

ВЫВОДЫ

Таким образом, оптимальные параметры предварительной автоклавной обработки высококальциевой золы ТЭЦ от сжигания углей КАТЭКа с содержанием свободной извести до 6% (по примененному методу химического анализа), общего MgO до 8,5% и основности по Косн. до 1,45 и Кк до 1,95 находятся в интервале давлений пара 10-12 атм. и времени изотермы 1-3 часа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савинкина М.А., Логвиненко А.Т. Золы Канско-Ачинских бурых углей. – Новосибирск: Наука, 1979. – 268 с.
2. Овчаренко Г.И. Золы углей КАТЭКа в строительных материалах. Изд-во Красноярского ун-та, 1991. – 180 с.
3. Оямаа Э.Г. Строительные детали из сланцевых автоклавных бетонов. – М.: Стройиздат, 1964 – 140 с.
4. Адреев В.В., Халин В.А., Политов И.П. Автоклавные материалы на основе золы ТЭЦ // Использование отходов и попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий: Сб. тр. / ВНИИЭСМ. М., № 9. 1982. С. 5-7.

УДК 666.952.2

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА ИЗ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ

Г.И. Овчаренко, Ю.Ю. Фомичев, В.Б. Францен, А.В.Викторов, А.Ю. Самсонов, И.А. Стрельцов

Показано, что из высококальциевых зол ТЭЦ от сжигания бурого угля Канско-Ачинского Бассейна после их предварительной автоклавной обработки можно получить силикатный кирпич высоких марок. Однако для обеспечения требуемой морозостойкости и повышенной прочности материала необходимо оптимизировать основность вяжущего.

Ключевые слова: высококальциевые золы ТЭЦ, силикатный кирпич, основность вяжущего.

ВВЕДЕНИЕ

Производство силикатного кирпича из высококальциевой золы (ВКЗ) было организовано в Эстонии в 60-х годах 20 столетия из золы горючего сланца [1]. В 80-х годах на базе ВНИИСТРОМа было осуществлено опытное производство партии кирпича из предварительно автоклавированной золы от сжигания Канско-Ачинских углей, показавшее принципиальную возможность технологии [2,3]. Однако внедрение производства не последовало. В 90-х годах нами [4] была разработана и внедрена на Барнаульском заводе строительных материалов технология экономии около 20% извести за счет использования (ВКЗ). Однако общее содержание золы в силикатной массе не превышало 12% и не решало проблем энергетиков.

В настоящее время в новых рыночных отношениях появившиеся у ТЭЦ собственники рассматривают различные варианты снижения издержек, в том числе и полную переработку отходов теплоэнергетики в полезный продукт с вариантами отказа от систем гид-

розолоудаления (ГЗУ) и закрытием золоотвалов. В связи с этим была поставлена задача по разработке технологии получения силикатного кирпича с максимальным содержанием отходов ТЭЦ, сжигающих угли КАТЭКа.

В качестве основных возможных переделов технологии была принята предварительная автоклавная обработка сухой электрофильтровой золы с целью гашения (гидратации) свободных CaO и MgO, оценка необходимости помола сырья, добавок таких активизирующих компонентов, как известь и гипс. Отдельно стоял вопрос о необходимости добавления кислого компонента в высококальциевые золы с целью обеспечения требуемой основности системы для синтеза гидросиликатов кальция тоберморитовой группы, т.к. в предыдущих исследованиях [1,2] в технологии кирпича из ВКЗ он не рассматривался. В качестве укрупняющего компонента рассматривался гранулированный шлак этой же станции соответствующей крупности.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА ИЗ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ

СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

На ТЭЦ-3 г. Барнаула были отобраны три пробы высококальцевой электрофилтровой золы от сжигания бурого угля КАТЭКа с различной основностью и содержанием свободной извести от 2,4 до 5,4% (таблицы 1 и 2). Не смотря на значительное отличие в содержании свободной извести в ВКЗ, по основности их можно отнести к высоко- и среднесосновным [3].

