

Список литературы: 1. *Ивахненко И.А.* О составлении глагольных конкретизаций и проектировании технических устройств / *И.А. Ивахненко, Т.Н. Ивахненко* // Вісник НТУ «ХПІ». – 2011. – № 50. – С. 60 – 72. 2. *Ивахненко И.А.* О накоплении глагольных конкретизаций для проектирования технических устройств / *И.А. Ивахненко, Т.Н. Ивахненко* // Вісник НТУ «ХПІ». – 2008. – № 39. – С. 105 – 114. 3. *Ивахненко И.А.* Об алгоритме проектирования технических устройств / *И.А. Ивахненко, Т.Н. Ивахненко* // Вісник НТУ «ХПІ». – 2006. – № 30. – С. 33 – 42.

Поступила в редколлегию 20.08.12

УДК 62.001.66

Об алгоритме проектирования технических устройств на примере проектирования динамометра / И.А. ИВАХНЕНКО, Т.Н. ИВАХНЕНКО // Вісник НТУ «ХПІ». – 2012. – № 59 (965). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 36 – 47. – Бібліогр.: 3 назв.

Робота є продовженням роботи [1]. Її головним результатом ми вважаємо визначення необхідного ознаки спільності вертикальних дієслівних конкретизацій.

This work continues the previous research work. The main result is considered to be the definition of the essential feature of compatibility of vertical verb concretizations.

УДК 691.175:519

Н. АБИД, асп., ОГАСА, Одесса, **К. ГОЛАШЕВСКИ**, магистр,
А. ЯКУБЧАК, магистр, **С. КОВАЛЬ**, д-р техн. наук, проф.,
Варминско-Мазурский Университет, Ольштын, Польша

ВЛИЯНИЕ ВОДОНАСЫЩЕННЫХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ЦЕМЕНТНЫХ РАСТВОРОВ, ТВЕРДЕЮЩИХ ПРИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

В статье приведены результаты исследований влияния водонасыщенных пористых материалов и суперадсорбента, вводимых для ликвидации аутогенной усадки, на реологические свойства и прочность цементных растворов, твердевших в условиях повышенных температур.

В высокопрочных самоуплотняющихся бетонах, содержащих изначально весьма низкое количество воды, наибольшая опасность повреждения воз-

© Н. Абид, К. Голашевски, А. Якубчак, С. Коваль, 2012

никает в результате автогенной усадки или усадки самовысыхания (как результат дегидратации цементного камня).

Эта усадка может приводить уже в первые дни после бетонирования к существенным напряжениям в бетоне; в противоположность термической усадке ее нельзя минимизировать посредством внешней обработки элементов.

Однако усадку можно существенно сократить, используя предварительно водонасыщенные материалы в виде добавок к бетонам и растворам.

Такие добавки играют роль «внутренних резервуаров», отдающих воду в процессе твердения, подпитывая цементную матрицу влагой (рис. 1 а, б), что обеспечивает нормальный процесс гидратации, особенно в условиях самовысыхания при повышенных температурах.

