

ВЛИЯНИЕ ПОЛИМЕРНЫХ ДОБАВОК И ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН НА СВОЙСТВА СУХИХ ШТУКАТУРНЫХ СМЕСЕЙ

Антонюк Н.Р., Пищева Т.И. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

На основе экспериментов и моделирования показана возможность управления общестроительными свойствами специальных штукатурных растворов из сухих смесей.

Большинство домов и сооружений, как те, что имеют историческую ценность (памятники архитектуры), так и сооруженные недавно, повреждаются и разрушаются в результате влияния многочисленных факторов разного происхождения. В первую очередь это время их существования, длительное влияние колебаний температуры, влажности окружающей среды и результаты человеческой деятельности. Поэтому для отделочных и ремонтных работ в настоящее время особо остро стоит проблема выбора высококачественных материалов. Наиболее эффективными являются, как показывает мировой опыт, сухие строительные смеси (ССС). Применение сухих штукатурных смесей позволяет обеспечить высокую адгезию к основе, трещиностойкость, минимальное водопоглощение и капиллярный подсос.[1].

Возможность управления основными свойствами ССС путем изменения содержания различных полимеров и других модификаторов, в частности армирующих волокон, создает широкий ассортимент таких материалов и тем самым разрешает использовать их при выполнении всех видов работ (отделка, восстановление, теплоизоляция и т.п.) в гражданском, промышленном и специальном строительстве. В рамках комплексной программы «Ресурсосбережение» исследования таких композитов проводятся в Одесской государственной академии строительства и архитектуры, причем используются экспериментально-статистическое моделирование и вычислительные эксперименты.

В последнее время возобновился интерес к повышению трещиностойкости отделочных композитов с хрупкой матрицей за счет армирования волокнами из природного целлюлозного сырья.

Исследовались сухие смеси с введением целлюлозных волокон Technocel® длиной 200, 1000 и 2500 мкм, диаметром около 25 мкм и