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Золы и золошлаковые отходы в естественном состоянии или после дополнительного помола при 50, 100 или 150% затрат энергии на стандартный помол клинкера на цемент, смешивались с предварительно молотыми известью и гипсом в количестве соответственно 5-15 и 2,5-7,5%. В качестве гранулометрической добавки к массе добавлялся обской или шлаковый пески в количестве 20%. Сырьевая смесь увлажнялась, герметизировалась в полиэтиленовых пакетах и силосовалась при 60 °С в течение 2-4 часов.

Таблица 1 – Характеристики высококальцевых зол ТЭЦ-3 г. Барнаула

№ пробы	ТНГ, %	Сроки схватывания		Тонкость помола		ППП, %	$\Delta t, ^\circ\text{C}$	Содержание $\text{CaO}_{\text{св}}$, %			Основность Косн.
		Начало, минуты	Конец, минуты	Остаток на сите 008, %	$S_{\text{уд.}}$, $\text{см}^2/\text{г}$			откр.	закр.	сумм.	
1	25,3	11	22.	5,6	2978,5	0,235	4	3,42	1,60	5,02	1,42
2	24,6	7	19	8,7	3344,7	0,385	6,5	5,41	0,22	5,63	1,45
4	23,9	21	28	5,8	3501,2	0,891	2,5	2,41	0,91	3,32	0,80

Таблица 2 – Химический состав зол и золошлаков ТЭЦ-2 и ТЭЦ-3 г. Барнаула

Наименование материала	П.П.П.	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	Сумма	Кк	Косн
1.ВКЗ проба 1	4,19	28,84	7,27	9,32	39,86	8,06	1,56	99,10	1,91	1,45
2.ВКЗ проба 2	5,94	26,99	6,89	11,57	36,73	8,42	1,72	98,26	1,93	1,42
3.ВКЗ проба 4	3,23	36,45	10,95	8,06	30,78	6,88	1,57	97,92	1,33	0,80
4.Шлаковый щебень ТЭЦ-3	-	31,17	5,64	16,92	36,66	9,51	0,08	99,98	1,66	1,26
5.ШО ТЭЦ-2 проба 1	9,83	52,38	23,28	7,87	4,16	1,36	0,57	99,45	-	-
6.КУЗ ТЭЦ-2	8,32	56,10	21,16	6,06	4,38	0,90	0,98	97,90	-	-
7.КУЗ Новосиб. ТЭЦ-5	3,29	61,87	23,73	5,0	4,38	1,29	0,33	99,89	-	-

Примечание: коэффициент качества Кк определен по ГОСТ 3476-74 «Шлаки доменные и электро-термофосфорные для производства цемента». Косн. – по П.И.Боженову.

После этого из массы формовались образцы-цилиндры диаметром и высотой 50 мм при удельном давлении прессования 20 МПа с равномерной подачей нагрузки, которые запаривались в автоклаве при давлении 1,0 МПа и изотерме в 6 часов.

Контрольные образцы изготавливались из молотой извести и кварцевого песка по той же методике и запаривались при каждой автоклавной обработке для получения сравнительных характеристик.

Переводной коэффициент от прочности лабораторных образцов к прочности кирпича заводского изготовления составляет 0,55.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Из рисунка 1 видно, что для золы с $\text{Косн}=0,8$ еще может добавляться до 5% извести с незначительным повышением прочности. Более высокая добавка извести (10% и более) приводит к значительному снижению прочности кирпича.

Для зол высокой основности с коэффициентом основности $\text{Косн}=1,40-1,45$ с их помолом или без помола добавка извести и/или гипса приводит только к снижению прочностных показателей автоклавированного материала (рисунок 2).