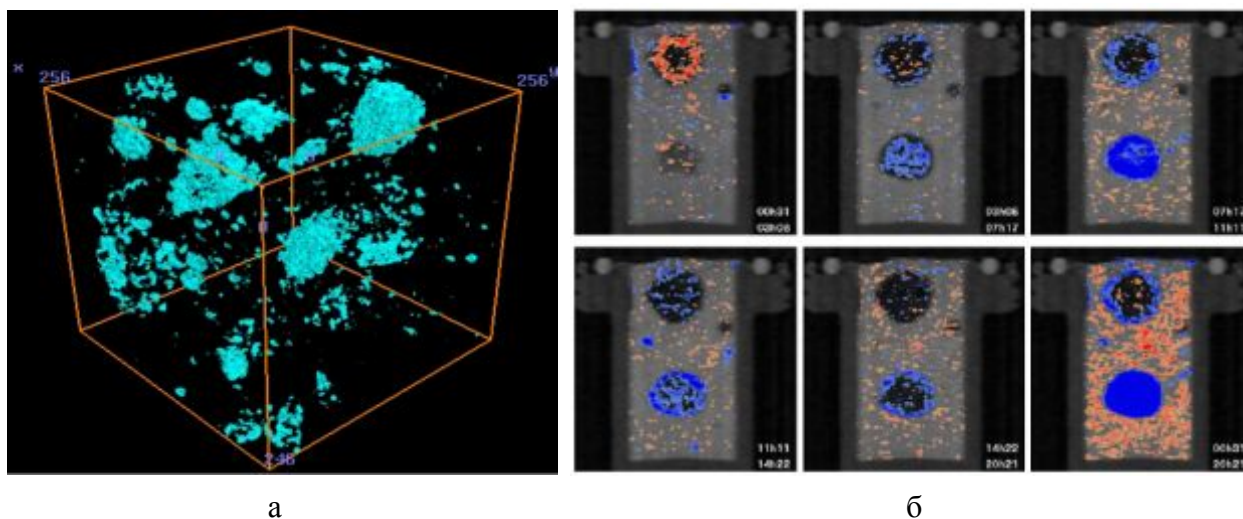


Рис. 1 – Объемное изображение образца раствора (а) после 1 сут гидратации (высветлены места, в которых водонасыщенная пористая добавка отдает воду в пространство цементной пасты) [1] и зафиксированное движение воды между пористой добавкой и цементным раствором в процессе внутреннего ухода [2].

Процесс этот назван «внутренним уходом» за бетоном [1 – 5].

Проведенные нами раннее исследования [6] подтверждают, что добавки такого типа позволяют ликвидировать или значительно сократить собственные деформации цементного раствора.

Пористые и абсорбирующие материалы можно рассматривать как селективные абсорбенты при использовании для контролируемого высвобождения иных субстанций, чем вода, например, пластифицирующих добавок, наиболее эффективных в момент контакта цемента с водой (тогда, когда pH раствора наибольший).

Экспериментальные исследования. В качестве внутренних резервуаров воды гидратирующегося цементного раствора использовались разнородные твердые материалы фракции 2 – 4 мм – керамзит, вулканическая пемза, перлит, бентонит, а также суперабсорбент (SAP), использующийся, в частности, в средствах гигиены, и добавка гидрооксиэтилцеллюлозы в виде гранулята. Дозировки всех добавок составляла 30 % объема раствора. Исключение составляла целлюлоза, которая захватывает в свои флоккулы воду; ее дозировка составляла 0,3 % массы цемента. Для повышения подвижности смеси в состав растворов вводился суперпластификатор ViscoCrete 3088.

Водонасыщение исследуемых добавок рассчитано как отношение массы воды, которая была вовлечена в материал (при стабилизации массы), к массе сухого материала в процентах.

Наибольший прирост массы (почти в 1000 раз) отмечается для суперабсорбента (рис. 2). Значительно меньшее, но высокое водонасыщение у образцов с бентонитом и перлитом. Близкие значения у пемзы и перлита. С позиций внутреннего ухода важным является способность пористой структуры захватывать и отдавать постепенно воду в цементную матрицу.

