



УДК 678.643.425.033:620.193.8

Бельхадж Саид

инженер-проектировщик

E-mail: say.bel@yandex.ru

ПИ «Союзхимпромпроект» КНИТУ

Адрес организации: 420033, Россия, г. Казань, ул. Димитрова, д. 11

Ибрагимов Руслан Абдирашитович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Технология бетонирования в условиях жаркого климата Марокко

Аннотация

Постановка задачи. Цель статьи – исследование и изучение технологии бетонирования монолитных конструкций в условиях сухого и жаркого климата Марокко и обеспечение долговечности забетонированных конструкций с использованием различных методов технологических решений.

Результаты. Выполнено компьютерное моделирование, в котором проведено сравнение наиболее экономически выгодного способа выдерживания бетона монолитных железобетонных конструкций в условиях сухого и жаркого климата Марокко с использованием пластификаторов и ускорителей твердений.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли заключается в том, что в результате проведенных исследований установлено, что причиной пониженного качества бетона является неплотность стыков опалубочных элементов и высокая температура твердения бетона в условиях сухого и жаркого климата Марокко, вследствие чего происходит быстрое обезвоживание бетона, что замедляет процессы гидратации цемента. В результате быстрого обезвоживания бетона, прочность его снижается, увеличивается его пористость, что приводит к снижению стойкости к карбонизации и водонепроницаемости.

Ключевые слова: бетонирование, сухой и жаркий климат, Марокко.

Введение

Температура в жарких странах, например, в Марокко, достигает высоких значений, влияющих на долговечность бетона, температура может превышать 50°C при очень низкой относительной влажности [1].

Бетонирование в сухом и жарком климате сопровождается сразу несколькими проблемами, особенно в отношении набора прочности [2-4], главным образом из-за чрезмерного испарения воды, которая влияет на различные параметры для оценки долговечности бетона, т.к. температура ускоряет химические реакции. Невысокая долговечность получаемых конструкций напрямую влияет на их структуру и может привести к общему износу здания.

Со временем становится очевидным, что недостатки в строительстве появляются в связи со способом применения и использования некачественных материалов, с отсутствием нормативных требований бетонирования в условиях сухого и жаркого климата. Для решения этих проблем необходимо проводить исследования, сравнение и выбор экономически благоприятного способа выдерживания бетона монолитных железобетонных конструкций, тестировать различные параметры для оценки долговечности бетона, т.к. температура ускоряет химические реакции гидратации портландцемента [5-7].

Объекты и методы исследований

Для вычисления использовались различные данные для получения трех вариантов расчета состава тяжелого бетона при выполнении лабораторных работ по дисциплине ТСП.

В комплексе компьютерной системы ТСП-2727 (автор Косивцов Ю.Г.) для строителей произведен расчет по следующим программам.

Было проведено 6 различных вариаций расчета состава бетона:

- 1) расчет состава обычного тяжелого бетона с ускорителем твердения и пластификатором;
- 2) расчет состава обычного тяжелого бетона без добавок;
- 3) расчет состава обычного легкого бетона с ускорителем твердения и пластификатором;
- 4) расчет состава цементно-песчаного бетона с ускорителем твердения и пластификатором;
- 5) расчет состава цементно-песчаного бетона пластификатором;
- 6) прогнозирование прочности бетона конструкций, забетонированных в условиях летного режима выдерживания.

В качестве суперпластификаторов использовалась добавка С-3, а в качестве ускорителя твердения – добавка сульфата натрия.

Сравнение вариантов показывает, что бетон с ускорителем твердения существенно быстрее набирает прочность, особенно в ранние сроки.

В условиях высокой температуры из бетона быстрее испаряется вода, что образует пористость и это приводит к снижению прочности бетона, а ускорение процесса сокращает время твердения конструкции, что может оказаться более выгодно.

Факторы, влияющие на скорость испарения воды при бетонировании:

- высокая температура окружающей среды;
- увеличение температуры бетона;
- сухой воздух.

