



Армирование крупных панелей из автоклавного газобетона

Д.А. Алябьева¹

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», 195251, Россия, Санкт-Петербург, Политехническая ул., 29

ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

УДК 691.328.34

История

Подана в редакцию 04.03.2015

Ключевые слова

Ячеистый бетон;
газобетон;
автоклав;
тени арматуры;
армирование;

АННОТАЦИЯ

На примере отчета об аварийной ситуации исследуется вопрос о разрушении газобетонных панелей. По заключению эксперта, причиной разрушения стеновой панели является нарушение нормативных требований по антикоррозийной защите арматурных каркасов в изделиях из ячеистых бетонов и отсутствие должностного контроля при изготовлении стеновых панелей на заводе-изготовителе. Это привело к увеличению объема продуктов коррозии. В статье, обстоятельства дела рассматриваются с другой точки зрения, нежели, чем у независимого эксперта, сделавшим заключение ранее. Рассматривается версия разрушения стеновых панелей из ячеистого бетона из-за образования микротрещин вследствие нарушения термовлажностного режима, которые приводят к процессу «выветривания», то есть разрушение материала при действии сил морозного пучения внутренней влаги. Приводится способ исключения данных последствий.

Содержание

1.	Введение	25
2.	Постановка задачи	25
3.	Основная часть	25
4.	Заключение	31

1. Введение

В настоящее время каменная кладка выполняется, в основном, из блоков ячеистого бетона, так как они имеют ряд преимуществ перед традиционной кладкой из глиняного кирпича [1]. В нашем северо-западном регионе построено множество заводов по производству газобетона (AEROC, H+H ...). Технология производства газобетона была создана в первой половине прошлого века. Ленинградский домостроительный комбинат №3 производит конструктивные армированные элементы из автоклавного газобетона по технологии первоначально разработанной шведской фирмой Siporex с 1959 года по настоящий день. За время строительства домов серий ГИ, 1ЛГ600А, 600.11 и других их модификаций выявлено множество преимуществ и недостатков крупных панелей из газобетона (навесных и самонесущих стеновых панелей, плит покрытий).

Вопрос об армировании крупных панелей из автоклавного газобетона является ещё малоизученным. В данной статье, на примере жилого дома из изделий ЗАО«ДСК-3», продемонстрирована необходимость исследования в данной области.

2. Постановка задачи

У жилого дома по адресу: СПб, ул. Бурцева, дом 2 произошло обрушение наружной части газобетонных панелей. Жилой дом постройки 1999 года. Наружные стены выполнены из сборных панелей ячеистого бетона.

По информации председателя ТСЖ аналогичные разрушения панелей происходили неоднократно. Первоначально произошло разрушение 1-й и 2-й панели (считая от цоколя здания). Во второй раз разрушению подверглись 5-я и 6-я панели этого же участка фасада. В момент обследования зафиксировано разрушение 9-й и 10-й панели бокового фасада жилого дома. Дефектные участки хорошо видны, поскольку окраска дефектных участков отличается от общего фона окраски фасада.

Целью статьи является выяснение причины обрушения части стеновой панели жилого дома.

Обследование объекта производилось по заказу ТСЖ «Бурцева 2» специалистом ООО «Центр независимой профессиональной экспертизы «ПетроЭксперт». Результаты обследования фиксировались письменно и цифровым фотоаппаратом.

3. Основная часть

Для определения причины разрушения панелей специалистом был произведен осмотр разрушенной стеновой панели и остатков (обломков) панели обрушившихся на землю.

Картина разрушения стеновой панели представляет собой вертикальное расслоение панели. Расслоение произошло строго в месте расположения арматурного каркаса (Рисунок 1). Часть наружного слоя стеновых панелей отделилась от самих панелей, но не обрушилась. На поверхности разрушения видна арматура панелей.

При осмотре обломков рухнувшей части панелей установлено, что на плоскости расслоения панелей видны следы сильно корродированных арматурных каркасов (Рисунок 2). При замере толщины слоя коррозии на обломках панелей, слой ржавчины достигал 1-1,5 мм (Рисунок 3). Так же зафиксирована неоднородность структуры ячеистого бетона стеновых панелей. На рисунке 4 хорошо видно, что в месте прохода арматурного стержня бетон имеет крупноячеистую структуру, тогда как основная часть бетона имеет мелкоячеистую структуру. Аналогичный дефект показан на рисунке 5. Большая часть обломка панели имеет мелкоячеистую структуру, а между арматурным стержнем и краем панели бетон имеет крупноячеистую структуру. Если мелкозернистая структура основной массы панели имеет замкнутые поры, то на краю панели крупные поры (ячейки) бетона соединяются между собой (открытые поры). На обломке стеновой панели, приведенном на рисунке 5, обнаружен посторонний предмет (строительный гвоздь).