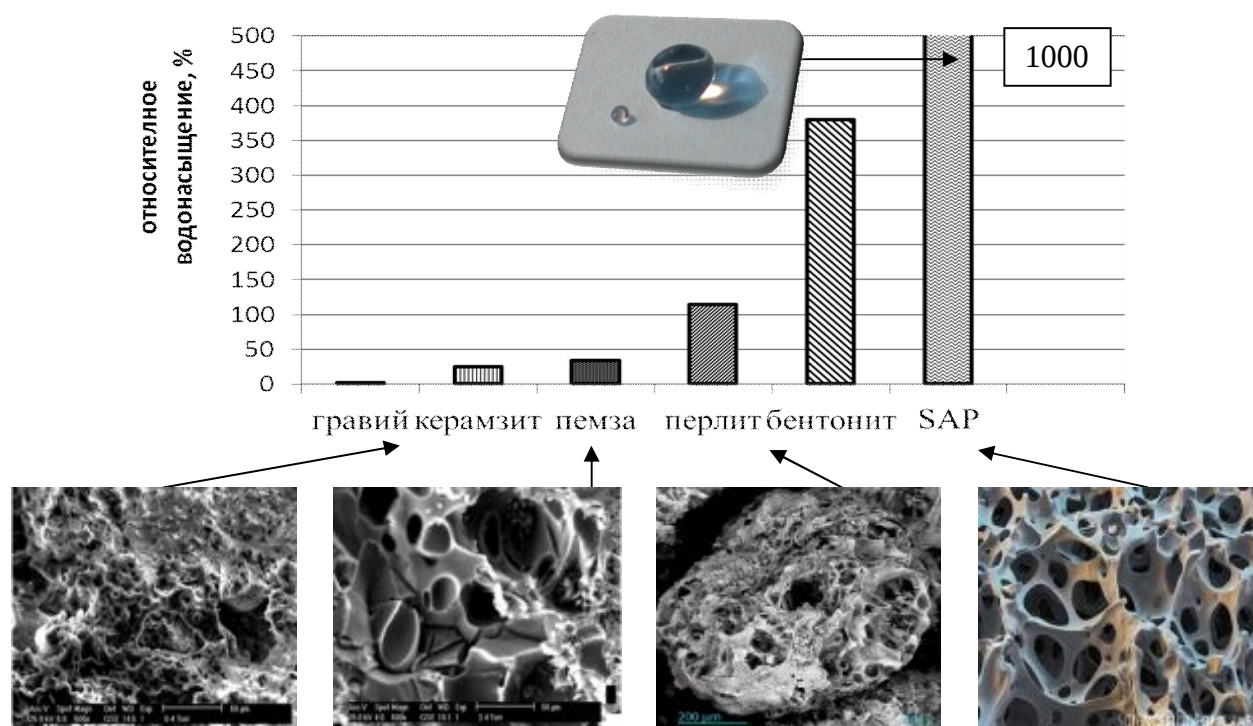


Рис. 2 – Водопоглощение образцов и структуры материалов [2]

Для оценки вязкости цементных растворов использовался вискозиметр фирмы Fungilab модели Premium H (рис. 3), действие которого основывается на измерении крутящего момента воспринимающего сопротивление смеси

органа при заданной скорости вращения. Все растворы вели себя как вязкопластичные жидкости – их вязкость уменьшается при повышении скорости деформаций. Наибольшую вязкость имеет «чистый» цементный раствор, несколько меньшую – растворы, содержащие добавку целлюлозы и керамзита.

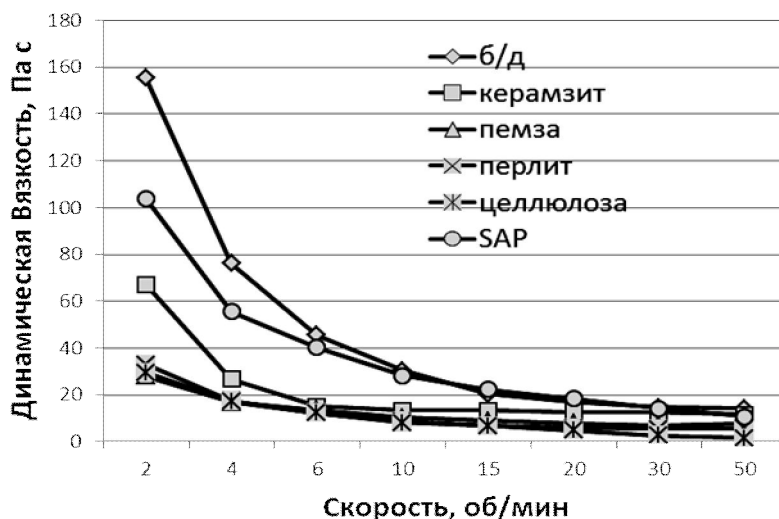


Рис. 3 – Кривые течения цементных растворов с водонасыщенными добавками

Начальная вязкость цементных растворов с SAP и другими пористыми добавками в 5 раз ниже, чем и «чистого» раствора, однако при повышенных скоростях это различие нивелируется, и смеси приближаются по структуре к ньютоновским жидкостям. Густая консистенция образцов с бентонитом не позволила провести определение вязкости.

Влагопотери определялись на образцах цементного раствора, твердевшего при температуре 35 °С. Как при повышенной (рис. 4 а), так и нормальной температуре (рис. 4 б) наибольшей водоудерживающей способностью обладают добавки керамзита, пемзы и перлита с ярко выраженной пористой структурой.

Наибольший убыток массы отмечают у образцов с добавкой бентонита, значительные потери у образцов с SAP и целлюлозой. Менее всего потерял влаги образец с «чистым» раствором, керамзитом и пемзой.

Прочностные испытания растворов проведены на образцах балочках 40×40×160 мм, твердевших при повышенной температуре (+ 35 °С). В испытаниях использован пресс Controls 65-L1301/Fr. Наибольшая прочность при сжатии отмечается у раствора, не содержащего добавок (рис. 5 а, б).