На сегодняшний день разработаны конкретные технологические меры во время бетонирования в условиях жаркого климата [8-10]:

1) когда температура окружающей среды во время бетонирования постоянно превышает 23° С, рекомендуется использовать бетон заводского производства или подходящую смесь со специальными добавками;

2) температура бетона во время укладки должна быть как можно ниже и ни в коем случае не должна превышать температуру, предписанную в таблице 1 стандарта CSA A23.1. Особое внимание следует обратить на примечание 1 о бетонах с высокими эксплуатационными характеристиками, ограничивающее температуру бетона максимумом 25°С. При этом следует иметь в виду, что температура бетонной смеси с высокими эксплуатационными характеристиками никогда не должна превышать 25 ° С.

Таблица 1

Температура бетона при бетонировании

Толщина конструкции, м	Минимальная температура бетонной смеси, °С	Максимальная температура бетонной смеси, °С
< 0,3	10	35
0,3 -1,0	10	30
1-2	5	25
> 2	5	20

Температура бетонирования должна быть как можно ближе к минимальным температурам, указанным в таблице 1. Более высокие значения температуры способствуют увеличению испарения воды и термической усадке железобетонных конструкций.

При этом важно отметить, что взятые контрольные образцы при бетонировании должны храниться при температуре от 15 °С до 25 °С в течение как минимум 20 часов перед транспортировкой в лабораторию (CSA A23.2-3С). Следует отметить, что твердение образца при температуре около 38 °С может понизить сопротивление на сжатие на 10-15 %, чем у контрольных образцов [11-12].

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что бетонирование в условиях сухого и жаркого климата имеет сложности в контроле и качестве уложенного бетона, что связано с влиянием температуры на свойства бетона в пластическом

состоянии. Поиск методов более качественного бетонирования в условиях сухого и жаркого климата является актуальной задачей.

Произведено сравнение различных типов конструктивных решений опалубочных систем, возможных для устройства в условиях сухого и жаркого климата Марокко (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение различных типов перекрытий

Параметр	Тип перекрытия			
	монолитное	плиты перекрытия	по деревянным балкам	сборно-монолитное
аренда опалубки	да	для сложных участков и эркеров	нет	нет
устройство армопояса	монтируется вместе с каркасом перекрытия	монтируется до укладки плит	нет	монтируется вместе с системой Teriva
макс. величина пролета	до 8 м	до 12 м	до 5,5 м	до 8,6 м
скорость поставки материалов	2 дня	до 3 недель	1 день	1 день
время монтажа с доливкой недоборов	7 дней	3 дня	7 дней	3 дня
основные этапы устройства	1 – монтаж опалубки; 2 – устройство каркаса армопояса; 3 – монтаж металлокаркаса; 4 – заливка бетоном; 5 – демонтаж опалубки	1 – монтаж каркаса армопояса и заливка бетоном; 2 – доставка и монтаж плит краном; 3 – заделка швов; 4 – монтаж опалубки и доливка бетоном; 5 – демонтаж опалубки; 6 – устройство стяжки	1 – устройство лежней под балки; 2 – обработка антисептиком; 3 – монтаж балок; 4 – устройство пароизоляции; 5 – укладка утеплителя; 6 – устройство гидроизоляции; 7 – монтаж чернового пола	1 – монтаж балок; 2 – установка подпорных стоек; 3 – укладка блоков; 4 – монтаж каркаса армопояса; 5 – монтаж распределительных ребер жесткости; 6 – заливка бетона; 7 – демонтаж подпорных стоек
потребность в кране	нет	есть	нет	нет
ограничения пространства при монтажных работах	нет	есть	нет	нет
потребность в бетононасосе	есть	нет/есть	нет	есть
вес перекрытия 1 м ²	430	320	200	268
теплоизоляция	низкая	средняя	высокая	высокая
шумоизоляция	средняя	хорошая	плохая	хорошая
допустимая нагрузка кг/м ²	до 800	до 1200	400	до 800

Кроме того, необходимо соблюдать следующие рекомендации:

– бетон, не охлаждаемый в жаркую погоду, потребует добавления воды, чтобы компенсировать потерю удобоукладываемости. Это добавление неконтролируемой воды,

по требованию любой из сторон, может привести к резкому снижению механической прочности и долговечности бетона;

- в случае отливки больших поверхностей следует применять усадочные швы, заполненные битумом или подобным материалом, чтобы избежать растрескивания;

- использовать специальные добавки для улучшения реологических свойств бетонных смесей.