При изготовлении панелей из ячеистых бетонов, должны соблюдаться требования СН 277-80 «Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона». Одним из требований данной инструкции является требование антикоррозийной защиты арматуры в теле изделий из ячеистых бетонов. В частности, разделом 3 данной инструкции предусматриваются следующие мероприятия по защите арматуры от коррозии:

«3.1. Арматурные каркасы и сетки в изделиях из ячеистого бетона необходимо защищать антикоррозионными покрытиями. Поверхности каркасов и сеток перед нанесением покрытия должны быть сухими, без следов ржавчины и масла.

3.2. В качестве антикоррозионных покрытий следует применять холоднобитумную, цементно-полистирольную, горячую ингибированную сланцебитумную цементную или латексно-минеральную мастики. Приготовление и нанесение мастик должны производиться в соответствии с прил. 1.

3.3. Мастика, нанесенная на каркасы и сетки, должна быть высушена в естественных условиях или подогретым воздухом и должна выдерживать транспортировку и укладку в формы без поврежденной сплошности покрытия.

3.4. Антикоррозионные покрытия должны удовлетворять следующим требованиям:

прочность на удар не менее 10 кг/см^2 по ГОСТ 4765—73;

эластичность не более 20 мм по ГОСТ 10086—77;

при косом срезе острым ножом вдоль поверхности арматуры не должно происходить отслоения покрытия за пределами среза.

3.5. Если сплошность покрытия на каркасе нарушена, он должен подвергаться повторной защите.

3.6. Закладные детали в изделиях должны быть защищены металлизационными алюминиевыми покрытиями со специальной обработкой в соответствии с требованиями главы СНиП II-28-73 «Защита строительных конструкций от коррозии» и с указаниями в рабочих чертежах на изделие» [2].

Как видно из приведенных положений, антикоррозионной защите арматуры в изделиях из ячеистого бетона уделяется особое внимание. Это объясняется тем, что отдельные компоненты, применяемые для изготовления ячеистых бетонов, при взаимодействии с арматурой, могут ускорять развитие коррозии металла [3].

При осмотре обломков стеновой панели, обращает на себя внимание значительный слой продуктов коррозии арматуры на исследуемых обломках. Такой слой продуктов коррозии не мог бы образоваться даже при нахождении арматуры на открытом воздухе. Следов защитных мастик, как того требует п. 3.2. СН 277-80, при осмотре не обнаружено. За время эксплуатации дома, в закрытых полостях защитная мастика не могла разрушиться полностью, не оставив никаких следов. Для сравнения можно привести пример рулонных битумных кровель, срок эксплуатации которых составляет 10 лет при больших разрушающих атмосферных воздействиях.

По заключению эксперта, причиной разрушения стеновой панели является нарушение нормативных требований по антикоррозионной защите арматурных каркасов в изделиях из ячеистых бетонов. Наличие мелкоячеистой и крупноячеистой структуры бетона в одном и том же изделии, наличие посторонних предметов в теле бетона, так же указывает на отсутствие должностного контроля при изготовлении стеновых панелей на заводе-изготовителе.

Однако, хоть при коррозии металла, продукты коррозии увеличиваются в объеме, их объем не настолько значителен, чтобы в теле стеновой плиты возникли растягивающие напряжения, которые привели бы сначала к образованию трещин, а затем и к отделению наружного слоя бетона от основной части стеновой плиты [4-5]. Так же самим экспертом было замечено, что такой слой продуктов коррозии не мог образоваться даже при нахождении на открытом воздухе. Обращая внимание на тот факт, что следов защитных мастик не обнаружено, можно предположить, что они вступили в химическую реакцию с непрореагировавшими добавками для вспучивания бетонной смеси и вызвали появление столь большого слоя коррозии. Неоднородность бетонной смеси теоретически не должна являться причиной разрушения стеновой панели, так как они сделаны из материала с таким же электродным потенциалом, как и арматура. И строительный оцинкованный гвоздь 6×200 мм в данном случае не является «посторонним предметом», а элементом узла крепления газобетона к несущему каркасу.

Посещение ЗАО «ДСК-3» и изучение материалов в отделах Главного конструктора, Главного технолога, Строительной лаборатории, а так же общение с работниками формовочного отделения и Участка ремонта Газобетонного цеха, помогли выявить причины этой проблемы. После приготовления

