

6. Егорова И.А. Архитектурно-пространственная организация дворовых пространств в жилой застройке в условиях континентального климата / И.А. Егорова, В.Д. Четошников, Р.С. Жуковский // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2017. – № 3 (21). – С. 5-14.
7. Туманик Г.Н. Региональные особенности формирования и развития центра крупного (крупнейшего) города Сибири: автореф. дисс. канд. арх. (спец. 18.00.04). – Москва (МАрХИ), 2004. – 43 с.
8. Ляховецкая С.С. Социокультурные ценности городского центра: дисс. канд. арх. (спец. 18.00.01). – Екатеринбург, 2001. – 135 с.
9. Койнаш Т.В. Приемы разграничения транспортно-пешеходных потоков в жилых дворах многоэтажных жилых домов // Материалы междунар. научной конф. ФАД ТОГУ «Новые идеи нового века». – Хабаровск: Тихоокеанский государственный ун-т, 2013. Т.3. С. 181-186.
10. Федченко И.Г. Принципы формирования жилых планировочных единиц в контексте современных тенденций градостроительства // Architecture and Modern Information Technologies. – 2015. – №1(30). – С. 10.

© И. А. Егорова, Р. С. Жуковский

**Ссылка для цитирования:**

И. А. Егорова, Р. С. Жуковский. Принципы архитектурно-градостроительного развития жилых кварталов 1950-1970-х гг. застройки в крупных сибирских городах // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 4 (30). С. 79–85.

УДК 624.03

**ЭКСПЕРТИЗА ГЕОПОДОСНОВЫ, ОСНОВАНИЙ И ФУНДАМЕНТОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ: РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ УЧЁТА И ОЦЕНКИ ДЕФОРМАЦИЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

***Н. В. Купчикова***

*Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия*

Рассмотрены некоторые особенности и характерные причины возникновения недопустимых деформаций оснований и фундаментов мелкого заложения в процессе эксплуатации, выявленные в результате исследований с учётом региональных инженерно-геологических, гидрогеологических и климатических характеристик на примере объектов Астраханской области. Проведён анализ накопленного опыта в регионе по экспертизе, геоподосновы, оснований и фундаментов, который показал, что здания в регионе 1950-80х. годов постройки имеют значительные деформации, явившиеся результатом: ошибки проектирования; изменения напряжённо-деформированного состояния оснований, эксплуатируемых зданий; технологических воздействий при производстве строительных работ (вибрация при разработке котлована и погружении шпунта и свай, нарушение устойчивости откосов котлованов, промораживание грунта, суффозия, разрушение фильтрацией воды); недоучёта свойств основания в результате инженерно-геологических изысканий; непрофессионального подхода в проектировании систем текущего и капитального ремонта при эксплуатации зданий и сооружений и др. Экспертиза геоподосновы, оснований и фундаментов мелкого заложения проводилась для рассмотренных в статье объектов с применением современных приборов спектрально-временного анализа и неразрушающего контроля, что и позволило наиболее полно выполнить оценку эксплуатирующего объекта и определить экономическую эффективность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или ликвидации.

**Ключевые слова:** *экспертиза геоподосновы, основания и фундаменты, техническое обследование, деформации фундаментов и оснований.*

**EXAMINATION OF GEO-FOUNDATION, BASES AND FOUNDATIONS OF FINE LAYING: REGIONAL FEATURES OF ANALYSIS AND ESTIMATION OF DEFORMATIONS DURING OPERATION**

***N. V. Kupchikova***

*Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia*

Some features and characteristic causes of unacceptable deformations of foundations and foundations of shallow laying during operation, identified as a result of studies taking into account regional engineering-geological, hydrogeological and climatic characteristics using the objects of the Astrakhan region as an example, are examined. The analysis of the accumulated experience in the region on the examination, geo-basis, foundations and foundations, which showed. that buildings in the 1950s-80s region. years of construction have significant deformations resulting from: design errors; changes in the stress-strain state of the foundations of operated buildings; technological impacts during construction works (vibration during the excavation of a foundation pit and dipping of sheet piles and piles, violation of the stability of slopes of foundation pits, freezing of the soil, suffusion, destruction by water filtration); underestimation of the properties of the base as a result of engineering and geological surveys; unprofessional approach to the design of current and overhaul systems for the operation of buildings and structures, etc. An examination of the geo-base, foundations and shallow foundations was carried out for the objects considered in the article using modern spectral-time analysis and non-destructive testing instruments, which made it possible to fully evaluate operating facility and determine the economic efficiency of its further operation, reconstruction or liquidation.

