

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ГИПСОБЕТОНА С МИКРОСФЕРНЫМ ЗАПОЛНИТЕЛЕМ

Керш Д.В., Ляшенко Т.В., *д.т.н., проф.*

*Одесская государственная академия строительства и архитектуры,
Украина*

На современном этапе строительства увеличивается потребность в экологически чистых строительных материалах пониженной плотности с улучшенными тепло-, звукоизолирующими свойствами. Особенно остро дефицит таких материалов ощущается при решении реконструктивных задач, связанных с надстройкой верхних этажей обычного и мансардного типа.

При изготовлении внутренних стен и перегородок перспективно применение гипсобетона – композиционного материала на основе гипсового вяжущего и легких заполнителей. Гипсобетон характеризуется хорошей огнестойкостью и прочностью, высокими тепло-, звукоизолирующими качествами [1, 2].

В жилищном строительстве, как в городском, так и в сельском, площадь перегородок почти в два раза превышает жилую площадь помещений. Поэтому практическую значимость имеет возможность снизить массу и стоимость перегородок, изготовленных на основе гипсовых вяжущих, с одновременным улучшением их свойств.

В предыдущих экспериментах [3, 4] изучено влияние легких заполнителей - вермикулита, перлита, пенополистирола и микросфер на физико-механические свойства гипсобетона. Проведенные исследования позволили выбрать более эффективные с точки зрения тепло-, звукозащитных свойств (при практически одинаковых прочностных показателях) заполнители для гипсобетона - микросферы и перлитовый песок.

В качестве вяжущего использован гипс строительный Г-5 (ДСТУ Б В.2.7-82-99).

Эффективным способом целенаправленного регулирования свойств сферогипсобетона (СГБ) является применение химических добавок [3].

Исследованы пластифицирующие добавки С-3, FK 63.30, Релаксол-Супер ПК. Лучшие результаты с точки зрения пластифицирующего

эффекта и прироста прочности показала комплексная добавка - суперпластификатор для бетонов и растворов Релаксол - Супер ПК.

Поризация растворной части за счет воздухововлечения позволяет дополнительно снизить плотность гипсобетона и улучшить его теплозащитные характеристики, однако сопровождается снижением прочности материала. В результате анализа 3-х отечественных и зарубежных воздухововлекающих добавок по воздухововлекающей способности и минимальному снижению прочности гипсобетона для дальнейших экспериментов принята добавка «Centrament Air».

Для изготовления опытных образцов использован 4-факторный план эксперимента. В качестве независимых факторов варьировалось количество заполнителей: микросфер - X1 (30 – 70% по объему), перлита - X2 (0 - 30% по объему), а также количество пластификатора - X3 (0,3 - 0,7% от массы вяжущего) и воздухововлекающей добавки - X4 (0,2 - 0,8% от массы вяжущего).

Изготовлено 54 образца по 3 в каждой точке плана. Плотность изготовленных образцов варьировалась в пределах 830-1100 кг/м³. Изготовленные образцы испытаны на прочность при сжатии и при изгибе, определены их теплопроводность и звукоизолирующие свойства.

Влияние плотности гипсобетона на прочность при сжатии гипсобетона показано на графике (рис. 1).

