

УДК 691.32

**РАЗРАБОТКА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ  
НА БЕТОНИРОВАНИЕ МАССИВНЫХ ФУНДАМЕНТНЫХ ПЛИТ****канд. техн. наук, доц. А.П. ШВЕДОВ; Н.Л. ШПИЛЕВСКАЯ  
(Полоцкий государственный университет)**

*Рассматривается проблема непрерывного бетонирования массивных фундаментных плит. Показано, что такое бетонирование не всегда может быть обеспечено. При производстве бетонных работ перерывы в бетонировании обусловлены как технологическими, так и организационными факторами. Но в организационно-технологической документации нет конкретных параметров и технологий устройства рабочих швов. Также отсутствует и нормативная документация по проектированию организации и производства работ по устройству этих швов.*

**Ключевые слова:** технологические карты, рабочий шов, непрерывное бетонирование, послойное бетонирование, ступенчатое бетонирование, технологические карты, уплотнение.

**Введение.** Для достижения монолитности железобетонных конструкций бетонирование целесообразно вести непрерывно. Однако при производстве работ это не всегда возможно осуществить, так как при бетонировании массивных конструкций горизонтальными слоями размер последних определяется максимально доступным временным промежутком, необходимым для перекрытия ранее уложенного слоя бетонной смеси. Этот промежуток времени определяется временным интервалом от начала взаимодействия цемента с водой затвердения до начала схватывания цемента в бетонной смеси. Производство работ на строительной площадке должно вестись по заранее разработанной организационно-технологической документации; её разработка должна вестись на основе нормативных показателей (норм времени, норм выработки, норм затрат труда и т.д.). Однако на сегодняшний день имеется ряд работ, для которых нормы не установлены. В частности, это касается и бетонирования монолитных конструкций, особенно при производстве работ с перерывами.

В процессе укладки бетонной смеси необходимо обеспечить монолитность уложенного бетона, проектные физико-механические показатели, гарантирующие его сцепление с арматурой и заполнение бетонной смесью пространства возводимой конструкции.

Свод правил СП 70.13330.2012 [1] предусматривает при монолитном бетонировании укладку бетонных смесей двумя различными способами:

- укладка без перерывов в бетонировании до начала схватывания предыдущего слоя бетона, то есть без образования рабочего шва;
- укладка с перерывами после схватывания уложенного ранее слоя бетона с образованием рабочего шва.

Перерывы в процессе укладки бетона характерны для фундаментов крупных многоквартирных домов, монолитных и монолитно-каркасных высотных зданий, фортификационных и инженерных сооружений (плотин, бомбоубежищ, дамб и пр.).

Возможны три варианта укладки бетонной смеси [2]:

- 1) интервал между партиями бетона не превышает 2–3-х часов;
- 2) интервал находится в пределах 12 часов – бетон уже утратил текучесть, но не набрал прочность;
- 3) интервал более 12 часов – бетон начал активно схватываться.

В зависимости от того, сколько прошло времени до укладки следующего слоя бетонной смеси, различают «горячий» и «холодный» шов.

«Горячий» получается в случае, если интервал между укладкой слоев находится в пределах 12 часов. Бетон активно кристаллизуется, сверху образуется светлая пленка, но раствор рыхлый, нагружать его нельзя. Можно мощной струей воды смыть поверхностную пленку и добавить следующую партию. Однако имеется ряд требований: шов должен располагаться поперек конструкции; нельзя делать горячий шов, если бетон располагается в нежесткой опалубке; предыдущий раствор уже утратил текучесть, но не набрал прочность. Новая порция создает дополнительную нагрузку, которая приведет к образованию трещин, ослаблению монолита. Если условия не соответствуют указанным требованиям или же интервал между укладкой составил более 12 часов, укладка бетонной смеси фундамента выполняется по частям с образованием холодного шва. Это наиболее предпочтительный вариант, именно его рекомендует использовать СП 70.13330.2012. Условия выполнения:

- поверхность холодного шва должна быть перпендикулярной оси конструкции (вертикально);
- ранее уложенный бетон должен набрать прочность не менее 1,5 МПа;
- устройство рабочего шва допускается Проектом производства работ.

