

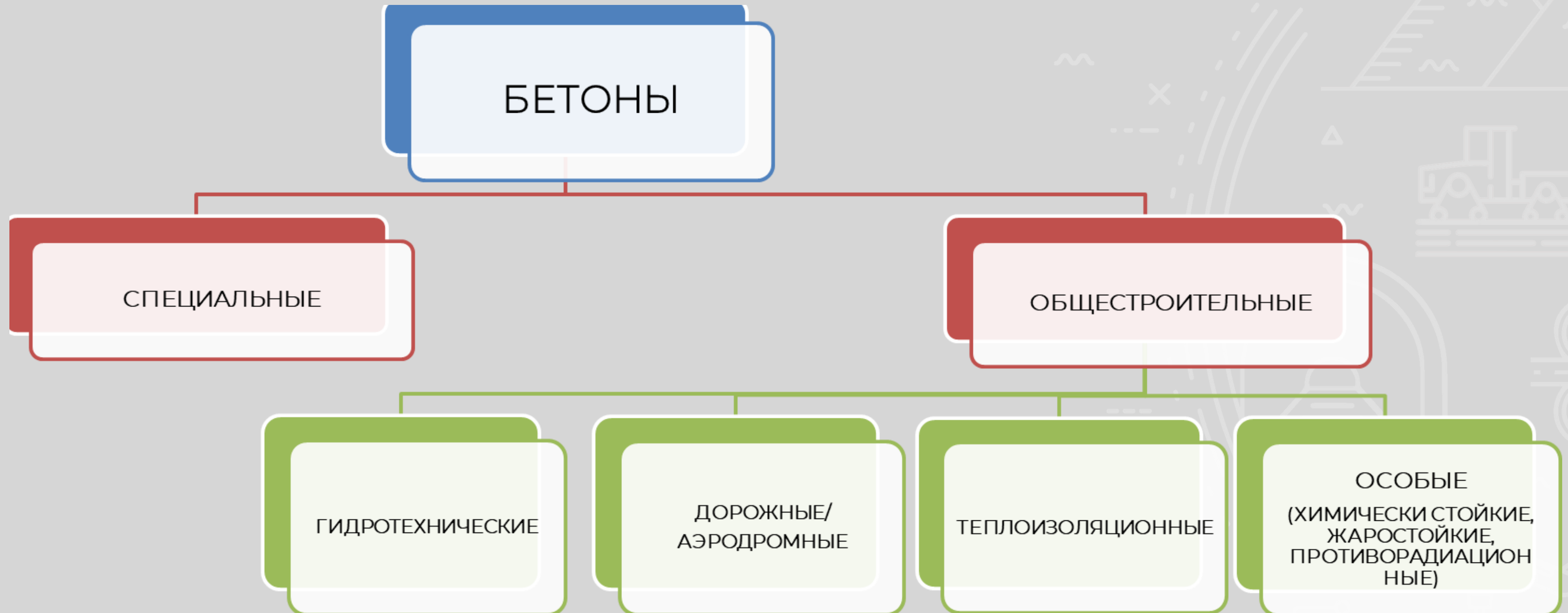
ПРАВИЛЬНЫЙ ПОДБОР СОСТАВА — ЗАЛОГ УСПЕХА СТРОИТЕЛЬСТВА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ С ЦЕМЕНТОБЕТОННЫМИ ПОКРЫТИЯМИ



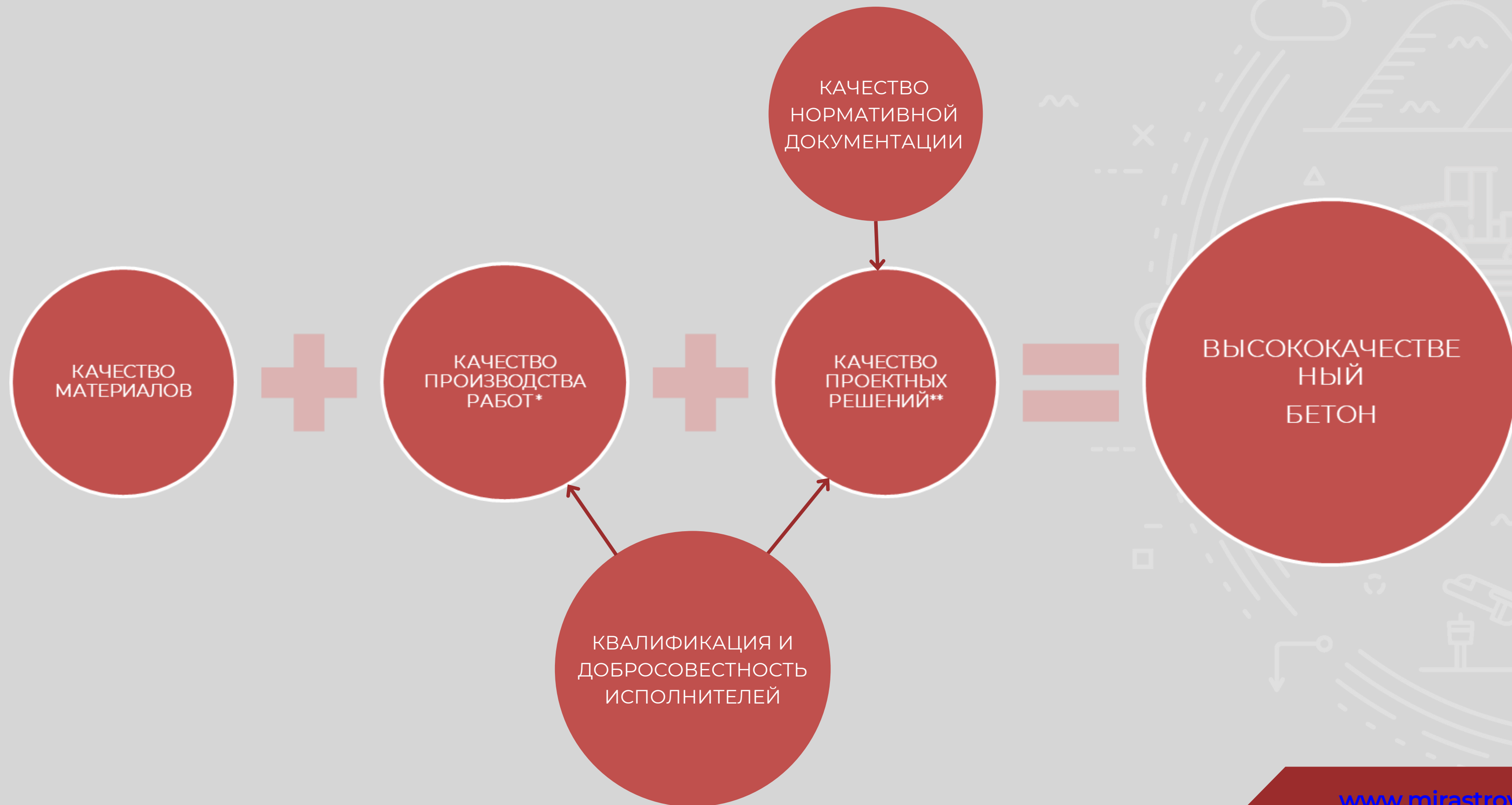
Ольга Климкина

Заместитель генерального
директора по качеству
ООО «МИРАСТРОЙ»