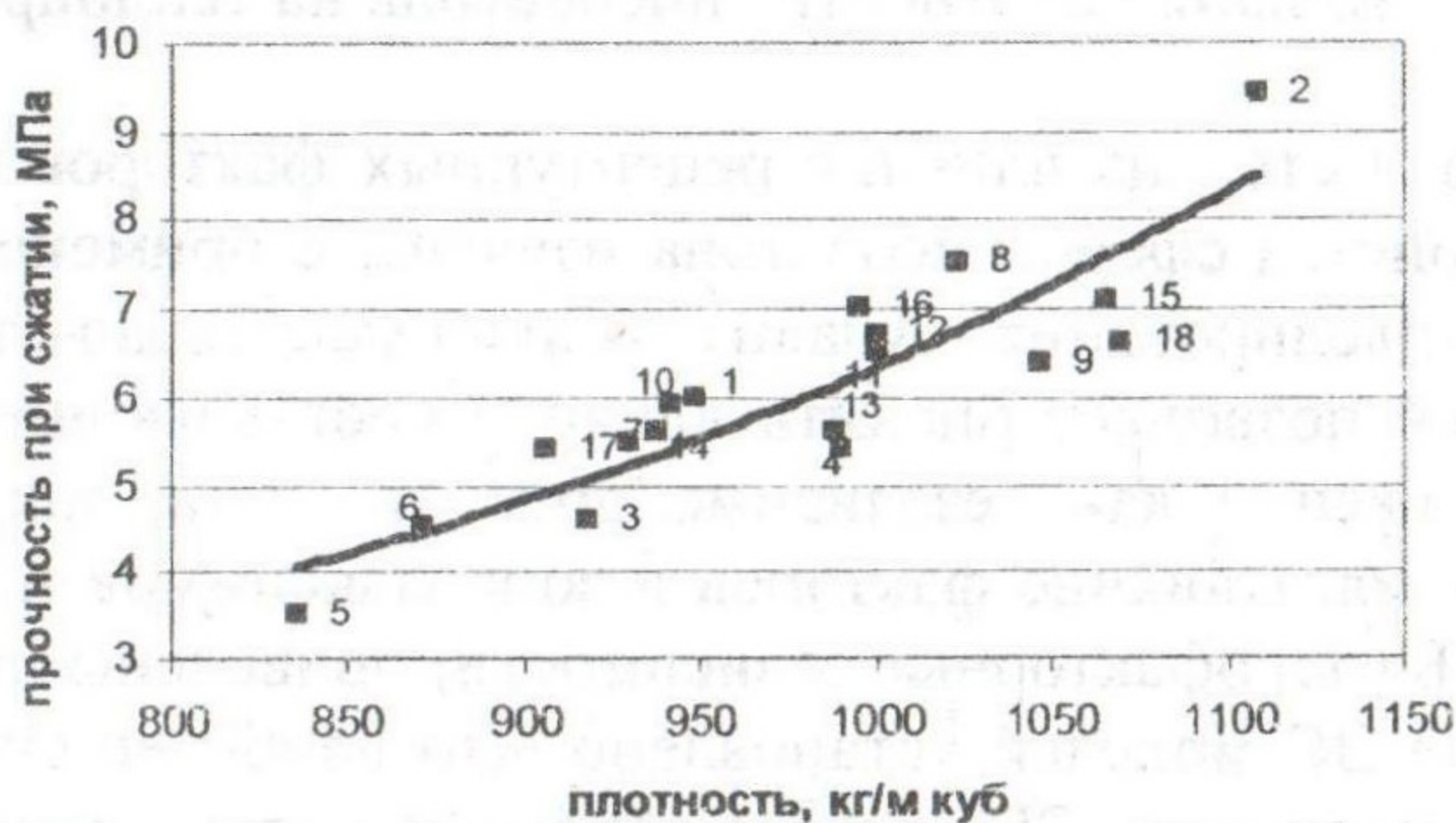


Рис. 1. Влияние плотности гипсобетона на прочность при сжатии

Прочность на сжатие исследованных образцов варьирует в пределах от 4 до 9 МПа. В то же время, как показано на рис. 1 даже при одинаковой плотности, прочность изменяется в широких пределах (например, при $\rho = 1000$ кг/м³, $R_{сж}$ колеблется от 5,3 до 7 МПа).

Для гипсобетона одинаковой плотности теплопроводность также может варьироваться в достаточно широких пределах. Как показано на графике (рис. 2), например при $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$, λ изменяется от 0,25 до 0,28 Вт/(м*К). Это указывает на то, что существуют значительные резервы для улучшения свойств материала за счет рецептурно-технологических факторов.