Для образцов с добавками прочность в 1,5 – 7 раз меньше. По степени влияния добавки как при повышенной (рис. 5 а), так и нормальной (рис. 5 б) температуре твердения растворов образуют ряд: «чистый» раствор >> пемза

> керамзит > целлюлоза > перлит > SAP > бентонит. Прочность раствора с бентонитом составляет 12 % прочности «чистого» раствора.

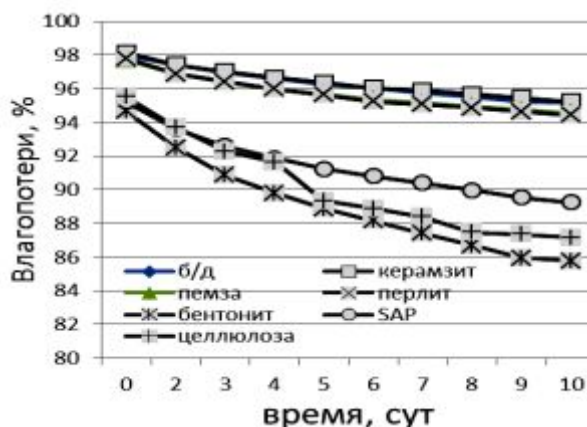
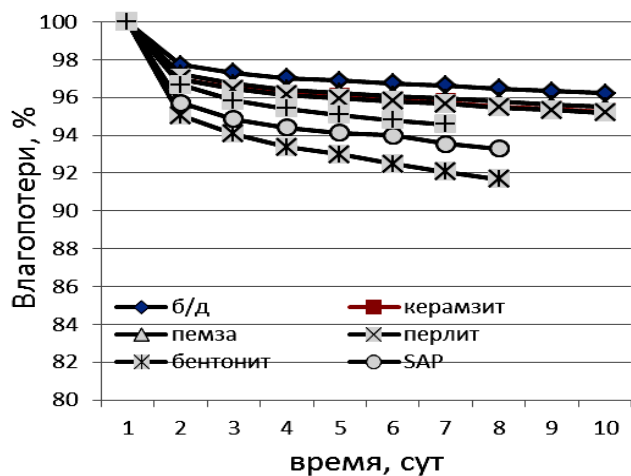


Рис. 4 – Влагопотери растворов при повышенной (а) и нормальной (б) температурах

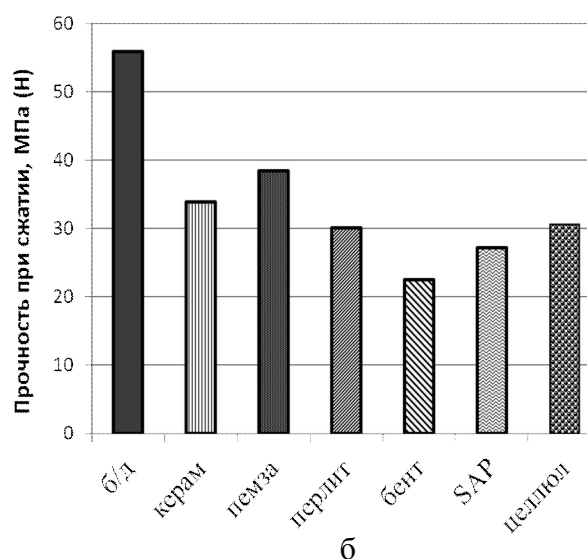
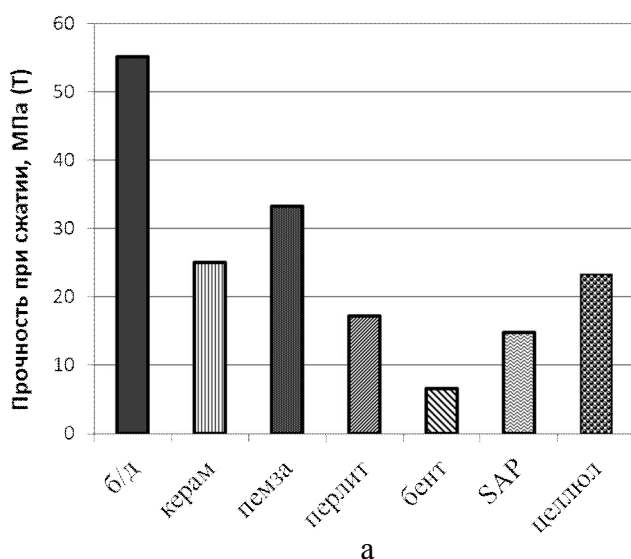


Рис. 5 – Прочность при сжатии цементных растворов, твердевших при повышенной (а) и нормальной (б) температурах

Наибольшую прочность при изгибе (рис. 6 а) показали образцы как с добавкой целлюлозы, так и без добавок, а наименьшую – образцы, содержащие SAP. Различия в прочности при изгибе значительно меньше, чем при сжатии. Полученные данные, а также анализ отношений $R_{и}/R_{сж}$, подтверждают эффективность водонасыщенных добавок с позиций повышения трещиностойкости раствора. Аналогичные испытания растворов, твердевших при нормальной температуре (рис. 6 б) показали, что введение всех исследованных добавок повышает этот показатель, по сравнению с раствором без добавок.

