

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА НАПОЛНИТЕЛЯ
НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКУЮ ПОВРЕЖДЕННОСТЬ БЕТОННЫХ ОБРАЗЦОВ
ОПРЕДЕЛЕННОГО СОСТАВА**

Выкиданец С. Н.,

Одесская государственная академия строительства и архитектуры
ramos_ks@mail.ru

Аннотация. Приведены результаты экспериментально-теоретических исследований влияния конструктивных факторов на формирование технологической поврежденности бетона. Был определен коэффициент технологической поврежденности призм и выявлено влияние количества и дисперсности наполнителя на их технологическую поврежденность. Проведенные исследования позволили подтвердить, уточнить и продолжить исследование коэффициента технологической поврежденности по линии и по площади для бетонных образцов-призм в зависимости от количества и качества минерального наполнителя. По результатам исследований построены графики зависимости коэффициента технологической поврежденности бетона от количества и качества наполнителя. Сделаны выводы об участии наполнителей в организации структуры бетона и формировании технологической поврежденности.

Ключевые слова: технологическая поврежденность, минеральный наполнитель, трещины, дисперсность, коэффициент технологической поврежденности.

**ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КІЛЬКОСТІ І ЯКОСТІ НАПОВНЮВАЧА
НА ТЕХНОЛОГІЧНУ ПОШКОДЖЕНІСТЬ БЕТОННИХ ЗРАЗКІВ
ПЕВНОГО СКЛАДУ**

Выкиданец С. М.,

Одеська державна академія будівництва і архітектури
ramos_ks@mail.ru

Анотація. Наведено результати експериментально-теоретичних досліджень впливу конструктивних чинників на формування технологічної пошкодженості бетону. Було визначено коефіцієнт технологічної пошкодженості призм і виявлено вплив кількості та дисперсності наповнювача на їх технологічну пошкодженість. Проведені дослідження дозволили підтвердити, уточнити і продовжити дослідження коефіцієнта технологічної пошкодженості по лінії і по площі для бетонних зразків-призм в залежності від кількості і якості мінерального наповнювача. За результатами досліджень побудовані графіки залежності коефіцієнта технологічної пошкодженості бетону від кількості і якості наповнювача. Зроблено висновки про участь наповнювачів у організації структури бетону і формуванні технологічної пошкодженості.

Ключові слова: технологічна пошкодженість, мінеральний наповнювач, тріщини, дисперсність, коефіцієнт технологічної пошкодженості.

**RESEARCH OF INFLUENCE OF THE QUANTITY AND QUALITY OF FILLING
IN THE TECHNOLOGICAL DAMAGED CONCRETE SAMPLES
OF A PARTICULAR COMPOSITION**

Vykydanets S. N.,

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture
ramos_ks@mail.ru

Abstract. The results of experimental and theoretical researches of influence of structural factors on formation of technologically-damaged concrete. Was determined the coefficient of technologically-damaged prisms and revealed the influence of the number and dispersion of the filler on their technological damage. The experimental research allowed confirmed, to clarify and to continue to study coefficient of technologically-damage on the line and area for concrete samples-prisms, depending on the quantity and quality of the mineral filler. By results of researches was plotted graphs of dependence the coefficient of technological damage concrete on the quantity and quality of the filler. Conclusions are drawn about participation the fillers in the organization of the concrete structure and the formation of technological damage.

Keywords: technological damages, mineral filler, crack, dispersion, coefficient of technological damage.

Введение. Из работы [1] известно, что многоуровневый характер организации композиционных строительных материалов раскрывает широкие возможности направленного синтеза их физико-технических свойств. Последние проявляются и оцениваются через взаимодействия с другими материалами или объектами. В зависимости от степени и вида воздействий (принятых методов испытаний) может изменяться уровень свойств.

Конструкция представляет собой некую систему с внутренней архитектурой – иерархией структурных уровней и подуровней. Рассматривая ее как полиструктурную систему, можно оценить долю вклада каждого структурного элемента в работу конструкции. Особое внимание следует обратить на дефекты (трещины), приобретенные материалом в период технологической переработки в изделие. При рассмотрении конструкции как специально организованного материала, дефекты материала автоматически переходят в конструктивные. Наличие их в конструкциях до приложения эксплуатационных нагрузок изменяет общее напряженное состояние последних, кинетику развития эксплуатационных трещин и характер разрушения, деформаций и несущей способности.