**Keywords:** *geo-basis examination, foundations and foundations, technical inspection, deformations of foundations and foundations.*

Реализация приоритетного проекта в России по формированию комфортной городской среды способствует комплексной оценке территориально-функциональных зон, подлежащих реновации, реконструкции и модернизации с учётом новых национальных стандартов

по проектированию и эксплуатации. В перечне основных задач по оценке состояний зданий и сооружений различной исторической застройки наибольшие затруднения вызывают работы, связанные с экспертизой геоподосновы, оснований и фундаментов. В каждом конкретном

случае требуется учёт не только региональных инженерно-геологических условий, но и накопленного отечественного и зарубежного опыта.

Терминология «экспертиза геоподосновы, оснований и фундаментов» встречается в учебном пособии профессора П.П. Грабового (2012 г.) [1] и более знакома для экспертов-строителей и изыскателей, имеющих производственный опыт в техническом обследовании, судебно-строительной и технических экспертизах.

Анализ современных научных публикаций [2–18] по экспертизе геоподосновы, оснований и фундаментов зданий и сооружений показывает более комплексное проведение исследований на стыке строительных и экономических наук и развитие, базирующееся как на старых проверенных общенаучных методах изысканий и оценки, так и на новых с применением современных приборов спектрально-временного анализа и неразрушающего контроля.

Опыт практической реализации экспертизы геоподосновы, оснований и фундаментов показывает, что состав работ определяется специальной программой исследований и согласовывается с проектной организацией и заказчиком, выполняется в следующей последовательности:

- сбор сведений по истории строительства и эксплуатации здания, изучение технической документации, позволяющей составить представление об условиях строительства, эксплуатации здания, нагрузках;

- определение плана дальнейших исследований;

- обследование окружающей местности, надземной конструкции здания, системы отвода поверхностных вод, состояния близ расположенных объектов.

Рассмотрим некоторые особенности и характерные причины возникновения недопустимых деформаций оснований и фундаментов мелкого заложения в процессе эксплуатации, выявленные в результате исследований с учётом региональных инженерно-геологических, гидрогеологических и климатических характеристик на примере объектов Астраханской области.

Причинами деформаций могут быть ошибки проектирования, изменения напряжённо-деформированного состояния оснований эксплуатируемых зданий, технологические воздействия при производстве строительных работ (вибрация при разработке котлована и погружении шпунта и свай, нарушение устойчивости откосов котлованов, промораживание грунта, суффозия, разрушение фильтрацией воды) и другие.

Особо стоит обратить внимание на строительство в регионах в условиях сопряжённой густой застройки. Общая картина обследуемых вновь построенных зданий и сооружений, примыкающих к старым строениям или близ расположен-

ных во многих городах России за весь период эксплуатации начиная с 80-х годов прошлого столетия в 80 % всех экспертиз показывают появление трещин в местах сопряжения и имеют серьёзные деформации, вплоть до аварийных [2].

Основной причиной аварийных деформаций зданий является недостаточное исследование в процессе изыскательских инженерно-геологических работ, либо неправильная оценка свойств грунтов. Так в 90-х годах в Астрахани по улице Краснодарская был построен 9-ти этажный панельный жилой дом серии 135 с техподпольем высотой 1,6 м. Фундамент - монолитная плита. Во время проектирования геология была исследована не тщательно, в дальнейшем оказалось, что под зданием раньше проходило русло ерика, и грунты там слабые. Когда здание возвели, оно стало расходиться по температурному шву. В результате комплексной экспертизы геоподосновы и изучения деформаций фундаментов был разработан проект усиления плиты микросваями. Было доставлено специальное оборудование, с помощью которого сверлили отверстия в фундаментной плите и задавливались металлические микросваи, после задавливания одной части свай, на нее наваливалась следующая часть и продолжалось задавливание. После задавливания расчетного количества свай, осадка здания остановилась.

