

УДК 624.012

**Мирсаяпов Илшат Талгатович**

доктор технических наук, доцент

E-mail: [mirsayapovit@mail.ru](mailto:mirsayapovit@mail.ru)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

**Ахметзянов Данис Раилевич**

инженер

E-mail: [danis2803@mail.ru](mailto:danis2803@mail.ru)

**ООО «Современные технологии управления»**

Адрес организации: 420005, Россия, г. Казань, ул. Гагарина, д. 87/68

## **Оценка эффективности применения высокопрочного бетона в стропильных конструкциях одноэтажных промышленных зданий**

### **Аннотация**

*Постановка задачи.* Цель исследования – выявить и оценить экономическую целесообразность применения высокопрочного бетона в стропильных конструкциях одноэтажных промышленных зданий. Для оценки экономического эффекта, рассматривается один температурный блок здания.

*Результаты.* Основные результаты исследования состоят в подтверждении гипотезы о возможности уменьшения общей стоимости безраскосных ферм при использовании бетонов высокой прочности. Был выполнен расчет и конструирование стропильных конструкций различных пролетов при различных шагах поперечных рам. Наибольшая экономическая эффективность была достигнута при использовании конструкций пролетом 24 м, с шагом колонн 6 м. Конструирование ферм из бетона класса В100 позволило получить снижение расхода материалов, вследствие чего экономия составила порядка 703 670 руб. на один температурный блок промышленного здания или 34,5 %, по сравнению с конструкциями, выполненными из бетона класса В30.

*Выводы.* Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в подтверждении эффективности применения высокопрочного бетона в стропильных конструкциях одноэтажных промышленных зданий. Применение бетона класса В100 в безраскосных фермах позволило уменьшить общую стоимость конструкций, благодаря снижению расхода арматуры, габаритных размеров сечений поясов, уменьшению объема бетона.

**Ключевые слова:** высокопрочный бетон, стропильные конструкции, одноэтажное промышленное здание, безраскосная ферма, класс бетона В100.

### **Введение**

Высокопрочные бетоны значительно быстрее набирают прочность, чем традиционные бетоны. Применение высокопрочных бетонов имеет следующие преимущества:

1. уменьшение габаритов опалубки для колонн, балок и стеновых элементов;
2. увеличение несущей способности конструкций
3. создание более изящных контуров при увеличении длины пролетов конструкций, работающих на изгиб (большепролетные мосты);
4. сокращение расхода бетона и арматуры и, соответственно, транспортировочной и монтажной массы, более высокая начальная прочность, более ранняя распалубка и предварительное обжатие, что обеспечивает возможность более ранней эксплуатации элемента;
5. более высокая износостойкость;
6. повышенная коррозионная защита арматуры за счет чрезвычайно медленного распространения карбонизации;
7. повышенная стойкость к химически активным веществам [1].

Согласно источникам [2], значительная часть несущих конструкций промышленных и транспортных сооружений выполняется из сборного железобетона. Применение высокопрочных бетонов с достаточно высоким коэффициентом однородности позволяет

сократить расход материалов, снизить вес и стоимость конструкций, одновременно уменьшить трудоемкость их изготовления и монтажа. При изготовлении ферм из высокопрочного бетона возрастает несущая способность ферм различных пролетов. Расчетные характеристики бетонов различных классов представлены в таблице.

Таблица 1

Расчетные характеристики бетонов различных классов

Класс бетона	Осевое сжатие $R_b$ , МПа	Осевое растяжение $R_{bt}$ , МПа	Начальный модуль упругости $E_b$ , МПа
Бетон В30	17	1,15	32500
Бетон В100	47,5	2,20	43000

### Программа исследований

Для оценки эффективности применения высокопрочного бетона в стропильных конструкциях одноэтажных промышленных зданий (ОПЗ), был выполнен расчет ферм двух различных пролетов: 18 м (рис. а), 24 м (рис. б), при трех различных шагах поперечных колонн. Сравнительный анализ расчетов производился по следующим признакам: 1) рассматривались фермы одинакового пролета, с одинаковым шагом поперечных рам, с различными классами бетона; 2) рассматривались температурные блоки при различных пролетах и различных шагах поперечных рам.