бетонной смеси, одновременно начинаются два процесса: вспучивание бетонной смеси и ее твердение [6-7]. После заливки в форму смесь увеличиваясь в объеме, натываясь на арматуру, оставляет за собой следы в виде полостей до 5 мм. Но в отличие от производства обычного железобетона, технология газобетона не допускает никакого уплотнения и эти полости не ликвидировать. После массивы проходят дальнейшую термообработку: предварительное схватывание в камере «микроклимата» и далее в автоклавах с жестким режимом пропаривания (температурой до 150 С° и давлением 12 атм). При пропарке схватившийся газобетонный массив получает неравномерный во времени и по толщине прогрев, что приводит к так называемому «подрыву» т.е. местному расслоению. На нижеприведенных графиках это можно наглядно увидеть. Рисунок 6 - это «теоретическая» термообработка газобетона, та ситуация которая должна бы быть. На графике (Рисунок 7), сделанном самописцем во время фактической термообработки, виден «скачок» температуры (для наглядности он обведен), которого нет в «теории», но который на практике привел к подрыву. Эта ситуация усугубляется, если в данный замес попал цемент из разных партий поставки. Даже цемент из одной партии, но хранящийся в разных бункерах может иметь различные свойства, критичные для газобетона. После выхода из автоклава панели попадают на пост, где наносят фактурный слой и гидрофобизирующее покрытие. А процессы в теле газобетона продолжают и после завершения монтажа дома. Происходит твердение и высыхание, при этом плотность снижается на 15 – 20% по сравнению с отпускной и как следствие усадка. Появляются трещины по фактурному слою, точно повторяющие рисунок проекции арматурного каркаса, так называемые «тени арматуры». Влага, накапливающаяся в панелях в холодный период года, должна выветриваться из них в теплое время. Если это не произойдет, зимой мы наблюдаем процесс разрушения, который в природе называется «выветриванием». Теплый влажный воздух из помещения проходит через тело газобетона, у наружной поверхности охлаждается, влага конденсируется и замерзает, увеличиваясь в объеме, с каждым циклом все больше разрывая полости и трещины. И если для обычного бетона этот процесс занимает годы или десятилетия, а для природного камня тысячелетия, то для нашего случая мы «результат» можем наблюдать через две – три зимы.

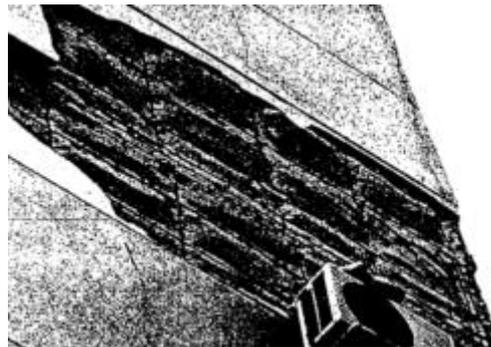


Рисунок 1. Разрушенная панель



Рисунок 2. Обломки обрушившейся части панели со стороны разрушения

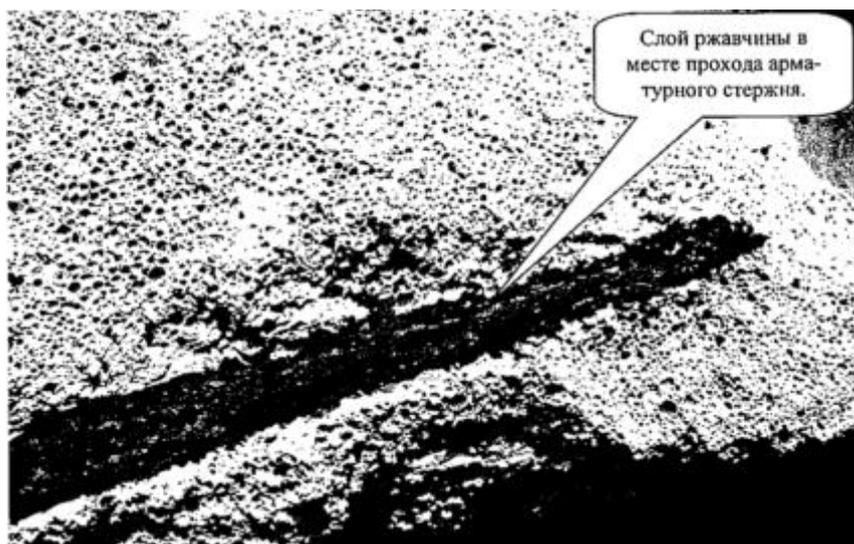


Рисунок 3. Обломок панели крупным планом. В месте прохода арматурного стержня слой ржавчины толщиной 1-1,5 мм