Характерным примером влияния многолетнего сезонного промерзания грунтов на фундаменты из трех рядов блоков ФБС устроенных по монолитной ленточной железобетонной подушке является обследованное в 2014–2018 гг. четырехэтажного двухсекционного здания коридорного типа, построенного в 1974 г. Жилой дом имеет прямоугольную форму в плане размеры 84,50 × 14,00 м. Высота этажей 2,7 м. Строительный объем здания 12013 м<sup>3</sup>. Конструктивная схема – здание трёх пролетное с продольными несущими кирпичными стенами с дисками железобетонных перекрытий. В здании имеется подвал высотой 2 м. Фундаменты ленточный из трех рядов блоков ФБС, устроенных по монолитной железобетонной подушке. Ленточный фундамент состоит из монолитной подушки сечением 1700×400 мм и трех рядов стеновых фундаментных блоков (типа ФБС размерами 2400 × 500 × 500). Глубина заложения фундамента 1,55 м.

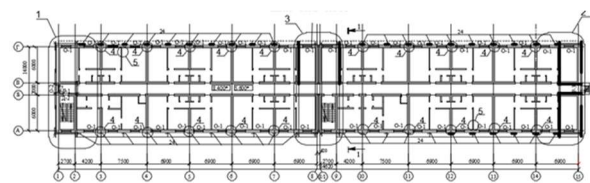


Рис. 1. План четырехэтажного двухсекционного здания коридорного типа, построенного в 1974 г.: 1,2,3 – блоки здания, требующие усиления

На рис. 1. на плане здания показаны характерные блоки 1,2,3, требующие усиления с низа

фундамента и до кровли на момент обследования в 2014 г. На рис. 2 – сквозные трещины торцевой стены в осях Г-А. Грунт в основании фундамента просадочный. Неорганизованный водосток, постоянные течи инженерных систем, отсутствие отмостки, нарушения при эксплуатации привели к локальному изменению просадочных свойств грунтов в основании, что и повлекло за собой неравномерные осадки здания.

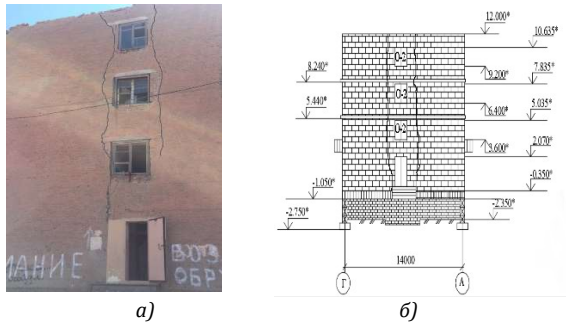


Рис. 2. Сквозные трещины торцевой стены в осях Г-А:  
а – общий вид; б – деформации на торцевом фасаде

В 2017-ом году кафедрой экспертизы, эксплуатации и управления недвижимостью АГАСУ выполнялось техническое обследование здания школы и пристроя к нему, расположенного в с. Николаевка, Наримановского района Астраханской области, а также испытание пенобетонных блоков и кирпичей глиняных на определение прочности при сжатии и изгибе. Здание сложное в плане (рис. 3) состоит из двух строений разных времён постройки и разных конструктивно-технологических решений. Основное здание школы в осях 4-13 построено в 1977-ом году, а пристрой в 1990-ом году. Здание бескаркасное - продольные и поперечные несущие кирпичные стены. Пространственная жесткость здания обеспечивается за счет совместной работы продольных и поперечных несущих стен, а также дисков жесткости перекрытий. По результатам обследования наблюдались многочисленные сквозные трещины на фасаде в осях (Е-А), (В-Е), (6-1) (рис. 5, 6). После разработки шурфов (рис. 3) были выявлены существенные деформации фундамента - сдвиг фундаментных блоков в подвале пристроя (рис. 7). По оси 2 сдвиг блоков составлял 12, 8 и 5 см по рядам сверху вниз. По оси 3 – 20, 17 и 13 см соответственно. А также виден разрыв самих фундаментных блоков (рис. 7). Деформации фундамента (их сдвиг и сквозные трещины) стали результатом ошибки при проектировании фундамента пристроя на просадочных грунтах, т.к. не рекомендуется в пристроях фундамент заглублять ниже подошвы существующего основного фундамента здания ввиду возможности возникновения дополнительного бокового давления. Пространственная жесткость здания при проектировании при-

строая проектировщиками также не рассматривалась. В результате экспертизы были разработаны мероприятия по демонтажу здания пристроя, так как разработка проекта реконструкции по конструктивно-прочностным и экономическим параметрам была признана экспертами рентабельно не эффективной.