Из данных табл. 2 видно, что высокий интерес представляет сборно-монолитное перекрытие системы Tetiva, имеющее следующие преимущества:

- отсутствие необходимости устройства опалубки;

- нет необходимости использовать монтажный кран;

- низкий вес перекрытий (вес 1 м^2 268 кг) и максимальная несущая способность до 800 кг/м^2 .

Для условий сухого и жаркого климата Марокко разработаны следующие этапы и требования к их устройству сборно-монолитных систем перекрытий Tetiva.

При подготовке к монтажу перекрытия необходимо выровнять стены и предусмотреть боковые перила, чтобы избежать скручивания балок.

Выравнивание позволяет компенсировать неровную высоту опоры (при необходимости). Это обеспечивает выравнивание и идеальную ровность перекрытия.

Установка балок

Балки размещаются на несущих элементах. Перед установкой балок желательно очистить опоры, чтобы удалить любой элемент, препятствующий правильному расположению балок.

В общем случае блоки опираются на балки, стены или любую другую опору (рис. 1).

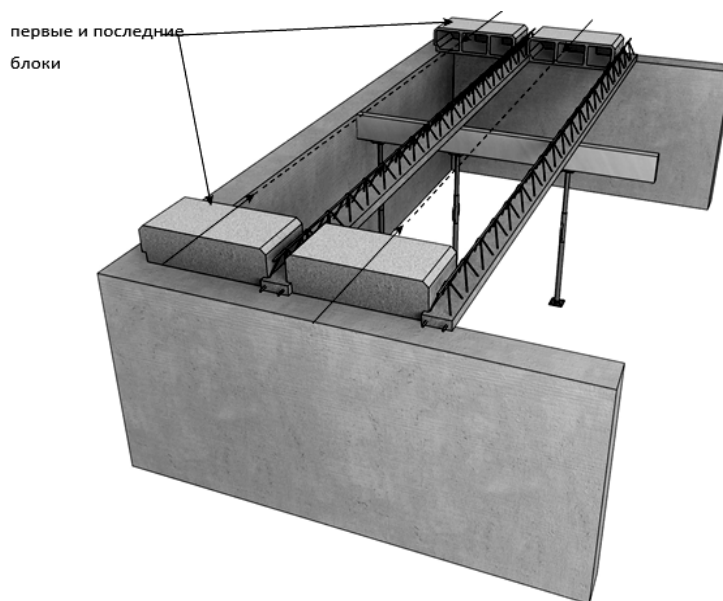


Рис. 1. Общий вид системы сборно-монолитных перекрытий Tetiva [13]

В случае недостаточной ширины опоры для предварительно напряженных бетонных балок, желательно:

- установить боковые перила;

- проверить, имеют ли концы балок шероховатые торцы, горизонтальные выемки или выточку.

В случае решетчатых балок или решетчатых балок с изолирующим основанием, которые не имеют достаточной ширины опоры, следует обратиться к предписаниям технических условий. В случае слишком коротких балок концевые ветви решетки балок могут заменить усиление подвески, если позволяет их прочность, также возможно добавить дополнительное продольное армирование.

Установка опор

Установка начинается с доски основания, на которую их последовательно устанавливают с определенным шагом. При этом расстояние от конца балки до крайней опоры должно быть более 15 см (рис. 2).

