



**ДНИ БЕТОНА
В МОСКВЕ**

Перспективы развития низкотемпературных режимов ТВО при производстве железобетонных изделий

Бороуля Н. И.

Начальник испытательной лаборатории
ООО «Торговый дом СУПЕРПЛАСТ»

Проблематика при производстве изделий на различных предприятиях

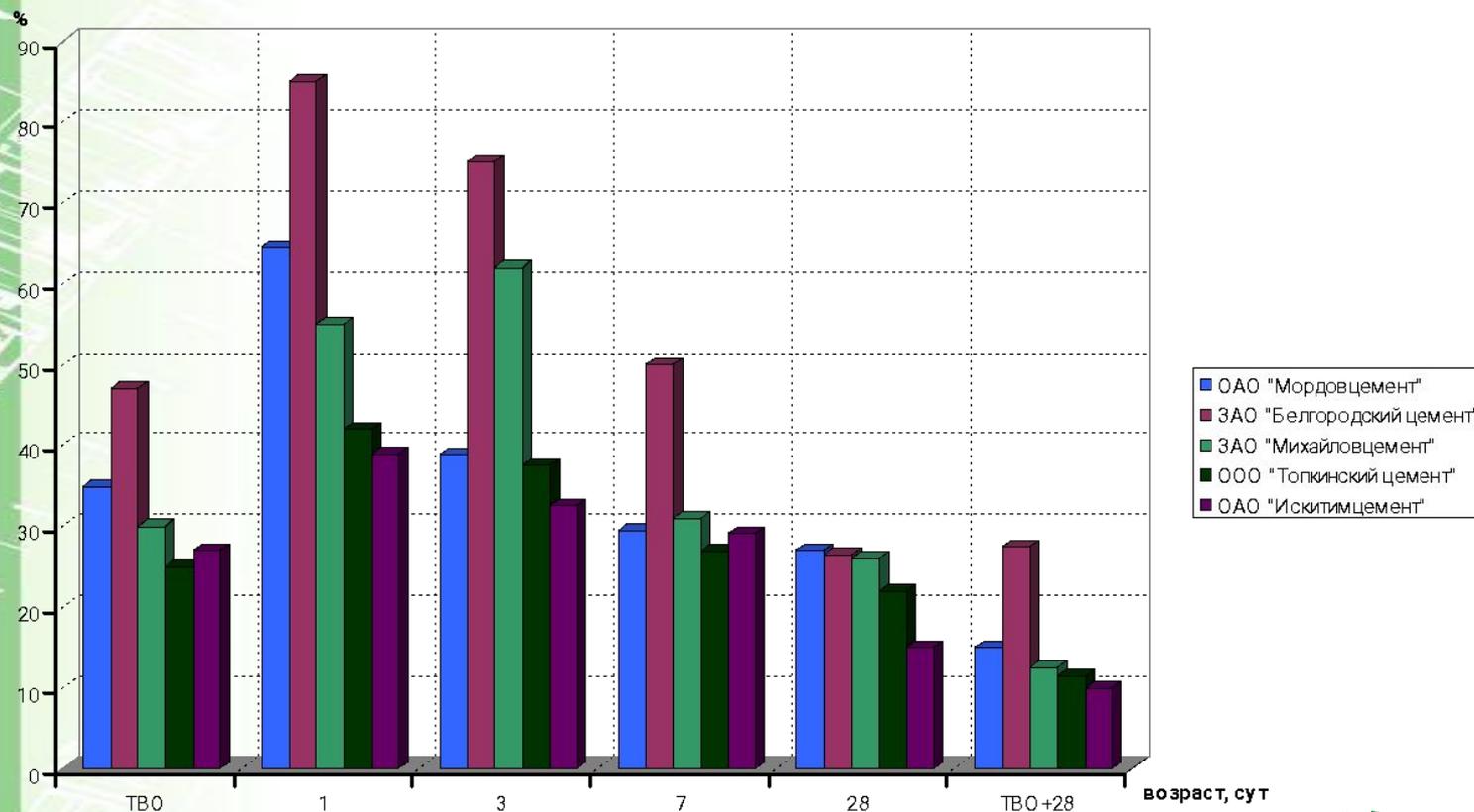
Проблематика:

- низкая температура пара;
- отсутствие возможности увеличения времени пропаривания;
- позднее получение отпускной прочности;
- получение 60 % и более от проектной прочности в первые сутки после прогрева в течение 4 - 5 часов;
- получение 60% и более при незначительной тепловой обработке после формовки изделий на улице.