Таким образом, целесообразно вскрыть причины зарождения и развития технологических дефектов на различных уровнях структурных неоднородностей материала и наметить пути направленного управления количеством и видами технологических дефектов. Это позволит прогнозировать дефектность конструкции и более полно реализовать потенциальные свойства материала в каждом конкретном элементе и во всей конструкции в целом.

Трещины являются по мнению авторов [2] одним из важных структурных параметров, определяющих комплекс физико-технических свойств, как материала, так и конструкции из него.

Причиной образования технологических трещин на различных уровнях структурных неоднородностей является комплекс процессов и явлений, протекающих в период организации структуры исходного вяжущего, продуктов новообразований, взаимодействие матричного материала и заполнителей, и деформационные процессы, протекающие в образце, изделии или конструкции. Фиксировать трещины, образовавшиеся в объеме материала при существующих методах анализа структуры грубогетерогенных материалов не представляется возможным, по мнению авторов [2]. Поэтому они проводили количественную оценку поврежденности бетона технологическими дефектами через определение протяженности поверхностных трещин.

Из работ [2, 3, 5] известно, что в бетонных и железобетонных конструкциях присутствуют трещины еще до приложения к ним эксплуатационных нагрузок. Различают два вида трещин: трещины в исходных компонентах бетона и трещины, появившиеся в результате переработки материала в изделие.

Трещины первого вида попадают в материал вместе с дефектными компонентами и присутствуют в нём изначально. Достоверно проконтролировать количество таких дефектов в полной мере не представляется возможным.

Появление трещин второго вида обусловлено сложными физико-химическими и физико-механическими процессами, проходящими при формировании структуры бетона в связи с тесным взаимодействием его составных компонентов, обладающих разными физико-механическими характеристиками. В результате этих процессов происходит организация структуры, состоящей из пространственных структурных блоков различных размеров и конфигураций, разделённых ориентированными в разных направлениях поверхностями раздела, представляющими собой ослабленные связи (зародышевые трещины); снаружи, т.е. на поверхности образцов, появляется сеть усадочных микротрещин.

Технологические трещины зависят как от качественного и количественного составов, так и от условий технологической переработки материала [2]. Дефекты материала при его оформлении в изделие автоматически становятся дефектами конструкции и определяют, тем самым, её эксплуатационные характеристики, следовательно, необходима количественная оценка технологических трещин.

В.С. Дорофеевым и В.Н. Выровым в качестве величины, характеризующей степень повреждённости материала дефектами, был предложен коэффициент технологической повреждённости бетона, который определяется отношением длины трещин, возникших на поверхности бетона при формировании структуры, к площади этой поверхности.

Из работ [2, 4] также известно, что часть технологических трещин сохраняет способность к укрупнению под действием собственных объёмных деформаций твердеющих систем. Это даёт возможность предположить, что заложенные в материале технологические дефекты должны сохранять потенциальную возможность своего развития и при действии на конструкцию нагрузок. В связи с этим ставится задача изучения характера и степени влияния технологических дефектов на физико-механические характеристики бетона, такие как деформации сжатия, и деформации бетона. Именно с этой целью были испытаны на сжатие 18 бетонных призм 10x10x40 см.

Цели и задачи. Направленное изменение свойств композиционных строительных материалов за счет применения наполнителей определенного вида дает возможность получения материалов достаточно широкой номенклатуры. При этом актуальной остается задача получения строительных материалов и конструкций с заданными параметрами качества при пониженной материалоемкости. Одним из путей снижения материалоемкости композиционных строительных материалов является применение наполнителей.

Результаты исследований. Величина технологической поврежденности, выраженная при помощи коэффициента технологической поврежденности (Kn_s), определенного по площади образцов-призм в зависимости от количества и качества наполнителя изменяется в пределах от 0,83 до 1,38 см/см² (на 66,3%).

Влияние количества наполнителя (Н) на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по площади образцов-призм, отражено на рис. 1,а. Изменение Н от 8 до 12% от массы вяжущего при постоянной дисперсности $S_y=100$ м²/кг приводит к уменьшению коэффициента Kn_s от 1,38 до 1,26 см/см² (на 9,5%). Аналогичный характер изменения коэффициента Kn_s наблюдается при постоянной $S_y=200$ м²/кг и приводит к уменьшению Kn_s от 1,31 до 1,12 см/см² (на 17%). При постоянной дисперсности $S_y=300$ м²/кг наблюдается аналогичный характер влияния Н с относительно небольшим изменением коэффициента Kn_s , то есть с уменьшением от 0,94 до 0,83 см/см² (на 13,3%) при изменении Н от 8 до 12%.

