

УДК 691

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРОИЗВОДСТВА И ВЫБОРЕ ПОСТАВЩИКА БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД

А.Ю. Тарасова, Д.Э. Тарасов

ABOUT FEATURES OF PRODUCTION AND THE CHOICE OF THE SUPPLIER OF CONCRETE MIXES DURING THE WINTER PERIOD

A.Yu. Tarasova, D.E. Tarasov

Аннотация. Рассматриваются особенности изготовления бетонной смеси тяжёлой (БСТ) в зимнее время на уровне бетонного завода. Приводятся требования и дан ряд рекомендаций к технологии производства БСТ при отрицательной температуре наружного воздуха. Особое внимание уделено задаче выбора надёжного поставщика товарного бетона. Для ее решения представлена методика определения наилучшего завода-изготовителя бетонной смеси с использованием метода БОФа на принципах логистики. Изложенный материал с точки зрения прикладной ценности позволяет получить ряд содержательно значимых выводов для строительной отрасли.

Ключевые слова: бетонная смесь; зимнее бетонирование; бетонный завод; выбор поставщика; метод БОФа.

Abstract. Features of production of the concrete mix of the heavy (BST) in winter time at the level of concrete plant are considered. Requirements are provided and number of recommendations to production technique of BST at negative outside temperature is given. The special attention is paid to problem of choice of the reliable supplier of commodity concrete. For its decision the technique of definition of the best manufacturer of concrete mix with use of the BOF method is presented on the principles of logistics. The stated material from the point of view of applied value allows to receive row is informative significant conclusions for building sector.

Key words: concrete mix; winter concreting; concrete plant; choice of the supplier; BOF method.

Введение

В современных экономических реалиях производство строительных работ – весьма сложный процесс. Обеспечение высокого качества бетонных и железобетонных работ на строительном объекте, выполняемых при отрицательных температурах окружающего воздуха, вызывает необходимость соблюдения дополнительных требований.

Вопросы осуществления процессов производства в зимнее время всегда были востребованы, а в условиях снижения профессионализма строителей становятся всё более актуальными. Зимой основополагающее значение имеют приготовление и транспортировка бетонных смесей к месту укладки.

1. Особенности изготовления бетонных смесей в зимнее время

При выборе бетонного завода строительным организациям следует руководствоваться следующими критериями:

– составляющие бетонных смесей (песок, щебень) предохраняют от попадания снега, образования наледи и замерзания. Большое преимущество в этом имеют заводы, у которых склады хранения песка и щебня закрытого типа, а также имеются крышки на расходных бункерах;

– цемент хранится в закрытых ёмкостях. При производстве в зимнее время рекомендуется применять алитовые высокоалюминатные цементы. Интенсивная гидратация и тепловыделение этих цементов обеспечивают быстрое формирование структурной прочности бетона. Расход цемента и время перемешивания в зимнее время обычно увеличивают;

– на бетонных заводах организуют подогрев мелкого и крупного заполнителя и воды затворения до 70 °С, а сам процесс приготовления осуществляют в утеплённом помещении, чем обеспечивают выход бетонной смеси заданной температуры (рис.1.).



Рисунок 1 – Бетонный завод зимнего исполнения

Для подогрева заполнителей используют специальные регистры, через которые пропускают разогретую до 90 °С воду или пар. Воду подогревают преимущественно паром в водонагревателях, откуда её подают в расходные баки, устанавливаемые в дозировочном отделении, а из них – в дозаторы.

Для получения заданной температуры бетонную смесь можно готовить в бетоносмесителях принудительного действия с пароподогревом. Однако на сегодняшний момент еще встречаются бетоносмесительные узлы летнего исполнения, у которых бетоносмеситель не утеплён. Получение тёплого бетона на таких установках (рис.2) в зимний период невозможно.



Рисунок 2 – Бетонный завод летнего исполнения

Чтобы довести и уложить в конструкцию бетонную смесь, в неё вводят противоморозные добавки. Известно, что содержание в воде солей резко снижает температуру её замерзания. Если в процессе приготовления в бетонную смесь ввести определенное количество растворенных солей, то процесс твердения будет протекать и при температуре ниже 0 °С, что позволит довести и уложить бетонную смесь без опасения замерзания продукта.