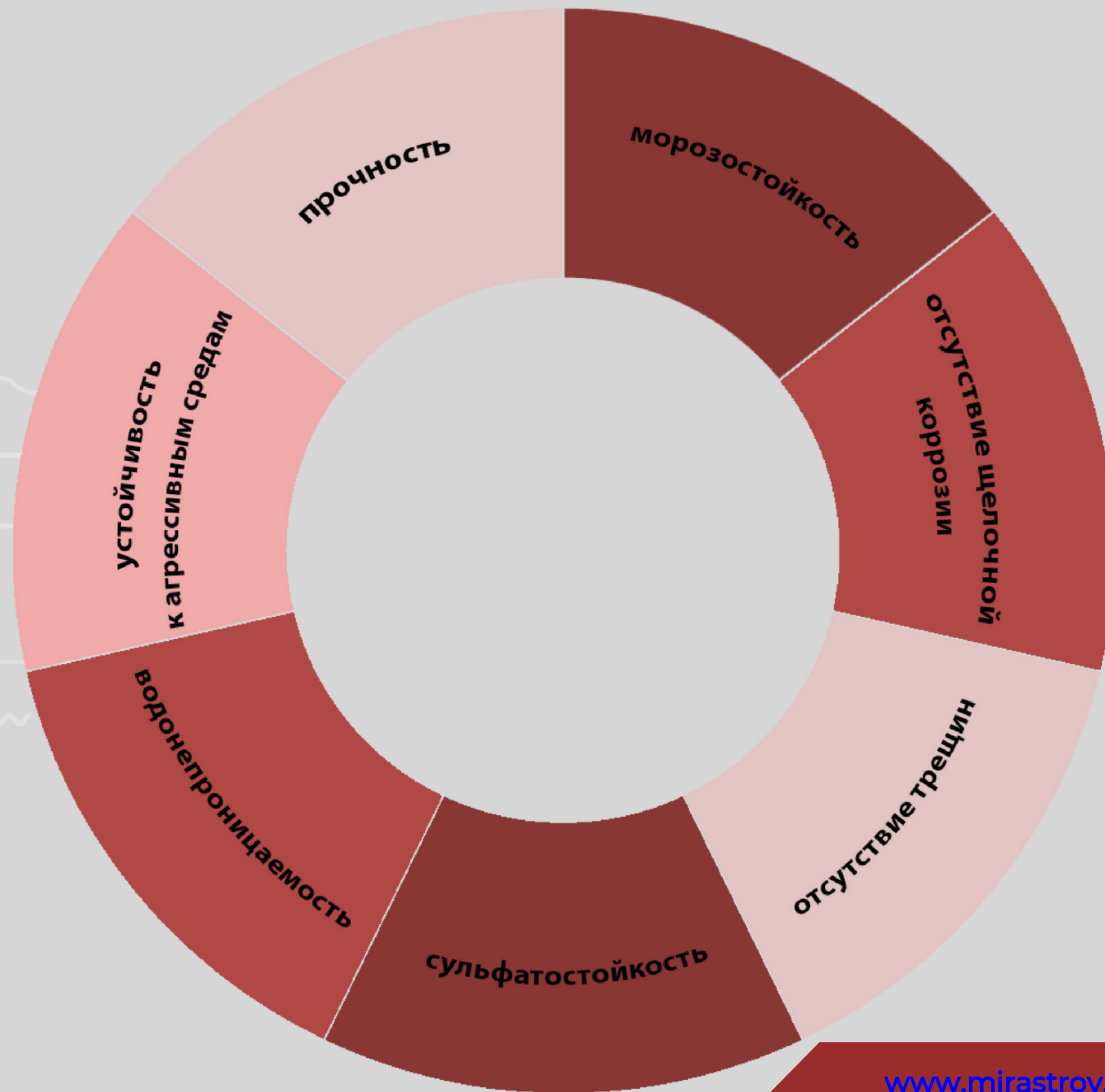
«РАЗНОВИДНОСТИ БЕТОНА»



«ФОРМУЛА КАЧЕСТВЕННОГО БЕТОНА»



СВОЙСТВА СОСТАВЛЯЮЩИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ПОКРЫТИЯ



НОРМАТИВНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ



ВВЕДЕНО ПОСЛЕ 2010 — 63
ИЗМЕНЕНИЯ.
ГОТОВЯТСЯ К ВВЕДЕНИЮ
ДО 2025 — ЕЩЕ 48

Нормы	Номер
ТР	ТР ТС 014 /2011 Технический регламент Таможенного союза. «Безопасность автомобильных дорог.»
ГОСТ	ГОСТ 26633-2015 «Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.»
	ГОСТ 27006-2019 «Бетоны. Правила подбора составов.»
	ГОСТ 7473-2010 «Смеси бетонные. Технические условия.»
	ГОСТ 18105 - 2018 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности.»
	ГОСТ 31384-2017 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Общие технические требования»
	EN -206 «Бетон. Технические требования, эксплуатационные характеристики, производство и соответствие требованиям.»
	EN-13877-1-2013 «Concrete pavements.»
СП	28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии..»
	34.13330.2021 «Автомобильные дороги.»
	70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции.»
	78.13330.2012 «Автомобильные дороги.»
	121.13330.2019. «Аэродромы.»
	313.1325800.2017 «Дороги автомобильные в районах вечной мерзлоты.»
	316.1325800.2017 «Терминалы контейнерные. Правила проектирования.»
	431.1325800.2019 «Дороги промышленные автомобильные. Правила проектирования и строительства в Арктической зоне.»
	435.1325800.2018 «Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ.»
	490.1325800.2020 «Аэродромы. Правила производства работ.»

«ЖЕМЧУЖИНА СРЕДИ СТАНДАРТОВ»

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ
СОЮЗА ССР ГОСТ 4.212-80
(СТ СЭВ 6550-88)**

**"Система показателей качества
продукции. Строительство.
Бетоны. Номенклатура
показателей"**



ОШИБКИ НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

некорректные наименования материала (бетона)

1

-устройство нижнего слоя покрытия из горячего плотного асфальтобетона ~~тип А марки I~~,
-устройство бетонной подготовки под бортовой камень из монолитного бетона B15 F₂300 W6.
Перечень ответственных конструкций:

2

Тяжёлый бетон класса B тв 4.4 (ГОСТ9128-2013);
-Смеси щебёночно-гравийно-песчаные и крупнообломочные грунты (неоптимальные),
обработанные цементом, по прочности соответствующие марке 100;



АЛГОРИТМ НАЗНАЧЕНИЯ ЗАДАНИЯ НА ПРОЕКТ БЕТОННОЙ СМЕСИ С УЧЕТОМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ

Этап	Содержание	Нормативный документ
1	Определение условий эксплуатации	СП 28.13330.2017, приложение А
2	Определение класса бетона в зависимости от среды эксплуатации	ГОСТ 31384-2017, приложение Д
3	Формирование требований к бетону по морозостойкости	СП 28.13330.2017, приложение Ж (табл. Ж1)
4	Формирование требований к бетону по водонепроницаемости	СП 28.13330.2017, приложение В
5	Оценка возможности получения бетона с проектными показателями В, F, W	СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011 с изм., приложение Ц2
6	Формирование требований к защитному слою	СП 28.13330.2017, приложение Г, Ж
7	Выбор типа цемента	СП 28.13330.2017, приложение Д
8	Оценка минимального расхода цемента	СНиП 82-02-95
9	Сметный расчет	

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТЬ И ВОДОНЕПРОНИЦАЕМОСТЬ*

Технологические показатели	Марка по водонепроницаемости, W					
	4	6	8	10	12	14
Класс бетона. В	22,5	25	30	35	40	45
Водо-цементное отношение. В/Ц	≤ 0,6	≤ 0,55	≤ 0,45	≤ 0,4	≤ 0,38	≤ 0.35
Технологические показатели	Марка по морозостойкости, F					
	F1 75 - 100*	F1 200 - 300*	F1 400 - 600*	F1 700 - 1000*		
	—	F2 100**	F2 200* *	F2 300 - 500**		
Класс бетона. В	≥ 20	≥ 25	> 27,5	≥ 30		
Расход цемента. кг м`	> 300	> 320	> 340	> 360		
Водо-цементное отношение	< 0,6	< 0,55	< 0,5	< 0,45		
Добавки ГОСТ 24211	Воздухововлекающая (газообразующая)					
Воздухововлечение. %	—	4-6	3 - 7	5-7		
*морозостойкость всех видов бетонов. Кроме бетонов дорожных и аэродромных покрытий. F1						
** - морозостойкость бетонов дорожных и аэродромных покрытий. F2.						