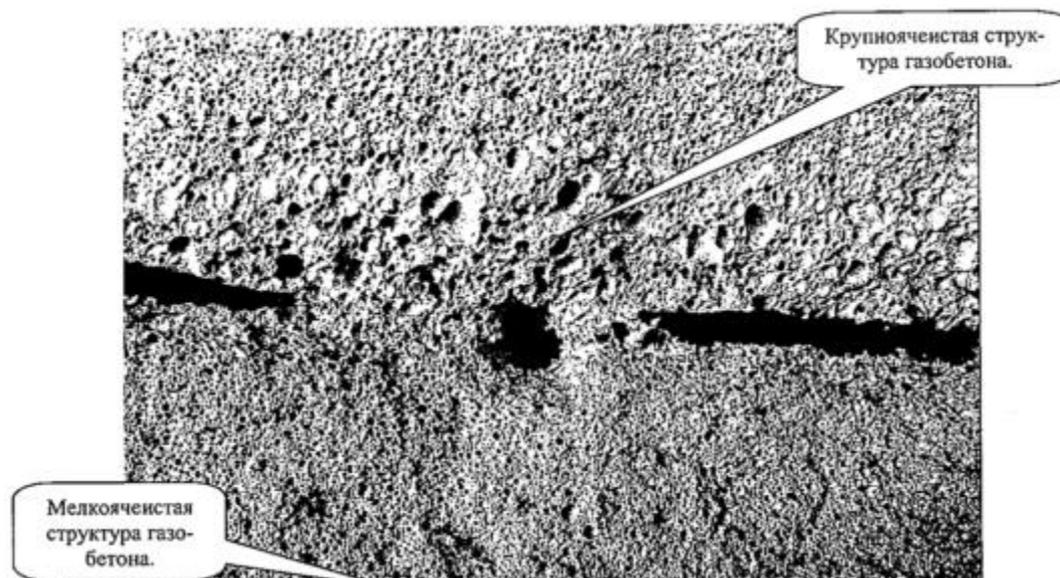


Рисунок 4. Обломок панели крупным планом. В месте прохода арматурного стержня кроме слоя ржавчины изменение структуры ячеистого бетона

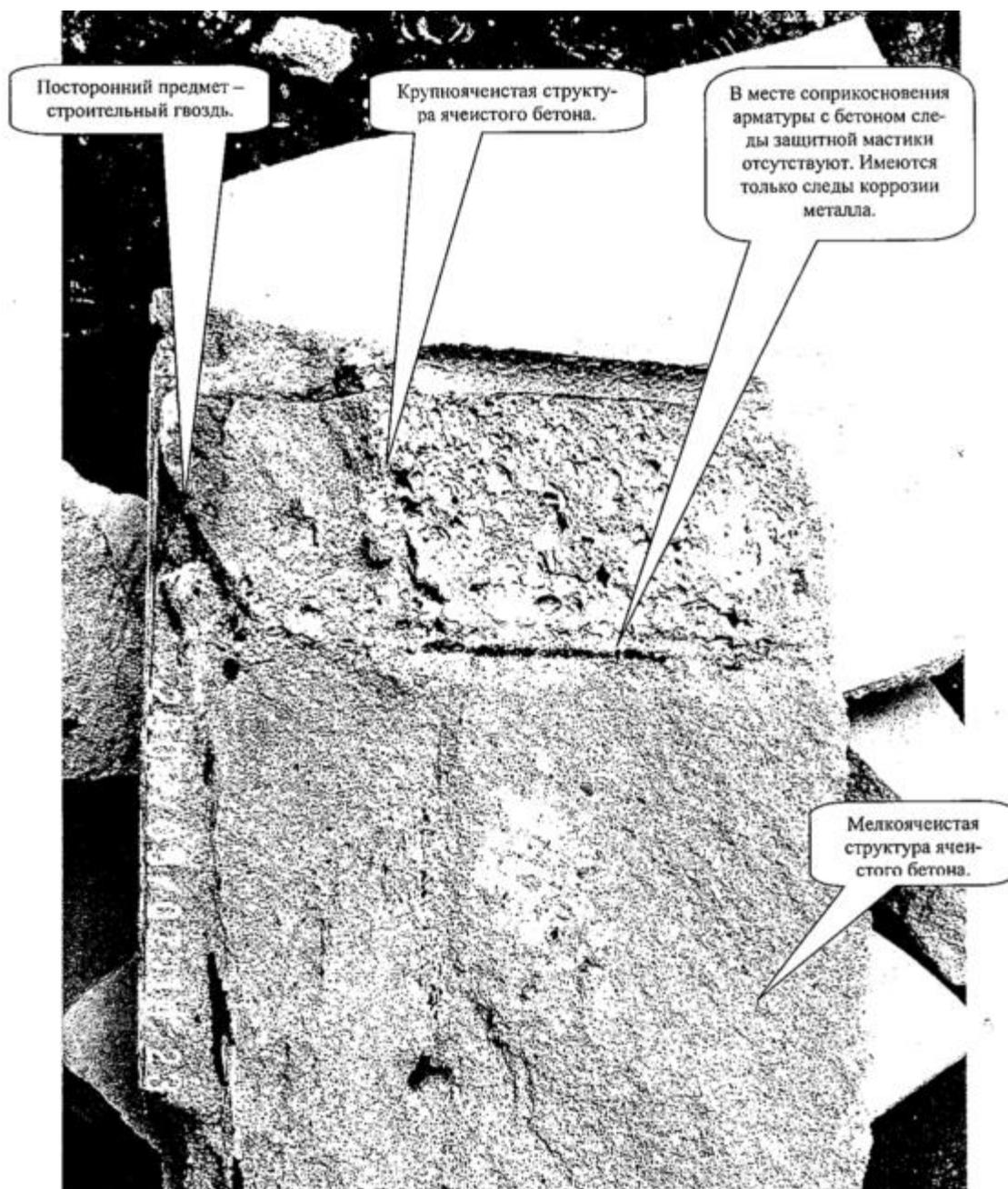


Рисунок 5. Обломок панели крупным планом.