Последовательность укладки бетонной смеси фундамента частями такова: заливается первая часть; обеспечиваются оптимальные условия для быстрого набора прочности; выдерживается время, необходимое для набора указанной выше прочности; с поверхности бетона удаляется цементная пленка (так как бетон затвердел, то процедуру следует выполнять при помощи механической щетки). Вместе с пленкой удаляется мусор и пыль, затем укладывается следующая партия бетонной смеси. При необходимости процедура повторяется.

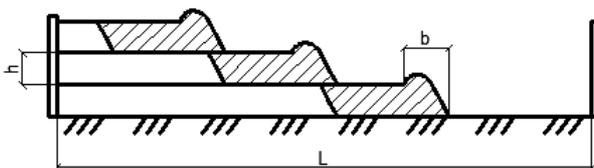
Допускается выполнять заливку фундамента по частям и со значительно большими интервалами. Общая методика при этом не изменяется, но для удаления цементной пленки с поверхности применяется более мощное оборудование – фреза, гидropескоструйная установка и др.

Непрерывное бетонирование предпочтительнее, так как этот способ обеспечивает высокое качество монолитных конструкций. Однако по возможным организационным (окончание рабочей смены, поломка оборудования, нехватка материалов и т.п.) и технологическим причинам (необходимость монтажа вышележащей арматуры, перестановка лесов и опалубки, ограничение нагрузок на поддерживающие конструкции и т.п.) непрерывное бетонирование не всегда возможно, поэтому, как правило, проектом предусматривается устройство рабочих швов.

По методике Института «Оргэнергострой» [3] различают два способа бетонирования: послойный и ступенчатый. При *послойном бетонировании* бетонную смесь необходимо укладывать в следующий слой до начала схватывания бетона в нижнем, причем верхний слой должен быть провибрирован совместно с нижним с проникновением булавки вибратора в нижний слой на 5...10 см ниже границы их раздела.

При недостаточной производительности бетонного завода или других технологических помехах невозможно обеспечить своевременное перекрытие слоев послойной укладкой, поэтому используют *ступенчатую укладку* (рисунок 1). Ступень – это полоса вдоль короткой стороны блока, ширина которой должна быть не менее 2 м, толщина – 0,4...0,5 м. Число ступеней может быть разным.

Если ступени формируются из бетонной смеси с осадкой конуса 0...5 см (П-1), то из такой смеси можно сформировать краном не более трех ступеней. Границей каждой ступени в таком случае является уплотненный валик бетонной смеси.



*b* – уплотненный валик бетонной смеси;  
*h* – высота ступени; *L* – длина блока

Рисунок 1. – Схема непрерывного бетонирования ступенчатая

При подаче более пластичной смеси бетононасосом [3] сформировать этот валик практически невозможно. При числе ступеней 5...6 их формируют сетчатой опалубкой.

Предельно допустимая продолжительность перекрытия слоев должна назначаться строительной лабораторией и может быть назначена в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1. – Предельно допустимые сроки перекрытия слоев бетонной смеси в блоке

Температура бетонной смеси в момент укладки, °С	Подвижность (осадка конуса) бетонной смеси в момент укладки, см	Предельно допустимое время перекрытия слоев (ч) при уплотнении вышележащего слоя смеси	
		пакетами тяжелых вибраторов	ручными вибраторами
5...10	1...3	4,0	3,5
	> 3	5,0	4,0
10...20	1...3	3,0	2,0
	> 3	2,5	2,5
20...25	1...3	2,0	1,5
	> 3	2,5	2,0

Исследования в Куйбышевском филиале института «Оргэнергострой» в конце 80-х годов показали, что даже при качественной обработке рабочего шва, его прочность по отношению к монолиту составляет 50...60% [4].

