

УДК 666.97.035:691.32

DOI 10.52928/2070-1683-2024-37-2-59-63

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ И ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ БЕТОНА НА ТОЧНОСТЬ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЕГО ТВЕРДЕНИЯ В ТЕПЛОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

канд. техн. наук, доц. А.М. НИЯКОВСКИЙ<sup>1)</sup>, А.А. КОРШУН<sup>2)</sup>, А.Д. МИЛОЧКИНА<sup>3)</sup>  
(<sup>1)-3)</sup> Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой  
<sup>1)</sup> ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5106-6278>

На основании анализа литературных источников и собственных исследований определены пределы изменения удельной теплоемкости и теплопроводности бетонов в процессе осуществления их тепловой обработки в теплотехнологических установках. Установлено влияние на величины этих теплофизических показателей температуры, поддерживаемой в процессе тепловой обработки, и достигаемой в результате прогресса степени гидратации. Сделан вывод об определяющем влиянии изменения теплопроводности бетона в процессе его тепловой обработки (по сравнению с удельной теплоемкостью) на результаты аналитических и численных расчетов режимов тепловой обработки.

**Ключевые слова:** тепловая обработка бетона, теплопроводность, удельная теплоемкость, математическое моделирование твердения бетона, сравнительный анализ.

**Введение.** Вопрос о полноте учета различных технологических и рецептурных факторов в процессе исследования механизмов твердения бетона при его тепловой обработке (ТО) в теплотехнологических установках (ТТУ) не решен окончательно и является дискуссионным. В частности, в работе [1] при анализе результатов исследований, представленных в [2], указывается, что практический интерес для построения моделей ускоренной гидратации имеют лишь такие важнейшие факторы, как температура, время твердения и состав активной части цементного клинкера. Влияние других факторов для заданного вида и класса бетона, по мнению, высказанному в [1], предопределено его рецептурой и нормативными документами.

В работе [3] утверждается, что исходя из производственного опыта, определяющее влияние на твердение бетона оказывают его температура, степень гидратации и водоцементное отношение, а остальные факторы мало значимы или могут быть стабилизированы. В [4] указывается, что существенными являются те факторы, которые определяют формирование температурных полей в бетоне, то есть его теплопроводность, плотность, теплоемкость, а также водоцементное отношение и состав активной части цементного клинкера, который влияет на мощность тепловыделений при гидратации.

Сведения о кинетике тепловыделений важны для определения степени гидратации бетона в процессе твердения, которая зависит от множества факторов, таких как активность и минералогический состав цемента, тонкость помола компонентов, начальное водоцементное отношение, наличие добавок, однородность и начальная температура бетонной смеси, влажностные условия, время твердения, температура процесса [2; 5–10]. Определяющее значение на протекание реакции гидратации имеют удельная теплоемкость и теплопроводность бетонной смеси.

Цель данной работы состоит в анализе степени влияния удельной теплоемкости и теплопроводности бетона на гидратацию активной части цементного клинкера при тепловой обработке бетона в теплотехнологических установках.

Объект исследования: процессы гидратации в теплотехнологических установках для тепловой обработки бетонных изделий.

Предмет исследования: теплофизические характеристики бетона в процессе его тепловой обработки.

**Основная часть.** Одной из главных характеристик физико-химических превращений, имеющих место при структурообразовании и твердении бетонных смесей, является кинетика гидратации, прямым образом связанная с кинетикой тепловыделений, обусловленных экзотермией цемента [11; 12]. Ее величина должна учитываться при составлении теплового баланса теплотехнологических установок для ТО бетона.

В общем случае полный тепловой эффект гидратации цемента складывается из суммы следующих составляющих [13; 14], Дж:

$$q_{\text{полн.}} = q_{\text{см}} + q_{\text{кр}} + q_{\text{х}} + q_{\text{в}} + q_{\text{р}}, \quad (1)$$

где  $q_{\text{см}}$  – теплота адсорбции (смачивания) воды на исходной смеси, Дж;  
 $q_{\text{кр}}$  – теплота кристаллизации в процессе новообразований, Дж;  
 $q_{\text{х}}$  – теплота гидратации, обусловленная химической реакцией, Дж;  
 $q_{\text{в}}$  – теплота адсорбции воды продуктами новообразований, Дж;  
 $q_{\text{р}}$  – теплота растворения минералов, составляющих цемент, в воде, Дж.