*—ИСТОЧНИК СТО «БЕТОНЫ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ»

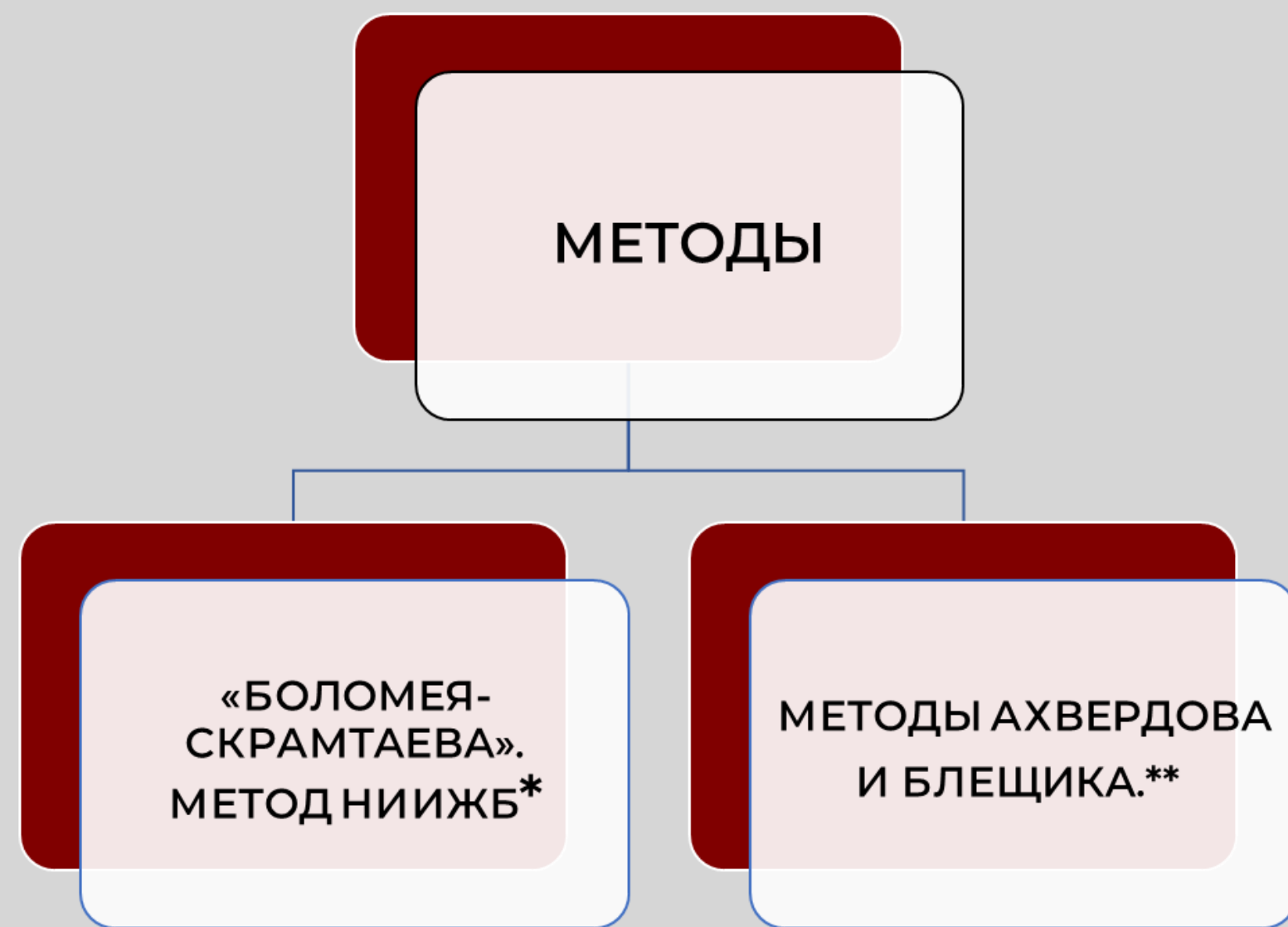
СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ КЛАССАМИ И МАРКАМИ БЕТОНА. СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011

№	Класс бетона по прочности на сжатие	Марка бетона по					Среднее значение прочности бетона для подбора состава, МПа
		прочности на сжатие	морозостойкости		водонепроницаемости		
			F1	F max2	W1	W max2	
1	B20	M250	50	150	4	8	28
2	B22,5	M300	50	200	6	10	31
3	B25	M350	50	150	4	8	35
4	B27,5	M350	50	150	6	10	38
5	B30	M400	75	200	6	10	41
6	B35	M450	100	300	6	10	48
7	B40	M550	200	400	8	12	55
8	B45	M600	300	600	10	16	62
9	B50	M700	400	1000	12	20	69

Примечания
1 При соблюдении требований к качеству материалов и условиям производства работ;
2 При реализации специальных мероприятий, направленных на повышение морозостойкости или водонепроницаемости бетона.