Проблема монолитности рабочих швов связана с тем, что нормативные документы требуют, чтобы после вынужденной приостановки бетонирования работы были возобновлены по достижении ранее уло-

женным бетоном прочности не менее 1,5 МПа. При этом должны быть выполнены все работы [1], предусмотренные при подготовке оснований к бетонированию.

Для обеспечения прочного сцепления бетонного основания со свежееуложенным бетоном [1; 5–7] необходимо осуществить следующие операции:

- удалить поверхностную цементную пленку со всей площади бетонирования;
- срубить наплывы бетона и участки нарушенной структуры;
- удалить опалубку, штаб, пробки и другие ненужные закладные части;
- очистить поверхность бетона от мусора и пыли, а перед началом бетонирования поверхность старого бетона продуть струей сжатого воздуха.

О готовности основания под укладку бетона составляют акт.

Используются следующие способы очистки и установлены требования по прочности поверхности бетона при очистке от цементной пленки [8] (таблица 2):

- при помощи водовоздушной обработки;
- при помощи пескоструйной или гидropескоструйной обработки;
- механические способы очистки;
- химические способы очистки;
- использование замедлителей твердения;
- нанесение на поверхность затвердевшего бетона клеевых составов или грунтовок;
- способ химического фрезерования.

Таблица 2. – Способы очистки бетона от цементной пленки

<b>Водовоздушная обработка</b>		
<i>область применения</i>	<i>достоинства</i>	<i>недостатки</i>
При наличии на стройплощадке водопровода с низким давлением	К моменту обработки в бетоне должна образоваться достаточно прочная структура с тем, чтобы не нарушить сцепление крупного заполнителя с растворной частью. Прочность бетона к моменту обработки водовоздушной струей должна составлять 0,2...0,4 МПа	На практике невозможно применение этого способа при отрицательных температурах окружающего воздуха и на вертикальных стыкуемых поверхностях, длительное время закрытых опалубкой; на поверхности остается нерастворимая в воде цементная пленка; содержащееся в сжатом воздухе компрессорное масло образует на поверхности антиадгезионную пленку
<b>Пескоструйная или гидropескоструйная обработка</b>		
После набора бетоном прочности более 5 МПа	Песко- и гидropескоструйные виды обработки способны снять цементную пленку только с поверхности и не могут открыть бетонные поры	Отсутствие возможности проведения очистки до набора бетоном прочности 5 МПа и необходимость в длительных технологических перерывах для набора бетоном необходимой прочности; возникновение внутренних напряжений в результате ударного воздействия рабочей струи и их релаксация, приводящая к микротрещинам; высокая стоимость компрессоров высокого и сверхвысокого давления, абразивоструйных комплексов и установок фильтрации и кондиционирования воздуха; ограничения в применении при внутренних работах и при действующем производстве
<b>Механические способы очистки</b>		
С набором бетоном прочности очистка поверхности рабочих швов затрудняется. Применение приводных металлических щеток и машинного фрезерования оправданно при наборе бетоном прочности не более 2...3 МПа. При большей прочности бетона эффективность обработки снижается из-за увеличения продолжительности очистки и повышенного износа щеток	Применение в местах, где невозможно использование пыльных, мокрых и дорогостоящих процессов пескоструйной и гидropескоструйной обработки	Возможность очистки только после набора бетоном прочности 1,5 МПа приводит к длительным технологическим перерывам; удаляется только верхний слой цементной пленки и не открываются поры бетона; возможно возникновение и релаксация внутренних напряжений в виде микротрещин; пылеобразование требует очистки промышленным пылесосом; высокая стоимость оборудования и трудоемкость; сложность организации контроля качества работ

