

УСАДКА И НАБУХАНИЕ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ БЕТОНОВ ТОНКОСТЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Мишутин А. В. (Одесская Государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

В зависимости от условий, в которых осуществляется твердение бетона, в нем происходит процесс усадки вследствие испарения влаги (если бетон твердеет в воздушной среде) или процесс набухания (если бетон твердеет в воде).

Усадка и набухание бетона характеризуются соответствующими объемными деформациями, которые создают в бетоне внутренние напряжения. Каждое высушивание или увлажнение модифицированного бетона вызывает в нем, соответственно, усадку или набухание.

Величина усадки и набухания модифицированных бетонов, а также характер их нарастания зависят от следующих основных факторов: от расхода цемента на 1 м³ бетона и величины водоцементного отношения, от вида цемента и тонкости его помола, от температуры, влажности окружающей среды и ее продолжительности, а также от возраста бетона.

Усадка бетона вызывается физико-химическими и капиллярными явлениями, происходящими в гелевой составляющей цементного камня и обусловленными изменением влагосодержания в бетоне.

Так как модифицированные бетоны характеризуются относительно большими расходами цемента на 1 м³ бетона (500...800 кг) при водоцементном отношении от 0,36 до 0,45, они имеют значительные конечные величины усадки и набухания.

Усадка и усадочные напряжения в модифицированном бетоне опасны только в раннем его возрасте, если не будут созданы нормальные условия для процесса твердения и формирования структуры бетона. Если свежееуложенный бетон подвергнется действию сухого воздуха, солнца или ветра, то из бетона начнет интенсивно испаряться влага, что вызовет объемное уменьшение бетона. Кроме того, возникнут внутренние усадочные напряжения, которым не сможет противостоять неокрепшая структура бетона. В этот период на поверхности бетона и

появляются усадочные трещины. Модифицированные бетоны, твердеющие в первые дни в нормальных условиях, не имеют усадочных напряжений.

Положительное качество подвижных модифицированных бетонов – отсутствие усадочных трещин на поверхности бетона в возрасте 28 дней и более при относительно больших величинах усадки бетона в этот период – объясняется высокой прочностью бетона на растяжение, малыми значениями модуля упругости и упругой пластичности (следовательно, большей деформативностью), а также относительно большой величиной ползучести модифицированных бетонов, которая способствует перераспределению внутренних напряжений в бетоне.

Одновременно следует учитывать, что железобетонные тонкостенные конструкции имеют большой процент армирования. В железобетонных конструкциях резервуаров арматура образует ячейки 10×10 см, в армоцементных конструкциях – 10×10 мм, 15×15 мм и 20×20 мм. Наличие в бетоне арматуры в значительной степени уменьшает величину усадки бетона, так как благодаря сцеплению, арматура при усадке вовлекается в работу и препятствует деформациям бетона. При твердении железобетонных конструкций на воздухе арматура начинает задерживать деформации усадки, в результате чего арматура испытывает сжатие, а бетон – растяжение. При твердении железобетонных конструкций в воде арматура препятствует свободному расширению бетона, вследствие чего бетон оказывается сжатым, а арматура растянутой.

Для определения предельной величины усадки и набухания модифицированных бетонов, а также характера нарастания этих процессов во времени длительным исследованиям подвергались бетоны классов 40...60, а также песчаные бетоны классов 30, 40 и 50.

Усадка модифицированного бетона классов 40...60 определялась на бетонных и железобетонных плитах размером $4 \times 18 \times 120$ см. Измерения усадочных деформаций были начаты в возрасте бетона три дня и продолжались в течение 360 дней. Усадочные деформации замерялись стационарными индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм, установленными на базе 350 мм (рис. 1, 2). Балки находились в помещении при температуре воздуха $+15...18^\circ\text{C}$ и относительной влажности 75...85 %.

Набухание бетона определялось на погруженных в воду бетонных призмах размером $7 \times 7 \times 30$ см. Измерения деформации набухания были начаты также в возрасте бетона три дня на базе 300 мм и продолжались в течение 360 дней (рис. 3).