При этом на долю химической составляющей  $q_x$ , вызванной протеканием реакции гидратации, приходится 80% всего количества теплоты, выделяющейся при твердении бетона [13]. Кинетика указанной реакции напрямую связана с основными теплофизическими свойствами твердеющего бетона: удельной теплоемкостью и теплопроводностью.

Удельная теплоемкость бетона не является постоянной величиной в процессе гидратации. Некоторые исследователи, например, Шуттер (De Schutter) с соавторами, Рейнхард (Reinhardt) и Хансен (Hansen) с соавторами, установили, что удельная теплоемкость бетона уменьшается с течением времени твердения [4; 15]. Снижение оказалось зависящим линейно от степени гидратации или логарифма времени. Однако относительно величины этого уменьшения (а оно варьируется от 1% до 20%) единого мнения нет. Типичное значение конкретной удельной теплоемкости тяжелых бетонов различных видов и марок находится в пределах между 800 и 1200 Дж/(кг·К) [4; 5; 15; 16].

Удельная теплоемкость бетона с учетом пропорций смешиваемых компонентов, температуры и степени гидратации может быть определена на основании уравнения [4], кДж/(кг·°К):

$$c_p = \frac{1}{\rho} \left[ G_{ce} \cdot H_t \cdot (0,0084 \cdot t + 0,339) + G_{ce} \cdot (1 - \xi) \cdot C_{ce} + G_a \cdot C_a + G_w \cdot C_w \right], \quad (2)$$

где  $G_{ce}$ ,  $G_a$ ,  $G_w$  – удельные количества соответственно цемента, заполнителя и воды в расчете на 1 м<sup>3</sup> бетонной смеси, (кг/м<sup>3</sup>);

$C_a$ ,  $C_{ce}$ ,  $C_w$  – удельная теплоемкость соответственно заполнителя, цемента и воды, кДж/(кг·°К);

$t$  – фактическая температура изделия, °С;

$H_t$  – степень гидратации цемента в бетоне (в долях от 1).

Степень гидратации цемента представляет собой отношение фактических тепловыделений за рассматриваемый период времени к максимально возможному тепловыделению<sup>1</sup> [1; 17–25] за весь период твердения бетонного изделия. В общем виде степень гидратации может быть определена следующим образом:

$$H_t = \frac{Q(\tau)}{Q_{\max}} = \frac{1}{Q_{\max}} \int_0^{\tau_{\text{зад}}} q(\tau) d\tau, \quad (3)$$

где  $Q(\tau)$  – фактическое удельное тепловыделение, достигнутое в течение всей заданной продолжительности времени твердения, Дж/кг;

$\tau_{\text{зад}}$  – заданная продолжительность времени твердения, с;

$q(\tau)$  – удельная мощность тепловыделений цемента, Дж/(кг·с);

$Q_{\max}$  – предельно возможное удельное тепловыделение при гидратации, свойственное данному цементу при заданном водоцементном отношении, Дж/кг.

Расчеты, выполненные с использованием уравнения (2), показывают, что удельная теплоемкость бетона, обычно используемого при изготовлении железобетонных изделий, в процессе твердения увеличивается с ростом температуры и степени гидратации в среднем на 4,1% в пределах изменений указанных параметров соответственно от 20 °С до 85 °С и от 0,2 до 0,5.

Теплопроводность бетона определяется его минералогическим составом и характером компонентов бетонной смеси, содержанием воды, температурой, плотностью бетонного тела в сухом состоянии. По данным [26], значения коэффициентов теплопроводности по мере ТО уменьшаются приблизительно в три раза (однако этот вывод сделан для условий повышенного давления и температур выше 100 °С).

Хан (Khan) с соавторами исследовали теплопроводность бетона как в твердом (гидратированном), так и в созревающем состоянии при различных температурах и обнаружили, что теплопроводность по мере затвердевания бетона уменьшается с 1,723–1,740 до 1,17–1,14 Вт/(м·К) [4; 15]. В результате было установлено, что теплопроводность прогидратированного бетона на 33% ниже, чем созревающего. Эта тенденция подтверждена также в работах Шуттера (De Schutter) и Брауна (Brown) [17; 25]. Руйз (Ruiz) для вычисления текущего значения теплопроводности бетона в процессе его твердения предложил следующее уравнение [4], Вт/(м·К):

$$\lambda = \lambda_{\infty} (1,33 - 0,33 \cdot H_t), \quad (4)$$

где  $\lambda_{\infty}$  – теплопроводность бетона в полностью прогидратированном (сухом) состоянии, Вт/(м·К).

