

УДК 69

ФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПОЛИСТИРОЛБЕТОНЕ ПРИ ТЕРМООБРАБОТКЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

PHYSICAL PROCESSES IN THE STYROFOAM IN THE HEAT TREATMENT OF ELECTRIC SHOCK

Кириченко В.А.

Кандидат технических наук, доцент,
Кубанский государственный
технологический университет

Хрещик Н.А.

студентка,
Кубанский государственный
технологический университет

Изотов Н.Д.

студент,
Кубанский государственный
технологический университет

Аннотация. Авторы рассматривают физические процессы, происходящие во время термообработки электрическим током полистиролбетона. Раскрывают процесс теплового воздействия на свежесозданную смесь, в результате которого возникает эффект динамической кавитации. Что в конечном итоге приводит к улучшению физико-технических параметров изделий из пенополистиролбетона

Ключевые слова: физические процессы, процесс теплового воздействия, физико-технические параметры

Kirichenko V.

Candidate of Technical Sciences, Lecture,
Kuban State University of Technology

Hreschik N.

student,
Kuban State University of Technology

Izotov N.

student,
Kuban State University of Technology

Annotation. The authors are analysing physical processes taking place during thermal treatment of polystyrolconcrete, using electrical current. They are throwing eight on thermal effect on fresh by set mixture as a result of which there arises effect of dynamic cavitation finally leading to improvement of physical and technical parameters of the products made of foam polystyrol concrete.

Keywords: physical processes, process heat exposure, physical and technical parameters.

В России, в связи с возросшими требованиями по теплоизоляции, получили большое применение легкие бетоны с применением в качестве крупного заполнителя вспученного полистирола. Вспученный полистирол, обладая плотностью заполнителя в пределах 12–20 кг/м³, усложняет процесс термообработки при создании изделий и конструкций. На практике перемешивание гранул вспученного полистирола осуществляют с вязкой пеной, а уже потом с остальными компонентами.

Применение вязких пен при изготовлении изделий является одним из отработанных методов в нашей стране [1]. При этом применение пены требует дополнительного оборудования — пеногенератора, для получения пены и бетоносмесителя для получения пенополистиролбетона.

В нашем случае полистиролбетонную смесь получали применяя легкие пески и суперпластификаторы, отказавшись от применения пены. Термообработку проводили с высокой скоростью подъема температуры 1200–1300 °С/час [4, 5]. При этом не требуется предварительная выдержка перед тепловлажностной обработкой, сокращается процесс термообработки. При пропускании тока переменной частоты бетонная смесь ведет себя как проводник с определенным сопротивлением, что приводит к нагреву смеси и к различным физическим эффектам.

Так при повышенных, температурах ускоряется процесс переноса зарядов, и вместе с этим ускоряется процесс получения твердых частиц цементного камня, кото-

рые в свою очередь выходят из состава электропроводящих составляющих бетонной смеси. Таким образом, возникает сложная система взаимосвязанных частиц и элементов влияющих на ускорение твердения бетона. В результате вышеуказанных процессов, в заданном объеме происходит уменьшение количества реагирующих частиц, накопление объема твердой фазы, увеличение показателя сил сцепления частиц цемента, который является одним из главных показателей конечного результата, то есть прочности бетона. В то же время присутствуют дестабилизирующие факторы:

- увеличение расстояния между новыми образованиями в результате образования порообразующих каналов всех известных нам типов;
- потеря сил связи между новообразованиями.

В легких бетонах, к которым относится полистиролбетон, вспученный полистирол, являясь крупным заполнителем, является формообразующим элементом бетонной смеси. И если при введении в тяжелый бетон он инертен, то в легких бетонах вспученный полистирол не только задает форму пустотам в теле бетона в виде замкнутых сфер с определенным сопротивлением раздавливанию, но и очень активно влияет на структурообразование матрицы цементного раствора. В составе жидкой фазы цементного теста имеются отдельные пузырьки паровоздушной смеси, сформированные из зацементированной бетонной смесью воздуха и воздуха выделяемого гранулами вспученного полистирола при термообработке. На начальном этапе прогрева газообразователь вместе с выделенным воздухом удаляется из цементного теста. При этом смесь расширяется создавая каналы уноса паровоздушной смеси и частиц цемента. Вышеназванные свойства цементного раствора при термообработке дают эффект динамической кавитации. Таким образом образуются каналы в виде полостей, заполненных паром и газом в относительно жесткой окружающей среде которыми являются цементное тесто, песок и вспученный полистирол в жестких закрытых формах. При этом остатки газообразователя (в данном случае изопентан) вместе с зацементированным воздухом удаляются из прогреваемой полистиролбетонной смеси вдоль стенок формы по технологическим швам. Что в конечном итоге приводит к получению материалов с улучшенными экологическими показателями. Сама жидкость представляет собой взвесь из гидратирующих цементных частиц в водном растворе. Поскольку частицы цемента обладают свойством релаксации, то они в результате изменения температуры прогрева меняют вязкость цементного раствора. На поверхности гранул вспученного полистирола и небольшом удалении от поверхности гранул, происходит снижение статического давления насыщенного пара, отмечается появление и рост пузырьков паровоздушной смеси. Эти пузырьки при определенных условиях разрушаются в сопровождении непрерывных гидравлических микроударов определенной частоты и образуют каверны различной формы, что подтвердилось фотографиями образцов прошедших испытание (рис. 1).