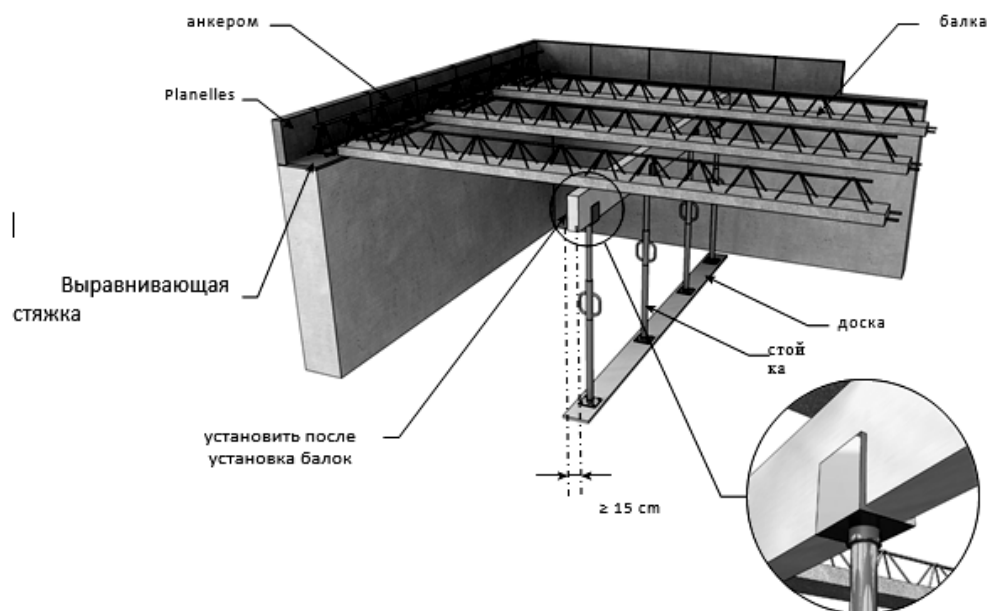


Рис. 2. Установка опор сборно-монолитных перекрытий Teriva [13]

Укладка сварной сетки

При работе со сварной сеткой необходимо избегать повреждения промежуточных швов (особенно изолирующих). Покрытие сварной сетки должно быть обеспечено путем правильной укладки бетона вокруг арматуры. В случае минимальной толщины распределительной плиты сварная сетка может быть заанкерирована на средней толщине.

В случае использования полов с изоляционными промежуточными балками необходимо обеспечить расклинивание сварной сетки, которая не затрагивает промежуточные балки, с целью обеспечения защитного слоя.

Бетонирование

Плита заливается за одну операцию при заданной постоянной толщине. Необходимо избегать перегрузок во время бетонирования, которые могут привести к выходу из строя поддерживающих систем во время бетонирования (рис. 3).

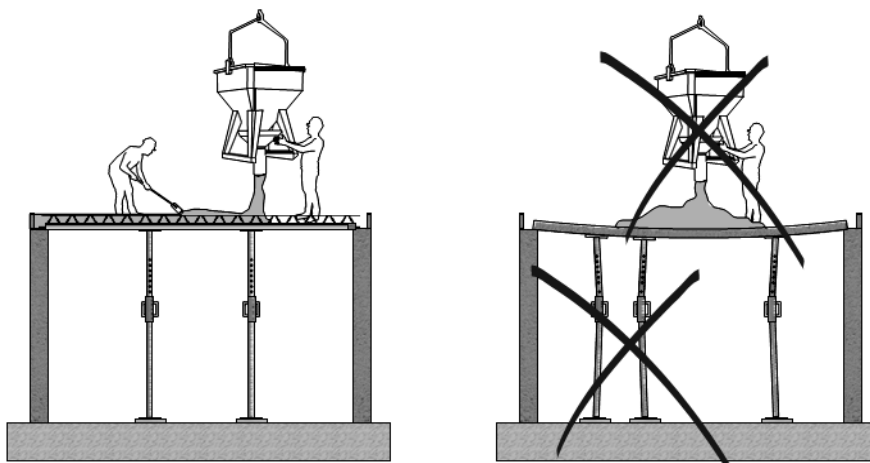


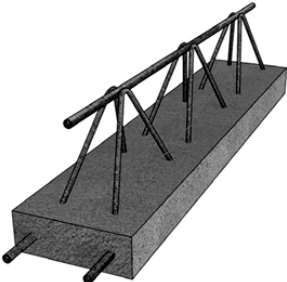
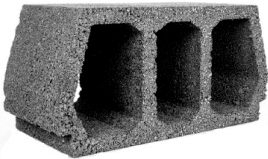
Рис. 3. Технологическая схема процесса бетонирования [13]

Во время прохождения практики в Марокко одним из авторов статьи – Бельхадж Саидом – на основе контроля качества производимых работ была составлена таблица характерных дефектов и повреждений (табл. 3).

Из общего количества используемых материалов на площади 850 м² повреждения и дефекты получили только 3 % балок и 4,7 % пустотных блоков. Анализ причин данных повреждений сводится в основном к транспортировке и подаче материалов на место их установки.