Разделение на вышеуказанные признаки позволило ответить на ряд следующих вопросов: а) целесообразность применения высокопрочного бетона в отдельных рассматриваемых элементах; б) наличие общей экономии материалов в стропильных конструкциях рассматриваемых температурных блоков.

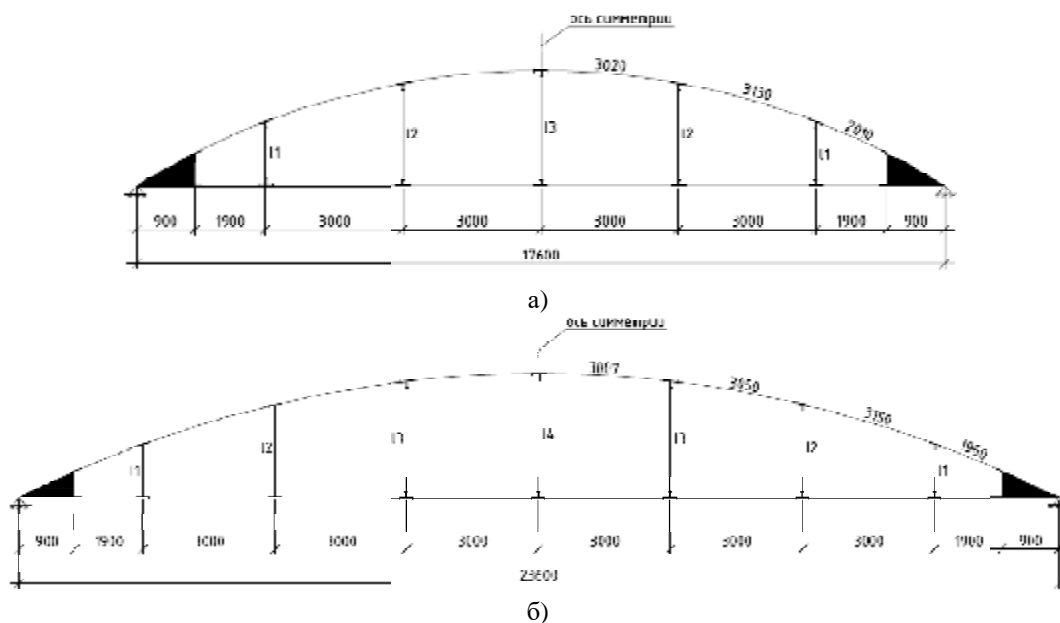


Рис. Геометрические схемы ферм:

а) ферма пролетом 18 м; б) ферма пролетом 24 м (иллюстрация авторов)

### Численные исследования

Исследование выполнено для следующих типов конструкций:

1. Безраскосная ферма пролетом 18 м, с шагом поперечных рам 6 м, выполненная из бетона класса В30;
2. Безраскосная ферма пролетом 18 м, с шагом поперечных рам 6 м, выполненная из бетона класса В100;
3. Безраскосная ферма пролетом 24 м, с шагом поперечных рам 6 м, выполненная из бетона класса В30;

4. Безраскосная ферма пролетом 24 м, с шагом поперечных рам 6 м, выполненная из бетона класса В100;

5. Безраскосная ферма пролетом 24 м, с шагом поперечных рам 12 м, выполненная из бетона класса В100;

6. Безраскосная ферма пролетом 24 м, с шагом поперечных рам 12 м, выполненная из бетона класса В30;

7. Безраскосная ферма пролетом 24 м, с шагом поперечных рам 18 м, выполненная из бетона класса В30;

8. Безраскосная ферма пролетом 24 м, с шагом поперечных рам 18 м, выполненная из бетона класса В100.

Для каждого типа фермы создана расчетная схема в программном комплексе ЛИРА-САПР. Были заданы следующие загрузки: собственный вес конструкций, вес кровельного пирога, снеговая нагрузка и снеговой мешок. Из полученных расчетных схем были выявлены усилия для расчета и конструирования поясов и стоек ферм. Расчет выполнен инженерным методом. Для последующего варьирования основных изменяемых параметров (класса бетона, сечения поясов стропильных конструкций, пролета), был прописан алгоритм расчета в программе Microsoft Excel.