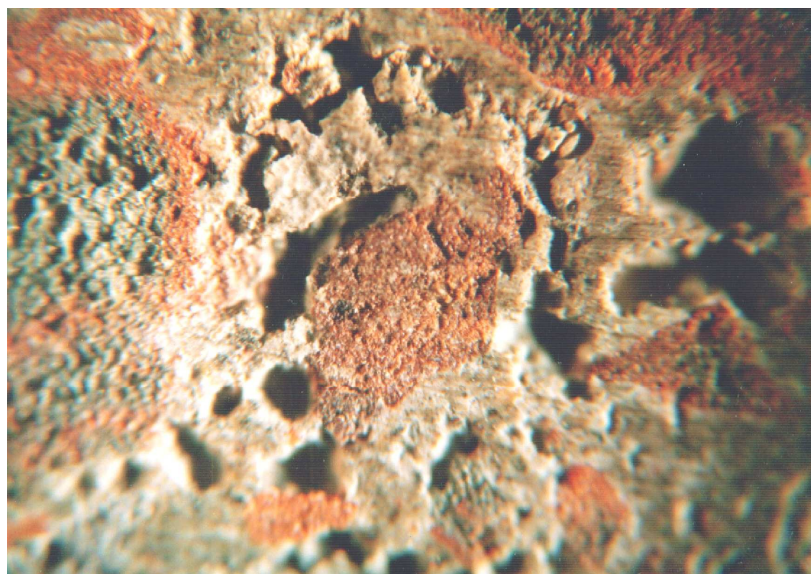


Рис. 1. Фото образца цементнопесчанного камня прошедшего термообработку шлиф, $k_x = 26$

Так при нагреве, вспученный полистирол увеличивает свой объем до определенного значения, ограниченного плотностью цементного теста и объема занимаемого песком.

В результате мы получили выход заземленного воздуха из бетонной смеси и остатков газообразователя из гранул вспученного полистирола в цементное тесто. Данный процесс сопровождается гидродинамическими кавитационными процессами находящейся в вязкопластичном состоянии бетонной смеси.

По определению о гидродинамической кавитации, на начальном этапе прогрева газообразователь вместе с выделенным воздухом удаляется из цементного теста, образуя каналы в цементном тесте.

Затем пузырьки воздуха схлопываются с высокой частотой, создавая эффект дополнительного прессования методом взрыва на поверхности тела застывающей бетонной смеси.

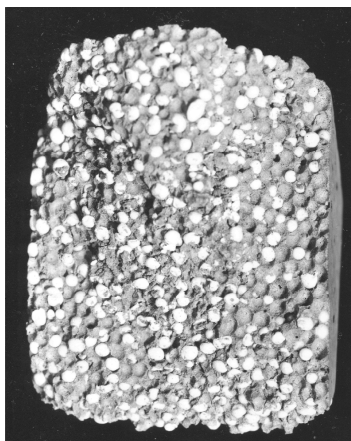


Рис. 2. Фото образца прошедшего термообработку электрическим током при температуре +106 °С

Выход газообразователя подтверждается графиками дифференциально-термического анализа образцов естественного твердения, хорошо виден изотермический пик в диапазоне температур 330 °С – 530 °С (рис. 3.1), он характерен для газообразователя изопентана.

На термограмме термообработанного цемента данный пик отсутствует (рис. 3.2).

За счет увеличения возникающего внутрискруктурного давления полистиролбетонной смеси происходит сближение частиц мелкого заполнителя, заполнение пустот полученных в результате недоуплотнения смеси и увеличение адгезионных свойств цементного теста.