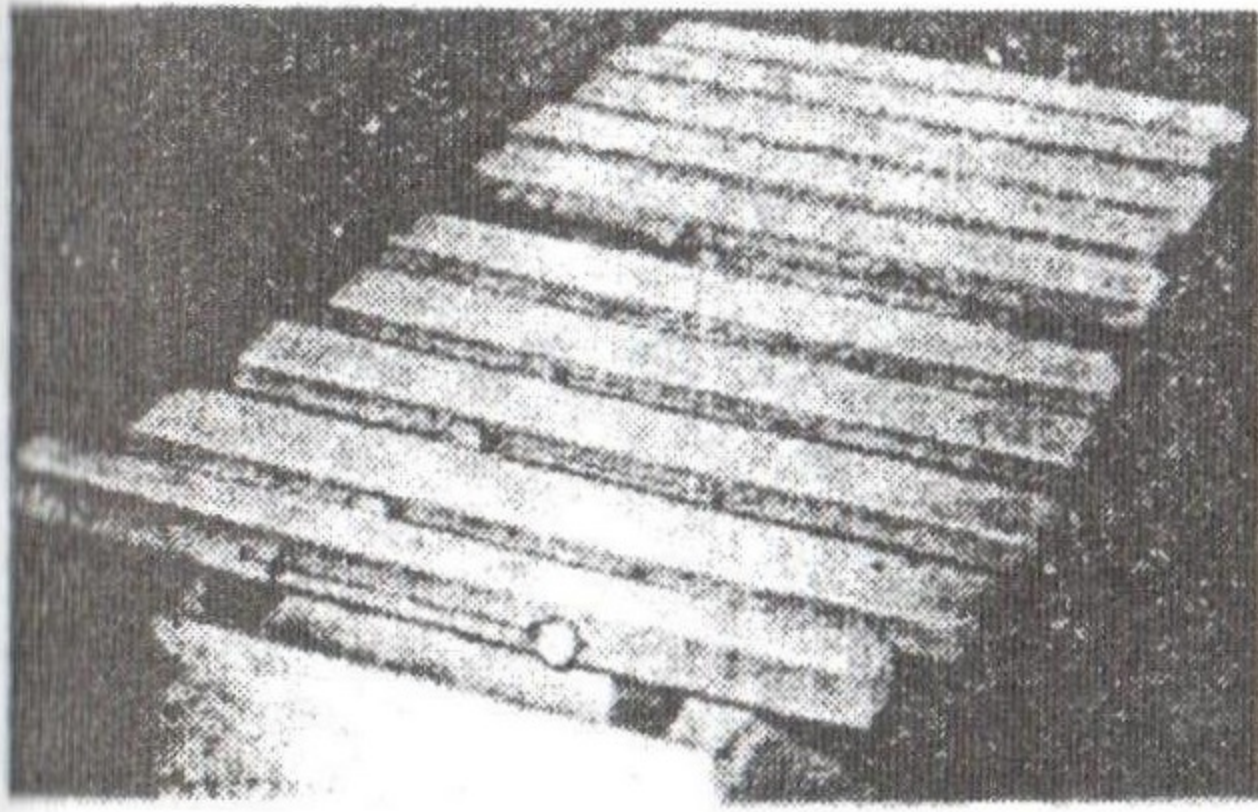


Рис. 1. Испытания бетонных и железобетонных плит на усадку

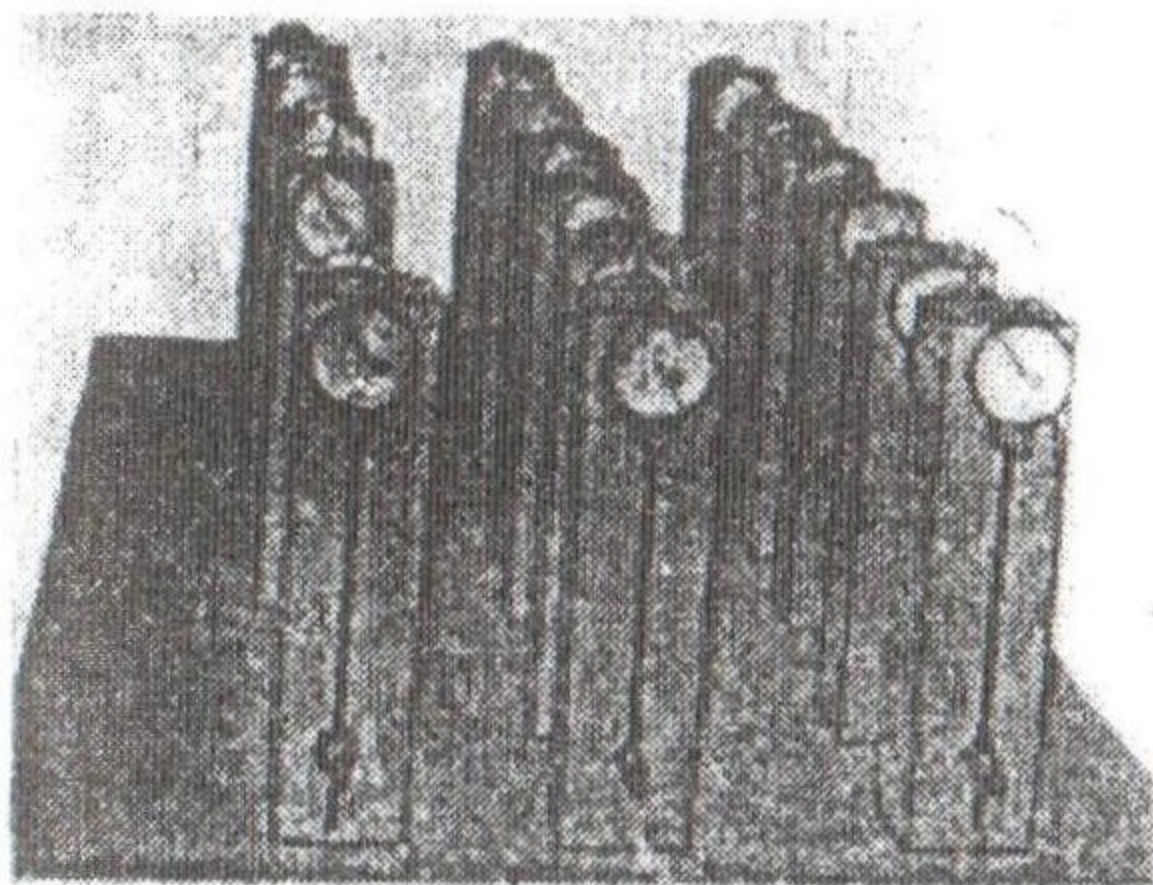


Рис. 2. Испытания призм из песчаного бетона на усадку

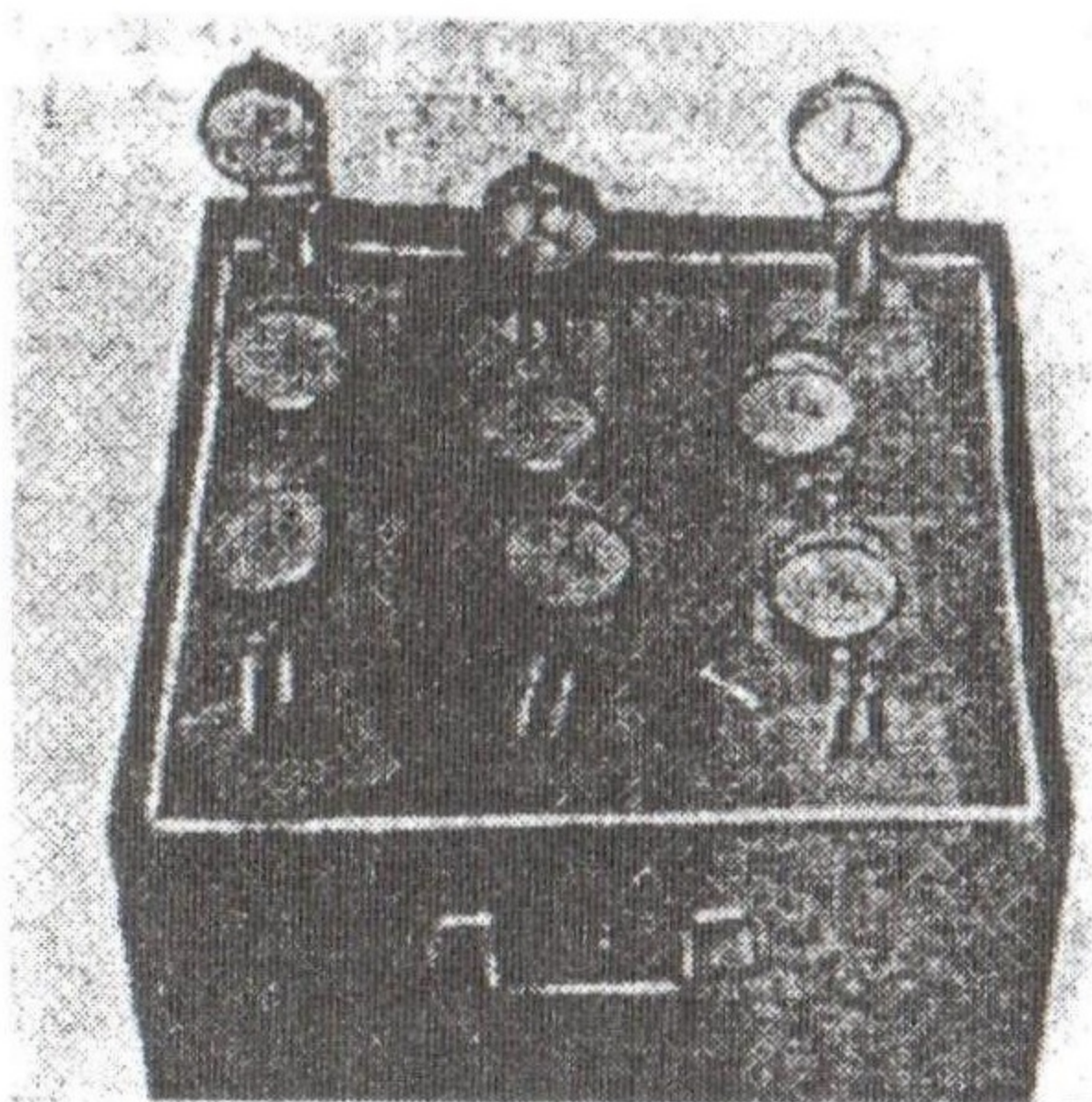


Рис. 3. Испытание бетонных призм на набухание

Средние значения усадочных деформаций бетонных плит и средние деформации набухания модифицированного бетона классов 40 и 60 показаны рис. 4, из которого видно, что рост усадочных деформаций происходит интенсивно в первые 120 дней твердения, а затем постепенно замедляется. В модифицированном бетоне класса 40 в возрасте до 360 дней средние относительные величины усадочных деформаций в бетонных плитах достигли значений 0,000667, в железобетонных плитах – 0,000470.

В модифицированном бетоне класса 60, приготовленном на вибродомолотом цементе с удельной поверхностью 4000 см²/г, относительные усадочные деформации в возрасте 360 дней достигли величины 0,000623; с удельной поверхностью 6000 см²/г – 0,00060.

Набухание бетона происходит интенсивно в возрасте 60 дней, а затем замедляется. Средняя относительная величина деформации набухания модифицированного бетона класса 40 в возрасте 360 дней составляет 0,00009; бетона класса 60, приготовленного на цементе с удельной поверхностью 4000 см²/г – 0,00007; с удельной поверхностью 6000 см²/г – 0,00005.