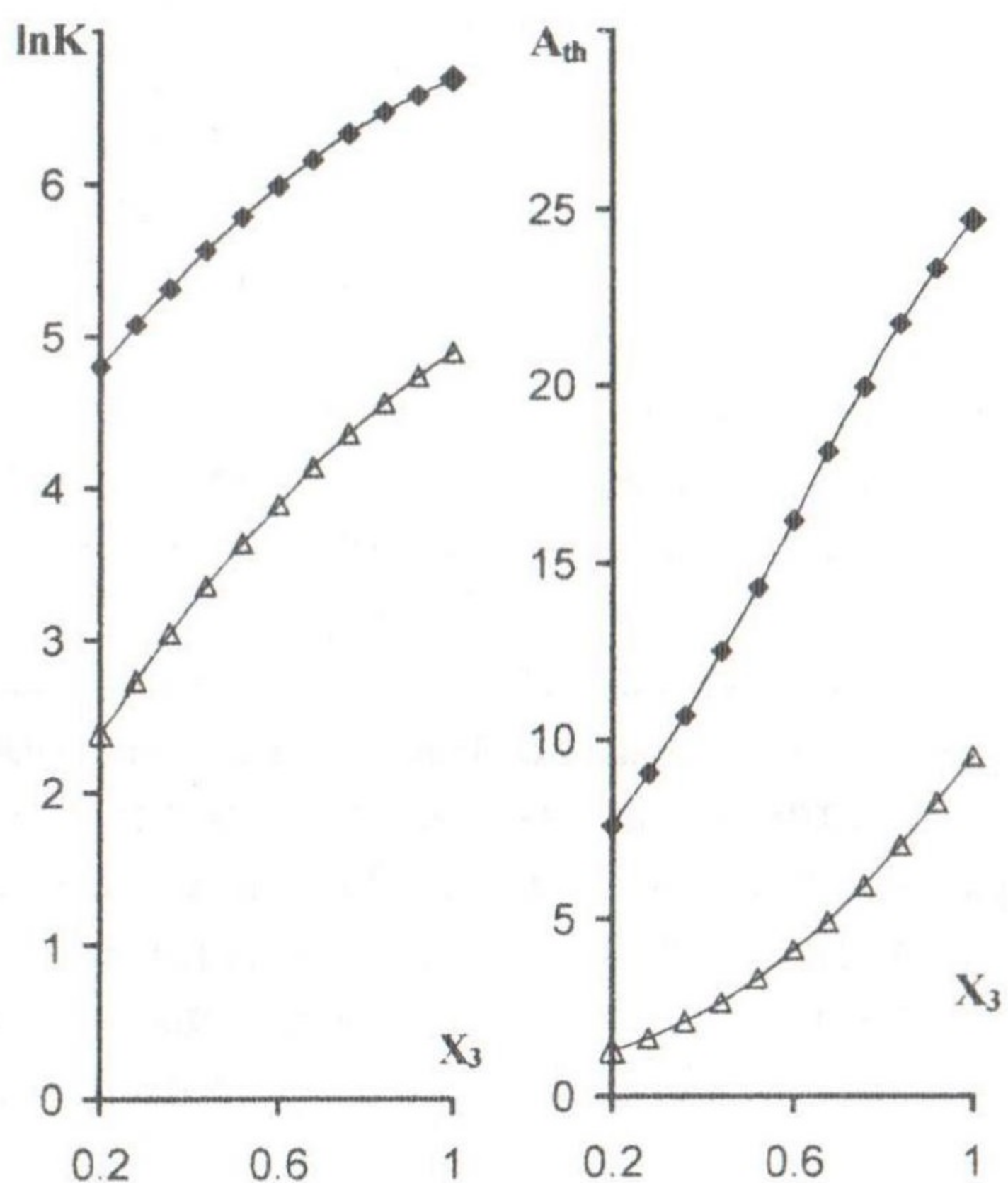