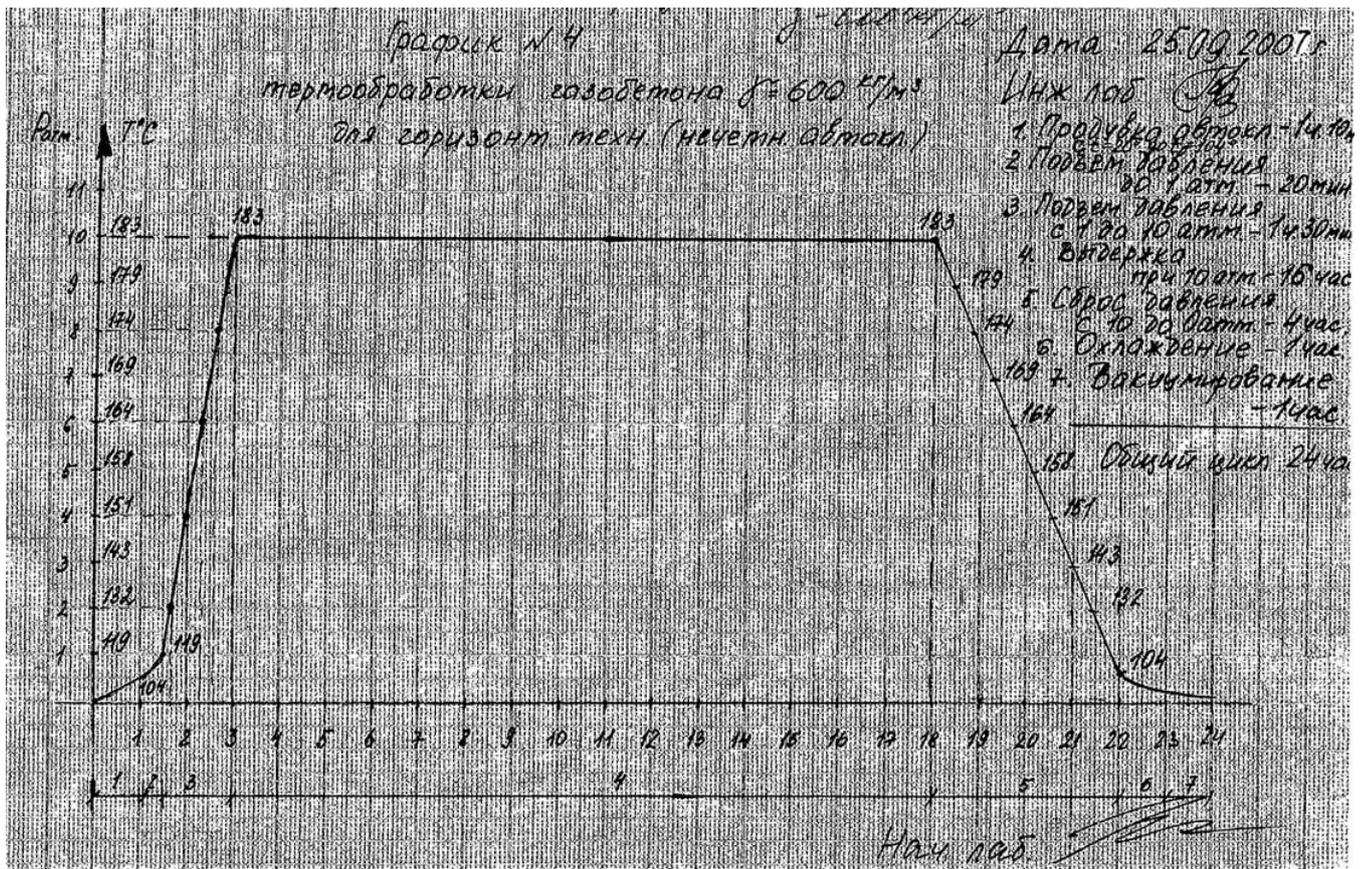


Рисунок 6. Термообработка газобетона для горизонтальной технологии

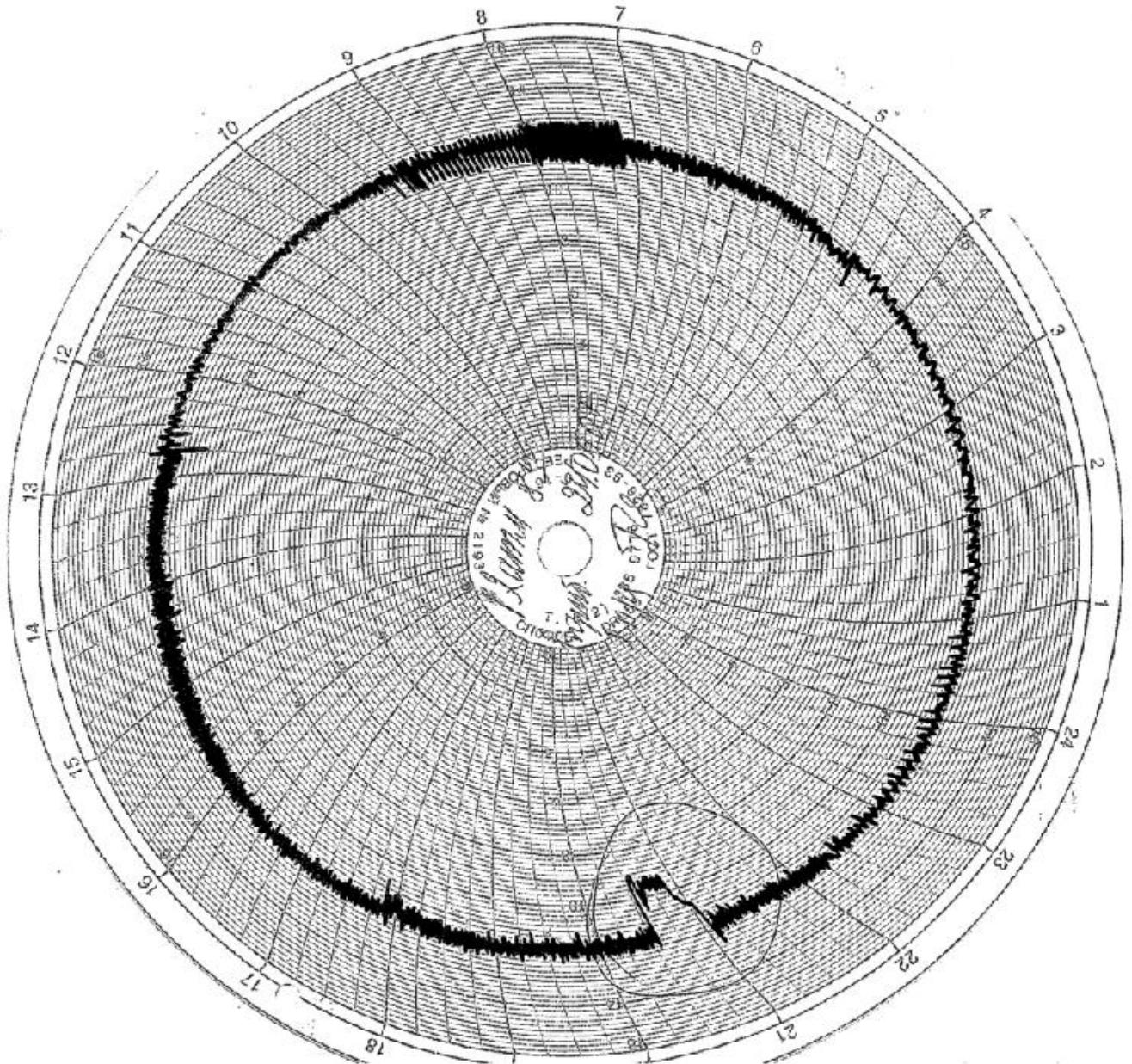


Рисунок 7. Фактические значения температуры снятые самописцом

4. Заключение

В рамках данной статьи мы не можем со стопроцентной уверенностью заявлять, в чем причина разрушения газобетона, так не имеется ни необходимого оборудования, ни достаточных средств для подобных исследований. Мы можем лишь предположить, исходя из всего выше сказанного, что причина кроется в термической обработке в автоклавах.

Однако стоит заметить, что работники данного предприятия пришли к решению данной проблемы: в связи с новыми повышенными требованиями по минимальному термическому сопротивлению ограждающих конструкций, ДСК-3 перешел на двухслойный тип наружных стен: газобетонные панели выпускаются более тонкими, но на стройплощадке покрываются эффективным утеплителем из базальтовой минераловатной плиты и далее выполняется «вентилируемая» или «мокрая» фасадная система. С тех пор разрушения газобетона не наблюдалось.

Технологии по производству конструкционных армированных газобетонных изделий по прошествии более 60 лет до сих пор являются прогрессивными [8], поэтому стоит обратить особое внимание на необходимость изучения армирования крупных панелей из автоклавного газобетона и подробнее изучить уже готовые методики решения данной проблемы. Возможно, в будущих статьях этот вопрос будет более подробно освещен.