- «Феррокрит Базис» - Комплексная добавка, обеспечивающая увеличение подвижности с П1 до П5, снижение сегрегации бетонной смеси и сокращение энергозатрат при тепло-влажностной обработке.
- «Феррокрит Оптима» - Комплексная добавка, обеспечивающая увеличение подвижности с П1 до П4 и оптимизацию режима обработки бетона.
- «Феррокрит Стандарт» - Комплексная добавка, обеспечивающая увеличение подвижности бетонной смеси с П1 до П5, снижение сегрегации, а также снижение времени и температуры изотермической выдержки.
- «Феррокрит Прима» - Комплексная добавка, обеспечивающая ускоренный набор прочности бетона и увеличение подвижности бетонной смеси с П1 до П3.
- «Феррокрит Ультра» - Комплексная добавка, обеспечивающая высокую кинетику набора прочности бетона в ранние сроки твердения и при тепло-влажностной обработке, а также увеличивающая подвижность бетонной смеси с П1 до П5.

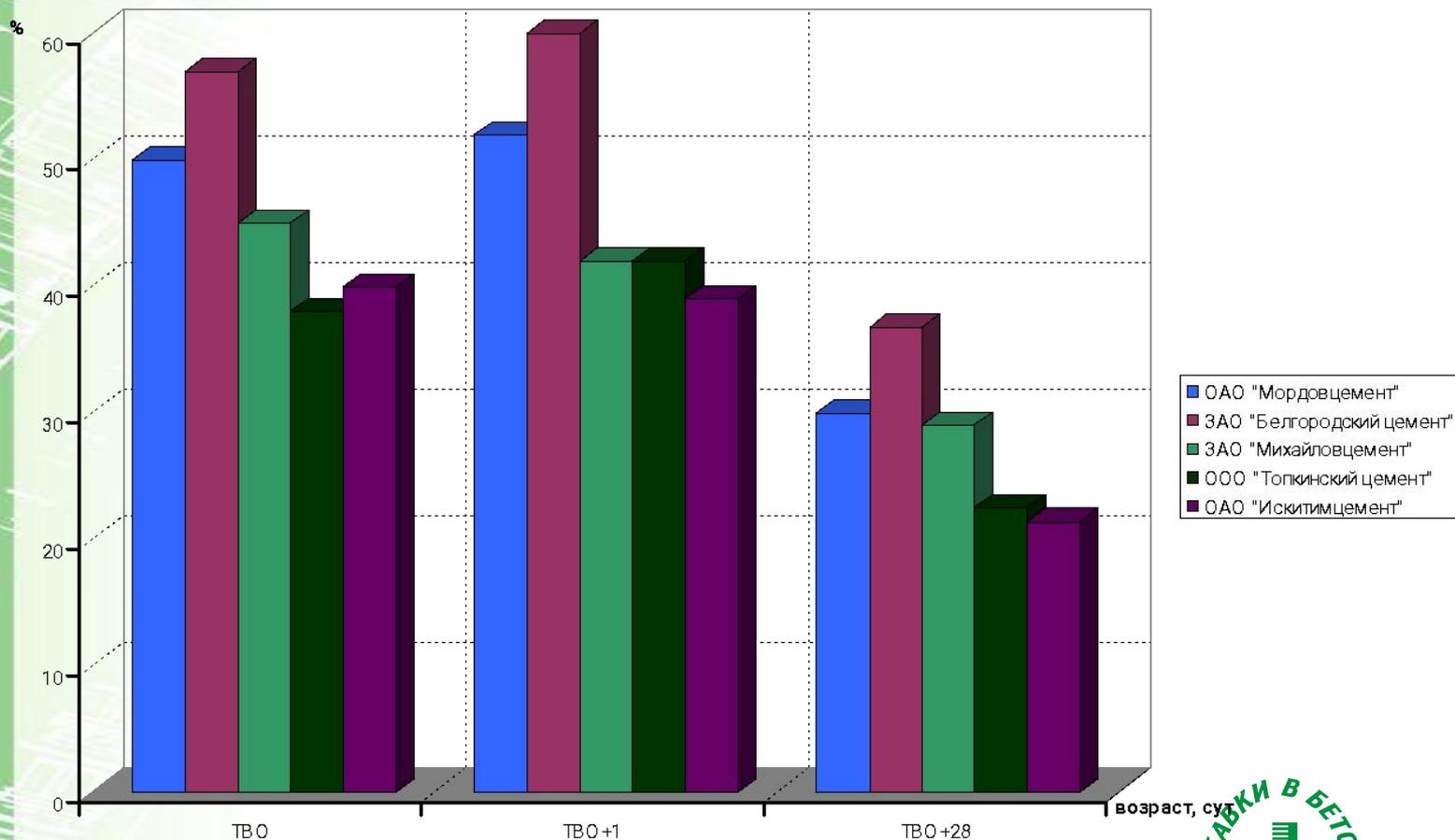
Прирост прочности бетонов с добавкой «Феррокрит Ультра»