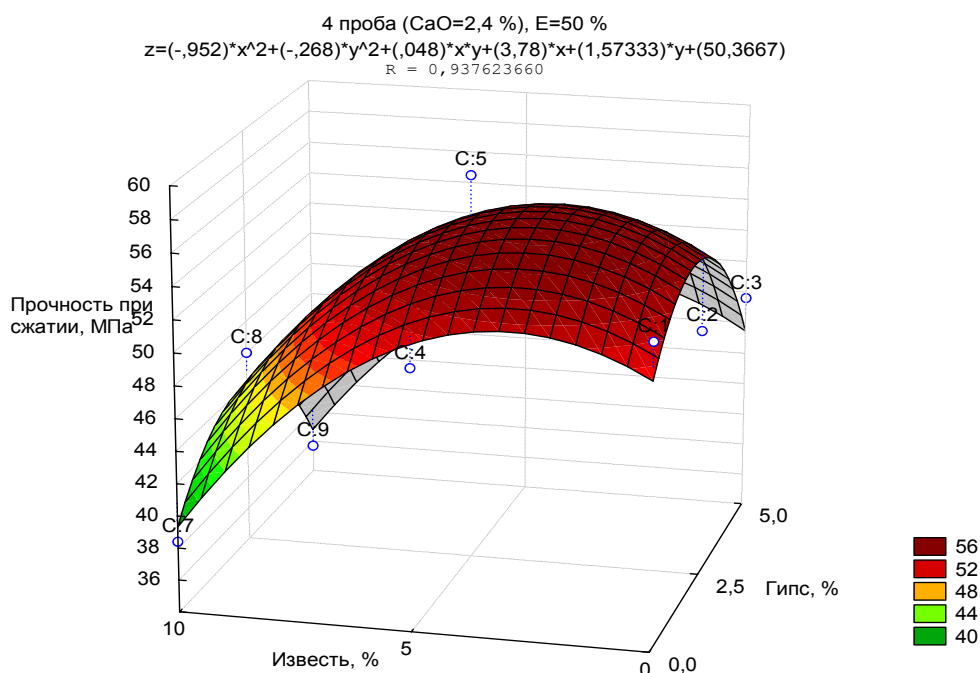


Рисунок 1 – Зависимость прочности образцов от содержания извести и гипсового камня для золы с $K_{осн} = 0,8$ (свободной CaO = 2,41%) после помола при 50% энергии