В настоящее время почти у всех известных производителей строительной химии имеются свои линейки противоморозных добавок. Их выбор и оптимальная дозировка зависят от вида бетонируемой конструкции, степени её армирования, наличия агрессивных сред и блуждающих токов, температуры окружающей среды, длительности и протяжённости перевозки. Совокупность данных факторов влияет на конечные свойства бетонной продукции [1].

Транспортировку бетонной смеси зимой предпочтительно осуществлять максимально загруженными утеплёнными автобетоносмесителями для предотвращения снижения температуры бетонной смеси ниже требуемой по расчету при её укладке в конструкцию [2].

2. Методика выбора наилучшего поставщика бетонной смеси

Исходя из вышесказанного выбор поставщика бетонной смеси является одной из приоритетных задач заказчика. В рамках данной статьи предлагается методика выбора надёжного поставщика, способного производить бетонную смесь в зимний период в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Задача выбора поставщика является многофакторной. Для оценки каждого из них воспользуемся системой наиболее важных показателей:

1. Наличие складов и расходных бункеров закрытого типа для заполнителей;
2. Возможность увеличения расхода цемента;
3. Осуществление подогрева воды и заполнителей;
4. Применение противоморозных добавок;
5. Осуществление перемешивания бетонной смеси в утепленном помещении (зимнее исполнение завода) с возможностью увеличения времени перемешивания;
6. Обеспечение необходимого уровня температуры бетонной смеси на выходе;
7. Цена продукции;
8. Удалённость от строительного объекта.

Рассмотрим условный строительный объект в Центральном регионе России, для которого необходимо выбрать поставщика бетонной смеси для производства работ в зимнее время.

На основании удалённости от строительного объекта было выбрано 6 бетонных заводов. Для бесперебойной работы строительного объекта необходимо выбрать не менее двух наилучших поставщиков бетонной смеси.

Данную задачу решим с использованием методом БОФа с учётом отобранных показателей. Метод БОФа представляет собой процедуру принятия решения на множестве альтернатив по множеству показателей и представляет собой метод многомерной оптимизации [3, 4, 5].

В табл.1 приведены ранговые оценки (R_{ji}) поставщиков по каждому показателю, полученные методом экспертного анализа (меньшее значение ранга предпочтительнее большего). Экспертами в данном случае могут выступать руководители предприятий, технологи, начальники лабораторий и другие технические специалисты.

Таблица 1 – Система показателей и их ранговые оценки (R_{ji}) по каждому поставщику

Показатели (W_i)	Поставщики					
	П1	П2	П3	П4	П5	П6
Наличие складов и расходных бункеров закрытого типа для заполнителей (W_1)	5	4	3	2	1	6
Возможность увеличения расхода цемента (W_2)	6	1	2	4	3	5
Осуществление подогрева воды и заполнителей (W_3)	1	5	2	3	4	6
Применение противоморозных добавок (W_4)	1	4	5	6	2	3
Осуществление перемешивания бетонной смеси в утепленном помещении (зимнее исполнение завода) с возможностью увеличения времени перемешивания (W_5)	6	3	4	1	5	2
Обеспечение необходимого уровня температуры бетонной смеси на выходе (W_6)	6	5	2	1	3	4
Цена продукции (W_7)	3	1	5	6	4	2
Удалённость от строительного объекта (W_8)	2	5	1	6	3	4

Проранжируем показатели W_i по важности (табл.2):

Таблица 2 – Ранжирование показателей по важности (R_i)

W_i	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8
R_i	1	2	3	4	6	5	8	7

Определим весовые коэффициенты показателей (1) [4] и внесём результаты в табл.3:

$$C_i = 1 - \frac{R_i - 1}{M}, \quad (1)$$

где M – число показателей, $M = 8$.

Таблица 3 – Весовые коэффициенты показателей (C_i)

W_i	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8
C_i	1	0,875	0,75	0,625	0,375	0,5	0,125	0,25

Пронормируем значения весовых коэффициентов показателей их суммой (2) [4] и внесём результаты в табл.4:

$$C_i^* = \frac{C_i}{\sum C_i}. \quad (2)$$

Таблица 4 – Нормированные значения весовых коэффициентов показателей (C_i^*)

W_i	W_1	W_2	W_3	W_4	W_5	W_6	W_7	W_8
C_i^*	0,222	0,194	0,166	0,138	0,083	0,111	0,027	0,055

Проверка (3) [4]:

$$\sum C_i^* = 1. \quad (3)$$

Рассчитаем весовые коэффициенты поставщиков по каждому показателю (4) [4] и внесём результаты в табл.5:

$$C_{ji} = 1 - \frac{R_{ji} - 1}{K}, \quad (4)$$

где: K – число поставщиков, $K = 6$.