Для подсчета, сравнения и анализа расхода материала для каждого расчетного случая (п. 1-8) был выполнен расчет и конструирование. Пример конструирования фермы пролетом 24 м, с шагом поперечных рам 6 м и классом бетона В30 представлен в табл. 2

Таблица 2

**Конструирование безраскосной фермы пролетом 24 м,  
с шагом поперечных рам 6 м, выполненной из бетона класса В30**

Элемент фермы	Назначение арматуры	Наименование	Кол-во	Масса 1 дет., кг	Кол-во изделий	Масса изделия, кг	Вес фермы, кг
1	2	3	4	5	6	7	8
Нижний пояс	Рабочая нижняя	ф8 К1500 l=8140 мм	12	38,58	3	115,75	787,37
	Рабочая верхняя	ф8 К1500 l=8140 мм	6	19,29	3	57,87	
	Хомуты	ф5 В500 l=1220 мм	3	0,53	4	2,11	
	Хомуты	ф5 В500 l=310 мм	7	0,31	4	1,24	
	Хомуты	ф5 В500 l=2020 мм	3	0,87	12	10,47	
	Хомуты	ф5 В500 l=310 мм	11	0,49	12	5,85	
Верхний пояс	Рабочая нижняя	ф22 А400 l=11700 мм	3	104,80	2	209,60	
	Рабочая верхняя	ф22 А400 l=11700 мм	3	104,80	2	209,60	
	Поперечная	ф5 В500 l=210 мм	60	3,63	2	7,26	
	Поперечная	ф4 В500 l=220 мм	60	2,43	2	4,86	
Стойка, 11	Рабочая нижняя	ф20 А400 l=1360 мм	2	6,72	2	13,43	
	Рабочая верхняя	ф20 А400 l=1360 мм	2	6,72	2	13,43	
	Хомуты	ф4 В500 l=700 мм	6	0,39	2	0,77	
Стойка 12	Рабочая нижняя	ф20 А400 l=2310 мм	2	11,37	2	22,75	
	Рабочая верхняя	ф20 А400 l=2310 мм	2	11,37	2	22,75	
	Хомуты	ф4 В500 l=700 мм	9	0,58	2	1,16	
Стойка 13	Рабочая нижняя	ф20 А400 l=2860 мм	2	14,08	2	28,16	
	Рабочая верхняя	ф20 А400 l=2860 мм	2	14,08	2	28,16	
	Хомуты	ф4 В500 l=700 мм	11	0,71	2	1,42	
Центр. стойка, 14	Рабочая нижняя	ф20 А400 l=3040 мм	2	14,97	1	14,97	
	Рабочая верхняя	ф20 А400 l=3040 мм	2	14,97	1	14,97	
	Хомуты	ф4 В500 l=700 мм	12	0,77	1	0,77	

Расчет и конструирование других типов ферм представлено в сводных сравнительных таблицах.

### Анализ результатов

Рассматривая фермы одинакового пролета, с одинаковым шагом поперечных рам, но различными классами бетона, наблюдается снижение расхода материалов при использовании высокопрочного бетона. Сводный сравнительный анализ экономии материалов представлен в табл. 3-4.

Таблица 3

Расход бетона для различных типов ферм

Ферма	Бетона класса В30							Бетона класса В100							Экономия		
	Сечение элементов							Объем бетона, м <sup>3</sup>	Сечение элементов							М <sup>3</sup>	
	Нижний пояс		Верхний пояс		Стойки		Объем бетона, м <sup>3</sup>		Нижний пояс		Верхний пояс		Стойки		Объем бетона, м <sup>3</sup>		%
	b	h	b	h	b	h			b	h	b	h	b	h			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16		
Пролет 18 м, шаг поперечных рам 6 м	0,24	0,28	0,24	0,25	0,24	0,25	3,19	0,2	0,16	0,2	0,18	0,2	0,25	2,06	1,13 35,42		
Пролет 24 м, шаг поперечных рам 6 м	0,24	0,28	0,24	0,25	0,24	0,25	4,28	0,2	0,18	0,2	0,2	0,2	0,25	2,91	1,37 32,01		
Пролет 24 м, шаг поперечных рам 12 м	0,28	0,46	0,28	0,42	0,28	0,35	7,58	0,2	0,34	0,2	0,28	0,2	0,28	4,05	3,53 46,57		
Пролет 24 м, шаг поперечных рам 18 м	0,28	0,46	0,28	0,42	0,28	0,35	7,58	0,28	0,2	0,28	0,25	0,28	0,25	4,51	3,07 40,50		