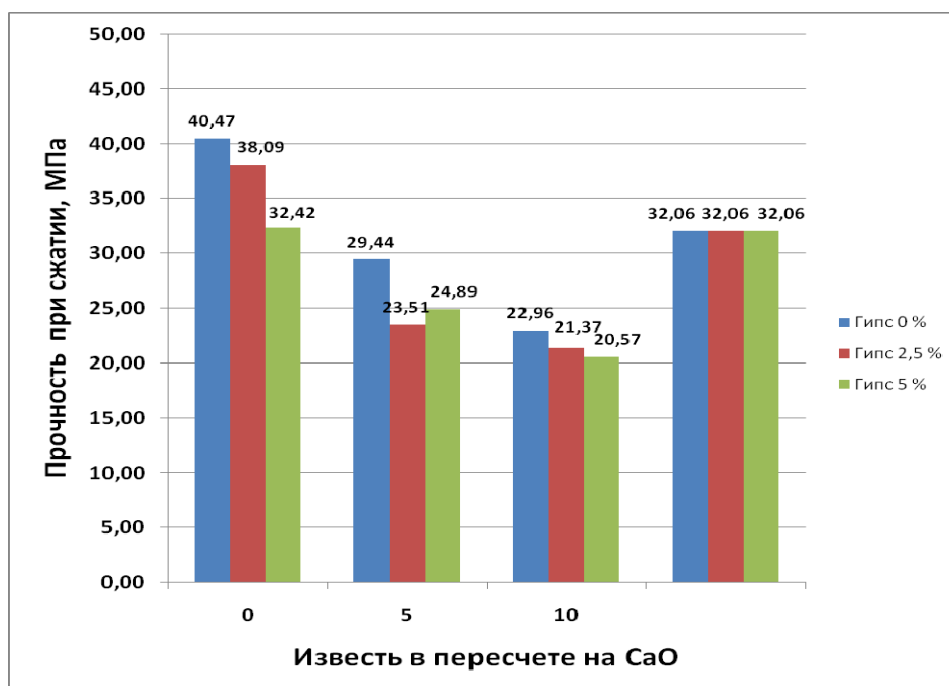


Рисунок 2 – Зависимость прочности образцов от содержания извести и гипсового камня для золы с основностью по $K_{осн} = 1,45$ и содержанием в ней свободной извести CaO = 5,41% после помола при 150% энергии. Контрольный состав прочностью 32,06 МПа

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА ИЗ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ

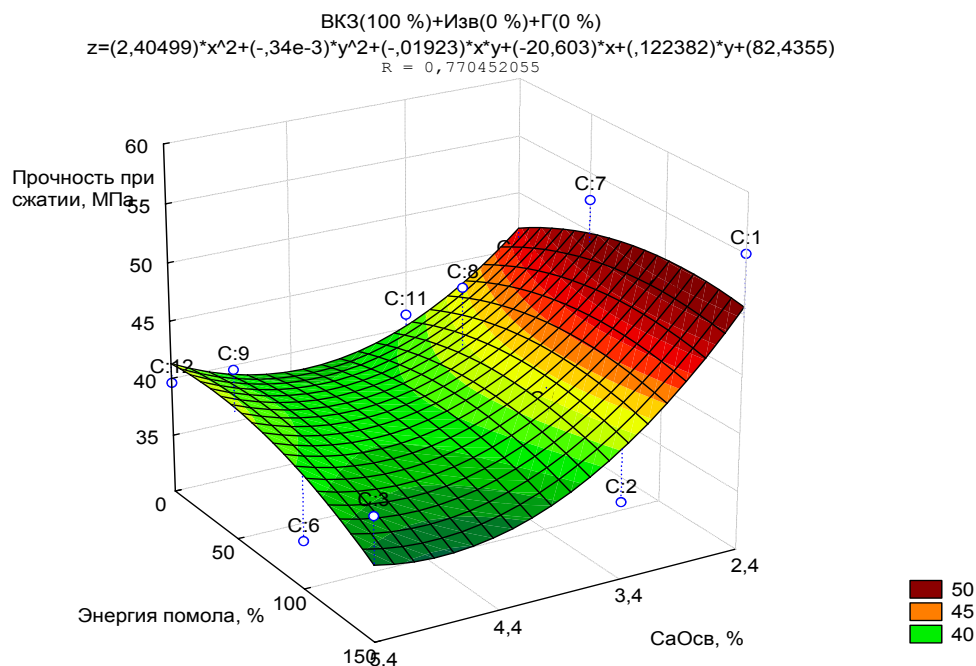


Рисунок 3 – Зависимость прочности образцов, полученных из ВКЗ с разной основностью от энергии помола и содержания СаОсв в ВКЗ