Таблица 5 – Весовые коэффициенты поставщиков по каждому показателю (C_{ji})

Показатели (W_i)	Поставщики					
	П1	П2	П3	П4	П5	П6
W_1	0,333	0,5	0,666	0,833	1	0,166
W_2	0,166	1	0,833	0,6	0,666	0,333
W_3	1	0,333	0,833	0,666	0,5	0,166
W_4	1	0,5	0,333	0,166	0,833	0,666
W_5	0,166	0,666	0,5	1	0,333	0,833
W_6	0,166	0,333	0,833	1	0,666	0,5
W_7	0,666	1	0,333	0,166	0,5	0,833
W_8	0,833	0,333	1	0,166	0,666	0,5

Пронормируем весовые коэффициенты поставщиков по каждому показателю (5) [4]. Для этого просуммируем по строкам значения весовых коэффициентов из табл.5 и разделим каждое значение C_{ji} по строке на эту сумму. Полученные результаты внесём в табл.6:

$$\hat{C}_{ji} = \frac{C_{ji}}{\sum C_{ji}}. \quad (5)$$

Таблица 6 – Нормированные значения весовых коэффициентов поставщиков (\hat{C}_{ji})

Показатели (W_i)	Поставщики					
	П1	П2	П3	П4	П5	П6
W_1	0,095	0,142	0,190	0,238	0,285	0,047
W_2	0,047	0,285	0,238	0,142	0,190	0,095
W_3	0,285	0,095	0,238	0,190	0,142	0,047
W_4	0,285	0,142	0,095	0,047	0,238	0,190
W_5	0,047	0,190	0,142	0,285	0,095	0,238
W_6	0,047	0,095	0,238	0,285	0,190	0,142
W_7	0,190	0,285	0,095	0,047	0,142	0,238
W_8	0,238	0,095	0,285	0,047	0,190	0,142

Проверка (6) [4]:

$$\sum \hat{C}_{ji_(\text{по_строке})} = 1. \quad (6)$$

Рассчитаем значение обобщённого показателя привлекательности поставщика (7) [4]:

$$\text{ОППП}_i = \sum \left(C_i^* \cdot \hat{C}_{ji_[\text{по_столбцу_П}_j]} \right). \quad (7)$$

Получим:

$$\text{ОППП}_1 = 0,145;$$

$$\text{ОППП}_2 = 0,162;$$

$$\text{ОППП}_3 = 0,198;$$

$$\text{ОППП}_4 = 0,178;$$

$$\text{ОППП}_5 = 0,201;$$

$$\text{ОППП}_6 = 0,113;$$

$$\sum \text{ОППП} = 1.$$

По критерию наибольшего результата ОППП выберем двух поставщиков.

Благодаря вышеприведенным вычислениям можно отобрать двух поставщиков (из шести), имеющих наибольшую привлекательность для строительного объекта, а именно: поставщика № 5 и поставщика № 3.

Примечание: если появились дополнительные соображения или информация по поставщикам, то можно любого из них заменить на оставшихся.

Данная процедура выбора поставщиков не имеет ограничений на размерность решаемой задачи (число рассматриваемых заводов и принимаемых показателей) [4].

Заключение

В результате исследования представим следующие выводы:

1. Для изготовления бетонной смеси в зимнее время завод должен быть подготовлен и соответствовать всем необходимым техническим требованиям производства работ при отрицательных температурах;

2. Бетоносмесительный узел на заводе должен быть готов выпускать в зимнее время тёплую бетонную смесь согласно СП 70.13330.2012 «Несущие и ограждающие конструкции»;

3. Для предотвращения замерзания бетонной смеси при транспортировании и укладке в конструкцию необходимо применение противоморозных добавок;

4. Для предотвращения теплотерь бетонной смеси её следует транспортировать в автотранспортных средствах с утеплёнными узлами по маршруту, обеспечивающим минимальные сроки доставки;