Применение высокопрочного бетона класса В100, по сравнению с обычным бетоном класса В30, позволяет сократить расход бетона на 32-47 %, расход арматуры – на 7-43 %. Наибольшая экономическая эффективность достигается в фермах больших пролетов, максимальная экономия бетона: при шаге поперечных рам – 12 м, арматуры: при шаге поперечных рам 6 м. Более того, варьируя сечениями поясов ферм, можно добиться положительной экономии и для бетона и для арматуры, находя компромисс, учитывая стоимость материалов. Как видно из табл. 3, процент экономии бетона, при использовании класса В100, не меняется в значительной степени при изменении пролета или шага поперечных колонн, в то время как расход арматуры имеет значительные отклонения при различных варьируемых параметрах. Таким образом, на одной стропильной конструкции наблюдается экономия бетона с 1,13 м<sup>3</sup> до 3,53 м<sup>3</sup>, арматуры – до 345 кг.

Таблица 4

## Расход арматуры для различных типов ферм

Тип ферм	Обычный бетон, класса В30				Обычный бетон, класса В30				Экономия, %
	Диаметр рабочей арматуры			Расход арматуры, кг	Диаметр рабочей арматуры			Расход арматуры, кг	
	Нижний пояс	Верхний пояс	Стойки		Нижний пояс	Верхний пояс	Стойки		кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пролет 18 м, шаг поперечных рам 6 м	10 Ø8 K1500	2 Ø16 A400	2 Ø18 A400	312,90	10 Ø10 K1500	2 Ø10 A400	2 Ø18 A400	280,28	32,62
	2 Ø10 K1500	2 Ø16 A400	2 Ø18 A400		2 Ø12 K1500	2 Ø10 A400	2 Ø18 A400		10,42
Пролет 24 м, шаг поперечных рам 6 м	12 Ø8 K1500	3 Ø22 A400	2 Ø20 A400	787,37	10 Ø10 K1500	2 Ø12 A400	2 Ø20 A400	446,91	340,5
	6 Ø8 K1500	3 Ø22 A400	2 Ø20 A400		2 Ø10 K1500	2 Ø12 A400	2 Ø20 A400		43,24
Пролет 24 м, шаг поперечных рам 12 м	6 Ø14 K1500	4 Ø20 A400	2 Ø22 A400	986,63	4 Ø18 K1500	2 Ø22 A400	3 Ø20 A400	856,49	130,1
	4 Ø14 K1500	4 Ø20 A400	2 Ø22 A400		4 Ø14 K1500	2 Ø22 A400	3 Ø20 A400		13,19
Пролет 24 м, шаг поперечных рам 18 м	6 Ø18 K1500	5 Ø28 A500	2 Ø25 A400	1879,7	6 Ø20 K1500	5 Ø22 A500	4 Ø20 A400	1743,9	135,8
	6 Ø14 K1500	5 Ø28 A500	2 Ø25 A400		6 Ø12 K1500	5 Ø22 A500	4 Ø20 A400		7,23

Полученные результаты позволили выявить эффективность применения высокопрочных бетонов в стропильных фермах. Для оценки общей экономии подсчитан расход и стоимость материалов ферм для одного температурного блока промышленного здания. Учитывая рассчитанные конструкции, рассмотрены участки здания со следующими габаритами:

1. 72×72 м, шаг колонн в поперечном направлении 6 м, пролет 18 м;
2. 72×72 м, шаг колонн в поперечном направлении 6 м, пролет 24 м;
3. 72×72 м, шаг колонн в поперечном направлении 12 м, пролет 24 м;
4. 72×72 м, шаг колонн в поперечном направлении 18 м, пролет 24 м (в данном случае, выбрано конструктивное решение без применения подстропильных конструкций).