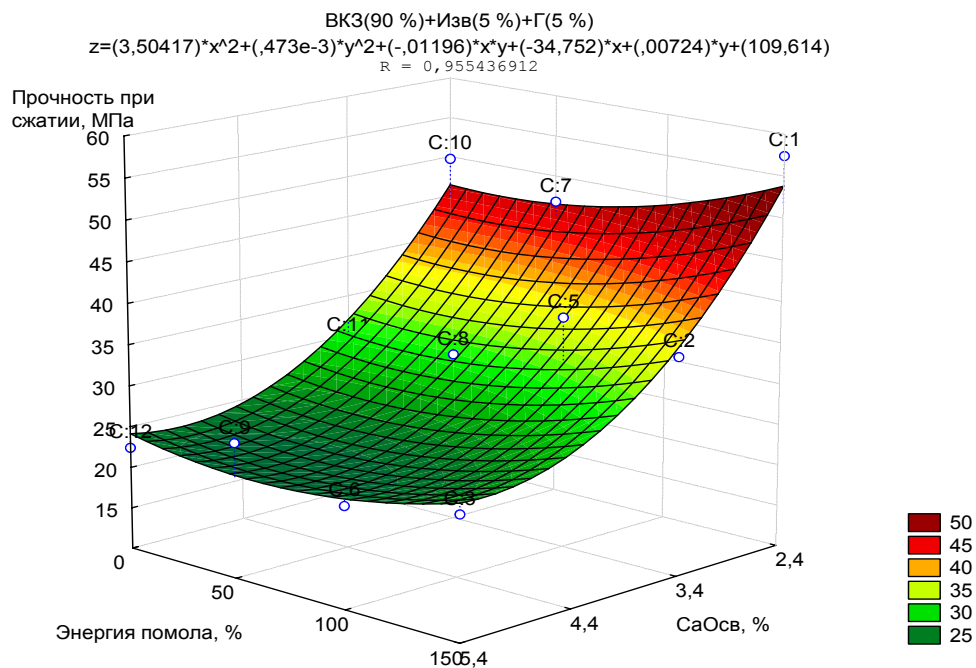


Рисунок 4 – Зависимость прочности образцов, полученных из ВКЗ (90 %), извести в пересчете на СаО (5 %), гипсового камня в пересчете на $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (5 %), от энергии помола и содержания СаОсв в ВКЗ

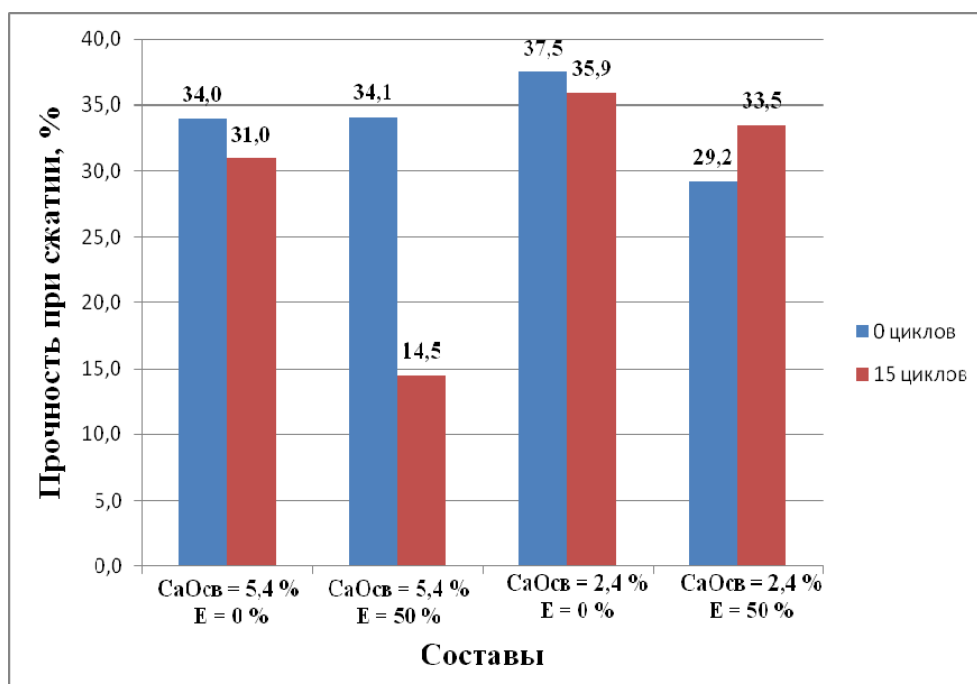


Рисунок 5 – Морозостойкость образцов-цилиндров полученных из ВКЗ, с различной основностью и содержанием СаО_{св} и различными энергиями помола