Стандартный режим ТВО: 3+3+6+2, 80 °С



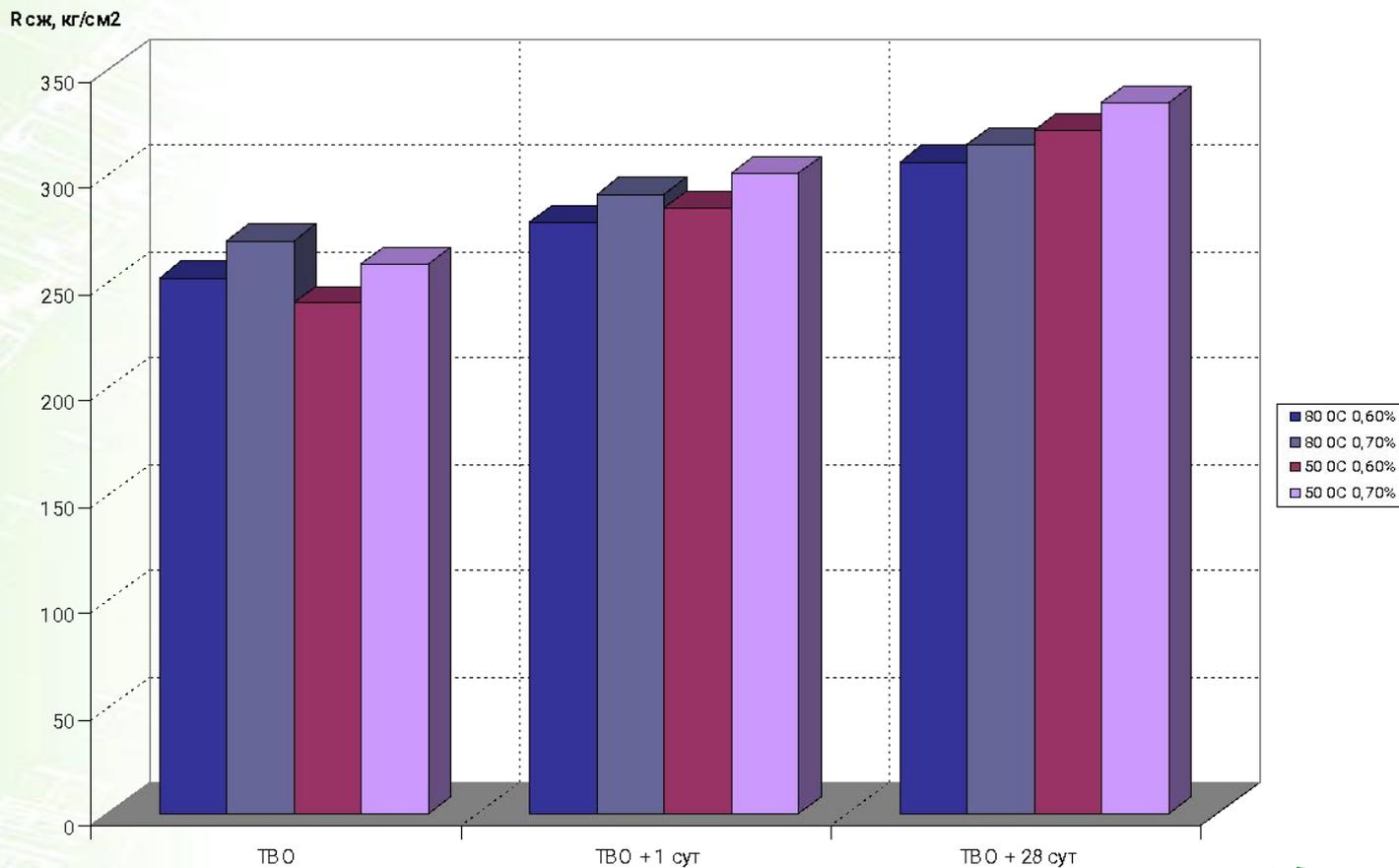
Прирост прочности для бетонов с добавкой «Феррокрит Ультра»