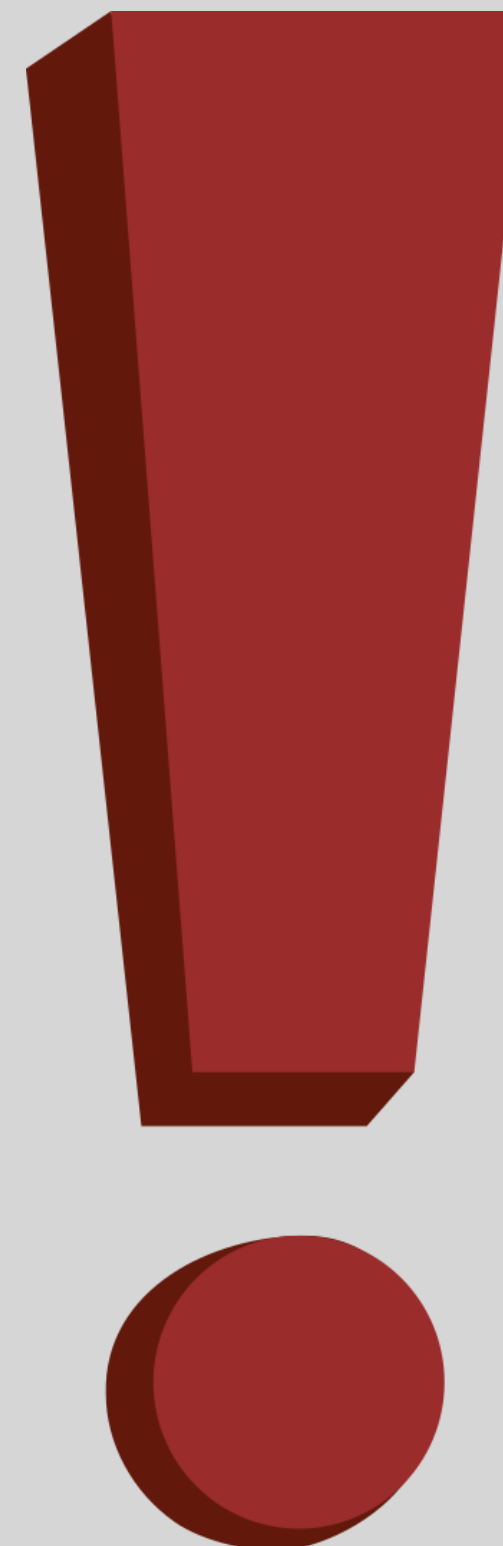


МЕТОДЫ ПОДБОРА СОСТАВОВ БЕТОНА



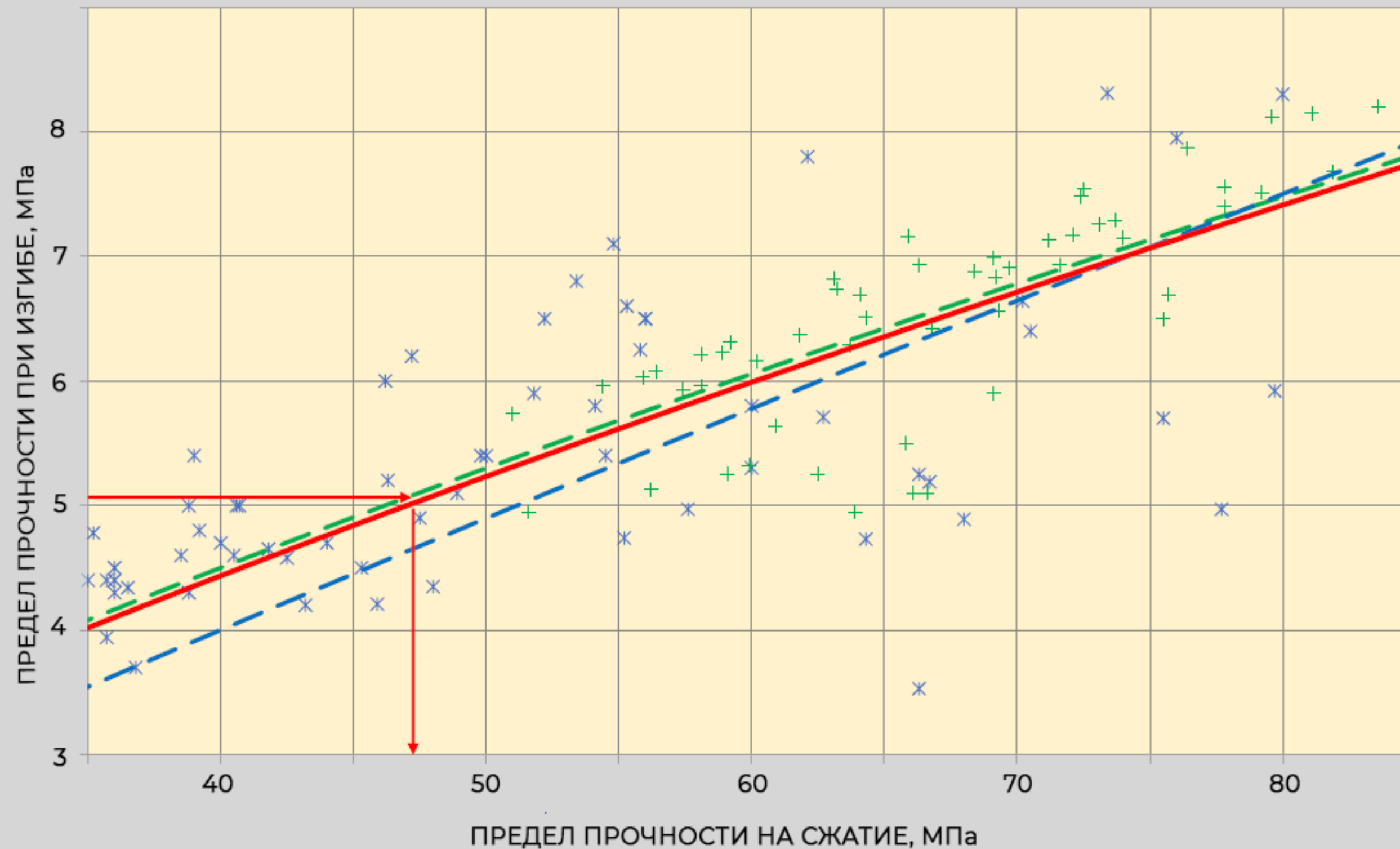
*— ОСНОВАН НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ АБСОЛЮТНЫХ ОБЪЕМОВ КОМПОНЕНТОВ;

**— ПРИНИМАЕТ ЧТО УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТЬ ЯВЛЯЕТСЯ ФУНКЦИЕЙ ОБЪЕМА ЦЕМЕНТНОГО ТЕСТА И СООТНОШЕНИЯ ПЕСКА И ЩЕБНЯ



- НИ ОДИН ИЗ МЕТОДОВ НЕ ДАЕТ УНИВЕРСАЛЬНОГО ПОДХОДА!
- МЕТОДЫ ПОЗВОЛЯЮТ СПРОГНОЗИРОВАТЬ ТОЛЬКО ПРОЧНОСТЬ НА СЖАТИЕ;
- НЕТ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ДОБАВОК;
- НЕТ УЧЕТА ВЛИЯНИЯ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ;
- ОТСУТСТВУЕТ ПРИВЯЗКА К УСЛОВИЯМ ТВЕРДЕНИЯ БЕТОНА В ХОЛОДНОМ ИЛИ ЖАРКОМ КЛИМАТЕ.

НЕОДНОЗНАЧНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ (РАСТЯЖЕНИЕ ПРИ ИЗГИБЕ — СЖАТИЕ)



Ж — ОБЗОР
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫ
Х
ДАННЫХ НЕСВЕТАЕВ
Г.В.