Следует отметить, что максимальные изменения коэффициента Kn_s наблюдаются при постоянной дисперсности $S_y=200$ м²/кг – уменьшение на 17% (при изменении Н от 8 до 12%). Минимальное изменение Kn_s наблюдаются при дисперсности $S_y=100$ м²/кг – уменьшение на 9,5%.

Влияние качества наполнителя или дисперсности (S_y) на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по площади образцов-призм отражено на рис. 1,б. Изменение S_y от 100 до 200 м²/кг при его расходе 8% приводит к уменьшению коэффициента Kn_s от 1,38 до 1,31 см/см² (на 5,35%). Дальнейшее увеличение S_y до 300 м²/кг

вызывает значительное уменьшение коэффициента Kn_s до 0,94 см/см² (на 39,4%). При фиксированном количестве $H=12\%$ наблюдается аналогичный характер влияния S_y с изменением коэффициента Kn_s , то есть с уменьшением от 1,26 до 1,12 см/см² (на 12,5%) при изменении S_y от 100 до 200 м²/кг и значительном уменьшении до 0,83 см/см² (на 35%) при увеличении S_y до 300 м²/кг.

Следует отметить, что максимальное изменение коэффициента Kn_s (39,4%) наблюдается при изменении S_y от 200 до 300 м²/кг и постоянном $H=8\%$. Минимальное изменение Kn_s (5,35%) наблюдается при изменении S_y от 100 до 200 м²/кг и постоянном $H=8\%$.

Отсюда следует, что максимальное значение коэффициента технологической поврежденности бетона, определенное по площади образцов-призм достигается при количестве наполнителя $H=8\%$ от массы вяжущего и дисперсности $S_y=100$ м²/кг (1,38), а минимальное значение коэффициента Kn_s достигается при количестве наполнителя $H=12\%$ и дисперсности $S_y=300$ м²/кг (0,83).

Величина технологической поврежденности, выраженная при помощи коэффициента технологической поврежденности (Kn_L), определенного по поперечной линии образцов-призм в зависимости от количества и качества наполнителя, изменяется в пределах от 0,289 до 0,371 (на 28,4%).

Влияние количества наполнителя на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по поперечной линии образцов-призм отражено на рис. 1,в. Изменение H от 8 до 12% от массы вяжущего при постоянной дисперсности $S_y=100$ м²/кг приводит к уменьшению коэффициента Kn_L от 0,371 до 0,315 (на 17,8%). Аналогичный характер изменения коэффициента Kn_L наблюдается при постоянной $S_y=200$ м²/кг - уменьшение коэффициента Kn_L от 0,342 до 0,306 (на 11,8%) при изменении H от 8 до 12%. При постоянной дисперсности $S_y=300$ м²/кг наблюдается аналогичный характер влияния H , то есть уменьшение от 0,299 до 0,289 (на 3,5%) при изменении H от 8 до 12%.

Следует отметить, что максимальное изменение коэффициента Kn_L наблюдается при $S_y=100$ м²/кг - уменьшение на 17,8% (при увеличении H от 8 до 12%). Минимальное изменение коэффициента Kn_L наблюдается при изменении H от 8 до 12%, уменьшение на 3,5% ($S_y=300$ м²/кг).

Влияние качества наполнителя или дисперсности на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по поперечной линии образцов-призм отражено на рис. 1,г. Изменение S_y от 100 до 200 м²/кг при его расходе 8% приводит к уменьшению Kn_L от 0,371 до 0,342 (на 8,5%). Дальнейшее увеличение S_y до 300 м²/кг вызывает уменьшение Kn_L до 0,299 (на 14,4%). При фиксированном количестве $H=12\%$ наблюдается аналогичный характер влияния S_y с более плавным изменением коэффициента Kn_L , то есть с уменьшением от 0,315 до 0,306 (на 2,9%) при изменении S_y от 100 до 200 м²/кг и уменьшении до 0,289 (на 5,9%) при увеличении S_y до 300 м²/кг.

Следует отметить, что максимальное изменение коэффициента Kn_L (14,4 %) наблюдается при изменении S_y от 200 до 300 м²/кг и постоянном $H=8\%$. Минимальное изменение Kn_L (2,9%) наблюдается при изменении S_y от 100 до 200 м²/кг и постоянном $H=12\%$.

Отсюда следует, что максимальное значение коэффициента технологической поврежденности бетона, определенное по поперечной линии образцов-призм достигается при количестве наполнителя $H=8\%$ от массы вяжущего и дисперсности $S_y=100$ м²/кг (0,371), а минимальное значение коэффициента Kn_L достигается при количестве наполнителя $H=12\%$ и дисперсности $S_y=300$ м²/кг (0,289).

