

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДЁННОСТИ БЕТОНА**

**Пушкарь Н.В., к.т.н., доцент, Бараев А.В., Сабир Юсиф Бакир,
Хассеин Джухад Салман Аль-Амери**

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
г. Одесса*

Известно, что при твердении бетона в результате сложных физико-химических и физико-механических 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. На поверхности затвердевшего бетона эти процессы проявляются в виде сети усадочных микротрещин, которые называются также технологическими (рис.1) [3,4].

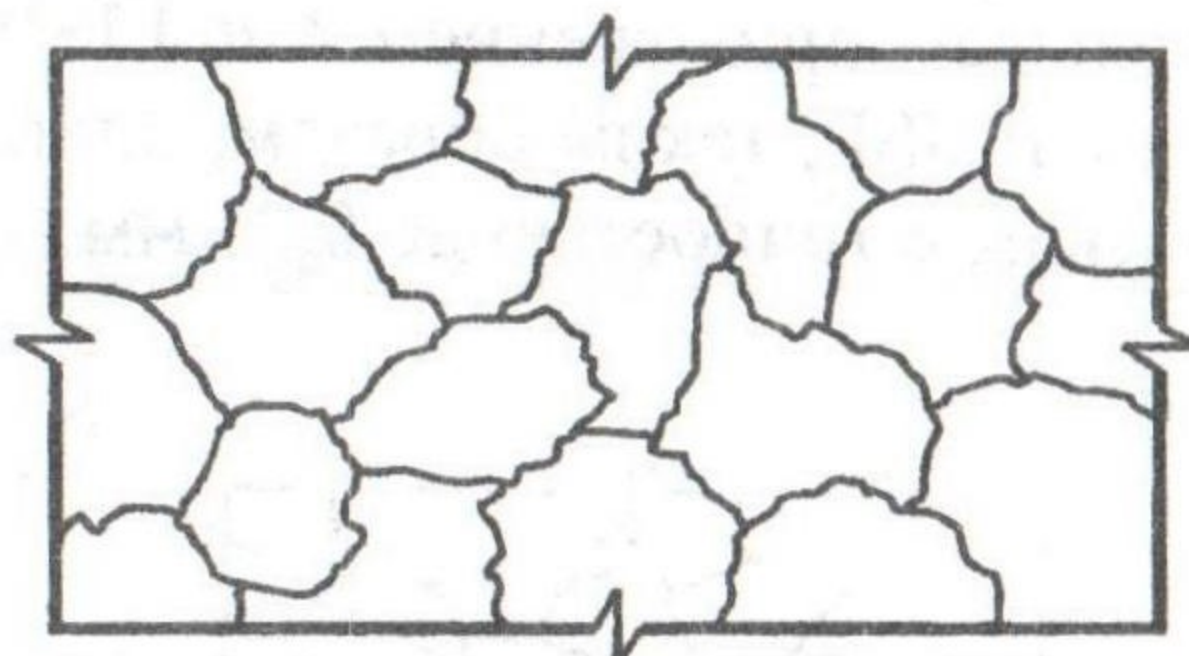


Рис.1. Характерный рисунок технологических трещин на поверхности затвердевшего бетона.

Существуют различные методики определения степени поврежденности бетона технологическими трещинами, одна из них была предложена В.С.Дорофеевым и В.Н.Выровым. Данная методика основывается на измерении длин поверхностных трещин курвиметром и определении коэффициента поврежденности через отношение общей длины поверхностных трещин L к площади образца S , на которой производились измерения: $K_{пл} = L/S$ (см/см²). Физический смысл этого коэффициента – оценка удельной длины трещины на единице поверхности [2] (рис.2).