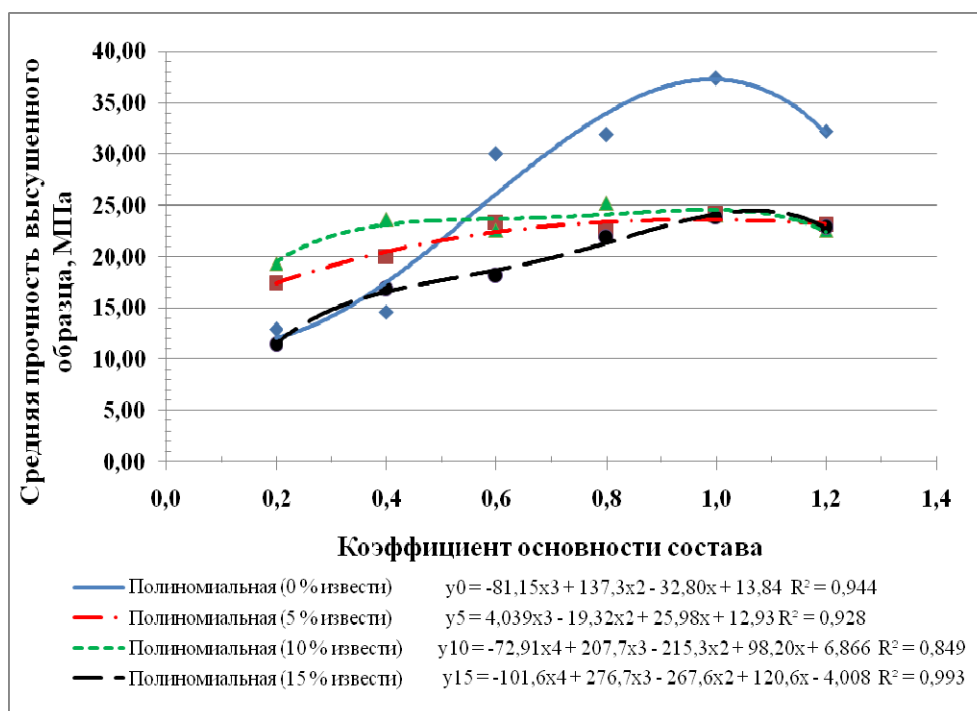


Рисунок 6 – Зависимость прочности образцов от коэффициента основности состава (с разными добавками извести, без помола)

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА ИЗ ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВЫХ ЗОЛ ТЭЦ

