опыта практики зимнего бетонирования с электроразогревом смеси (тезисы докладов к научно-технической конференции), Новосибирск, 1972.