В данной работе предложено усовершенствовать описанную методику. Авторы исходили из предположения, что измерение длин трещин

курвиметром искажает фактическую длину проекции трещины на плоскость образца за счет неровности поверхностей граней последнего (рис.3), погрешности измерений, связанной с большими габаритами колесика курвиметра относительно линейных размеров трещин, влияния человеческого фактора. Для уменьшения погрешностей, а также для повышения комфортности и точности процесса измерения производилась фотофиксация промаркированных опытных образцов, с заранее выделенной областью с характерным рисунком трещин, и с масштабным элементом – линейкой. Фотографирование производилось профессиональной фотокамерой Nikon D90 с максимальным размером кадра 4288×2848 пикселей с последующим импортом фотографий в графическую среду программы AutoCAD (рис.4). Затем изображения масштабировались в натуральную величину, и производилось измерение фактической проекции длины трещин на горизонтальную плоскость посредством повторения видимого контура трещин с помощью инструмента «polyline» («полилиния») (рис.4). Область приближения изображения была заранее ограничена, что позволило объективно сравнивать полученные результаты. Далее полученная сетка дублирующих контуров разбивалась на прямолинейные участки и вводилась в расчет суммарной протяженности линий при помощи команды, заданной вспомогательным приложением AutoLISP, написанным на языке программирования LISP, таким образом, длина поверхностных трещин L была определена с точностью до 0,01 мм.

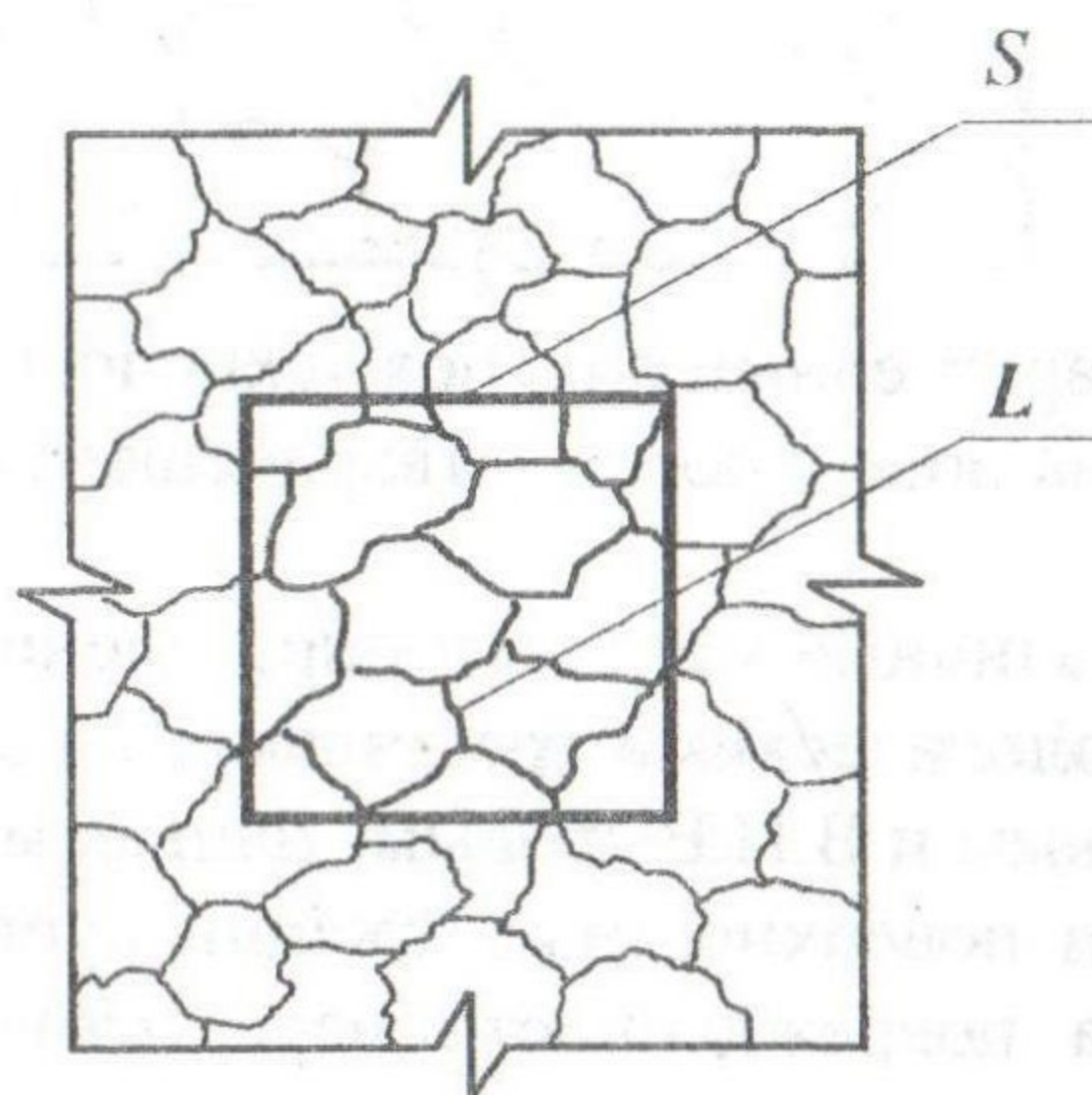


Рис.2. Определение технологической поврежденности через коэффициент поврежденности по площади $K_{пл}$.