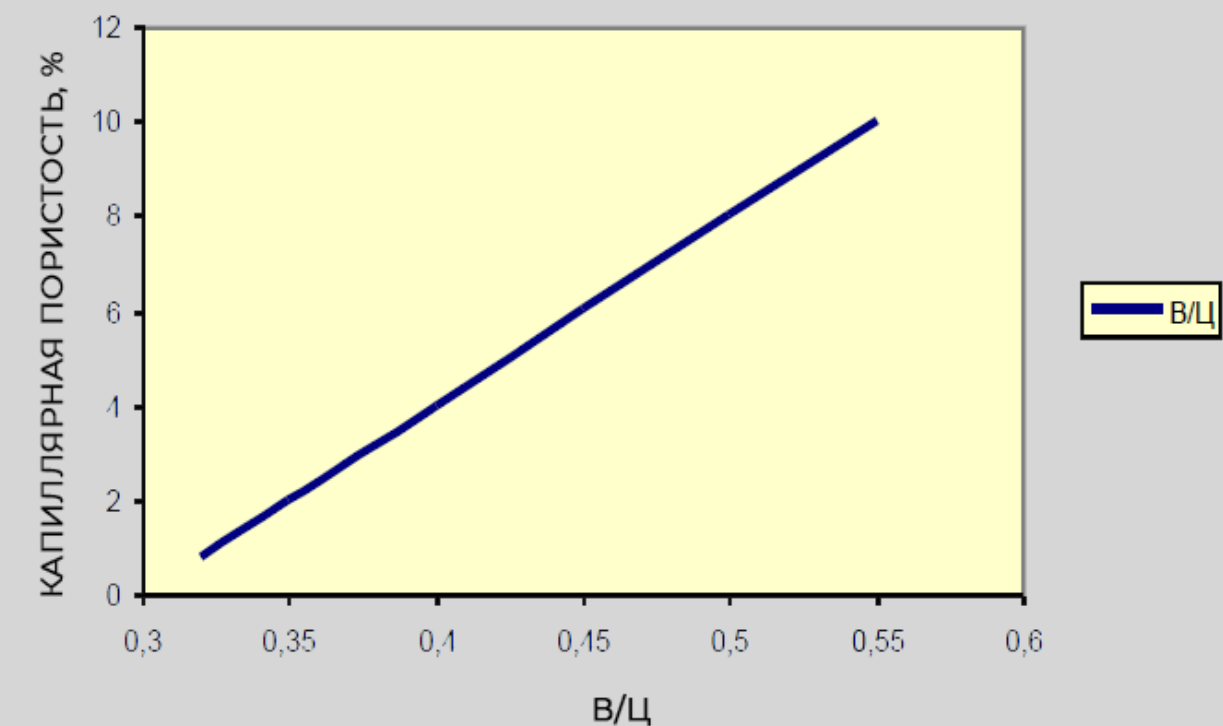
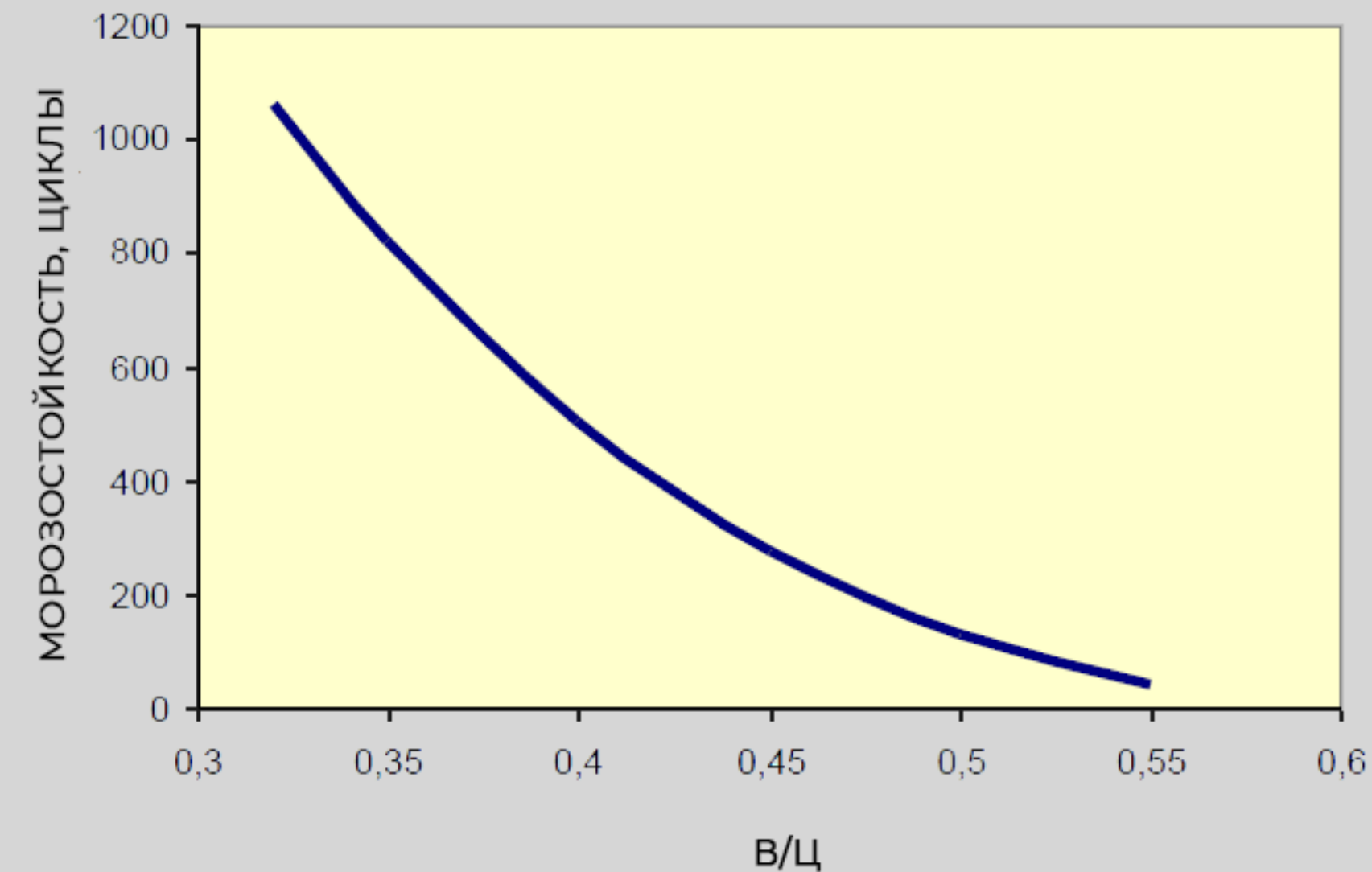
+ — ДАННЫЕ
ИСПЫТАНИЙ НИИЖБ