Величина технологической поврежденности, выраженная при помощи коэффициента технологической поврежденности, определенного по продольной линии образцов-призм в зависимости от количества и качества наполнителя изменяется в пределах от 0,262 до 0,390 (на 48,9%).

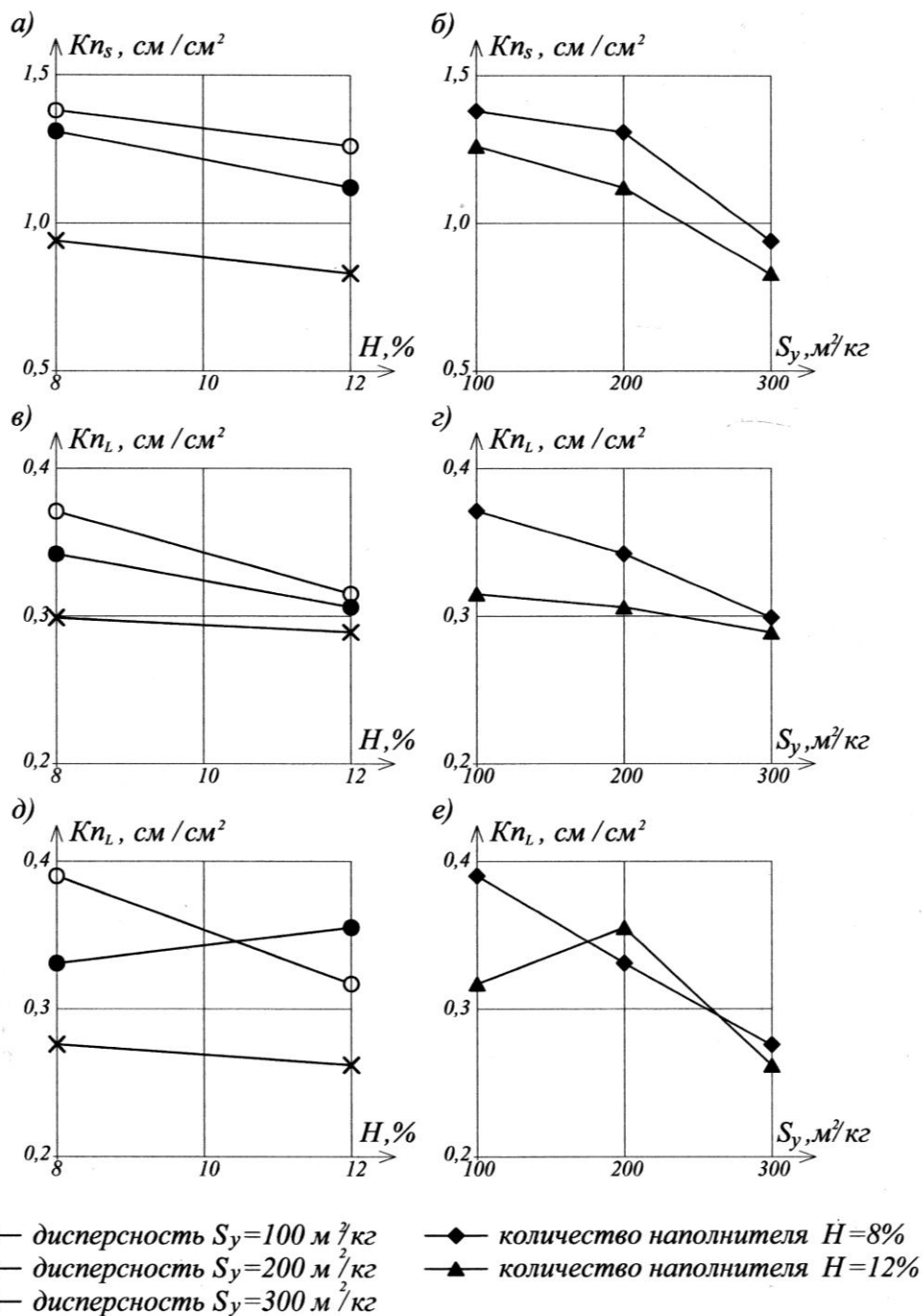


Рисунок 1. Влияние количества (а, в, д) и дисперсности (б, г, е) наполнителя на коэффициенты технологической поврежденности, определенные на образцах-призмах по площади, поперечной и продольной линиях

Влияние количества наполнителя на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по продольной линии образцов-призм, отражено на рис. 1,д. Изменение H от 8 до 12% от массы вяжущего при постоянной дисперсности $S_y=100$ м²/кг приводит к уменьшению коэффициента Kn_L от 0,390 до 0,317 (на 23%). Характер изменения коэффициента Kn_L при постоянной $S_y=200$ м²/кг - увеличение Kn_L от 0,331 до 0,355 (на 7,3%) при изменении H от 8 до 12%. При постоянной дисперсности $S_y=300$ м²/кг наблюдается уменьшение влияния H - уменьшение от 0,276 до 0,262 (на 5,3%) при изменении H от 8 до 12%.