Для сравнения результатов, полученных с помощью курвиметра, и в среде программы AutoCAD, первоначально был произведен обмер

длин поверхностных трещин на 15-ти кубах из тяжелого бетона вручную курвиметром. В обоих случаях длина трещин L измерялась на выделенных участках размером $S = 5 \times 5 \text{ см}^2$, после чего определялся коэффициент $K_{\text{ПЛ}} = L/S$. Значения коэффициентов технологической поврежденности $K_{\text{ПЛ}}$ при длинах трещин L , полученных вручную с помощью курвиметра и с использованием среды AutoCAD, представлены в табл. 1.

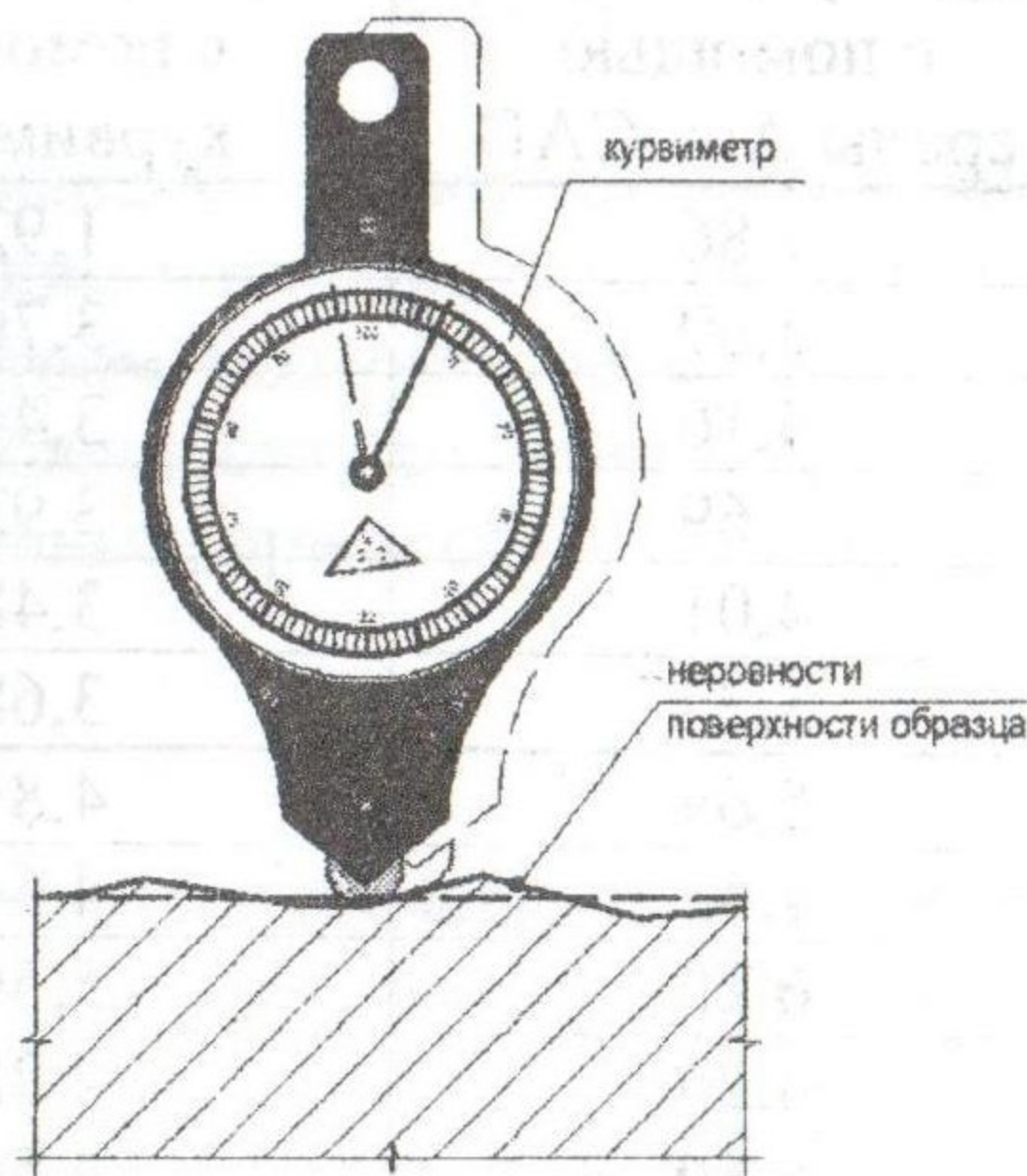


Рис. 3. Определение длины технологических трещин на поверхности образца с помощью курвиметра