УСРЕДНЕННАЯ
ЗАВИСИМОСТЬ ПО
ВСЕМУ МАССИВУ
ДАННЫХ

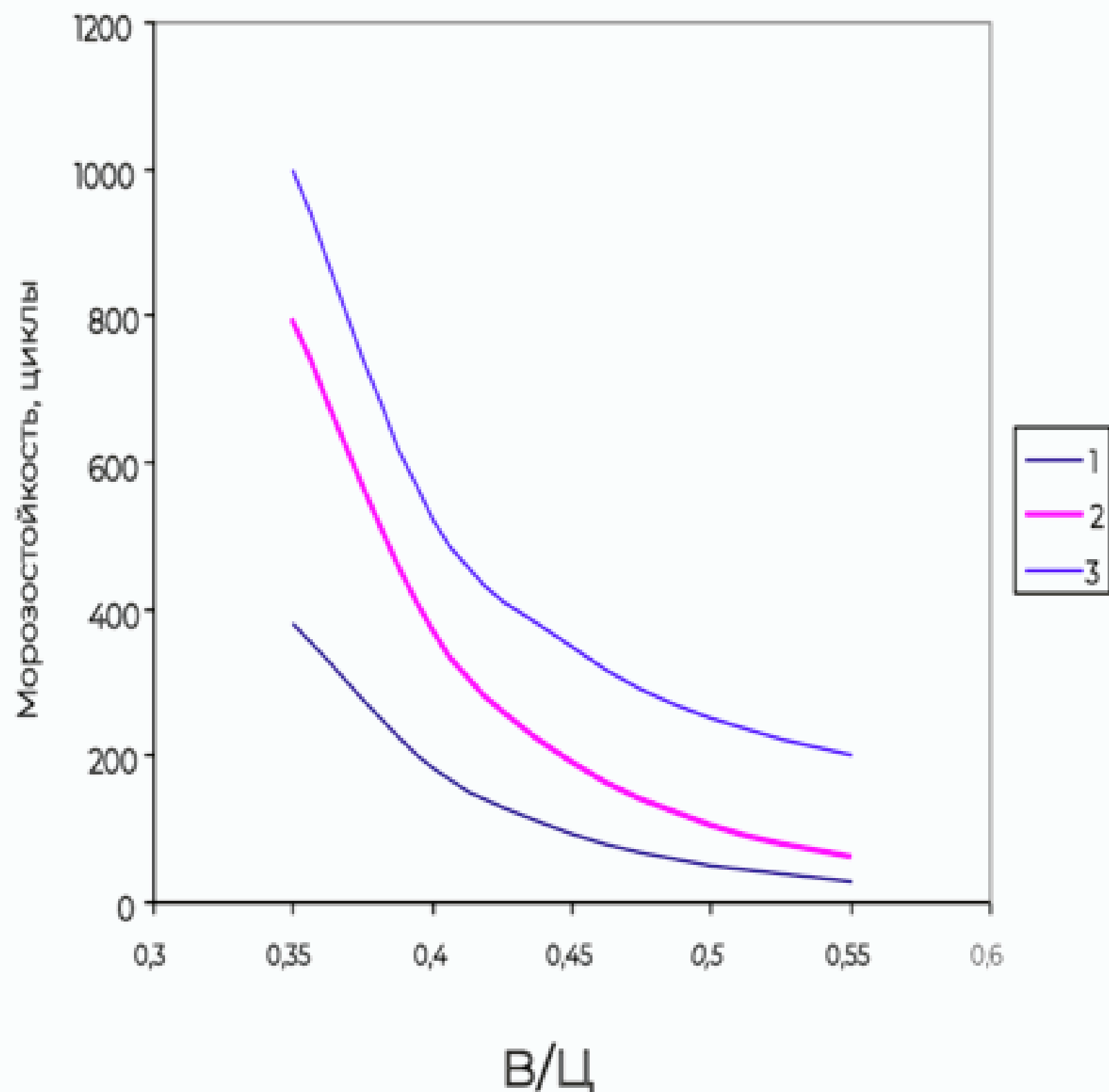
$$Y = 0,3015X^{0.7406}$$

$$R^2 = 0,7678$$

ОСНОВНЫЕ ФАКТОРЫ ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТЬ



- ВОДОЦЕМЕНТНОЕ ОТНОШЕНИЕ
- ВОЗДУХОВОВЛЕЧЕНИЕ
- ВИД ЦЕМЕНТА
- «ЛЕЖАЛОСТЬ» ЦЕМЕНТА
- ЧИСТОТА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ
- УСЛОВИЯ ТВЕРДЕНИЯ



$$F = 2k_{\text{Ц}}k_{\text{А}}k_{\text{Т}} \left(\frac{B}{\text{Ц}} \right)^{-5,7} + \Delta F$$

где

$k_{\text{Ц}}$ – коэффициент, учитывающий влияние химического и минералогического состава цемента, его вещественного состава, тонкости помола, лежалости и др. особенностей. Например, повышение содержание C_3A снижает морозостойкость, особенно при $\text{C}_3\text{A} > 7\%$. Увеличение содержания щелочей R_2O с 0,4 до 0,8 % снижает морозостойкость до 4 раз. В несколько раз морозостойкость снижается при использовании лежалого цемента;

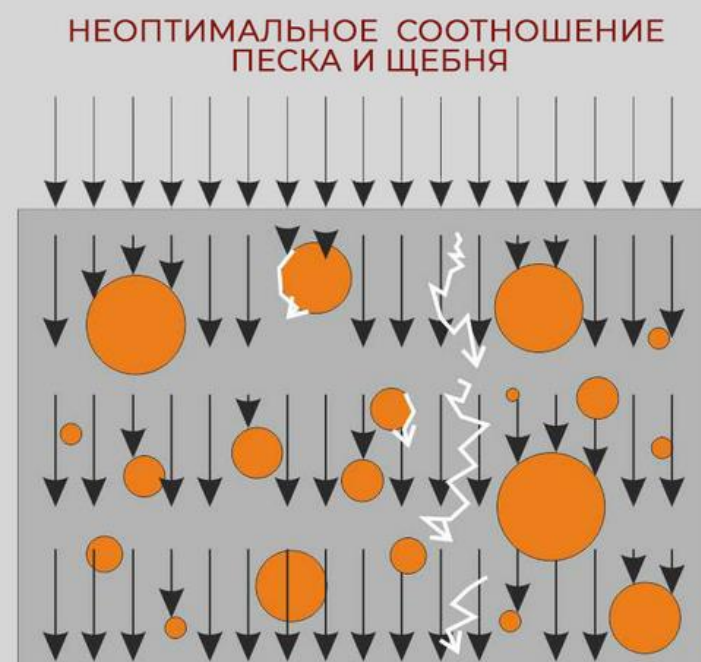
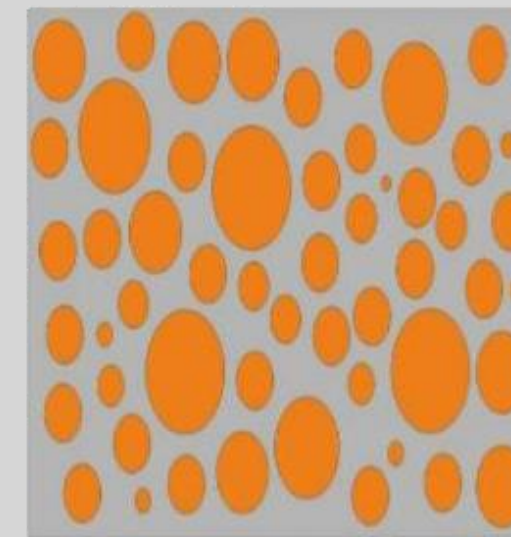
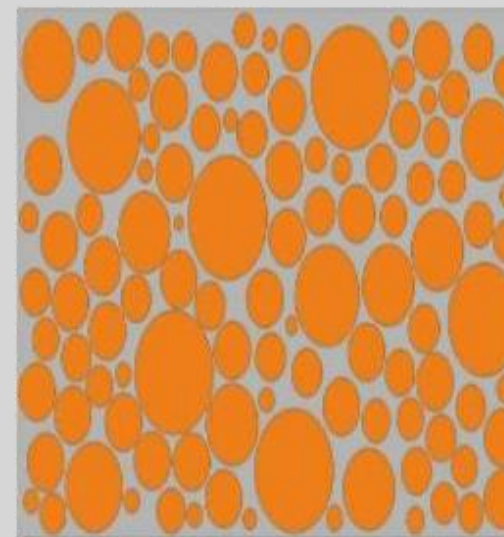
$k_{\text{А}}$ – коэффициент, учитывающий влияние свойств заполнителей на морозостойкость бетона;

$k_{\text{Т}}$ – коэффициент, учитывающий влияние условий твердения на морозостойкость. Наиболее благоприятными являются нормальные условия. ТВО может снижать морозостойкость на одну – две марки (10 – 30 %);