Расчеты с использованием уравнения (4) показывают, что теплопроводность бетона в процессе тепловой обработки и увеличения степени гидратации снижается в среднем на 24...25%.

<sup>1</sup> Соколов А.М. Научные основы процессов электротепловой обработки композиционных материалов в производстве конструкционного бетона: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.13. – Иваново, 2012. – 38 с.

Таким образом, теплопроводность бетона в процессе твердения изменяется в шесть раз сильнее, чем его теплоемкость, что должно приниматься в расчет при моделировании процессов теплопереноса. Это также означает, что влиянием изменения теплоемкости в процессе ТО на результаты расчетов температурных полей и полей степени гидратации в бетонном изделии с использованием ранее разработанной нами методологии [27; 28; 29] можно пренебречь, так как это влияние находится в пределах погрешности рассматриваемой физико-математической модели.

**Заключение.** На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Установлено, что удельная теплоемкость тяжелого бетона, имеющего составы, используемые при изготовлении железобетонных изделий, в процессе твердения увеличивается с ростом температуры и степени гидратации в среднем на 4,1% при изменении температуры от 20 °С до 85 °С и степени гидратации от 0,2 до 0,5.

2. Показано, что теплопроводность бетона в процессе тепловой обработки изменяется в пределах от 1,723...1,740 до 1,17...1,14 Вт/(м°К). При этом изменение теплопроводности подчиняется линейному закону и является функцией степени гидратации. Теплопроводность бетона в процессе тепловой обработки снижается по мере роста степени гидратации в среднем на 24...25%.