Анализ выполнен для классов бетона на сжатие В30 и В100. Полученные данные представлены ниже в табл. 5-8.

Таблица 5

**Экономия материалов на температурный блок 72×72 м,  
шаг колонн в поперечном направлении 6 м, пролет 18 м**

Элемент каркаса	Класс бетона В30				Класс бетона В100				Экономия, м <sup>3</sup>	Экономия, руб.
	Бетон									
	Расход бетона м <sup>3</sup> , на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход бетона всего, м <sup>3</sup>	Стоимость бетона, руб.	Расход бетона м <sup>3</sup> , на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход бетона всего, м <sup>3</sup>	Стоимость бетона, руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ФБ-18	3,19	52	165,88	713284,00	2,06	52	107,1	552203,60	59	161080,40
Элемент каркаса	Класс бетона В30				Класс бетона В100				Экономия, кг.	Экономия руб.
	Арматура									
	Расход арматуры, кг. на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход арматуры всего, кг.	Стоимость арматуры, руб.	Расход арматуры, кг. на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход арматуры всего, кг.	Стоимость арматуры, руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ФБ-18	312,9	52	16271	699644,40	280,28	52	14574,5	626706,08	1696,24	72938,32
Итого экономия, руб.									<b>234018,72</b>	

Таблица 6

**Экономия материалов на температурный блок 72×72 м,  
шаг колонн в поперечном направлении 6 м, пролет 24 м**

Элемент каркаса	Класс бетона В30				Класс бетона В100				Экономия, м <sup>3</sup>	Экономия руб.
	Бетон									
	Расход бетона м <sup>3</sup> , на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход бетона всего, м <sup>3</sup>	Стоимость бетона, руб.	Расход бетона м <sup>3</sup> , на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход бетона всего, м <sup>3</sup>	Стоимость бетона, руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ФБ-24	4,28	39	166,92	717756,00	2,91	39	113,49	585040,95	53,43	132715,05
Элемент каркаса	Класс бетона В30				Класс бетона В100				Экономия, кг.	Экономия руб.
	Арматура									
	Расход арматуры, кг. на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход арматуры всего, кг.	Стоимость арматуры, руб.	Расход арматуры, кг. на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход арматуры всего, кг.	Стоимость арматуры, руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ФБ-24	787,37	39	30707,43	1320420,0	446,91	39	17429,49	749468,07	13277,94	570951,42
Итого экономия, руб.									<b>703666,47</b>	

Таблица 7

**Экономия материалов на температурный блок 72×72 м,  
шаг колонн в поперечном направлении 12 м, пролет 24 м**

Элемент каркаса	Класс бетона В30				Класс бетона В100				Экономия, м <sup>3</sup>	Экономия руб.
	Бетон									
	Расход бетона м <sup>3</sup> , на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход бетона всего, м <sup>3</sup>	Стоимость бетона, руб.	Расход бетона м <sup>3</sup> , на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход бетона всего, м <sup>3</sup>	Стоимость бетона, руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ФБ-24	7,58	21	159,18	684474,00	4,05	21	85,05	438432,75	74,13	246041,25
Элемент каркаса	Класс бетона В30				Класс бетона В100				Экономия, кг.	Экономия, руб.
	Арматура									
	Расход арматуры, кг. на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход арматуры всего, кг.	Стоимость арматуры, руб.	Расход арматуры, кг. на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход арматуры всего, кг.	Стоимость арматуры, руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ФБ-24	986,63	21	20719,2	890926,89	856,49	21	17986,3	773410,47	2732,94	117516,42
Итого экономия, руб.									<b>363557,67</b>	