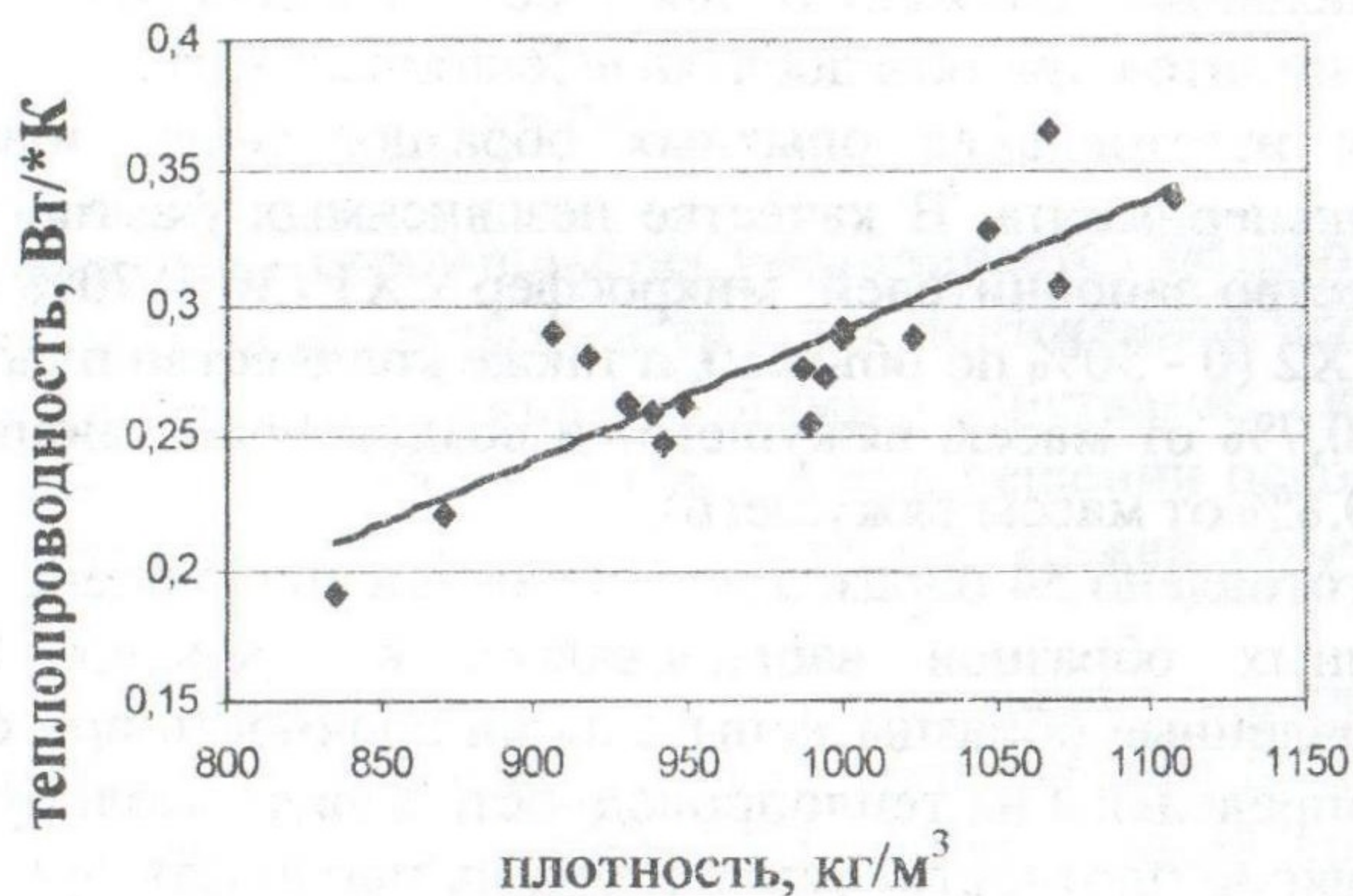


Рис. 2. Влияние плотности гипсобетона на теплопроводность

Характер и степень влияния рецептурных факторов на эксплуатационные свойства сферогипсобетона изучены с применением математического моделирования. Анализ экспериментально-статистических (ЭС) моделей позволяет оценить влияние составляющих в количественном выражении как независимо друг от друга, так с учетом их взаимодействия. Влияние факторов в зоне максимума и минимума на свойства СГБ (однофакторные зависимости) приведены на рис. 3 – 5.

На основе ЭС моделей установлено, что наиболее существенно на плотность и прочность СГБ влияет объемное содержание микросфер и перлита. Введение указанных заполнителей в исследованных пределах изменяет прочность на 25 -30 %.

Наибольшее влияние на теплопроводность сферогипсобетона также оказывают заполнители (микросферы и перлит). При изменении количества заполнителя, например микросфер от 30 до 70%, коэффициент теплопроводности уменьшается от 0,36 до 0,28 Вт/(м*К).