Литература

- [1]. Гладков Д.И. Новая технология легких бетонов // Строительные материалы 1994, № 4. С. 16.
- [2]. СН 277-80 «Инструкция по изготовлению изделий из ячеистого бетона»
- [3]. СНиП 2.03.01-84 «Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из ячеистых бетонов»
- [4]. Васильев А.И. Оценка коррозионного износа рабочей арматуры в балках пролетных строений автодорожных мостов // Бетон и железобетон, 2000
- [5]. Andrade K. and oth. Cover Cracking and Amount of Rebar Corrosion. Concrete Repair, Rehabilitation and Corrosion. London, 1996. Pp. 263-273
- [6]. Трифонов Ю.П., Сухов В.Г. Приготовление пен и пенобетонных смесей в условиях закрытой системы // Строительные материалы 2001, № 2. С.6.
- [7]. Трифонов Ю.П., Сухов В.Г. Новые технологии и установка непрерывного приготовления пенобетона под давлением // Строительные материалы 1999, № 7. С.32.
- [8]. Гринфельд Г.И. Производство автоклавного газобетона в России. История, современность, перспективы // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси 2011. № 2. С.59-65.
- [9]. Магдеев У.Х., Гиндин М.Н. Современные технологии производства ячеистого бетона // Строительные материалы 2001 № 2. С.2-6.
- [10]. Меркин А.П. Производство теплоизоляционных и конструктивных ячеистых бетонов по газопенной технологии // Промышленность автоклавных материалов. ЦНИИТЭстром. М., 1968. №1. С.21.
- [11]. Гладков Д.И., Сулейманова Л.А., Калашников А.В. Новая технология ячеистобетонных изделий // Строительные материалы. 1999. - № 7-8. С.26-27.
- [12]. Мальцев Е.В. Эффективный конструкционно-теплоизоляционный легкий бетон // Известие Ростовского государственного строительного университета. № 4, 1999. С.230-232.
- [13]. Меркин А.П., Зейфман М.И., Сардаров Б.С. Влияние технологических факторов на структуру цементирующего вещества и свойства ячеистого бетона на смешанном вяжущем // Строительные материалы. 1978 № 2. С.33-35.
- [14]. Федьнин Н.И. Метод расчета состава ячеистого бетона // Строительные материалы. 1990. № 3. С. 18-20.
- [15]. Силенков Е.С., Основский Э.В. Об учете фактора трещиностойкости при подборе состава ячеистого бетона // Строительные материалы. 1978. № 5. С.15-17.
- [16]. Häselbarth G., Abdul Aziz Jamel. Einfluß der Ausgangstoffe auf das Fließverhalten von Frischmortel und Frischbeton // Thesis: Wiss.Z.Bauhaus-Univ. Weimar. 1998. № 1-2. С.134-139.
- [17]. Hollinderbäumer E.W., Zysk.K.-H., Aberle B. Zur rheologie vor Baustoffen // Zement Kalk - Gips int. 2000. № 2. Pp. 114-120.
- [18]. Griesser A., Jacobs F., Hunkeler F. Rheologische Optimierungen von Beton // Ibausil: 14 Internationale Baustofftagung, Weimax, 20.-23. Sept. 2000.Bd.2 Weimar: Bauhaus-Univ. Weimar, 2000
- [19]. Ferraris Chiara F., Obla Karthik H., Hill Russell. The influence of mineral admixture on the rheology of cement paste and concrete // Cem. and Concr. Res.: An International Journal, 2001 Vol 2. Pp.245-255.
- [20]. Hornung Dietmar. Rheologisch und hydraulisch optimierte Bindemittel //Betonwerk + Fertigneil Techn, 2001 Vol 8. Pp.52-58/
- [21]. Saada R., Ben Jamaa, Mensi R. Caracterization du comportement rheologique des pastes fraiches de ciment.V/Cim., betons, platres,chaux. 2001. Vol 850. Pp. 245-248

Reinforcing of large gas-concrete panels from an autoclave

D.A. Alyabyeva¹

Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, 29 Politechnicheskaya St., St. Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO

scientific article

doi:

Article history

Received 04.03.2015

Keywords

Cellular concrete;
gas concrete;
autoclave;
fittings shadows;
reinforcement;

ABSTRACT

An emergency conditions report is used as a case study of the destruction of gas-concrete panels. An expert conclusion states that the destruction of the wall panels was caused by a regulation violation of anti-corrosion coating of rebar cages in cellular concrete structures and the lack of quality control of wall panels at the manufacturing facility. This caused the increased corroded material build up. In the case study, the circumstances are considered from a different angle than in the independent expert's report. The study considers a version of the cellular concrete wall panel destruction caused by micro-cracks developed as a result of the violation of the thermo-moist regime which led to "frost weathering": the process of the destruction of a material because of frost heaving of the internal moisture. In order to prevent such effects, DSK-1 has adopted the technology of a two-layer wall type with an "aerated" or "moist" facade system.

¹

Corresponding author:

+7 (921) 412 8810, d.alabyeva@mail.ru (Darya Antonovna Alyabyeva, student)