Таблица 3

Дефекты и повреждения сборно-монолитных перекрытий системы Teriva

Повреждение	Внешний вид	Рекомендации
Трещины, микротрещины сеть поверхностных трещин (ширина от 0,1 мм до 2,0 мм)		Избегать ударных воздействий; соблюдать инструкции производителя по хранению; соблюдать инструкции по транспортировке
Потеря формы пустотными блоками		При выгрузке и загрузке блоков, запрещается их бросать или как- либо ударять
Трещины, микротрещины сеть поверхностных трещин (ширина от 0,1 мм – 20 мм)		Избегать ударных воздействий; соблюдать инструкции производителя по хранению; соблюдать инструкции по транспортировке

Таким образом, детально описана технологическая последовательность устройства сборно-монолитных систем перекрытия Teriva и, на основе контроля качества, выявлены основные дефекты в элементах перекрытия и причины их появления.

Заключение

1. В результате проведенных исследований установлено, что причиной пониженного качества бетона является неплотность стыков опалубочных элементов и высокая температура твердения бетона в условиях сухого и жаркого климата Марокко, вследствие чего происходит быстрое обезвоживание бетона, что замедляет процессы гидратации цемента. В результате быстрого обезвоживания бетона прочность его снижается, а пористость его увеличивается, что приводит к снижению стойкости к карбонизации и водонепроницаемости.

2. Проведено сравнение различных типов опалубочных систем перекрытий для сухого и жаркого климата Марокко. Выявлено, что из исследуемых систем перекрытия системы Teriva имеет следующие преимущества:

- отсутствие необходимости устройства опалубки;
- необходимости использования монтажного крана;
- низкий вес перекрытий (вес 1 м² 268 кг) и максимальная несущая способность до 800 кг/м².

3. Детально описана технологическая последовательность устройства сборно-монолитных систем перекрытия Teriva и, на основе контроля качества, выявлены основные дефекты в элементах перекрытия и причины их появления.

Список библиографических ссылок

1. Киселев Д. А. Технология бетонирования каркаса здания в условиях жаркого климата // Избранные доклады 64-й университетской научно-технической конференции студентов и молодых ученых. 2018. С. 168–170.
2. Тринкер А. Б. От минус 40 до плюс 50 градусов Цельсия // Технологии бетонов. 2012. № 1-2. С. 28–31.
3. Тринкер А. Б. Климатические проблемы строительства // Современное промышленное и гражданское строительство. 2018. Т. 14. № 2. С. 41–49.
4. Тринкер А. Б. Технологии бетонов в жарком климате // Технологии бетонов. 2018. № 1-2. С. 47–49.
5. Давиденко А. Ю., Арчакова В. А. Уход за бетоном, необходимые мероприятия и правила их осуществления в экстремальных условиях : сб. ст. Проектирование и строительство. Сборник научных трудов 4-й Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов, магистров и бакалавров / ЮЗГУ, Курск. 2020. С. 93–96.
6. Хамракулов Р. Ж., Каракулов Х. М., Гуломов Д. И. У. Методика улучшения долговечности бетонов в условиях сухого жаркого климата Узбекистана // Молодой ученый. 2016. № 4 (108). С. 87–90.
7. Баскаков К. О. Особенности бетонирования при строительстве высотных зданий в условиях сухого жаркого климата // StudNet. 2020. Т. 3. № 5. С. 425–431.
8. Арчакова В. А., Давиденко А. Ю. Особенности производства бетонных работ в жарком и сухом климате : сб. ст. Наука молодых – будущее России. Сборник научных статей 3-й Международной научной конференции перспективных разработок молодых ученых: в 6 томах / ЮЗГУ, Курск. 2018. С. 19–22.
9. Еременко М. М., Гареев И. Ф. Исследование взаимосвязей жилищного строительства и устойчивого развития территорий // Жилищные стратегии. 2019. Том 6. № 3. С. 333–376. doi: 10.18334/zhs.6.3.41188.
10. Junna Yan, Tao Zhao, Tao Lin, Yajian Li. Investigating multi-regional cross-industrial linkage based on sustainability assessment and sensitivity analysis: A case of construction industry in China // Journal of Cleaner Production. 2017. Vol. 142, Part 420. P. 2911–2924.
11. Topchy D. V., Lapidus A. A. Construction supervision at the facilities renovation // Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE-2018). 2019. P. 08044.
12. Lapidus A., Ndayiragije Y. SIP-technology as solution in low-rise multi-family residential buildings // E3S Web of Conferences. 2019. P. 06032.
13. Planchers a Poutrelles et entrevous – Description, principe, de conception et mise en oeuvre. Regles de IArt Grenelle Environnement. 2012. 183 p.