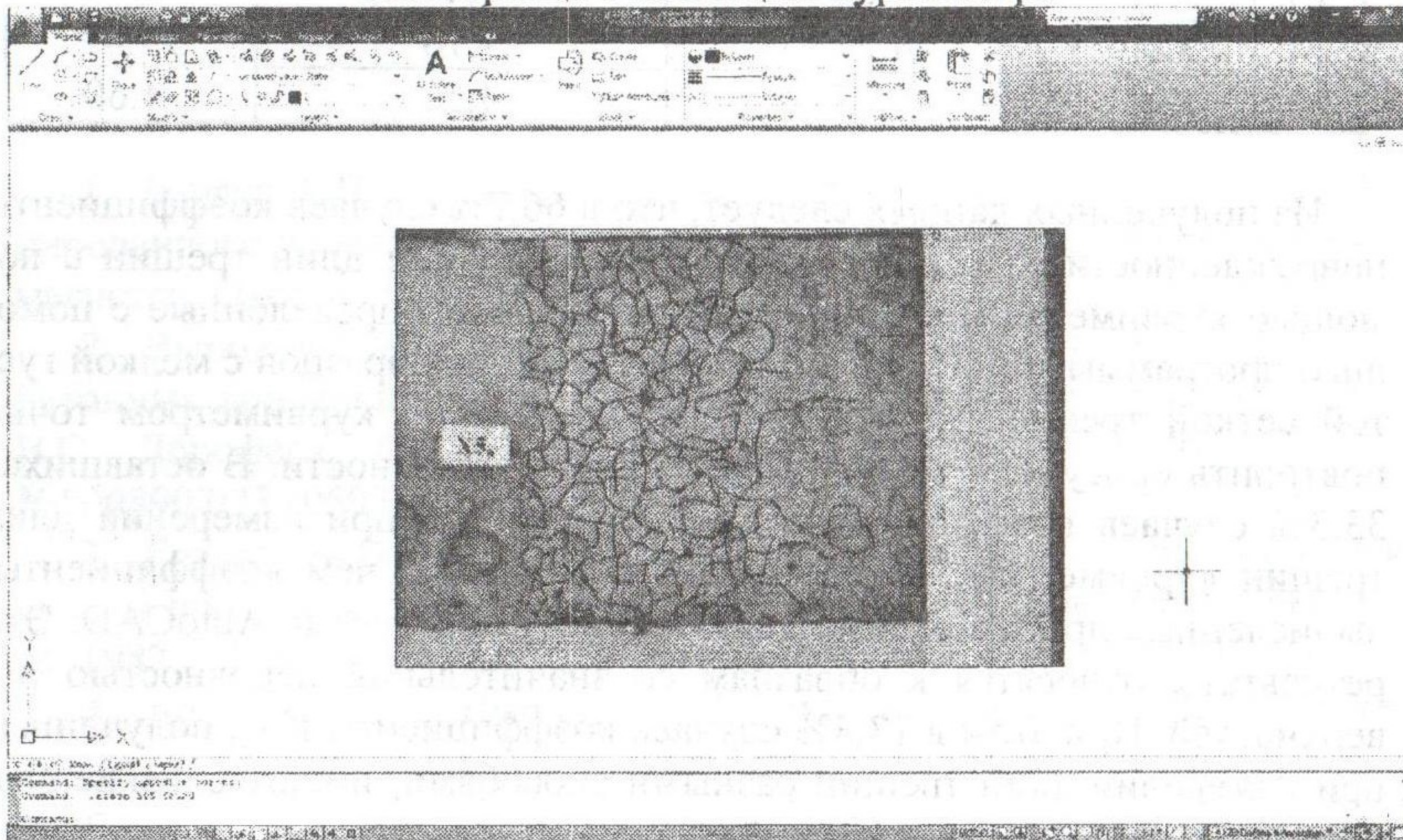


Рис 4. Повторение видимых контуров технологических трещин на поверхности образца в среде программы AutoCAD

Значения коэффициентов технологической поврежденности бетонных кубов в зависимости от способа измерения длин трещин

№ п/п	Марка куба	Коэффициент $K_{пл}$, определённый с помощью среды AutoCAD	Коэффициент $K_{пл}$, определённый с помощью курвиметра	Разница значений, %
1	X2 ₂	1,86	1,92	3,22
2	X3 ₂	4,09	3,76	-8,78
3	X5 ₂	4,16	3,44	-20,93
4	X7 ₂	4,69	3,92	-19,64
5	X9 ₂	4,01	3,48	-15,23
6	X10 ₂	3,74	3,68	-1,63
7	X1 ₃	5,69	4,84	-17,56
8	X2 ₃	4,53	4,64	2,43
9	X3 ₃	6,20	5,56	-11,51
10	X4 ₃	4,26	4,28	0,50
11	X5 ₃	5,80	4,56	-27,19
12	X6 ₃	3,22	3,24	0,62
13	X7 ₃	4,82	4,44	-8,56
14	X8 ₃	4,27	4,76	11,48
15	X9 ₃	4,77	4,56	-4,60

Из полученных данных следует, что в 66,7% случаев коэффициенты поврежденности $K_{пл}$, полученные при измерении длин трещин с помощью курвиметра меньше по значению, чем определённые с помощью программы AutoCAD, причём это касается образцов с мелкой густой сеткой трещин, на которых проблематично курвиметром точно повторить «рисунок» технологической поврежденности. В оставшихся 33,3% случаев коэффициенты $K_{пл}$, полученные при измерении длин трещин курвиметром, имеют большие значения, чем коэффициенты, вычисленные при измерении длин трещин в программе AutoCAD. Эти результаты относятся к образцам со значительной неровностью поверхностей. При этом в 13,3% случаев коэффициенты $K_{пл}$, полученные при измерении длин трещин разными способами, имеют близкие значения – разница составляет до 1% [1].