Выявлено, что в присутствии заполнителей (микросфер и перлита) введение воздухововлекающей добавки уменьшает прочность на сжатие и на изгиб. Влияние её на теплопроводность можно оценить как

неоднозначное – при максимальных концентрациях она повышает λ , а при минимальных -- понижает. Влияние пластифицирующей добавки существенно при максимальных концентрациях.

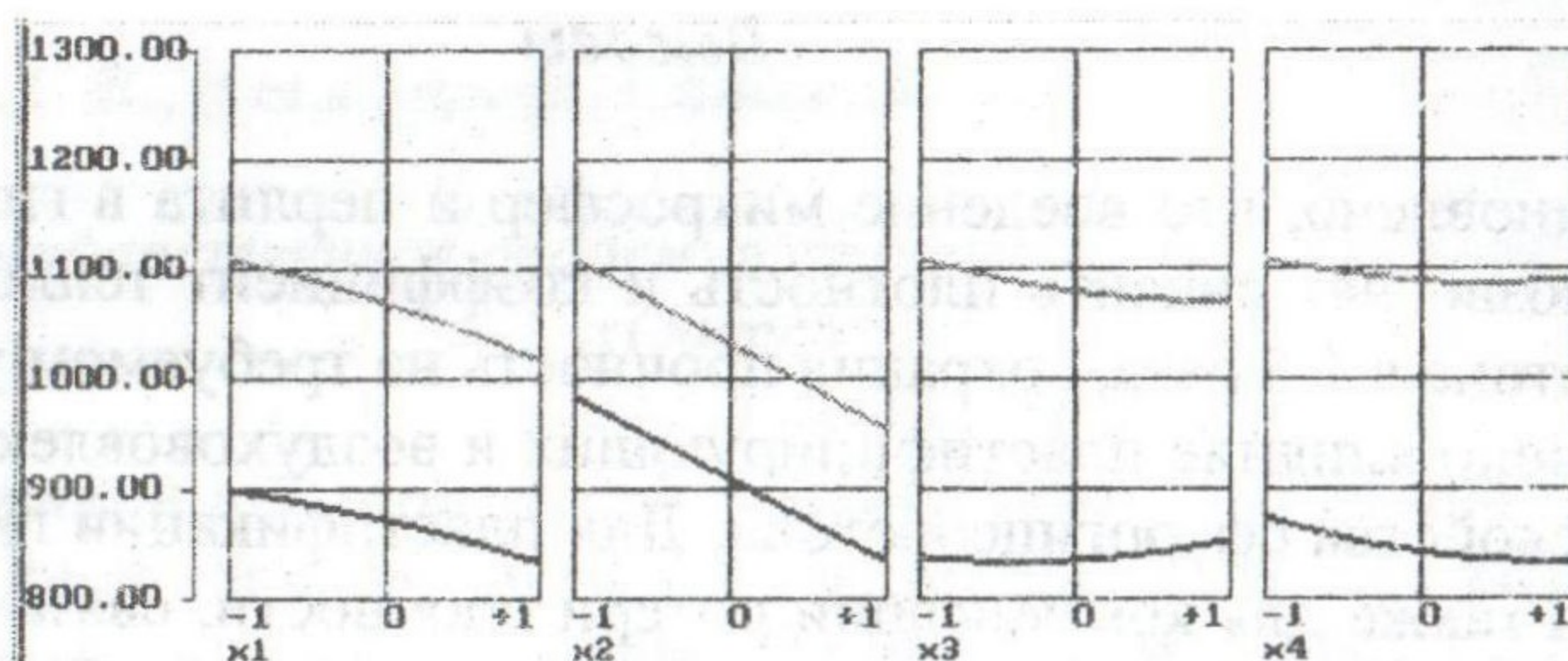


Рис. 3. Влияние факторов в зоне максимума и минимума на плотность сферогипсобетона