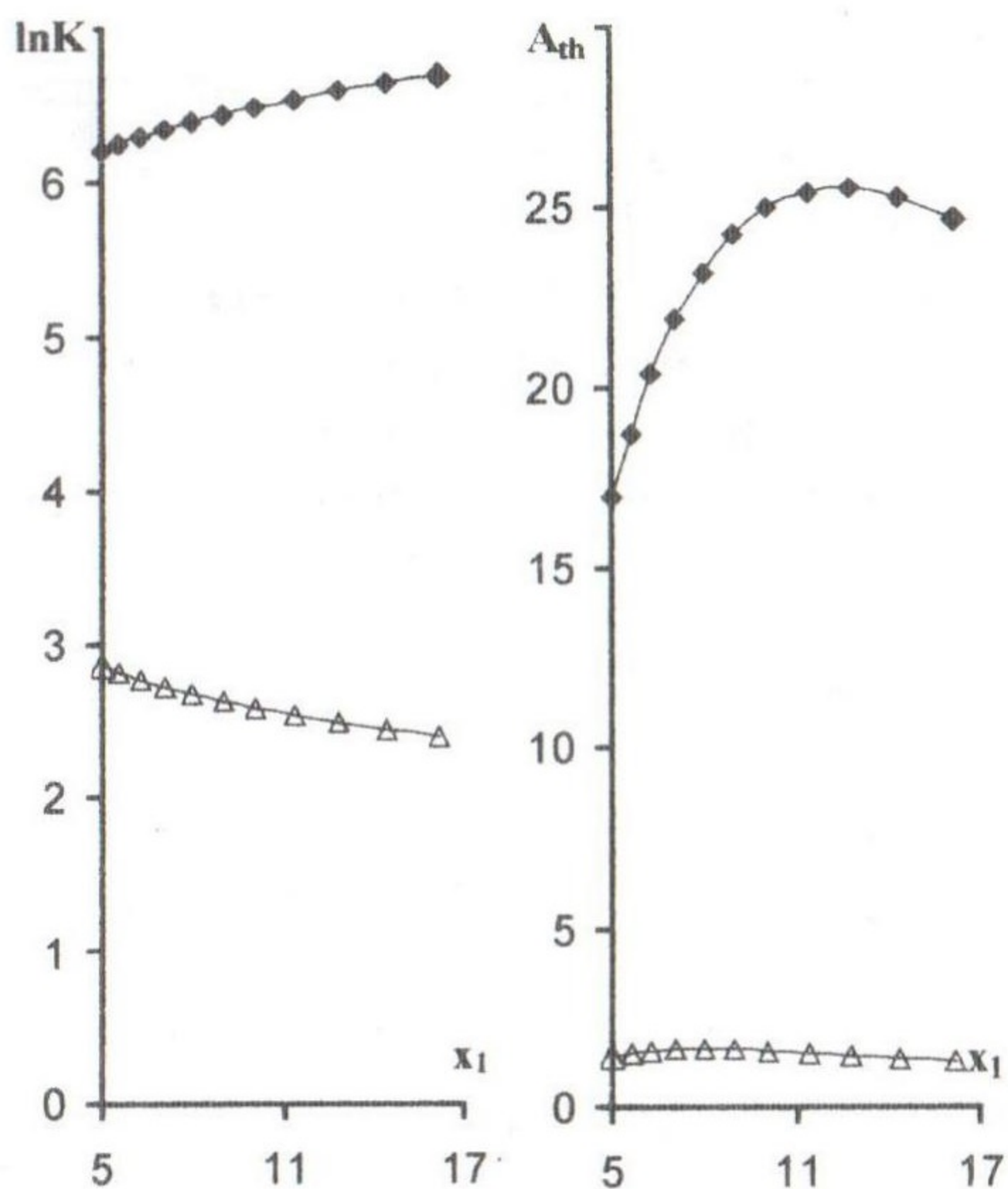