Belhaj Said

engineer

E-mail: say.bel@yandex.ru**PI «Soyuzkhimpromproekt» KNITU**

The organization address: 420033, Russia, Kazan, Dimitrov st., 11

Ibragimov Ruslan Abdirashitovich

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: rusmag007@yandex.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

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

Concrete technology in the hot climate of Morocco**Abstract**

Problem statement. Research and study of technology for concreting monolithic structures in the dry and hot climate of Morocco and ensuring the durability of concrete structures using various methods of technological solutions.

Results. A computer simulation was performed in which a comparison was made of the most cost-effective method of curing concrete of monolithic reinforced concrete structures in the dry and hot climate of Morocco using plasticizers and hardening accelerators.

Conclusions. The significance of the results for the construction industry lies in the fact that studies have established the reason for the reduced quality of concrete. It is the loose joints of the formwork elements and the high temperature of concrete hardening in the dry and hot climate of Morocco, as a result of which the concrete is quickly dehydrated, which slows down the hydration of cement. As a result of the quick-drying of concrete, its strength decreases and porosity increases which leads to a decrease in carbonization resistance and water resistance.

Keywords: concreting, dry and hot climate, Morocco.

References

1. Kiselev D. A. Concrete technology for a building frame in a hot climate // Selected reports of the 64th University Scientific and Technical Conference of Students and Young Scientists. 2018. P. 168–170.
2. Trinker A. B. From minus 40 to plus 50 degrees Celsius // *Tekhnologii betonov*. 2012. № 1-2. P. 28–31.
3. Trinker A. B. Climatic problems of construction // *Modern industrial and civil construction*. 2018. Vol. 14. № 2. P. 41–49.
4. Trinker A. B. Concrete technology in hot climates // *Tekhnologii betonov*. 2018. № 1-2. P. 47–49.
5. Davidenko A. Yu., Archakova V. A. Concrete care, necessary measures and rules for their implementation in extreme conditions: dig. of art. Design and construction. Collection of scientific papers of the 4th International scientific-practical conference of young scientists, graduate students, masters and bachelors / UZGU, Kursk. 2020. P. 93–96.
6. Khamrakulov R. Zh., Karakulov H. M., Gulomov D. I. U. Technique for improving the durability of concrete in the conditions of a dry hot climate of Uzbekistan // *Young scientist*. 2016. № 4 (108). P. 87–90.
7. Baskakov K. O. Features of concreting during the construction of high-rise buildings in a dry, hot climate // *StudNet*. 2020. Vol. 3. № 5. P. 425–431.
8. Archakova V. A., Davidenko A. Yu. Features of the production of concrete work in hot and dry climates: dig. of art. The science of the young is the future of Russia. Collection of scientific articles of the 3rd International scientific conference of promising developments of young scientists: in 6 volumes / UZGU, Kursk. 2018. P. 19–22.
9. Eremenko M. M., Gareev I. F. Investigation of the relationship of housing construction and sustainable development of territories // *Zhilishchnyye strategii*. 2019. Vol. 6. № 3. P. 333–376. doi: 10.18334/zhs.6.3.41188.
10. Junna Yan, Tao Zhao, Tao Lin, Yajian Li. Investigating multi-regional cross-industrial linkage based on sustainability assessment and sensitivity analysis: A case of construction industry in China // *Journal of Cleaner Production*. 2017. Vol. 142, Part 420. P. 2911–2924.
11. Topchy D. V., Lapidus A. A. Construction supervision at the facilities renovation // *Topical Problems of Architecture, Civil Engineering and Environmental Economics (TPACEE 2018)*. 2019. P. 08044.
12. Lapidus A., Ndayiragije Y. SIP-technology as solution in low-rise multi-family residential buildings // *E3S Web of Conferences*. 2019. P. 06032.
13. Planchers a Poutrelles et entrevous – Description, principe, de conception et mise en oeuvre. Regles de IArt Grenelle Environnement. 2012. 183 p.