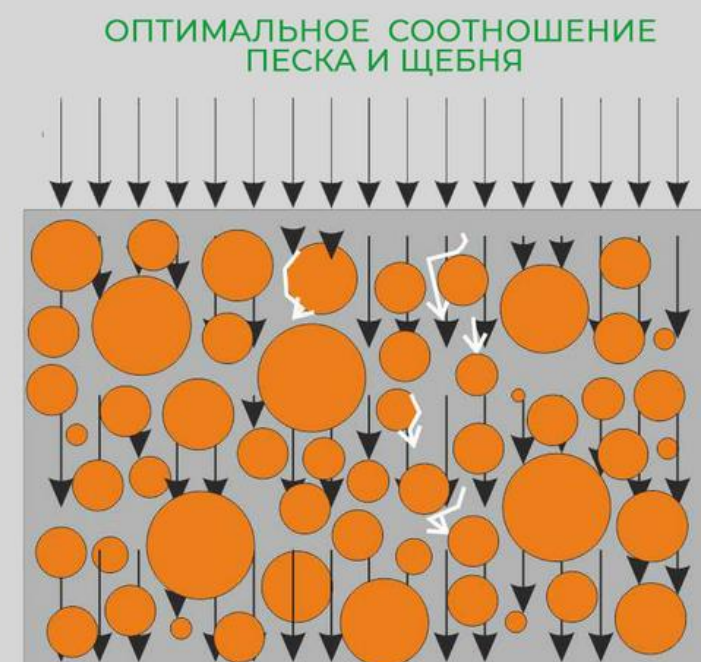
ΔF – фактор, учитывающий влияние вовлеченного воздуха на морозостойкость бетона. При содержании регулярного ВВ, полученного за счет применения воздухововлекающих либо газовыделяющих добавок, не менее 5%, величина ΔF составляет 50 – 200 циклов.

ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ = ПЛОТНОСТЬ УПАКОВКИ БЕТОНА

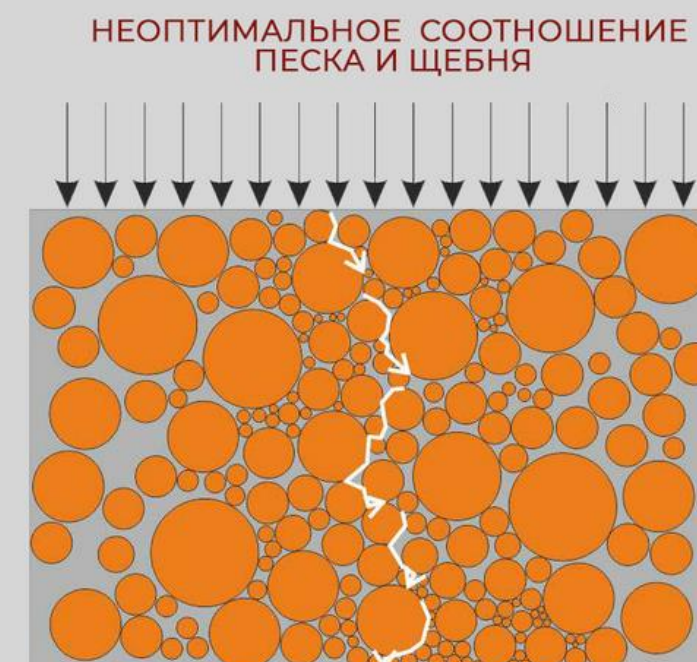
СВОЙСТВА БЕТОНА НА 30-40%
ЗАВИСЯТ ОТ ПЛОТНОСТИ
УПАКОВКИ



МНОГО ПУСТОТ.
ЦЕМЕНТНЫЙ КАМЕНЬ
ПОДТВЕРГАЕТСЯ РАЗРУШЕНИЮ



РАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
НАГРУЗКИ.
РАЗРУШЕНИЕ БЛОКИРУЕТСЯ
ДО ПРЕДЕЛА.



МАЛО ПУСТОТ.
НЕРАВНОМЕРНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
НАГРУЗКИ.
РАЗРУШЕНИЕ ПО ГРАНИЦЕ
ЦЕМЕНТНЫЙ КАМЕНЬ-ЗЕРНА.





ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БЕТОННОЙ СМЕСИ

1

ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ
НОМИНАЛЬНЫ
Й СОСТАВ

2

ПРОВОДЯТСЯ
ОПЫТНЫЕ
ЗАМЕСЫ

3

ПО РЕЗЬЛТАТАМ
ОПЫТНЫХ
ЗАМЕСОВ
НОМИНАЛЬНЫЙ
СОСТАВ
КОРРЕКТИРУЕТСЯ

4

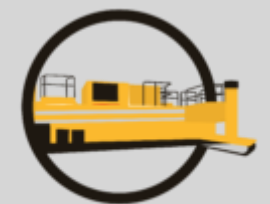
ПО ЗАРАНЕЕ
ВЫБРАННОМУ
КРИТЕРИЮ
ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ
ОПТИМАЛЬНЫЙ
СОСТАВ ИЗ
СЕРИИ
НОМИНАЛЬНЫХ
СОСТАВОВ