Усадка и набухание моди-

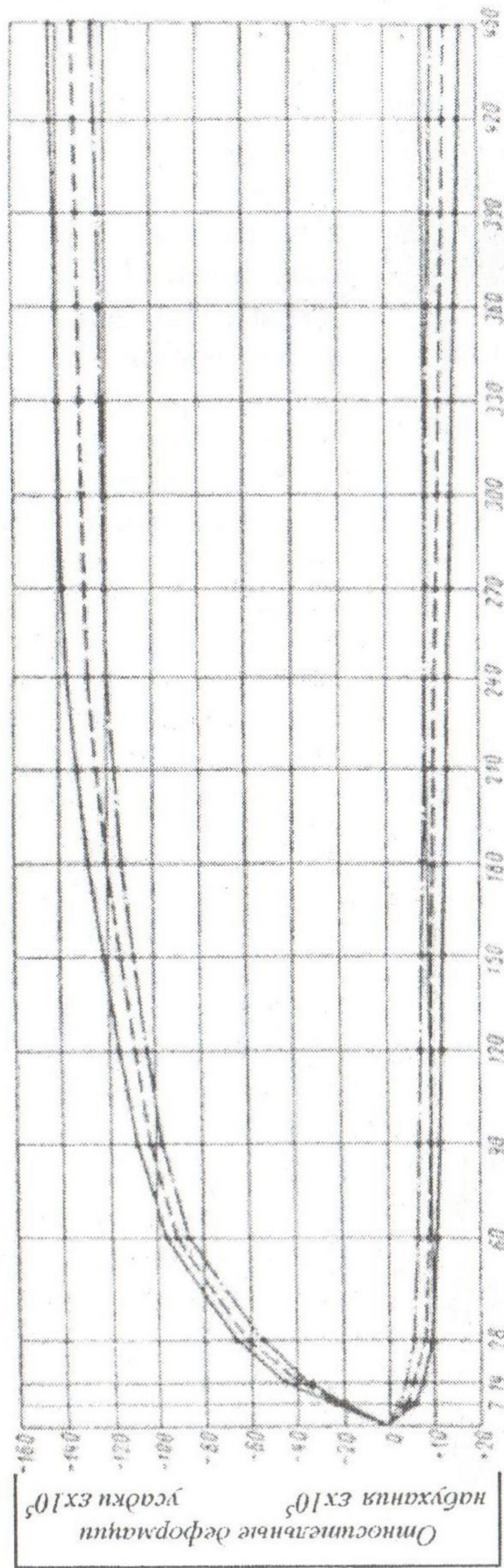


Рис. 4. График зависимости усадки и набухания песчаных бетонов от возраста:

- песчаный бетон класса 50
- - - песчаный бетон класса 40
- · - · песчаный бетон класса 30

фицированных песчаных бетонов классов 30, 40 и 50 составов 1:2,5, 1:2, 1:1,5 при В/Ц = 0,45; 0,4 и 0,36 исследовались в возрасте бетона до 450 дней на образцах-призмах размером 7×7×30 см (см. рис. 2,3). Измерения усадочных деформаций и деформаций набухания были начаты в возрасте бетонов одни сутки. Средние величины относительной деформации усадки и набухания песчаных бетонов классов 30, 40 и 50 приведены на графике (рис. 5), из которого видно, что при твердении на воздухе (усадка при высыхании) песчаные бетоны имеют среднюю относительную деформацию усадки в возрасте 450 дней, соответственно, – 0,00124; 0,00131 и 0,00145. Однако при твердении в воде песчаные бетоны становятся безусадочными бетонами, величина относительной деформации набухания которых в возрасте до 450 дней, соответственно, составляет 0,000120; 0,000141 и 0,000160.

Из приведенных данных испытаний видно, что усадка и набухание модифицированного бетона возрастает с увеличением содержания в нем воды и цемента, а также с увеличением времени испытания.