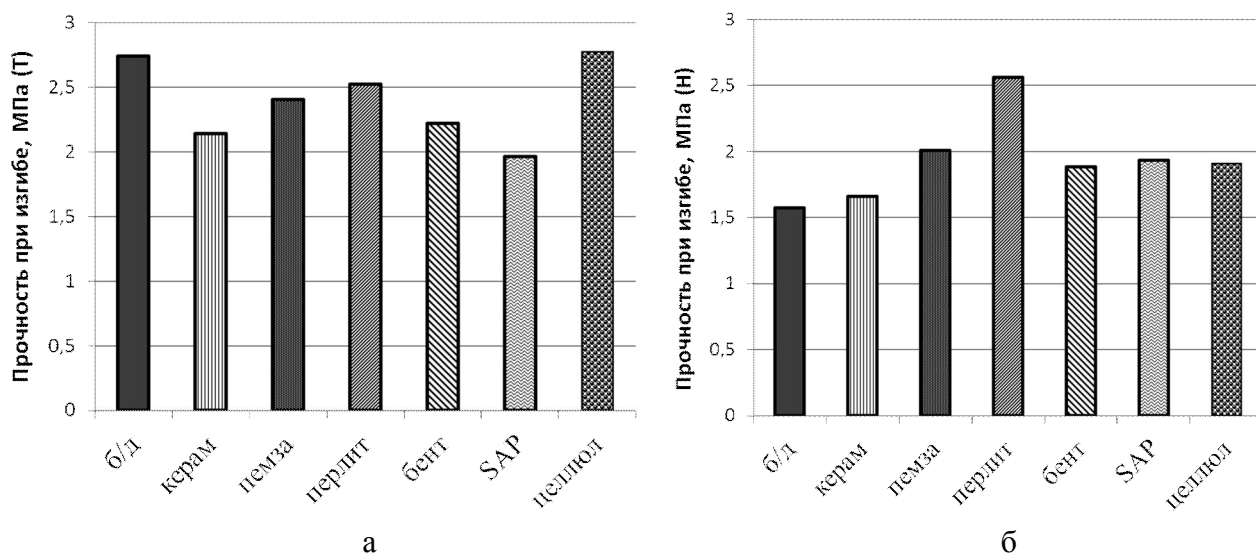


Рис. 6 – Прочность при изгибе растворов, твердевших при повышенной (а) и нормальной (б) температурах

Методика расчет энергии разрушения основана на зависимости между деформациями образцов и возрастающими до разрушения нагрузками.

При твердении в условиях повышенных температур наибольшей энергией разрушения характеризуются образцы с добавкой целлюлозы, (рис. 7 а); у них также отмечена максимальная прочность при изгибе.

Ближкие результаты показывают растворы с керамзитом и перлитом. Менее всего энергии требуется для разрушения образца с SAP. Все исследованные добавки при нормальной температуре твердения увеличивают энергию разрушения образцов или сохраняют ее на уровне контрольного раствора (рис. 7 б).