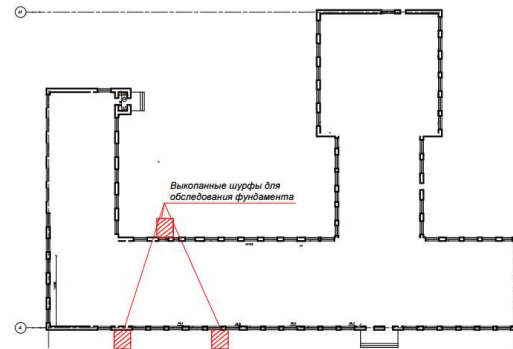


Рис. 3. Места разработки шурфов

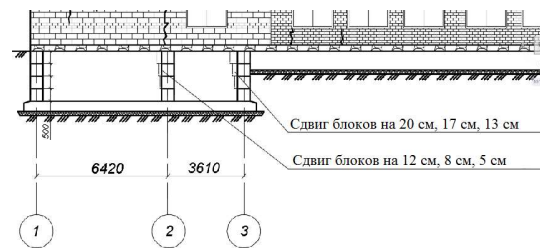


Рис. 4. Трещины на главном фасаде

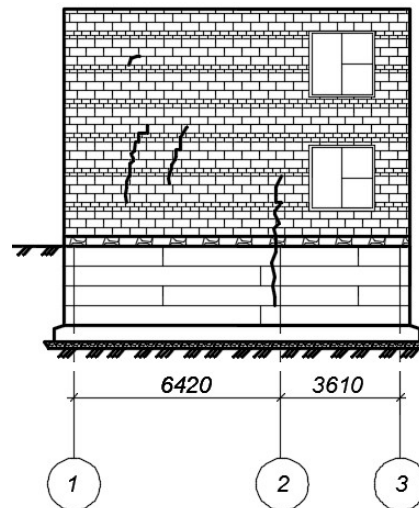


Рис. 5. Трещины по фасаду пристроя и в фундаментных блоках по результатам обследования в шурфах

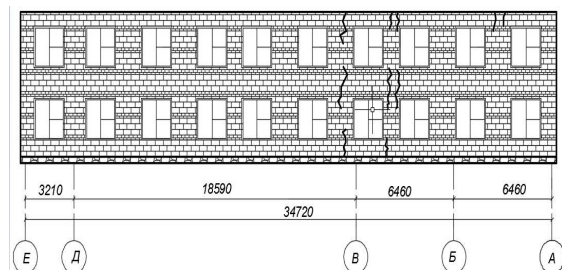


Рис. 6. Трещины на фасаде в осях Е-А





Рис. 7. Фотофиксация – сдвиг фундаментных блоков в подвале пристроя (слева на фото) и их разрыв (фото справа)

К сожалению, как показывает опыт исследования, здания в регионе 1950–1980-х годов постройки имеют значительные деформации, явившиеся результатом:

- ошибки проектирования;
- изменения напряжённо-деформированного состояния оснований, эксплуатируемых зданий;

- технологических воздействий при производстве строительных работ (вибрация при разработке котлована и погружении шпунта и свай, нарушение устойчивости откосов котлованов, промораживание грунта, суффозия, разрушение фильтрацией воды) и т.д.;

- недоучёта свойств основания в результате инженерно-геологических изысканий;
- непрофессионального подхода в проектировании систем текущего и капитального ремонта при эксплуатации зданий и сооружений и др.

Экспертиза геоподосновы, оснований и фундаментов мелкого заложения проводилась для выше перечисленных объектах с применением современных приборов спектрально-временного анализа и неразрушающего контроля, что и позволило наиболее полно выполнить оценку эксплуатирующего объекта и определить экономическую эффективность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или ликвидации.