Рис. 1. Влияние содержания редуспергированной добавки (а, б) и метилцеллюлозы (в, г) на реологические параметры – эффективную вязкость $\ln K = \ln \eta_1$ (а, в) и тиксотропию (б, г).

модулем упругости 35 ГПа. Также в экспериментах использовались редуспергированные порошки Vinnapas V₅₅₁, V₅₂₃, V₅₄₅, преимущества которых перед водными эмульсиями то, что они применимы при изготовлении сухих смесей. Кроме того, в смеси в незначительном количестве вводились метилцеллюлоза и суперпластификатор.

Все экспериментальные данные подвергались многостадийной математической обработке в системе COMPEX – 99 (ОГАСА).

В ходе проведения исследований оценивались реологические показатели композиций, в том числе эффективная вязкость (η) и тиксотропия (A_{th}) смеси, являющийся численной оценкой способности восстановления структуры после ее разрушения [2].

Влияние вида добавки на реологические параметры η и A_{th} характеризуют диаграммы на рис. 1, построенные на основе анализа кривых течения.

Параметр A_{th} , оценивающий тиксотропию смеси заметно изменяется только у высоковязких смесей, причем основной прирост происходит в

диапазоне 5-11 м.ч. добавки (рис.1. б).

Увеличение содержания метилцеллюлозы значительно повышает уровень реологических параметров $\ln K$ и A_{th} (рис.1.в,г). Переход содержания метилцеллюлозы от 0.2 к 1 м.ч. вызывает в зоне минимума увеличение K в 12 раз, а A_{th} – в 8. В зоне максимума изменение метилцеллюлозы на ту же величину уменьшает эффективную вязкость η_1 в 7 раз, а тиксотропию в три раза.

Введение в композиции целлюлозных волокон является эффективным средством регулирования реологических свойств: вязкость при смене номинальной длины волокна меняется примерно в 1.5 раза (при неизменном градиенте скорости деформаций), а тиксотропия – в три [3].

На этапе исследования механических свойств композитов из сухих смесей, армированных целлюлозным волокном была оценена их прочность и трещиностойкость.

Предполагается, что связь волокон с матрицей осуществляется главным образом за счет образования трехмерного структурного каркаса с крестообразным соединением элементов. Для анализа использован комплекс нелинейных моделей, адекватно описывающих результаты эксперимента. Наибольший интерес представлял уровень предела прочности на растяжение при изгибе $R_{b,3}$, который достаточно тесно связан с трещиностойкостью штукатурки в раннем возрасте. Локальные поля образованы изменяющимися поле факторами x_1 (тонкомолотый кварц – FG) и x_2 (доля длинных волокон – LF).

Для количественной оценки влияния волокон Technocel использованы два специальных обобщающих показателя полей свойств. Предложено учитывать уровни свойства Y композита состава A , при максимальной дозировке метилцеллюлозы MC и волокон FC, и состава B , при минимальной их дозировке. Поскольку дозировка метилцеллюлозы определяется необходимостью повышения водоудерживающей способности системы «сухая смесь + вода», то учтен уровень свойства и при третьем составе C , когда MC на верхнем уровне ($x_2=+1$), а волокон мало ($x_1=-1$). Первый показатель – симплекс $E\{Y\} = Y_A/Y_B$, эффективность введения волокон при минимальной дозировке MC. Второй – $e\{Y\} = Y_A/Y_C$, эффективность при ее максимальном уровне.