Следует отметить, что максимальное изменение коэффициента Kn_L наблюдается при $S_y=100$ м²/кг - уменьшение на 23% (при увеличении H от 8 до 12%). Минимальное изменение

коэффициента Kn_L наблюдается при изменении H от 8 до 12% - уменьшение на 5,3% ($S_y=300\text{ м}^2/\text{кг}$).

Влияние качества наполнителя или дисперсности на коэффициент технологической поврежденности бетона, определенный по продольной линии образцов-призм отражено на рис. 1,е. Изменение S_y от 100 до 200 $\text{ м}^2/\text{кг}$ при его расходе 8% приводит к уменьшению Kn_L от 0,390 до 0,331 (на 17,8%). Дальнейшее увеличение S_y до 300 $\text{ м}^2/\text{кг}$ вызывает значительное уменьшение Kn_L до 0,276 (на 19,9%). При фиксированном количестве $H=12\%$ изменение S_y от 100 до 200 $\text{ м}^2/\text{кг}$ приводит к увеличению Kn_L от 0,317 до 0,355 (на 12%). Дальнейшее увеличение S_y до 300 $\text{ м}^2/\text{кг}$ вызывает значительное уменьшение Kn_L до 0,262 (на 35,5%).

Следует отметить, что максимальные изменения коэффициента Kn_L (17,8; 19,9; 35,5%) наблюдаются при изменении S_y от 100 до 200 $\text{ м}^2/\text{кг}$ и изменении S_y от 200 до 300 $\text{ м}^2/\text{кг}$ и постоянном $H=8$ и 12% соответственно. Минимальное изменение Kn_L (12%) наблюдается при изменении S_y от 100 до 200 $\text{ м}^2/\text{кг}$ и постоянном $H=12\%$.

Отсюда следует, что максимальное значение коэффициента технологической поврежденности бетона, определенное по продольной линии образцов-призм, достигается при количестве наполнителя $H=8\%$ от массы вяжущего и дисперсности $S_y=100\text{ м}^2/\text{кг}$ (0,390), а минимальное значение коэффициента Kn_L достигается при количестве наполнителя $H=12\%$ и дисперсности $S_y=300\text{ м}^2/\text{кг}$ (0,262).

Выводы. Изучено влияние количества минерального наполнителя ($H=8$ и 12% от массы вяжущего), а также дисперсности ($S_y=100, 200$ и 300 $\text{ м}^2/\text{кг}$ по каждому количеству) на технологическую поврежденность, выраженную коэффициентами технологической поврежденности по площади (Kn_S) и по характерным линиям (Kn_L).

Подтверждается участие наполнителей в организации структуры бетона и формирования технологической поврежденности, в частности минимальные значения поврежденности получены при $H=12\%$ и $S_y=300\text{ м}^2/\text{кг}$ при измерении по площадям и характерным линиям бетонных образцов (наименьшее из них $Kn_S=0,83$, а $Kn_L=0,262$), а максимальные значения получены при $H=8\%$ и $S_y=100\text{ м}^2/\text{кг}$ (наибольшее из них $Kn_S=1,38$, а $Kn_L=0,390$).

В зависимости от вида бетонных и железобетонных конструкций применение минеральных наполнителей позволяет изменять в довольно широких пределах прочностные и деформативные характеристики бетона, что позволяет более полно использовать потенциальные свойства бетона.

Литература

1. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А. В. Сиренко. - К.: Будивэльнык, 1991. – 144 с.
2. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций. О.: Город Мастеров, 1998. – 168с.
3. Гладышев Б.М. Механическое взаимодействие элементов структуры и прочность бетонов. Харьков: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987. – 168 с.
4. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. «Наука». Гл. редакция физико-математической литературы, 1970. – 104 с.
5. Квернадзе А.М., Гогонидзе В.Н., Иванидзе Г.Г., Далакишвили Г.А. Изучение твердения и усадки бетона в ранней стадии методом голографической интерферометрии. // Бетон и железобетон №7, 1990. –С. 19-20.