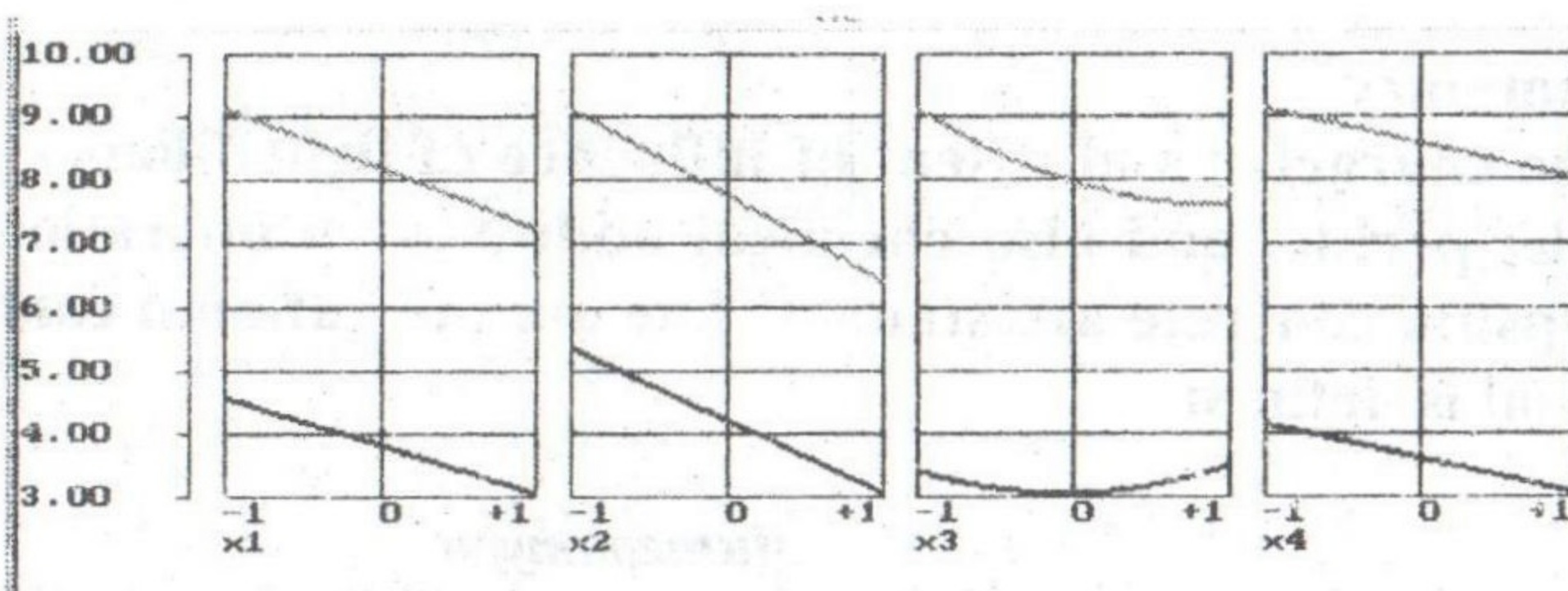


Рис. 4. Влияние факторов в зоне максимума и минимума на прочность при сжатии сферогипсобетона