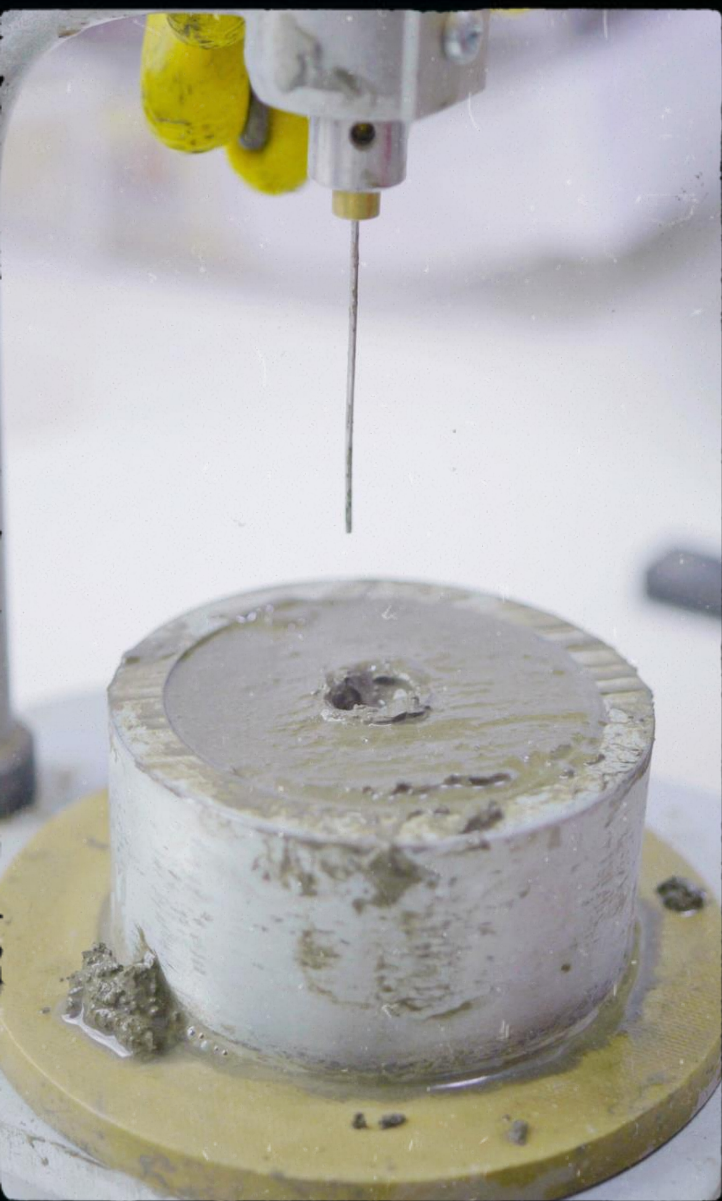
5

РАССЧИТЫВАЮТСЯ
РАБОЧИЕ СОСТАВЫ,
КОТОРЫЕ
УЧИТЫВАЮТ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ
УСЛОВИЯ

6

ПЕРЕДАЕТСЯ В
ПРОИЗВОДСТВО





ПРИЧИНЫ ДЕФЕКТОВ

ТРЕЩИНЫ							
УСАДОЧНЫЕ					ТЕМПЕРАТУРНЫЕ		
КОНТРАКЦИОННАЯ УСАДКА			УСАДКА ПРИ ВЫСЫХАНИИ		ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЕ ПРИ ГИДРАТАЦИИ		ВНЕШНЯЯ СРЕДА
ИСКЛЮЧИТЬ	СНИЗИТЬ	ЗАМЕДЛИТЬ	ИСКЛЮЧИТЬ/СНИЗИТЬ	ЗАМЕДЛИТЬ	СНИЗИТЬ	ЗАМЕДЛИТЬ	ИСКЛЮЧИТЬ
НОРМИРОВАННЫЙ ЦЕМЕНТ	ВЫБОР ЦЕМЕНТА	ВЫБОР ЦЕМЕНТА	ПЕРВИЧНЫЙ И ПОСЛЕДУЮЩИЙ УХОД	ВЫБОР ЦЕМЕНТА	ВЫБОР ЦЕМЕНТА	ВЫБОР ЦЕМЕНТА	ЗАЩИТА ОТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ГРАДИЕНТОВ
		ЗАМЕДЛИТЕЛИ ТВЕРДЕНИЯ			СНИЖЕНИЕ РАСХОДА ЦЕМЕНТА	ЗАМЕДЛИТЕ ЛИ ТВЕРДЕНИЯ	ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ/ОБОГРЕВ

ПРИЧИНЫ ДЕФЕКТОВ

ПОРЫ			
МАКРО		МИКРО	
ДЕФЕКТЫ УПЛОТНЕНИЯ	ДЕФЕКТЫ КОНТАКТНОЙ ЗОНЫ	СЕДИМЕНТАЦИОННЫЕ	КАПИЛЯРНЫЕ
КРИТИЧЕСКИ ВАЖНА ЧИСТОТА ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ			
СНИЖЕНИЕ В/Ц И ВОДООТДЕЛЕНИЯ - ПРИМЕНЕНИЕ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ			
СОЗДАНИЕ ЗАКРЫТЫХ ПОР - ПРИМЕНЕНИЕ ВОЗДУХОВОВЛЕКАЮЩИХ/ГАЗООБРАЗУЮЩИХ ДОБАВОК			
СНИЖЕНИЕ УСАДКИ - УХОД ЗА БЕТОНОМ			
КОЛЬМАТАЦИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ ПОР - ГИДРОФОБИЗАТОРЫ			

АНАЛИЗ СОСТАВОВ С ПК ДОБАВКАМИ РАЗНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

НАИМЕНОВАНИЕ СОСТАВА	ЦЕМ I 42,5Н АП СЛК	ПЕСОК ХЛЕБОРОБ	ЩЕБЕНЬ ГУМБЕЙСК ИЙ 5-20																7 СУТ	28 СУТ			МОРОЗОСТОЙКОСТЬ	
				ЭЙР 202		ТФ 178С П (5)		ВЕГА 700.721	ВЕГА ВВ	ВОДА	В/Ц	ОК15	ОК90	ВВ15	ВВ90	РР	РФ	ВЫХО Д	RTB	РСЖ	RTB	% ОТ ВТВ		
КАРТЫ ПОДБОРА С ДОБАВКАМИ МС БАУХЕМИ																								
В45 ВТВ 4,8 П1	450	800	990	0,35	1,575	0,6	2,7			140	0,31	4	2	6	5,8	2385	2390	0,998	6,40	62,3	6,91	113%	F2(200)	
В35 ВТВ 4,0 П1	410	805	1005	0,35	1,435	0,6	2,46			140	0,34	2	1	5,5	5,2	2364	2395	0,987	6,21	57,3	6,85	120%	F2(200)	
ДОП СОСТАВ -20 КГ	390	820	1010	0,35	1,365	0,6	2,34			140	0,36	3	1,5	5,3	5	2364	2400	0,985	4,6	56,1	6,05	106%	F2(200)	
КАРТЫ ПОДБОРА С ДОБАВКАМИ ВЕГА (ЛОТОС)																								
В45 ВТВ 4,8 П1	440	840	960					2,89	0,02	142	0,32	4	3	5,6	5,2	2384	2387	0,999	4,74	55,1	6,73	110%	F2(200)	
В40 ВТВ 4,4 П1	420	850	960					2,77	0,02	139	0,33	4	2,5	5	5	2371	2380	0,997	4,36	48,5	6,11	107%	F2(200)	
В35 ВТВ 4,0 П1	390	850	1000					2,57	0,02	136	0,35	4	2	5	5	2378	2381	0,999	3,99	41,7	5,61	110%	F2(200)	

СРАВНЕНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОСТАВОВ

КОМПАНИЯ ООО «МИРАСТРОЙ» РАЗРАБОТАЛА РЕЦЕПТЫ БЕТОННОЙ СМЕСИ ДЛЯ ОДНОГО ИЗ ЗАКАЗЧИКОВ.

СРАВНЕНИЕ СТОИМОСТИ СОСТАВОВ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

НАИМЕНОВАНИЕ МАТЕРИАЛА	РАЗНИЦА МЕЖДУ ИСХОДНЫМ СОСТАВОМ И СОСТАВОМ МИРАСТРОЙ» («-» УМЕНЬШЕНИЕ, «+» - УВЕЛИЧЕНИЕ)	ЭКОНОМИЯ НА 1 М³ БЕТОННОЙ СМЕСИ, РУБ.
ЦЕМЕНТ, КГ	-10,30%	870
ЩЕБЕНЬ, КГ	-20,67%	
ПЕСОК, КГ	+49,1%	
ПЛАСТИФИКАТОР	-10%	
ВОЗДУХОВОВЛЕКАЮЩАЯ ДОБАВКА	-50%	



2016

2017

2018

2019



АЭРОДРОМ
ЧКАЛОВСКИЙ



АЭРОДРОМ
ШЕРЕМЕТЬЕВО



АЭРОДРОМ
ЖУКОВСКИЙ



АЭРОДРОМ
ТОБОЛЬСК

2020

2022



АЭРОДРОМ
ПЛЕСЕЦК



АВТОМОБИЛЬНАЯ
ДОРОГА Р-297



АВТОМОБИЛЬНАЯ
ДОРОГА
Г. МИРНЫЙ



АВТОМОБИЛЬНАЯ
ДОРОГА М-52
«ЧУЙСКИЙ ТРАКТ»

2023



АЭРОДРОМ ПЛЕСЕЦК
(ПРОДОЛЖЕНИЕ
СТРОИТЕЛЬСТВА)



АЭРОДРОМ
МАГНИТОГОРСК

Продолжение следует...

«ЗАЛОГ УСПЕХА»



Спасибо за внимание

«МИРАСТРОЙ» – аренда бетоноукладчиков,
услуги лаборатории и подбора составов

Обращайтесь, мы вам поможем!

БОЛЬШЕ
ИНФОРМАЦИИ



Телефон

+7 495 481-87-77

E-mail

info@mirastroy.ru

Сайт

www.mirastroy.ru

www.mirastroy.ru