Измененный режим ТВО: 3+3+6+2, 50 °С



Прочность бетона В 22,5 ПЗ F100 W6

Требуемая отпускная прочность – 80% (236 кг/см²)



Испытания добавки «Феррокрит Ультра» на Каликинском ШПЗ

Задача: уменьшение температуры прогрева с целью экономии энергоносителя

Класс бетона/ марка	Расход материалов, кг					В/Ц	Жесткость, сек	Температура изотермии, °С	Прочность после ТВО, кг/см ²		Прочность проектная 28 суток	
	Цемент	Песок	Щебень	Вода	Добавка, %				Требуемая	Факт.	Требуемая	Факт.
В40, М500	413	655	1245	130	0.5	0.31	13	50	349	361	524	564
В40, М500	413	655	1245	128	0.6	0.31	9	50	349	390	524	561
В40, М500	413	655	1245	128	0.6	0.31	9	70	349	428	524	536

Материалы:

Цемент: ОАО «Мордовцемент» ЦЕМ I 42,5Б

Песок: Мкр 2,5 Хромцовский карьер Ивановской области

Щебень: гранитный фракции 5-20 мм Хребетский щебеночный завод

Испытания добавки «Феррокрит Ультра» на Кавказском ЗЖБШ

Задача: уменьшение температуры прогрева с целью экономии энергоносителя, снижение расхода цемента

Наименование, класс и требования к бетону	Характеристика материалов			Применяемая добавка	Расход материалов на 1 м ³ , кг				Добавка, кг	Дозировка добавки, %	В/Ц	Удобоукладываемость	Прочность бетона кг/см ²		Плотность бетона, кг/м ³		Режим ТВО	Примечание	
	Цемент		Щебень (марка, фракция)		Песок (Мк, класс)	Цемент	Песок	Щебень					Вода	п/ТВО	п/ТВО + 10 часов	п/ТВО			п/ТВО + 10 часов
	СЗА	н.г., %																	
Тяжелый бетон/ЖБИИ/ЖБ шпалы/В40/ЖЗ	Белгородский ПЦ 500 ДО Н		Гранит/фр 5-20/М1200/Ф400	2,1	Феррокрит Ультра	470	661	1185	142	8,3	0,6	0,3	ЖЗ (25 с)	538	621	2454	2470	2+3+2+3, т-ра изотермы 80 ОС	Стандартный режим обработки изделий, отпускная прочность 349 кг/см ²
	5,0	25,5																	
Тяжелый бетон/ЖБИИ/ЖБ шпалы/В40/ЖЗ	Белгородский ПЦ 500 ДО Н		Гранит/фр 5-20/М1200/Ф400	2,1	Феррокрит Ультра	450	657	1278	123	7,7	0,6	0,27	ЖЗ (30 с)	525	626	2441	2425	2+3+2+3, т-ра изотермы 80 ОС	Стандартный режим обработки изделий, отпускная прочность 349 кг/см ² ; экономия цемента
	5,0	25,5																	
Тяжелый бетон/ЖБИИ/ЖБ шпалы/В40/ЖЗ	Белгородский ПЦ 500 ДО Н		Гранит/фр 5-20/М1200/Ф400	2,1	Феррокрит Ультра	450	657	1278	123	7,7	0,6	0,27	ЖЗ (25 с)	380	518	2450	2450	2+2+4+2, т-ра изотермы 50 ОС	Снижение температуры изотермы, отпускная прочность 349 кг/см ² ; экономия цемента
	5,0	25,5																	
Тяжелый бетон/ЖБИИ/ЖБ шпалы/В40/ЖЗ	Белгородский ПЦ 500 ДО Н		Гранит/фр 5-20/М1200/Ф400	2,1	Феррокрит Ультра	450	657	1278	123	7,7	0,6	0,27	ЖЗ (27 с)	420	590	2457	2465	2+2+4+2, т-ра изотермы 50 ОС	Снижение температуры изотермы, отпускная прочность 349 кг/см ² ; экономия цемента
	5,0	25,5																	