В общем, разница между значениями коэффициента $K_{пл}$, полученными при разных способах измерения длин трещин, распределилась

следующим образом: в пределах 0..5% – 40% от общего количества значений; 5...10% – 13,3%; 10...15% – 13,3%; 15...20% – 20% и более 20% – 13,3%. Среднее арифметическое значение разницы между коэффициентами $K_{пл}$, полученными при измерении длин трещин разными способами, составляет 10,3%.

Выводы:

Предлагаемые изменения в методике измерения поверхностных технологических трещин позволили: исключить человеческий фактор при работе с курвиметром, получить более достоверные данные о технологической поврежденности, сохранить фотоснимки с возможностью перепроверки данных, при необходимости.

Summary

A technique for measuring the lengths of cracks on the surface of the process of concrete samples using AutoCAD is represented. A comparative analysis of the results of measurements of the lengths of cracks with the odometer with the measurement results, was obtained by the proposed method.

Литература

1. Бараев А.В. Технологическая поврежденность бетона, модифицированного добавкой «Пенетрон Адмикс». Дипломная научная работа магистра. Одесса, 2012. – 66 с.
2. Выровой В.Н. Способ выявления трещин в бетонных и железобетонных конструкциях на неорганическом вяжущем / В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, С.С. Макарова, С.А. Абакумов / Полож. реш. №5008907/33 (059304) от 03.07.91.
3. Гладышев Б.М. Механическое взаимодействие элементов структуры и прочность бетонов. Харьков: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987. – 168 с.
4. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций. О.: Город Мастеров, 1998. – 168с.