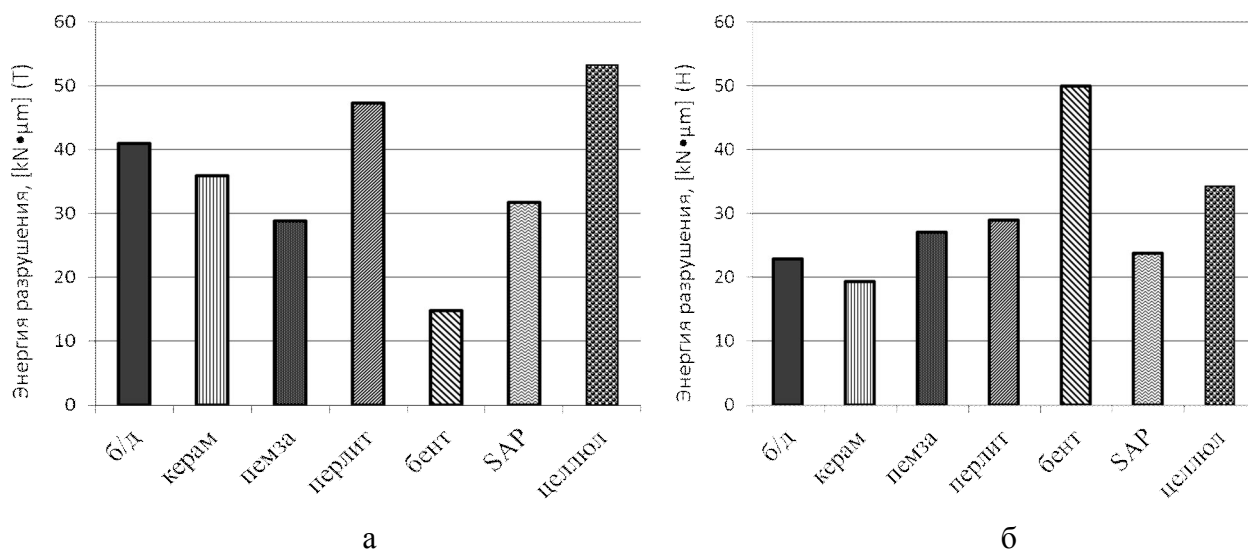


Рис. 7 – Энергия разрушения образцов, твердевших при повышенной (а) и нормальной (б) температурах

При одинаковых нагрузках больший прогиб зарегистрирован для раствора с добавкой целлюлозы. Прогиб образца с перлитом практически в 2 раза больший, чем в случае пемзы. Цементный раствор, содержащий SAP, характеризовался наименьшей прочностью при изгибе, однако энергия его разрушения оказалась выше, чем у растворов с бентонитом, имевшем более высокую прочность.

Использование абсорбирующих веществ позволяет не только снизить усадочные деформации, но и увеличивает сопротивляемость бетонов изгибающим нагрузкам, повышая энергию разрушения материала. Эти свойства водонасыщенных компонентов перспективно использовать при создании высокопрочных самоуплотняющихся бетонов, твердеющих как в нормальных температурно-влажностных условиях, так и при повышенной температуре окружающей среды.

Список литературы: 1. Bentz D. Water Movement during Internal Curing: Direct Observation using X-ray Microtomography / D. Bentz, P. Halleck, A. Grader // Concrete International. – 2006. – № 28 (10). – P. 39 – 45. 2. Trtik P. Release of Internal Curing Water from Lightweight Aggregates in Cement Paste Investigated by Neutron and X-ray Tomography / [P. Trtik, B. Muench, W. Weiss at al.] // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. – 2011. – Vol. 651. – P. 224 – 249. 3. Mechtcherine V. Polimery superabsorpcyjne jako nowe domieszki do betonu / V. Mechtcherine // Zakłady Betonowe International. – 2012. – № 2. – P. 34 – 37. 4. Piechówka M. Właściwości fizykochemiczne zaczynów cementowych z dodatkiem hydrożelu / M. Piechówka // Politechnika Śląska. – 2007. – № 112. – S. 235 – 242 5. Koval S. Modyfikowanie kompozytów cementowych przez dodatki – kompensatory skurczu / S. Koval, A. Jakóbczak, N. Abid // Materiały, instalacje i technologie energooszczędne w budownictwie: Międz. konf., 31.05-1.06 2012 r. – Biała Podlaska, 2012. – P. 78.

Поступила в редколлегию 20.08.12

УДК 691.175:519

Влияние водонасыщенных добавок на свойства цементных растворов, твердеющих при повышенной температуре / Н. АБИД, К. ГОЛАШЕВСКИ, А. ЯКУБЧАК, С. КОВАЛЬ // Вісник НТУ «ХП». – 2012. – № 59 (965). – (Серія: Хімія, хімічна технологія та екологія). – С. 47 – 53. – Бібліогр.: 5 назв.

У статті приведено результати досліджень впливу водонасичених пористих матеріалів і суперадсорбента, що вводяться для зменшення аутогенної усадки, на реологічні властивості і міцність цементних розчинів, що тверднули в умовах підвищених температур.

There are results of research of influence of saturated porous materials and superadsorbent imposed to eliminate autogenous shrinkage, on rheological properties and strength of cement mortars, hardened at elevated temperatures.