Изолинии критериев эффективности $E\{R_{b,3}\} \geq 1$ и $e\{R_{b,3}\} \geq 1$ показаны на рис. 2.а. Там же приведены максимальные и минимальные уровни в пределах факторного пространства критериев E (над чертой) и e (под чертой).

Из рис. 2.а следует, что целлюлозные волокна, воспринимая

растягивающие напряжения, повышают (примерно на 20 %) предел прочности при изгибе (а следовательно увеличивают трещиностойкость штукатурки в раннем возрасте) при одновременном введении достаточного количества длинных целлюлозных волокон и более 20 м. ч. тонкомолотого кварца. Эти заключения подтверждаются и полями критериев эффективности при сжатии $E\{R_{c,3}\}$ и $e\{R_{c,3}\}$ (рис. 2.б).

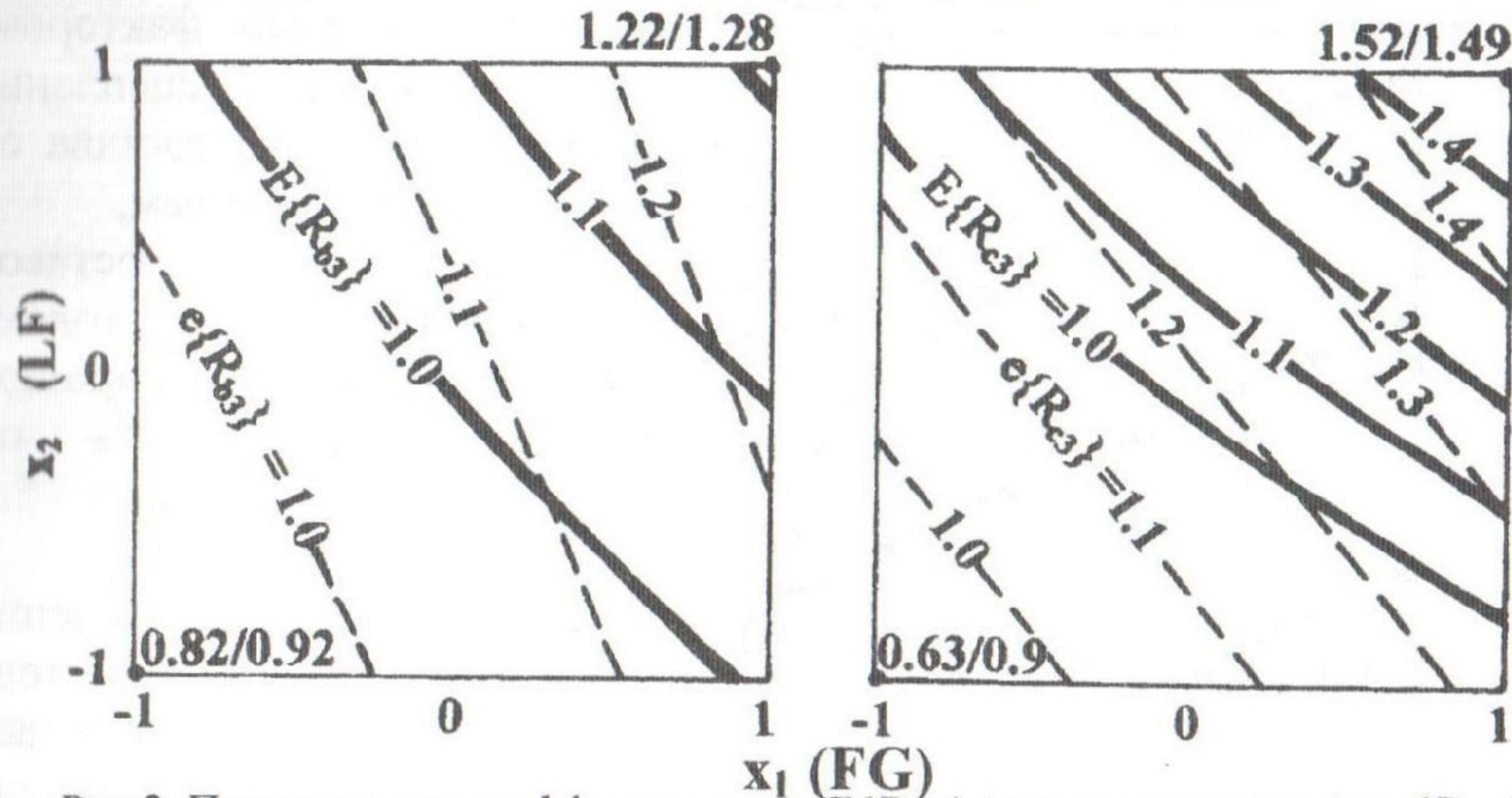


Рис.2. Поля критериев эффективности $E\{R_{b,3}\}$ (сплошные линии) и $e\{R_{b,3}\}$ (штриховые линии) введения в сухие смеси волокон Technocel для пределов прочности на растяжение при изгибе (а) и при сжатии (б)

Увеличение прочности при сжатии объясняется тем, что объемная сеть из многократно заземленных фибр задерживает сдвигающие деформации матрицы.

Так как в штукатурных растворах с хрупкими матрицами низкой прочности в первые сроки твердения появляется сетка трещин, которая приводит к некондиционным результатам, было оценено влияние целлюлозных волокон Technocel на трещиностойкость штукатурных композитов.

Проведенные исследования трещиностойкости образцов с инициированной трещиной для оценки по коэффициенту интенсивности напряжений K_{Ic} показали, что целлюлозные волокна увеличивают трещиностойкость композита. Особенно трещиностойкость увеличивается при повышенном содержании целлюлозных волокон и введении длинных волокон и полимерного наполнителя. Если доля молотого кварца увеличивается до верхнего уровня (рис. 3), то проявляется тенденция к росту коэффициента интенсивности напряжений при одновременном повышенном содержании и целлюлозных волокон и метилцеллюлозы [4].

Эти особенности показывают, что составы, с одной стороны, имеют

широкие возможности для управления реологическими показателями, что позволяет приспособить их к технологическим параметрам различного оборудования для смешивания, укладки и уплотнения смеси, а с другой – имеются большие возможности для регулирования уровней общестроительных и специальных свойств.