Таблица 8

**Экономия материалов на температурный блок 72×72 м,  
шаг колонн в поперечном направлении 18 м, пролет 24 м**

Элемент каркаса	Класс бетона В30				Класс бетона В100				Экономия, м <sup>3</sup>	Экономия руб.
	Бетон									
	Расход бетона м <sup>3</sup> , на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход бетона всего, м <sup>3</sup>	Стоимость бетона, руб.	Расход бетона м <sup>3</sup> , на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход бетона всего, м <sup>3</sup>	Стоимость бетона, руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ферма ФБ-24	7,58	15	113,7	488910,00	4,51	15	67,65	348735,75	46,05	140174,25
Элемент каркаса	Класс бетона В30				Класс бетона В100				Экономия, кг	Экономия руб
	Арматура									
	Расход арматуры, кг. на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход арматуры всего, кг.	Стоимость арматуры, руб.	Расход арматуры, кг. на элемент	Кол-во элементов на темп. блок	Расход арматуры всего, кг.	Стоимость арматуры, руб.		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ферма ФБ-24	1879,74	15	28196,1	1212432	1743,93	15	26158,95	1124834,85	2037,15	87597,45
Итого экономия, руб.									<b>227771,70</b>	

Наибольшая экономия, при использовании бетонов высокой прочности, по сравнению с обычными бетонами, достигается при шаге колонн 6 м и пролете – 24 м. Это

достигается за счет меньших нагрузок, приходящихся на стропильные конструкции, по сравнению с большим шагом колонн, вследствие чего уменьшается и расход арматуры. Кроме того, в данном случае, наблюдается наименьшая общая стоимость конструкций. Общая экономия для данного случая составила 703666,47 руб. или 34,5 %, по сравнению с фермами, выполненными из класса бетона В30.

Таким образом, наиболее целесообразным вариантом компоновки каркаса промышленного здания является: шаг колонн в поперечном направлении 18 м, пролет 24 м, с применением подстропильных конструкций, что позволит уменьшить действующие нагрузки.

### **Заключение**

С повышением класса бетона в фермах ОПЗ существенно снижается расход материалов, общий вес конструкции, габариты поясов. Так объем бетона возможно снизить на 32-47 %, расход арматуры – с 7 до 43 %. Выбор бетона класса В100, позволяет перекрывать большие пролеты, без существенного увеличения объема бетона и расхода арматуры. За счет увеличения несущей способности, становится возможным увеличение полезной нагрузки. Учитывая вышесказанное, уменьшается трудоемкость изготовления и монтажа стропильных конструкций одноэтажных промышленных зданий, а также их общая стоимость.

### **Список библиографических ссылок**

1. Мещерин В. С. Высокопрочные и сверхпрочные бетоны: технологии производства и сферы применения // *СтройПРОФИль*. 2008. № 8 (70). С. 32–35.
2. Берг О. Я., Щербаков Е. Н., Писанко Г. Н. Высокопрочный бетон. М. : Издательство литературы по строительству, 1971. С. 192–195.
3. Аналитическое описание диаграммы деформирования высокопрочных бетонов // *IVDON.RU* : ежедн. интернет-изд. 2013. URL: <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1818> (дата обращения 11.04.2019).
4. Мкртчян А. М., Аксенов В. Н., Маилян Д. Р., Блягоз А. М., Сморгунова М. В. Особенности конструктивных свойств высокопрочных бетонов // *Новые технологии*. 2013. № 3. С. 135–143.
5. Опыт и перспективы использования высокопрочных и сверхвысокопрочных бетонов // *WEB.SNAUKA.RU*: ежедн. интернет-изд. 2017. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2017/02/78781> (дата обращения 11.04.2019).
6. Хозин В. Г., Никитин Г. П. Татарский монолит потяжелеет // *Строительство*. 2017. № 12. С. 44–46.
7. Тезисы докладов : сб. научных трудов 69-й Международной научной конференции по проблемам архитектуры и строительства, Казань, 2017. 31 с.
8. Kovačević I., Džidić S. High-strength concrete (HSC) material for high-rise buildings // 12th Scientific Research Symposium with International Participation «Metallic and Nonmetallic Materials: production-properties-application». 2018. № 12. P. 214–223.
9. Abid F., Patil R.C. Development of High Performance Concrete // *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*. 2018. № 2. P. 1465–1479.
10. Sohoni V., Jain S., Bajaj S., Shekar H., Kumar Verma S. High Performance Concrete // *International Journal for Innovative Research in Science & Technology*. 2017. Vol. 4. № 1. P. 27–35.
11. Choi E. S., Lee J. W., Kim S. J., Kwark J. W. A Study on the Bond Strength between High Performance Concrete and Reinforcing Bar // *Engineering*. 2015. Vol. 7. № 7. P. 373–378.