#### Список литературы

1. Грабовый П.Г. Экспертиза и инспектирование инвестиционного процесса и эксплуатации недвижимости: учебник/ под общ. научн. ред. П.Г.Грабового. – 2-е изд., перераб. и доп. – часть I. – Москва: Проспект, 2012. – 368с.
2. Коновалов П. А. Основания и фундаменты реконструируемых зданий/ Стройиздат. Москва.-1988г.
3. Fedorov V.S., Kolchunov V.I., Pokusaev A.A., Naumov N.V. Calculation models of deformation of reinforced concrete constructions with spatial cracks. Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2019. № 4 (44). С. 6-27.
4. Kositsyn S.B., Fedorov V.S., Akulich V.Yu., Kolchunov V.I. Numerical analysis of a cylindrical shell and soil considering changes in a computational model over time. Russian Journal of Building Construction and Architecture. 2019. № 4 (44). С. 82-91.
5. Kupchikova N. V. Determination of pressure in the near-ground space pile terminated and broadening of the surface. В сборнике: МАТЕС Web of Conferences 2018. С. 04062.
6. Савинов А.В., Бартоломей Л.А. Анализ изменений параметров грунтового основания здания на свайном фундаменте при длительной эксплуатации и аварийном техногенном воздействии // Интернет вестник ВолгГАСУ. Сер. : Полиматематическая.2013. Вы.2 (27).с.1-12.
7. Говоров Д.В., Говорова И.А., Зирка В.Г., Говоров В.А., Черняева Н.С. Экспертиза технического состояния и оценка остаточного ресурса конструкций зданий и сооружений//Интернет вестник ВолгГАСУ. Сер. : Полиматематическая.2013. Вы.2 (27).
8. Сташишина А.Н.,М.И. Абу Махади Некоторые аспекты реконструкции фундаментов// Вестник РУДН, серия Инженерные исследования.2016. №2. с.82-90.
9. Паутов А.Б., Грабовый К.П. Некоторые подходы по обследованию фундаментов объектов капитального строительства при производстве строительной-технической экспертизы // Научно-практический электронный журнал Аллея Науки №4 (20).2018.
10. Паутов А.Б., Грабовый К.П. Современная практика назначения судебной строительной-технической экспертизы при обследовании фундаментов зданий и сооружений// Научно-практический электронный журнал Аллея Науки №4 (20).2018.
11. Демьянов А.И.,Наумов Н.В.,Колчунов Л.И. Некоторые результаты экспериментальных исследований составных железобетонных конструкций при кручении с изгибом//Теория инженерных сооружений. Строительные конструкции №5 (79) 2018 с.13-21.
12. Римшин В.И. ,Филимонова И.И. Реновация жилой застройки и анализ экологической ситуации пресненского района ЦАО г. Москвы// Вестник ИРГТУ №9 (92) 2014 Строительство и архитектура с.126-130.
13. Мирсяпов И.Т., Сабирзянов Д.Д., Несущая способность основания фундаментов при комбинированных, чередующихся, длительностатических и циклических нагрузках //Известия КГАСУ,2018, №1 Основания и фундаменты, подземные сооружения с. 153-163.
14. Галеева Э., Гершберг В., Москвичев М., Серегина Э., Соломин Р. Оценка технического состояния фундаментов зданий по косвенным признакам// Экспертное сообщество: Научные подходы. с. 26.
15. Зозулева А.Ю., Жариков И.С. Техническая экспертиза многовариантности конструктивных решений фундаментов гражданских зданий//Новое слово в науке и практике с. 77-82.
16. Гурьева Н., Смирнов В. Влияние состояния грунтового основания и фундаментов на безопасную работу зданий и сооружений опасных производственных объектов // Тех.Надзор № 11 (108), ноябрь 2015 с. 311-314.
17. Сапожников А.И. , Купчикова Н.В. Армирование геосинтетическими материалами грунта основания с укреплением химическими составами и втрамбованным щебнем // Технологии. Строительные материалы,оборудование ,технологии XXI века №3 ,2010 с. 42-44.
18. Колчунов, В.И., Скобелева, Е.А., Купчикова, Н.В. Сравнительный анализ уровня реализации функции города «жизнеобеспечение» в центральном и южном федеральных округах РФ // Биосферная совместимость: человек, регион, технологии. - 2014. - № 1 (5). - С. 22-26.
19. Федоров, В.С., Ануфриев, Д.П., Купчикова, Н.В. Устойчивость развития функций «жизнеобеспечение» в областях центрального и южного федеральных округов РФ // Перспективы развития строительного комплекса. – 2014. – С. 339-345.

20. Ovsianikova, T., Nikolaenko, M. Sustainable urban built environment: Modern management concepts and evaluation methods // AIP Conference Proceedings. – Volume 1800, Issue 1 10.1063/1.4973062 [Электронный ресурс]. – URL <http://aip.scitation.org/doi/abs/10.1063/1.4973062>.

21. Гурова Е.В., Калашникова Ю.С. Михеева Т.А., Капитонова И.С. Социальные аспекты и градостроительные перспективы реконструкции промышленной застройки // Социально-экономические и технологические проблемы развития строительного комплекса региона. Наука. Практика. Образование. Материалы III Всероссийской научно-технической конференции. Волгоград. 2009. С.444-445.