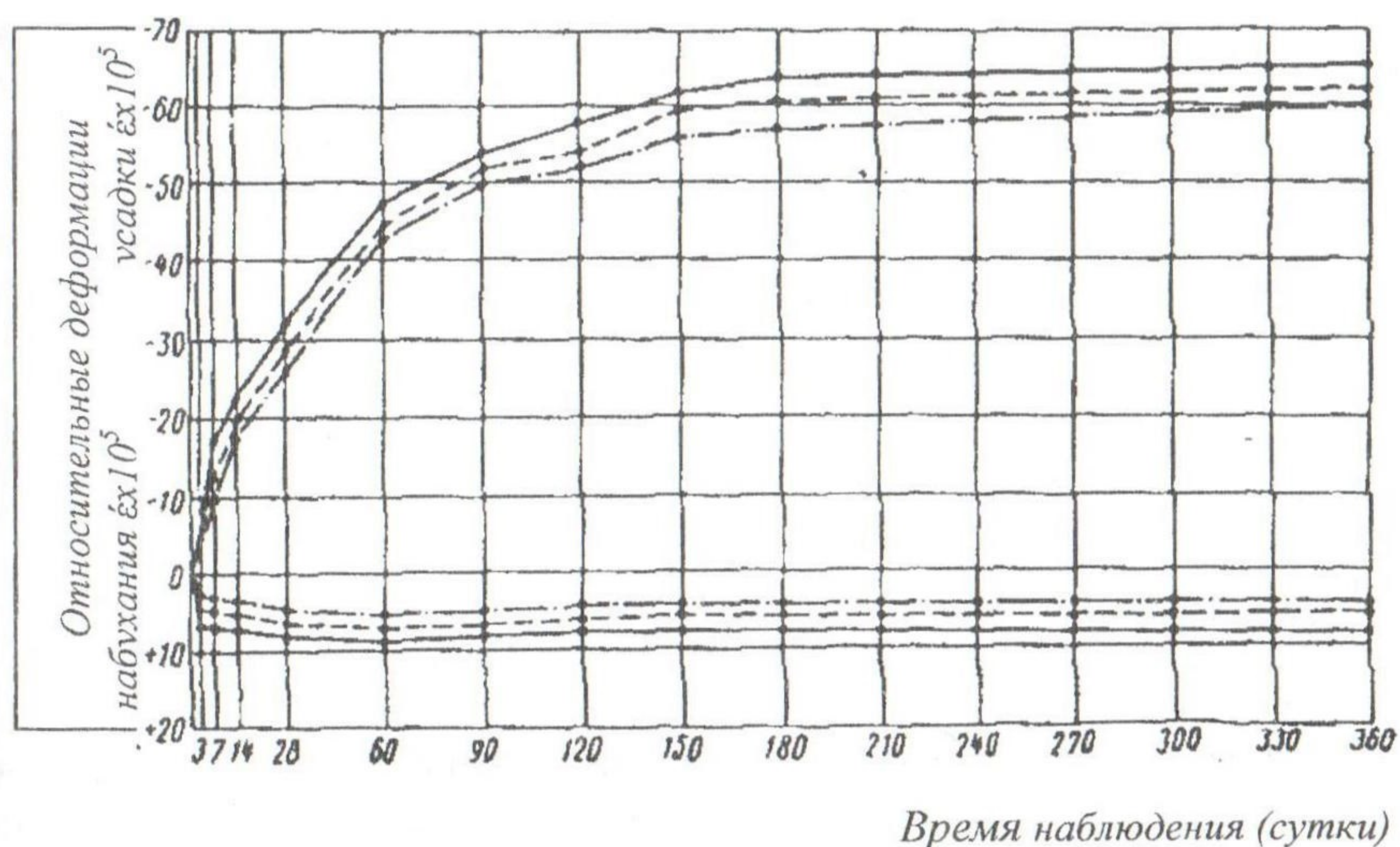


Рис. 5. График относительных деформаций усадки и набухания модифицированного бетона классов 40 и 60:

- модифицированный бетон класса 40; S = 2500 см²/г;
- - - модифицированный бетон класса 60; S = 4000 см²/г;
- · - · модифицированный бетон класса 60; S = 6000 см²/г;