### **Mirsayapov Ilshat Talgatovich**

doctor of technical science, associate professor

E-mail: [mirsayapovit@mail.ru](mailto:mirsayapovit@mail.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st. 1



**Akhmetzyanov Danis Railevich**

engineer

E-mail: [danis2803@mail.ru](mailto:danis2803@mail.ru)

LLC «Sovremennyye tekhnologii upravleniya»

The organization address: 420005 Russia, Kazan, Gagarin st., 87/68

**Evaluation of the effectiveness of high-strength concrete  
in truss structures of one-story industrial buildings****Abstract**

*Problem statement.* The purpose of the study is to identify and evaluate the economic feasibility of the use of high-strength concrete in the truss structures of one-story industrial buildings. There is considered one temperature block of the building for the assessment of the economic effect.

*Results.* The main results of the research consist in confirming the hypothesis about the possibility of reducing the total cost in the trusses from high-strength concrete. There was calculation and design of truss structures of various spans, with different steps of transverse frames. The highest economic efficiency was achieved with constructions, with a span of 24 m, with a column spacing of 6 m. The construction of trusses made of concrete of class B100 made it possible to obtain a reduction in the consumption of materials, as a result of which the savings amounted to about 703670,00 rubles on one temperature block of an industrial building or 34,5 %, as compared with structures made of concrete of class B30.

*Conclusions.* The significance of the results obtained for the construction industry is to confirm the effectiveness of the use of high-strength concrete in the truss structures of single-story industrial buildings. The use of concrete class B100 in trusses gave opportunity to reduce the total cost of structures, consumption of reinforcement and concrete.

**Keywords:** high-strength concrete, truss construction, one-story industrial building, truss, the class of concrete B100.

**References**

1. Meshcherin V. S. High-strength and heavy duty concretes: production technologies and applications // *StroyPROFII*. 2008. № 8 (70). P. 32–35.
2. Berg O. Ya., Scherbakov E. N., Pisanko G. N. High-strength concrete. M. : Izdatel'stvo literatury po stroitel'stvu, 1971. P. 192–195.
3. Analytical description of the high-strength concrete strain diagram // *IVDON.RU : daily. internet-edit.* 2013. URL <http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1818> (reference date: 11.04.2019).
4. Mkrtchyan A. M., Aksenov V. N., Mailyan D. R., Blyagoz A. M., Smorgunova M. V. Features of the structural properties of high strength concrete // *Novye tekhnologii.* 2013. № 3. P. 135–143.
5. Experience and prospects of using high-strength and ultra-high-strength concrete // *WEB.SNAUKA.RU : daily. internet-edit.* 2017. URL: <http://web.snauka.ru/issues/2017/02/78781> (reference date: 11.04.2019).
6. Khozin V. G., Nikitin G. P. Tatar monolith becomes heavy // *Stroitel'stvo.* 2017. № 12. P. 44–46.
7. Theses of reports : proc. of the 69<sup>th</sup> International Scientific Conference on Architecture and building construction, Kazan, 2017. 31 p.
8. Kovačević I., Džidić S. High-strength concrete (HSC) material for high-rise buildings // 12<sup>th</sup> Scientific Research Symposium with International Participation «Metallic and Nonmetallic Materials: production-properties-application». 2018. № 12. P. 214–223.
9. Abid F., Patil R. C. Development of High Performance Concrete // *International Journal of Trend in Scientific Research and Development.* 2018. № 2. P. 1465–1479.
10. Sohoni V., Jain S., Bajaj S., Shekar H., Kumar Verma S. High Performance Concrete // *International Journal for Innovative Research in Science & Technology.* 2017. Vol. 4. № 1. P. 27–35.
11. Choi E. S., Lee J. W., Kim S. J., Kwark J. W. A Study on the Bond Strength between High Performance Concrete and Reinforcing Bar // *Engineering.* 2015. Vol. 7. № 7. P. 373–378.