5. Выбор надёжного поставщика, удовлетворяющего необходимым параметрам, в том числе для производства бетонной смеси при отрицательной температуре наружного воздуха, является важнейшей задачей. Её решение возможно путём применения экономико-математических методов и моделей на принципах логистики, в частности, с помощью приведённой в работе методики. Это позволит лицу, принимающему решение, определить наиболее подходящего партнера-поставщика и организовать процесс поставки продукта необходимого качества с минимальными затратами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Тарасова А.Ю. Зимнее бетонирование. Как правильно? // Технологии бетонов, 2015. № 11-12. С. 40–43.
2. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с Изменением N 1). М.: Госстрой, ФАУ «ФЦС», 2013.
3. Быстров О.Ф. Метод БОФа в экономике и менеджменте. Теория, прикладные задачи. Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2015. 96 с.
4. Тарасов Д.Э. Логистический подход к организации материально-технического обеспечения строительного объекта на примере доставки бетонной смеси // Инновационное развитие науки и образования: монография / Под общ. ред. Г.Ю. Гуляева. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. С. 189–203.
5. Быстров О.Ф., Тарасов Д.Э. Инновационные приложения индексного анализа // Экономика и управление в XXI веке: актуальные вопросы, достижения и инновации: монография / Под общ. ред. Г.Ю. Гуляева. Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение», 2017. С. 143-161.

REFERENCES

1. Tarasova A.Yu. *Zimnee betonirovanie. Kak pravil'no?* [Winter concreting. How it is correct?]. *Tekhnologii betonov*, 2015. No. 11-12, pp. 40–43.
2. *SP 70.13330.2012 Nesushchie i ograzhdayushchie konstrukcii. Aktualizirovannaya redakciya SNiP 3.03.01-87 (s Izmeneniem N 1)* [SP 70.13330.2012 «Load-bearing and separating constructions»]. Moscow: Gosstroj Publ., FAU FCS Publ., 2013.
3. Bystrov O.F. *Metod BOFa v ehkonomie i menedzhmente. Teoriya, prikladnye zadachi* [The BOF method in economy and management]. Saarbrücken: Saarbrücken : Palmarium Academic Publ., 2015. 96 p.
4. Tarasov D.E. *Logisticheskij podhod k organizacii material'no-tekhnicheskogo obespecheniya stroitel'nogo ob"ekta na primere dostavki betonnoj smesi* [Logistic approach to the organization of logistics of construction object on the example of delivery of concrete mix]. *Innovacionnoe razvitie nauki i obrazovaniya: monografiya / Pod obshch. red. G.YU. Gulyaeva*. Penza: MCNS «Nauka i Prosveshchenie» Publ., 2017, pp. 189–203.
5. Bystrov O.F., Tarasov D.E. *Innovacionnye prilozheniya indeksnogo analiza* [The innovation appendices of the index analysis]. *Ekonomika i upravlenie v XXI veke: aktual'nye voprosy, dostizheniya i innovacii: monografiya / Pod obshch. red. G.YU. Gulyaeva*. Penza: MCNS «Nauka i Prosveshchenie» Publ., 2017, pp. 143-161.



ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Тарасова Анна Юрьевна

Лаборатория по контролю качества строительных материалов и конструкций в мостостроении (ООО «Лаборатория ККМ»), г. Москва, Россия, кандидат технических наук, генеральный директор,

E-mail: labkkm@mail.ru.

Tarasova Anna Yur'evna

Laboratory KKM, JSC, Moscow, Russia, Candidate of Engineering Sciences, general director,

E-mail: labkkm@mail.ru.

Тарасов Дмитрий Эдуардович

Российский университет транспорта (МИИТ), г. Москва, Россия, аспирант, ассистент кафедры «Логистика и управление транспортными системами»,

E-mail: detarasov@mail.ru.

Tarasov Dmitriy Eduardovich

Russian University of Transport (RUT – MIIT), Moscow, Russia, graduate student, assistant lecturer of cathedra «Logistics and Management of Transport Systems»

E-mail: detarasov@mail.ru.

Телефон для контактов с авторами статьи:

Тарасова А.Ю. – 8(929)942-88-35;

Тарасов Д.Э. – 8(926) 983-19-80