3. Теплопроводность бетона в процессе твердения изменяется в шесть раз сильнее, чем его теплоемкость, что должно приниматься в расчет при моделировании процессов теплопереноса.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Моделирование набора прочности бетоном при гидратации цемента / С.В. Федосов, В.И. Бобылев, А.М. Ибрагимов и др. // Строит. материалы. – 2011. – № 11. – С. 38–41.
2. Бабицкий В.В., Семенюк С.Д., Бирик М.С. Прогнозирование характеристик твердеющего тяжелого бетона // Ресурсекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. Вип. 18. – Рівне: НУВГП, 2009. – С. 3–12.
3. Математическая модель твердения бетона в условиях тепловой обработки заводов ЖБИ / Ю.Ю. Громов, О.Г. Иванова, А.В. Лагутин и др. // Вестн. ТГУ. – 2001. – Т. 6, вып. 3. – С. 344–345.
4. Ge Zh. Predicting temperature and strength development of the field concrete // Iowa State University Digital Repository. Civil, Construction and Environmental Engineering. – 2005. DOI: 10.31274/rtd-180813-15373.
5. Марьямов Н.Б. Тепловая обработка изделий на заводах сборного железобетона (процессы и установки). – М.: Стройиздат, 1970. – 272 с.
6. Суходеев Н.В., Бабицкий В.В. Методика проектирования состава бетона // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2009. – № 2(23). – С. 167–176.
7. Бирик М.С., Бабицкий В.В. Расчет энергосберегающих режимов тепловой обработки бетонных и железобетонных изделий // Керамика: наука и жизнь. – 2009. – № 3. – С. 17–26.
8. Бирик М.С., Суходоева Н.В., Бабицкий В.В. К возможности проектирования режима тепловой обработки бетона в ямных пропарочных камерах // Строит. наука и техника. – 2009. – № 2. – С. 58–63.
9. Бирик М.С., Бабицкий В.В. Об энергосберегающих режимах тепловой обработки бетонных и железобетонных изделий // Строит. наука и техника. – 2010. – № 4. – С. 55–59.
10. Дворкин О.Л. Проектирование составов бетона (основы теории и методологии). – Ровно: УДУВГП, 2003. – 265 с.
11. Мчедлов-Петросян О.П. Химия неорганических строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1971. – 229 с.
12. Заседателев И.Б., Шифрин С.А. Кинетика гидратации цемента при температурном воздействии на бетон // Бетон и железобетон. – 1976. – № 12. – С. 25–26.
13. Брунауэр С., Кантро Д.Л. Гидратация трехкальциевого силиката и β-двухкальциевого силиката в температурном интервале 5–50 °С // Химия цементов: сб. – М.: Изд. лит. по строительству, 1969. – С. 214–232.
14. Запорожец И.Д., Окорочков С.Д., Парийский А.А. Тепловыделение бетона. – Л.: Стройиздат, 1967. – 317 с.
15. Khan A.A., Cook W.D., Mitchell D. Thermal properties and transient analysis of structural members during hydration // ACI Materials Journal. – 2002. – Vol. 95, № 3. – P. 293–302.
16. An experimental study on thermal conductivity of concrete / K.H. Kim, S.E. Jeon, J.K. Kim et al. // Cement and Concrete Research. – 2003. – Vol. 33, № 3. – P. 363–371. DOI: 10.1016/S0008-8846(02)00965-1.
17. De Schutter G., Taerwe L. General hydration model for Portland cement and blast furnace slag cement // Cement and Concrete Research. – 1995. – № 25(3). – P. 593–604.
18. Адамцевич А.О., Пашкевич С.А., Пустовгар А.П. Использование калориметрии для прогнозирования роста прочности цементных систем ускоренного твердения // Инженер.-строит. журн. – 2013. – № 3. – С. 36–42.
19. Oh B.H., Cha S.W. Nonlinear analysis of temperature and moisture distributions in early-age concrete structures based on degree of hydration // ACI Materials Journal. – 2002. – Vol. 100, № 5. – P. 361–370.
20. Schindler A.K., Folliard K.J. Heat of hydration models for cementitious materials // ACI Materials Journal. – 2005. – Vol. 102(1). – P. 24–33.
21. Блещик Н.П., Пратько Н.С., Рыскин М.Н. Математические модели кинетики гидратации цемента // Инженерные проблемы современного бетона и железобетона: Материалы III Междунар. конф. – Минск, 1997. – Т. 2. – С. 25–36.
22. Pane I., Hansen W. Concrete hydration and mechanical properties under nonisothermal conditions // ACI Materials Journal. – 2002. – Vol. 99, № 6. – P. 534–542.
23. Modeling Hydration of Cementitious Systems / K.A. Riding, J.L. Poole, K.J. Folliard et al. // ACI Materials Journal. – 2012. – Vol. 109, № 2. – P. 225–234.
24. Schindler A.K., Folliard K.J. Heat of Hydration Models for Cementitious Materials // ACI Materials Journal. – 2006. – Vol. 102, № 1. – P. 24–33.

25. De Schutter G., Taerwe L. Degree of Hydration-Based Description of Mechanical Properties of Early-Age Concrete // *Materials and Structures*. – 1996. – Vol. 29, № 7. – P. 335–344.
26. Сизов В.П. Проектирование составов тяжелого бетона. – М.: Стройиздат, 1979. – 144 с.
27. Нияковский А.М. Разработка математической модели процесса твердения бетона на основе трехмерного уравнения теплопроводности // *Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. F, Стр.-во. Приклад. науки*. – 2018. – № 16. – С. 72–79.
28. Верификация нестационарной математической модели твердения бетона в теплотехнологических установках / А.М. Нияковский, В.Н. Романюк, А.Н. Чичко и др. // *Наука и техника*. – 2019. – Т. 18, № 2. – С. 137–145. DOI: 10.21122/2227-1031-2019-18-2-137-145.
29. Нестационарная модель процесса гидратации железобетонного изделия, находящегося в программно-нагреваемой среде / А.М. Нияковский, В.Н. Романюк, А.Н. Чичко и др. // *Докл. Нац. акад. наук Беларуси*. – 2019. – Т. 63, № 4. – С. 496–505. DOI: 10.29235/1561-8323-2019-63-4-496-505.