References

- [1]. Gladkov D.I. Novaya tekhnologiya legkikh betonov.[New technology of light concrete] // Construction Materials. 1994, № 4. P. 16.
- [2]. SN 277-80 «Instruktsiya po izgotovleniyu izdeliy iz yacheistogo betona» (rus) [The instruction on production of products from cellular concrete]
- [3]. SNiP 2.03.01-84 «Posobiye po proyektirovaniyu betonnykh i zhelezobetonnykh konstruksiy iz yacheistykh betonov» (rus) [Grant on design of concrete and ferroconcrete designs from cellular concrete]
- [4]. Vasilyev A.I. Otsenka korrozionnogo iznosa rabochey armatury v balkakh proletnykh stroyeniy avtorozhnykh mostov. [Assessment of corrosion wear of working fittings in beams of flying structures of road bridges] M.: Beton i zhelezobeton, 2000.
- [5]. Andrade K. and oth. Cover Cracking and Amount of Rebar Corrosion. Concrete Repair, Rehabilitation and Corrosion. London, 1996. Pp.263-273.
- [6]. Trifonov Yu.P., Sukhov V.G. Prigotovleniye pen i penobetonnykh smesey v usloviyakh zakrytoy sistemy. [Preparation of foams and foam-concrete mixes in the conditions of the closed system] // Construction Materials 2001, Vol 2. P.6.
- [7]. Trifonov Yu.P., Sukhov V.G. Novyye tekhnologii i ustanovka nepreryvnogo prigotovleniya penobetona pod davleniyem. [New technologies and installation of continuous preparation of foam concrete under pressure] // Construction Materials 1999, Vol 7. P.32.
- [8]. Grinfeld G.I. Proizvodstvo avtoklavnogo gazobetona v Rossii. Istoriya, sovremennost, perspektivy [Production of an autoclave gas concrete in Russia. History, present, prospects] // ALITinform: Tsement. Beton. Sukhiye smesi. 2011. Vol 2. Pp.59-65.
- [9]. Magdeyev U.Kh., Gindin M.N. Sovremennyye tekhnologii proizvodstva yacheistogo betona [Modern production technologies of cellular concrete] // Construction Materials 2001.Vol 2. Pp.2-6.
- [10]. Merkin A.P. Proizvodstvo teploizolyatsionnykh i konstruktivnykh yacheistykh betonov po gazopennoy tekhnologii [Influence of technology factors on structure of the cementing substance and property of cellular concrete on the mixed knitting] // Promyshlennost avtoklavnykh materialov. TsNIITestrom. M., 1968. Vol.1. P.21.
- [11]. Gladkov D.I., Suleymanova L.A., Kalashnikov A.B. Novaya tekhnologiya yacheistobetonnykh izdeliy [New technology yacheistobetonnykh of products] // Construction Materials 1999. Vols 7-8. Pp.26-27.
- [12]. Maltsev Ye.V. Effektivnyy konstruksionno-teploizolyatsionnyy legkiy beton [Effective constructional and heat-insulating light concrete] //Izvestiye Rostovskogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta. Vol 4. Pp.230-232.
- [13]. Merkin A.P., Zeyfman M.I., Sardarov B.S. Vliyaniye tekhnologicheskikh faktorov na strukturu tsementiruyushchego veshchestva i svoystva yacheistogo betona na smeshannom vyazhushchem [Production of heat-insulating and constructive cellular concrete on gas-foamy technology] // Construction Materials. 1978. Vol 2. Pp.33-35.
- [14]. Fedynin N.I. Metod rascheta sostava yacheistogo betona [Method of calculation of composition of cellular concrete] // Construction Materials. 1990. Vol 3. Pp.18-20.
- [15]. Silenkov Ye.S., Osnovskiy E.V. Ob uchete faktora treshchinostoykosti pri podbore sostava yacheistogo betona [About the accounting of a factor of crack resistance at selection of composition of cellular concrete] // Construction Materials. 1978. Vol 5. Pp.15-17.
- [16]. Häselbarth G., Abdul Aziz Jamel. Einfluß der Ausgangstoffe auf das Fließverhalten von Frischmortel und Frischbeton //Thesis: Wiss.Z.Bauhaus-Univ. Weimar. 1998. Vols 1-2. Pp.134-139.
- [17]. Hollinderbäumer E.W., Zysk.K.-H., Aberle B. Zur rheologie vor Baustoffen // Zement Kalk - Gips int. 2000. Vol 2. Pp.114-120.
- [18]. Griesser A., Jacobs F., Hunkeler F. Rheologische Optimierungen von Beton // Ibausil: 14 Internationale Baustofftagung, Weimax, 20.-23. Sept. 2000.Bd.2 Weimar: Bauhaus-Univ. Weimar. 2000
- [19]. Ferraris Chiara F., Obla Karthik H., Hill Russell. The influence of mineral admixture on the rheology of cement paste and concrete // Cem. and Concr. Res.: An International Jornal. 2001. Vol 2. Pp.245-255.
- [20]. Hornung Dietmar. Rheologisch und hydraulisch optimierte Bindemittel // Betonwerk + Fertigneil Techn. 2001. Vol 8. Pp.52-58
- [21]. Saada R., Ben Jamaa, Mensi R. Caracterization du comportement rheologique des pastes fraiches de ciment.V/Cim., betons, platres,chaux. 2001. Vol 850. Pp. 245-248

Алябьева Д.А. Армирование крупных панелей из автоклавного газобетона // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №8(35). С. 24-35.

Alyabyeva D.A. Reinforcing of large gas-concrete panels from an autoclave. Construction of Unique Buildings and Structures, 2015, 8(35), Pp. 24-35. (rus)