

ность образцов также увеличивалась, особенно в первые трое суток твердения. Прочность образцов со 100% заменой воды в возрасте 28 суток увеличилась на 27% по сравнению с контрольными образцами, а в возрасте 3 суток бетон набирал 70% прочности контрольных образцов в возрасте 28 суток.

Значения средней плотности исследуемых образцов близки к контрольным, однако, подвижность смеси несколько снижается.

## Физико-механические свойства тонкомолстого цемента с добавками

М.Болтрык, М.Аввад

Для более полного использования потенциальных свойств портландцемента применяются различные способы активации цемента. В зависимости от среды, в которой находится цемент (активация: цемента, цементного теста, раствора, бетонной смеси) и средств воздействия на него, способы механической активации могут быть подразделены на три группы;

1. Сухой домол в мельницах.
2. Мокрый домол в установках различной конструкции.
3. Дезагрегация в волновом силовом поле - вибрационном, ультразвуковом, акустическом.

Авторы исследовали процесс совместного домола портландцемента марки 350 с добавками, кремнезема и суперпластификатора БП. Домол производили в лабораторной мельнице с мелющими телами. При оптимизации процесса домола было проведено математическое планирование эксперимента. Эксперимент проводили по 4-х факторному и 25-точечному плану. Опыт в каждой точке дублировался 3 раза. Численные значения уровней факторов приведены в таблице.

Таблица 1

Область варьируемых факторов эксперимента

Факторы	Код	Единица измерения	Уровни факторов				
			-2	-1	0	1	2
1.Содержание кремнезема	X <sub>1</sub>	%	0	15	30	45	60
2.Содержание добавки	X <sub>2</sub>	%	0	1.5	3.0	4.5	6.0
3.Содержание воды	X <sub>3</sub>	%	0	0.05	0.10	0.15	0.20
4.Время домола	X <sub>4</sub>	мин.	0	30	60	90	120

Определяемыми параметрами для домолы цемента с добавками были:

$Y_1$  ( $\rho_c$ ) - плотность цементного камня;

$Y_2$  ( $R_c$ ) - прочность при сжатии образцов  $2 \times 2 \times 2$  см цементного камня;

$Y_3$  ( $\alpha$ ) - степень гидратации;

$Y_4$  ( $R_p$ ) - прочность образцов раствора  $4 \times 4 \times 16$  см при сжатии;

$Y_5$  ( $S_p$ ) - пористость цементного камня;

$Y_6$  ( $\omega_s$ ) - водопотребность вяжущего;

$Y_7$  ( $U$ ) - усадка раствора ( $4 \times 4 \times 16$  см);

$Y_8$  ( $S_w$ ) - степень водопоглощения раствора.

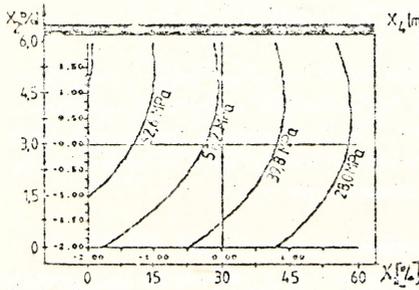


Рис.1 Влияние  $X_1$  и  $X_2$  на  $Y_2$

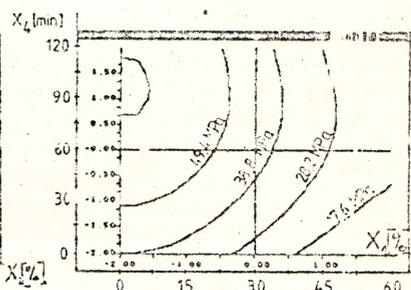


Рис.2. Влияние  $X_1$  и  $X_2$  на  $Y_4$

На рис.1 приводятся изолинии для цементного камня, а на рис.2 - для раствора. Максимальное значение прочности достигается при содержании кремнезема 35%, суперпластификатора 2,5% и удельной поверхности помола 5000  $\text{см}^2/\text{кг}$ . При оптимальном содержании химдобавок, водопотребность вяжущего уменьшается с 0,23 до 0,18.

В процессе структурообразования цементного камня применяли электронную микроскопию и ДТА. Количество кристаллогидратной воды в цементном камне на тонкомолотом вяжущем на 10% больше, чем в обычном портландцементе. Гидраты кальциевых силикатов группы CSH(1) являются более мелкими с высокой закристаллизованностью. Степень гидратации тонкомолотого цемента с добавками составляет 0,80.

### Установление морозостойкости бетона по капиллярной и контракционной пористости

М.Болтрык, М.Лелуш

Предложенный метод основан на зависимости между морозостойкостью бетона и его пористостью. Пористость бетона подразделяют на три группы,