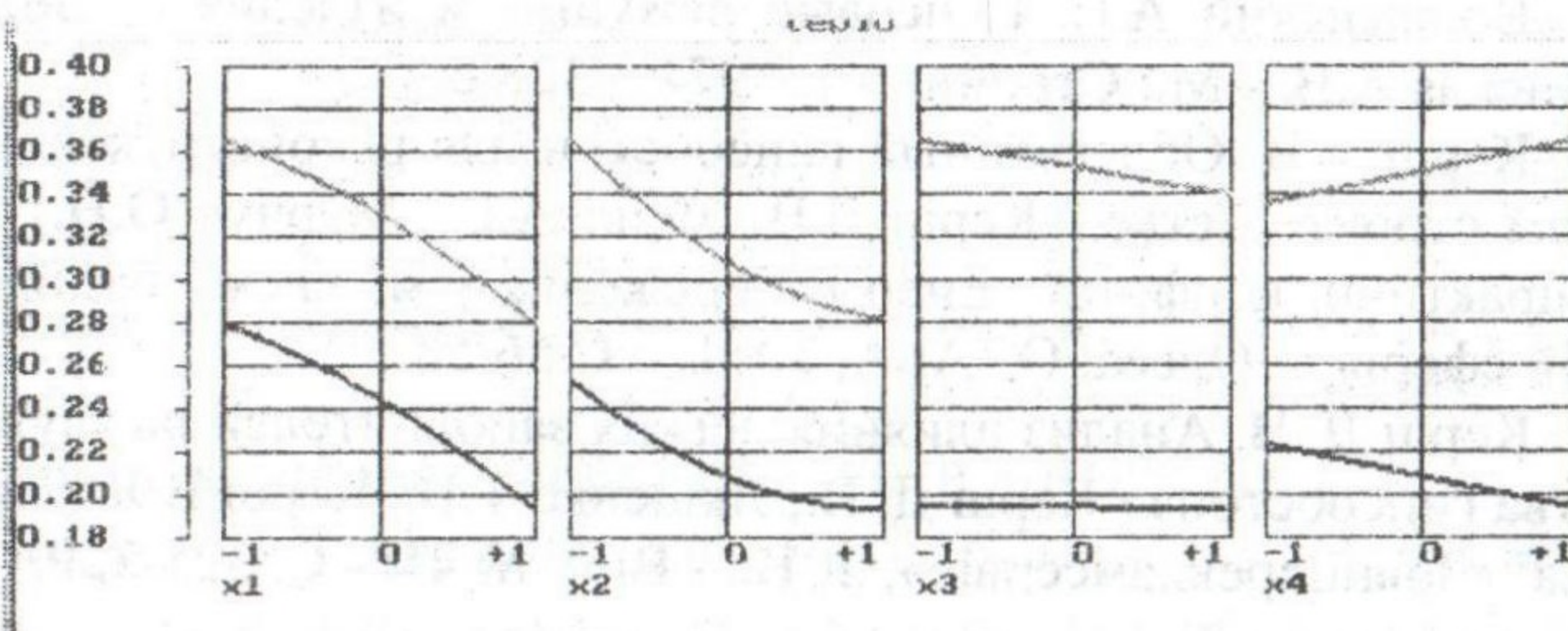


Рис. 5. Влияние факторов в зоне максимума и минимума на теплопроводность сферогипсобетона

Область рациональных составов СГБ в первом приближении определена путем наложения 3-х факторных (при фиксированном на среднем уровне 4-м факторе) графических образов моделей свойств. Плотность сферогипсобетона в зоне рациональных рецептурных комбинаций колеблется в пределах 850 – 900 кг/м³, что на 45% меньше плотно-

сти чистого гипса. Таким образом, можно уменьшить массу внутренних стен почти в 1,5 раза, при улучшении теплозащитных свойств также в 1,5 раза.

Выводы

Установлено, что введение микросфер и перлита в гипсобетонную смесь позволяет снизить плотность и коэффициент теплопроводности гипсобетона в 1,5 раза, сохранив прочность на требуемом уровне.

Изучено влияние пластифицирующих и воздухововлекающих добавок на свойства сферогипсобетона. Для пластификации гипсобетонной смеси, а также для компенсации потери прочности, связанной с добавлением заполнителей, использована добавка Релаксол-Супер ПК.

Модельный анализ позволил определить область рациональных составов СГБ.

Summary

The character and extent of influence of light fillers - microspheres and the perlite, and also chemical additives on operational properties off gypsum concrete are studied. The area of rational compositions of a material is defined.

Литература

1. Воробьев Х.С. Гипсовые вяжущие и изделия / Воробьев Х.С. // Зарубежный опыт. Стройиздат, 1983. – 200 с.
2. Волженский А.В. Гипсовые вяжущие и изделия / Волженский А.В., Ферронская А.В. - М.: Стройиздат, 1974. - 328 с.
3. Керш Д.В. Облегченный гипсобетон для реконструктивных задач в городском строительстве / Керш Д.В., Фощ А.В., Марчук О.Н. //Зб. доповідей наук.-практичн. конф.-ції «Енергозбереження у міському будівництві та комунальній сфері». – Одеса: ОДАБА, 2011. – С.56-58.
4. Керш Д. В. Анализ влияния легких заполнителей на звукоизолирующие свойства гипсобетона / Керш Д. В., Ляшенко Т.В., Керш В.Я. // Вісник ОДАБА. - Одеса: «Зовнішрекламсервіс», 2012. - Вип. № 45. - С. 325-329.