## REFERENCES

1. Fedosov, S.V., Bobylev, V.I., Ibragimov, A.M., Kozlova, V.K. & Sokolov, A.M. (2011). Modelirovanie nabora prochnosti betonom pri gidratatsii tsementa. *Stroitel'nye materialy*, (11), 38–41. (In Russ.).
2. Babitskii, V.V., Semenyuk, S.D. & Bibik, M.S. (2009). Prognozirovanie kharakteristik tverdeyushchego tyazhelogo betona. In *Resursoekonomnii materialy, konstruksii, budivli ta sporudi: zbirnik naukovikh prats'*. Vip. 18, (3–12). Rivne: NUVGP. (In Russ., abstr. in Engl.).
3. Gromov, Yu.Yu., Ivanova, O.G., Lagutin, A.V. & Lutkhon, T. (2001). Matematicheskaya model' tverdeniya betona v usloviyakh teplovoi obrabotki zavodov ZhBI. *Vestn. TGU*, 6(3), 344–345. (In Russ.).
4. Ge, Zh. (2005). Predicting temperature and strength development of the field concrete. *Iowa State University Digital Repository. Civil, Construction and Environmental Engineering*. DOI: 10.31274/rtd-180813-15373.
5. Mar'yamov, N.B. (1970). *Teplovaya obrabotka izdelii na zavodakh sbornogo zhelezobetona (protssy i ustanovki)*. Moscow: Stroizdat. (In Russ.).
6. Sukhodeev, N.V. & Babitskii, V.V. (2009). Metodika proektirovaniya sostava betona [Technique of concrete structure designing]. *Vestn. Belarus.-Ros. un-ta*, 2(23), 167–176. (In Russ., abstr. in Engl.).
7. Bibik, M.S. & Babitskii, V.V. (2009). Raschet energosberegayushchikh rezhimov teplovoi obrabotki betonnykh i zhelezobetonnykh izdelii. *Keramika: nauka i zhizn'*, (3), 17–26. (In Russ.).
8. Bibik, M.S., Sukhodoeva, N.V. & Babitskii, V.V. (2009). K vozmozhnosti proektirovaniya rezhima teplovoi obrabotki betona v yamnykh proporoch-nykh kamerakh. *Stroit. nauka i tekhnika*, (2), 58–63. (In Russ.).
9. Bibik, M.S. & Babitskii, V.V. (2010). Ob energosberegayushchikh rezhimakh teplovoi obrabotki betonnykh i zhelezobetonnykh izdelii. *Stroitel'naya nauka i tekhnika*, (4), 55–59. (In Russ.).
10. Dvorkin, O.L. (2003). *Proektirovanie sostavov betona (osnovy teorii i metodologii)*. Rovno: UDUVGP. (In Russ.).
11. Mchedlov-Petrosyan, O.P. (1971). *Khimiya neorganicheskikh stroitel'nykh materialov*. Moscow: Stroizdat. (In Russ.).
12. Zasedatelev, I.B. & Shifrin, S.A. (1976). K inetika gidratatsii tsementa pri temperaturnom vozdeistvii na beton. *Beton i zhelezobeton*, (12), 25–26. (In Russ.).
13. Brunauer, S. & Kantro, D.L. (1969). Gidratatsiya trekhkal'tsievogo silikata i  $\beta$ -dvukhkal'tsievogo silikata v temperaturnom intervale 5–50 °C. In *Khimiya tsementov* (214–232). Moscow: Izd. lit. po stroitel'stvu. (In Russ.).
14. Zaporozhets, I.D. Okorokov, S.D. & Pariiskii, A.A. *Teplovydelenie betona*. Leningrad: Stroizdat. (In Russ.).
15. Khan, A.A., Cook, W.D. & Mitchell, D. (2002). Thermal properties and transient analysis of structural members during hydration. *ACI Materials Journal*, 95(3), 293–302.
16. Kim, K.H., Jeon, S.E., Kim, J.K. & Yang, S. (2003). An experimental study on thermal conductivity of concrete. *Cement and Concrete Research*, 33(3), 363–371. DOI: 10.1016/S0008-8846(02)00965-1.
17. De Schutter, G. & Taerwe, L. (1995). General hydration model for Portland cement and blast furnace slag cement. *Cement and Concrete Research*, 25(3), 593–604.
18. Adamtsevich, A.O., Pashkevich, S.A. & Pustovgar, A.P. (2013). Ispol'zovanie kalorimetrii dlya prognozirovaniya rosta prochnosti tsementnykh sistem uskorenogo tverdeniya [Application of calorimetry for prognosticating strength increase of fast-curing cement systems]. *Inzhener.-stroit. zhurn. [Magazine of Civil Engineering]*, (3), 36–42. (In Russ., abstr. in Engl.).
19. Oh, B.H. & Cha, S.W. (2002). Nonlinear analysis of temperature and moisture distributions in early-age concrete structures based on degree of hydration. *ACI Materials Journal*, 100(5), 361–370.
20. Schindler, A.K. & Folliard, K.J. (2005). Heat of hydration models for cementitious materials. *ACI Materials Journal*, 102(1), 24–33.
21. Bleshchik, N.P., Prat'ko, N.S. & Ryskin, M.N. (1997). Matematicheskie modeli kinetiki gidratatsii tsementa. In *Inzhenernye problemy sovremennogo betona i zhelezobetona: Materialy III Mezhdunar. konf. T. 2* (25–36). Minsk. (In Russ.).
22. Pane, I. & Hansen, W. (2002). Concrete hydration and mechanical properties under nonisothermal conditions. *ACI Materials Journal*, 99(6), 534–542.
23. Riding, K.A., Poole, J.L., Folliard, K.J., Juenger, M.C.G. & Schindler, A.K. (2012). Modeling Hydration of Cementitious Systems. *ACI Materials Journal*, 102(1), 24–33.
24. Schindler, A.K. & Folliard, K.J. (2006). Heat of Hydration Models for Cementitious Materials. *ACI Materials Journal*, 102(1), 24–33.
25. De Schutter, G. & Taerwe, L. (1996). Degree of Hydration-Based Description of Mechanical Properties of Early-Age Concrete. *Materials and Structures*, 29(7), 335–344.
26. Sizov, V.P. (1979). *Proektirovanie sostavov tyazhelogo betona*. Moscow: Stroizdat.
27. Niyakovskii, A.M. (2018). Razrabotka matematicheskoi modeli protsesssa tverdeniya betona na osnove trekhmernogo uravneniya teploprovodnosti [Development of a Concrete Hardening Process Mathematical Model Based on a Three-dimensional Heat Equation]. *Vestn. Polotsk. gos. un-ta. Ser. F, Str.-vo. Priklad. nauki [Vestnik of Polotsk State University. Part F. Constructions. Applied sciences]*, (16), 72–79. (In Russ., abstr. in Engl.).