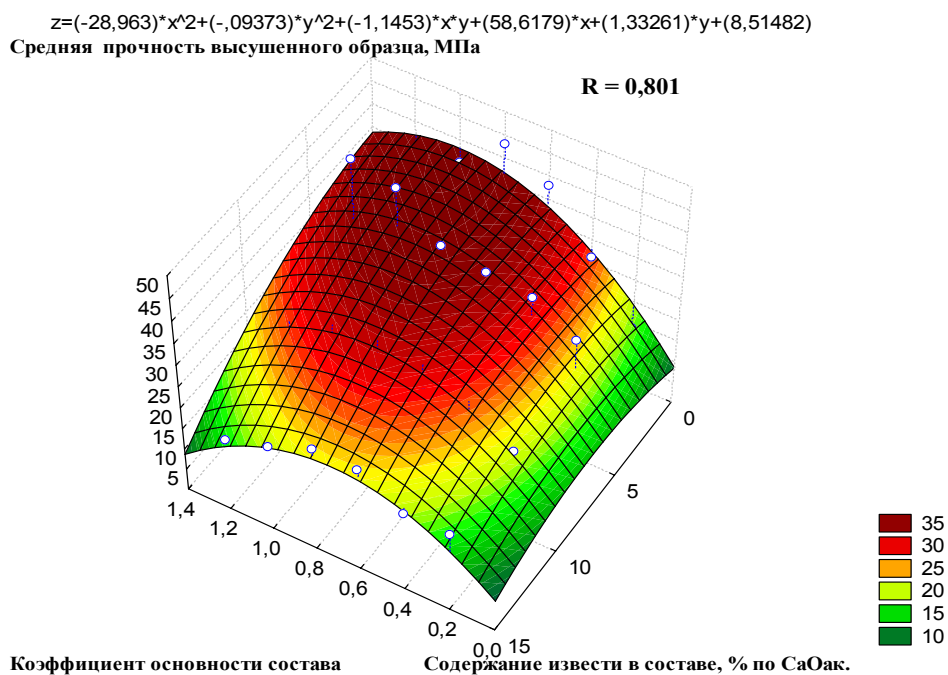


Рисунок 7 – Зависимость прочности при сжатии автоклавных образцов от содержания извести и коэффициента основности состава, изготовленного из ВКЗ, кислой золы ТЭЦ-2 и извести при различных содержаниях ВКЗ

Силикатный кирпич из ВКЗ (СаО = 5,4 %) + кварцевый песок + обской песок (заполнитель)

$$z = (-74,898) \cdot x^2 + (-0,0014) \cdot y^2 + (0,034798) \cdot x \cdot y + (111,209) \cdot x + (0,28004) \cdot y + (11,8031)$$
 R = 0,81269566