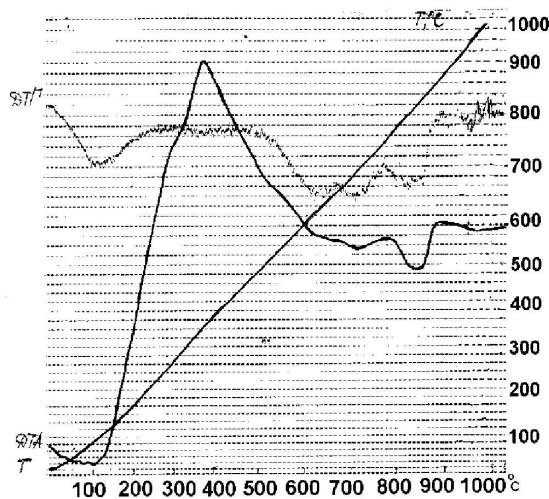


Рис. 3.1. Термограмма цементного камня естественного твердения

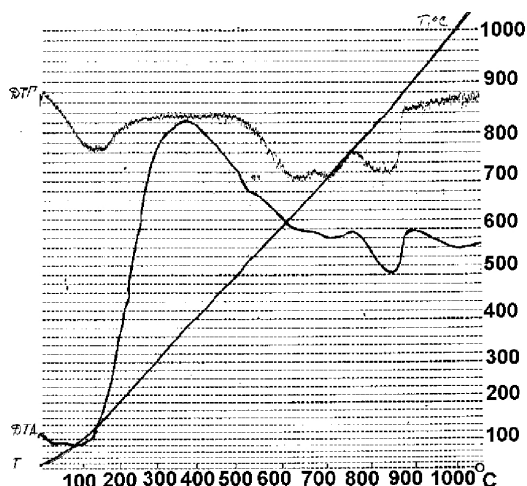


Рис. 3.2. Термограмма цементного камня прошедшего термообработку электрическим током

где кривая T °C — кривая подъема температуры в печи; кривая DTA — дифференциальная кривая; кривая DTG — дифференциальная термогравиметрическая кривая.

Прочность образцов прогретых по указанным параметрам превосходит прочность контрольных образцов естественного твердения на 100 %. Таким образом, имеем положение об увеличении скорости кристаллизации продуктов гидратации.

Давление расширяющегося нагретого воздуха, вышедшего из гранул вспученного полистирола выполняет работу по уплотнению цементного теста. Таким образом, улучшаются показатели водонепроницаемости, морозостойкости и прочности цементного камня и в целом полистиролбетона.

Литература:

1. Довжик В.Г., Россовский В.Н., Савельева Г.С., ХаймовИ.С., Семенова Т.Д., Сафонов А.А. Технология и свойства полистиролбетона для стеновых конструкций // Бетон и железобетон. — 1997. — № 2. — С. 5–9.
2. Каприелов С.С., Карпенко Н.И., Шейнфельд А.В., Кузнецов Е.Н., Влияние органоминерального модификатора МБ-50С на структуру и деформативность цементного камня и высокопрочного бетона // Бетон и железобетон. — 2003. — №3. — С. 2–7.
3. Запорожец Е.Е., Зиберт Г.К. Гидродинамическая кавитация. — М. : ООО «ИРЦ Газпром», 2003. — 129 с.
4. Кириченко В.А. Оценка влияния режимов электропрогрева на физико-механические свойства полистиролбетонов // Бетон и железобетон. — 1995. — № 3.
5. Крылов Б.А. Кириченко В.А. Трехслойные панели с теплоизоляционным слоем из пенополистиролбетона // Бетон и железобетон. — 1994. — № 3. — С. 10–12.

References:

1. Dovzhik V.G., Rossovsky V.N., Savelieva G.S., Himov I.S., Semyonova T.D., Safonov A.A. Technology and properties of polysterolconcrete for the wall structures // Concrete and reinforced concrete. — 1997. — № 2. — P. 5–9.
2. Kapriyelov S.S., Karpenko N.I., Sheinfeld A.B., Kuznetsov Ye.N. Influence of organomineral modifier МБ-50С on structure and extent of deformation of the cement stone and on highy strong concrete // Concrete and reinforced concrete. — 2003. — № 3. — P. 2–7.
3. Zaporozhets Ye.Ye., Zibert G.K. Hydrodynamic covitation. — М. : «ООО ИРЦGasпром», 2003. — 129 p.
4. Kirichenko V.A. Estimation of the the modes effect of electric heating on physical and mechanical properties of polysterolconcrete // Concrete and Reinforced concrete. — 1995. — № 3.
5. Krylov B.A., Kirichenko V.A. Three-layer panels with thermo-isolated layer made of foam polysterolconcrete //Concreteand reinforced concrete. — 1994. — № 3. — P. 10–12.