22. Купчикова Н.В., Чумакова А.В. Рейтинговая оценка устойчивости среды обитания жилого комплекса по системе «Зеленое строительство» // Перспективы развития строительного комплекса. – 2014 С. 345.

© Н. В. Купчикова

**Ссылка для цитирования:**

Н. В. Купчикова. Экспертиза геоподосновы, оснований и фундаментов мелкого заложения: региональные особенности учёта и оценки деформаций при эксплуатации // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2019. № 4 (30). С. 85–89.

УДК 614.841.33(083.7)

**НЕЛИНЕЙНОЕ ДЕФОРМИРОВАНИЕ БЕТОНА В УСЛОВИЯХ РЕЖИМНОГО НАГРУЖЕНИЯ ПРИ КРАТКОВРЕМЕННОМ НЕСТАЦИОНАРНОМ НАГРЕВЕ**

**В. С. Федоров, В. Е. Левитский**

*«Российский университет транспорта» РУТ (МИИТ), г. Москва, Россия*

Представлен анализ деформирования бетона при нестационарном нагреве в условиях постоянного, возрастающего и убывающего режима нагружения. Выявлено, что нелинейные деформации в условиях кратковременного нагрева под нагрузкой определяются только уровнем напряжений и температурой и не зависят от режима изменения силового воздействия. Построена модель поведения бетона и выполнена калибровка её коэффициентов. Рассчитанные кривые полных деформаций бетона, а также графики изменения реактивного усилия в образце, нагреваемого при полном ограничении температурных деформаций, показали удовлетворительную сходимость с данными экспериментов. В результате анализа выявлено что, для моделирования термосилового сопротивления сжатого бетона при нагреве под нагрузкой, в том числе в условиях режимного нагружения, необходимо задавать 8 температурных параметров, а также три характеристики работы при нормальных условиях ( $R_b$ ,  $E_b$ ,  $\epsilon_{bu}$ ). Полученные зависимости выражены в функции деформаций и удобны для расчетной реализации.

**Ключевые слова:** *нагрев под нагрузкой, кратковременная температурная ползучесть, неявная модель, диаграмма деформирования, предельные структурные напряжения*

**NONLINEAR CONCRETE DEFORMATION UNDER CONDITIONS OF MODE LOADING AT SHORT-TIME UNSTEADY HEATING**

**V. S. Fedorov, V. E. Levitskiy**

*Russian Transport University RUT (MIIT), Moscow, Russia*

The analysis of concrete deformation during unsteady heating under conditions of constant, increasing and decreasing loading conditions is presented. It was revealed that nonlinear deformations under conditions of short-term heating under load are determined only by the level of stresses and temperature and are not dependent on the mode of change in the force action. A concrete behavior model is constructed and its coefficients are calibrated. The calculated curves of the total deformations of concrete, as well as the graphs of the changes in the reactive force in the sample heated with complete limitation of temperature deformations showed satisfactory convergence with the experimental data. As a result of the analysis, it was revealed that, for modeling the thermo-strength resistance of compressed concrete when heated under load, including under conditions of operational loading, it is necessary to set 8 temperature parameters, as well as three operating characteristics under normal conditions ( $R_b$ ,  $E_b$ ,  $\epsilon_{bu}$ ). The obtained dependences are expressed in the deformation function and are convenient for the calculated implementation.

**Keywords:** *heating under load, load induced thermal strain, implicit model, constitutive relationship, ultimate structural stresses.*

В условиях пожара несущие железобетонные конструкции подвергаются нестационарному высокотемпературному огневому воздействию в нагруженном состоянии. Однако необходимые для расчетов диаграммы деформирования бетона в прямом виде могут быть получены, как и при нормальной температуре, по результатам испытаний до разрушения предварительно нагретых образцов (heat-then-load regime, HTL, рис. 1). Более близкими к реальным условиям работы бетона в конструкции являются испытания при нестационарном нагреве предварительно нагруженных образцов (load-then-heat regime, LTH, рис. 2).

Сравнением результатов большого количества испытаний выявлено, что деформации бетона при нагреве под нагрузкой оказываются примерно в два раза больше, чем при нагружении после нагрева [1]. Это принято связывать с кратковременной температурной ползучестью бетона, вызванной нагрузкой, (LITS), которую также называют Transient Thermal Creep (TTC), Transient Thermal Strain (TTS), drying creep и др.

В научной и нормативной литературе имеется большое количество вариантов представления связи напряжений и деформаций бетона в условиях кратковременного высокотемпературного нагрева, отличающиеся способом нормирования