28. Niyakovskii, A.M., Romanyuk, V.N., Chichko, A.N. & Yatskevich, Yu.V. (2019). Verifikatsiya nestatsionarnoi matematicheskoi modeli tverdeniya betona v teplotekhnologicheskikh ustanovkakh [Verification of Non-Stationary Mathematical Model of Concrete Hardening in Thermal Technological Installations]. *Nauka i tekhnika*, 18(2), 137–145. DOI: 10.21122/2227-1031-2019-18-2-137-145 (In Russ.).
29. Niyakovskii, A.M., Romanyuk, V.N., Chichko, A.N. & Yatskevich, Yu.V. (2019). Nestatsionarnaya model' protsessy gidratatsii zhelezobetonogo izdeliya, nakhodyashchegosya v programmno-nagrevaemoy srede [Unsteady Model of the Hydration Process of a Reinforced Concrete Product at Software-Controlled Heating]. *Dokl. Nats. akad. nauk Belarusi*, 63(4), 496–505. DOI: 10.29235/1561-8323-2019-63-4-496-505 (In Russ.).

Поступила 14.05.2024

**THE INFLUENCE OF CHANGES IN THE SPECIFIC HEAT CAPACITY AND THERMAL CONDUCTIVITY OF CONCRETE ON THE ACCURACY OF THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL MODELS OF ITS HARDENING IN THERMAL TECHNOLOGY INSTALLATIONS**

**A. NIYAKOVSKII, A. KORSHUN, A. MILOCHKINA**  
(*Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk*)

*Based on the analysis of literary sources and our own research, the limits of changes in the specific heat capacity and thermal conductivity of concrete during their heat treatment in thermal technology installations have been determined. The influence of the temperature maintained during the heat treatment and the degree of hydration achieved as a result of heating on the values of these thermophysical parameters has been established. The conclusion is made about the determining effect of changes in the thermal conductivity of concrete during its heat treatment (compared with the specific heat capacity) on the results of analytical and numerical calculations of heat treatment modes.*

**Keywords:** *heat treatment of concrete, thermal conductivity, specific heat, mathematical modeling of concrete hardening, comparative analysis.*