Расчет расхода тепла и топлива при использовании низкотемпературных режимов

1. Температура изотермии с добавкой Суперпласт С3 – 70 °С;
2. Температура изотермии с добавкой Феррокрит Ультра – 50 °С;
3. Продолжительность цикла ТВО не меняется;
4. Расход тепла на пропарку шпалы вычисляется по формуле:

(источник: «Нормирование расходов тепла и топлива для стационарных установок ж.д. транспорта»)

$$Q_{\text{проп}} = \frac{1,2(t_{\text{из}} - t_o)}{1000M_y} * [68M_y + 0,115G_{\phi} + 0,5B_{\kappa}C_{\kappa} + 2Z_{\text{охл}} * (0,5\tau_p + \tau_{\text{из}})] \frac{M}{1000}; \text{Гкал}$$

Т.к. при применении добавки Феррокрит Ультра меняется только температура изотермии, то формулу можно записать в следующем виде:

$$Q_{\text{проп}} = (t_{\text{из}} - t_o) * X$$

где X- постоянная величина

t- температура воздуха

Расчет расхода тепла и топлива при использовании низкотемпературных режимов (продолжение)

Согласно расчета-обоснования топливного режима по котельной Каликинского ШПЗ, составленного ООО «Экономика и развитие», удельный расход тепла на пропарку единицы продукции составляет :

$$Q_{\text{прон}} = 0,097 \text{ Гдж} / \text{шпалу} = 0,023 \text{ Гкал} / \text{шпалу},$$

$$\text{тогда: } Q_{\text{прон}} = (t_{\text{из}} - t_0) * X = 0,023 \text{ Гкал} / \text{шпалу},$$

$$\text{находим: } X = \frac{Q_{\text{прон}}}{(t_{\text{из}} - t_0)} = \frac{0,023}{(70 - 16)} = 0,000425926$$

Т.к. удельный расход топлива на выработку одного Гкал согласно расчета-обоснования составляет $q_{\text{уд}} = 122,08$ кг/Гкал, то расход мазута на изготовление одной ж/б шпалы, пропариваемой при температуре 70 °С составит:

$$Q_{\text{прон}} * q_{\text{уд}} = 0,023 * 122,08 = 2,808$$

тогда при температуре изотермии 50 °С расход тепла составляет

$$Q_{\text{прон}} = (t_{\text{из}} - t_0) * X = (50 - 16) * 0,000425926 = 0,01448;$$

$$Q_{\text{прон}} * q_{\text{уд}} = 0,01448 * 122,08 = 1,768$$

$$\Delta \text{мазута} = 2,808 \text{ кг} - 1,768 \text{ кг} = 1,04 \text{ кг}$$

Экономический расчет использования низкотемпературных режимов

Показатель	Значение
Экономия мазута из расчета на 1 ж/б шпалу при снижении температуры с 70 °С до 50 °С, кг	1,014
Цена мазута, руб./кг	10
Плановый выпуск ж/б шпал в месяц, штук	30 000
Экономия энергозатрат за низкотемпературного режима, тыс. руб./месяц	312
Экономия энергозатрат за низкотемпературного режима, тыс. руб./год	3 744

Преимущества использования низкотемпературных режимов ТВО

- Существенное снижение энергозатрат;
- Увеличение объемов производства за счет использования необогреваемых помещений или уличных условий;
- Увеличение сроков эксплуатации готовых изделий;
- Повышение эксплуатационной пригодности изделий;
- Повышение конечной прочности бетона;
- Повышение прочностных характеристик бетона при сжатии, осевом растяжении и растяжении при изгибе без увеличения расхода цемента.

Благодарю за внимание