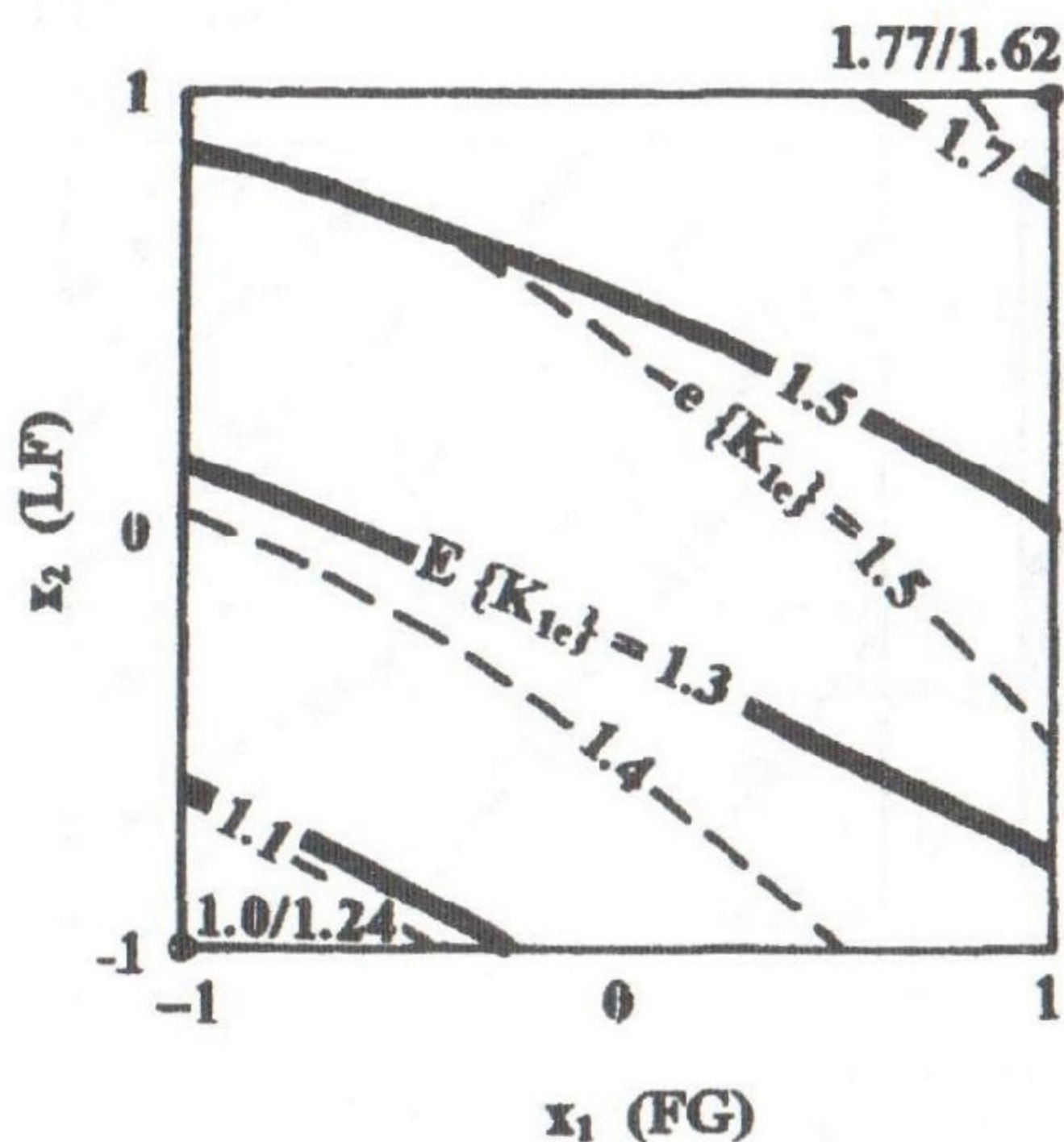


Рис. 3. Поля критериев эффективности $E\{K_{1c}\}$ (сплошные линии) и $e\{K_{1c}\}$ (штриховые линии) введения в сухие смеси волокон Technocel для K_{1c}

Добавка Vinnapas также является основным фактором, увеличивающим сцепление нового ремонтного состава со старым основанием, в частности, адгезия составов содержащих только диспергируемый порошок возрастает на 60 % по сравнению с составами без модификаторов.

За счет введения волокнистого наполнителя более чем на 20% возрастает трещиностойкость материала. Исследования по кинетике водопоглощения, изменение открытой пористости показали, что введение в композит целлюлозных

волокон не только не ухудшают, но даже незначительно улучшают данные показатели качества.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что одновременное введение в сухую смесь поливинилацетатной добавки в виде редиспергируемого порошка и целлюлозных волокон представляется целесообразным для составов, предназначенных для ремонта и отделки бетонных и железобетонных поверхностей, в частности фасадов зданий.

Предложения по модифицированным составам, предназначенным для специальных высококачественных штукатурных растворов, основанные на результатах проведенных исследований, учтены при составлении технических условий на сухие смеси и опробованы при выпуске опытно-промышленной партии продукции.

1. Матеріали і технології в сучасному будівництві // Є.К. Карапузов, В.Г. Соха, Т.Є Остапченко. – К., Вища освіта, 2004. – 416 с. 2. Піщева Т.І. Оптимізація реологічних та експлуатаційних властивостей спеціальних

штукатурних розчинів із сухих сумішей. Автореф. дис. канд. тех. наук. – Одеса, ОДАБА, 2002, – 17 с. 3. Моделирование и анализ реологических показателей системы «известь–вода–целлюлозные волокна» / Т.В. Ляшенко, В.А. Вознесенский, Н.Р. Антонюк, Е.К. Карапузов // Композиційні матеріали для будівництва. – Вісник ДонДАБА, Макіївка. – Вип. 2002-1.– С. 93-98. 4. Антонюк Н.Р. Сухі будівельні суміші з целюлозним волокном. Автореф. дис. канд. тех. наук. – Одеса, ОДАБА, 2004, – 22 с.