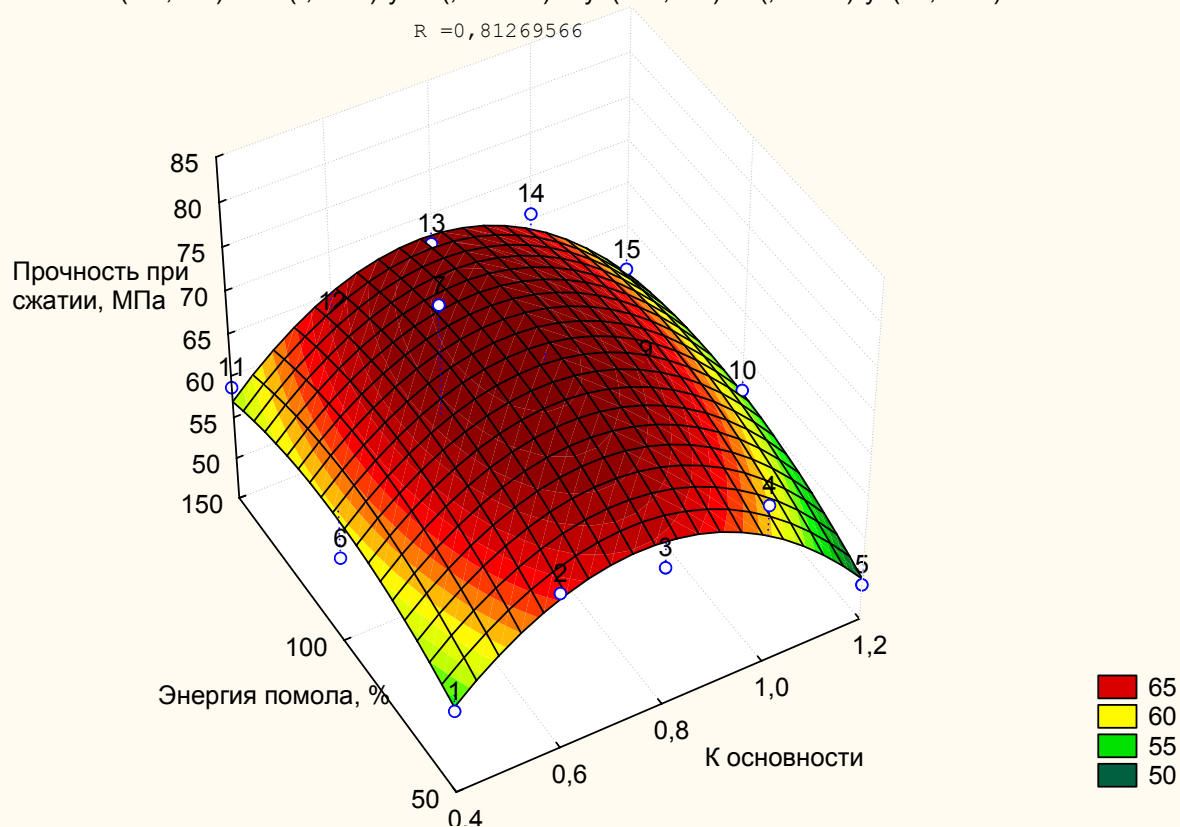


Рисунок 8 – Прочность автоклавированных образцов из ВКЗ пробы № 2 и кварцевого песка в зависимости от коэффициента основности и энергии помола композиций

Максимальную прочность показывают составы на золе без этих добавок. Это также подтверждают данные рисунков 3 и 4 из которых видно, что с повышением основности золы и увеличением в ней содержания свободной извести от 2,4 до 5,4% наблюдается снижение прочности и особенно заметно с добавлением к золам извести (рисунок 4).

В результате камень из наиболее основных зол, даже дважды автоклавированных, показывает низкую морозостойкость (рисунок 5). Это должно быть обусловлено неоптимальным по основности составом вяжущего, а не влиянием свободных СаО и MgO.

Поэтому далее в работе осуществляли оптимизацию основности многокомпонентного вяжущего добавлением к ВКЗ кислой золы (КУЗ) ТЭЦ-2 от сжигания каменного угля (табл. 2), а также смеси из кислой каменноугольной золы и извести для исследования влияния основности связки при разном содержании ВКЗ в сырьевой смеси.

Из рисунков 6 и 7 видно, что добавление к ВКЗ только КУЗ (без извести) показывает оптимальную основность связки при $K_{осн.}$ около 0,8-1,0. При добавке 10-15% извести и КУЗ к уменьшенному количеству ВКЗ оптимальная основность вяжущего остается на том же уровне. Однако прочность таких известьсодержащих композиций заметно уменьшается. Это говорит о том, что известь, находящаяся в фазах ВКЗ обеспечивает большую прочность автоклавного камня, чем известь, добавляемая в свободном виде совместно с кислой золой. Напомним, что основность и в том и другом случае – одинаковая, но природа извести – разная.

Применение в качестве кислого компонента молотого кварцевого песка (рисунок 8) также показывает оптимум основности при

$K_{осн.} = 0,8-1,0$. Прочность материала при этом значительно выше предыдущих вариантов.

ВЫВОДЫ

Предварительно автоклавированные высококальциевые золы ТЭЦ без добавок и без помола обеспечивают получение силикатного кирпича достаточно высокой прочностью.

Однако они значительно варьируют по химическому составу, поэтому для оптимизации основности автоклавного вяжущего необходимо обеспечивать требуемые значения $K_{осн.}$ за счет добавок кислого или основного характера или их смесями. В качестве таких добавок могут выступать молотые кварцевые или полевошпатовые пески, кислые золы ТЭЦ от сжигания каменного угля, товарная известь и другие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оямаа Э.Г. Строительные детали из сланцевых автоклавных бетонов. – М.: Стройиздат, 1964 – 140 с.
2. Адриев В.В., Халин В.А., Политов И.П. Автоклавные материалы на основе золы ТЭЦ // Использование отходов и попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий: Сб. тр. / ВНИИЭСМ. М., № 9. 1982. С. 5-7.
3. Овчаренко Г.И. Золы углей КАТЭКа в строительных материалах. Изд-во Красноярского ун-та, 1991. – 180 с.
4. Францен В.Б., Овчаренко Г.И., Заезжаева И.Н. Применение высококальциевых зол в технологии силикатного кирпича // Резервы производства строительных материалов: Материалы международной научно-технической конференции. Ч. 1. / Алт. Гос.техн. ун-т им. И.И.Ползунова. – Барнаул, 1997. – С.146-147.