Окончание таблицы 2

<i>Химические способы очистки</i>		
<i>область применения</i>	<i>достоинства</i>	<i>недостатки</i>
В минералогии качественной реакцией на отличие кальцита (карбоната кальция) от других породообразующих минералов является бурное разложение в холодной соляной кислоте. Предложение по снятию цементной пленки, содержащей карбонаты, с помощью соляной кислоты не следует рекомендовать из-за опасности снижения долговечности бетона	–	Наблюдается поверхностное растворение и разрушение не только цементной пленки, но и цементного камня, что служит причиной разрушения шва между старым и новым бетоном в процессе эксплуатации; незначительно увеличивается прочность сцепления, по сравнению с необработанной поверхностью; требуется дополнительная операция нейтрализации кислоты щелочью (едким натром) с промывкой водой; потеря поверхностной прочности приводит к пылению бетона и требует дополнительного обеспыливания перед нанесением растворной смеси
<i>Использование замедлителей твердения</i>		
Раствор СДБ 15...20%-ной концентрации наносится на поверхность уложенного бетона краскораспылителем. Удаление ослабленного поверхностного слоя может проводиться как приводными щетками, так и под напором струи воды до полного отделения незатвердевшего слоя и удаления желтых пятен от сульфатно-дрожжевой бражки	Возможно в любых условиях, при перерывах в бетонировании.	Обработку поверхности можно начинать не раньше, чем через сутки после укладки бетона; верхний предел времени обработки зависит от температуры воздуха и колеблется от двух до четырех суток; не допускать снижения прочности основного бетона; применение замедлителей твердения недопустимо при проведении бетонирования не только в зимний, но и в весенне-осенний период
<i>Нанесение на поверхность затвердевшего бетона клеевых составов или грунтовок</i>		
Для повышения прочности сцепления (прочности стыка) непосредственно перед укладкой нового бетона на поверхность затвердевшего бетона	При использовании полимерных клеев можно добиться прочности стыка существенно большей, чем прочность стыкуемых бетонов	В силу высокой плотности и практическим отсутствием пористости цементной пленки, клеевые составы или грунтовки не пропитывают последнюю и, образуя сами только поверхностную пленку, действительно увеличивают адгезию нового бетона, но практически не увеличивают прочности стыка
<i>Способ химического фрезерования</i>		
Химическое фрезерование полностью исключает использование ручной механической очистки и машинного фрезерования, песко-, дробе-, гидро- и гидропескоструйной обработки, в том числе в местах, не доступных для этих видов обработки, применения для насечки поверхности бетона алмазного инструмента и перфораторов и в ряде случаев устраняет необходимость монтажа штукатурной сетки	Составы на водной основе по ТУ 2383-003-97320390-06, состоят из сложных полифункциональных кислот и оснований (без использования полимеров): кислотным очистителем «ХИМФРЕЗ Очиститель» и щелочным адгезионным активатором (промоутером адгезии) – «ХИМФРЕЗ Активатор». Очистители не содержат соляной, уксусной, лимонной, ортофосфорной кислот и веществ, разрушающих бетон; не имеют запаха; не оказывают вредного воздействия на человека и окружающую среду; разрешены к применению в строительстве, в том числе предприятий пищевой промышленности, бассейнов и резервуаров с питьевой водой (Санитарно-эпидемиологическое заключение № 77.01.16.238.П.000629.01.07). «ХИМФРЕЗ Очиститель» растворяет цементную пленку и открывает поры бетона, не вступая с цементным камнем в химическую реакцию и не нарушая его структуру. «ХИМФРЕЗ Активатор» наносится через ~1 ч после очистки, адгезионно активирует очищенную поверхность и повышает прочность сцепления нового слоя с ранее уложенным	–

Все вышеперечисленные способы очистки бетона от карбонатной пленки не детализированы в нормативных документах.

В действующих технологических картах на бетонирование конструкций различного назначения имеются нормативы, в которых отсутствует четко сформулированный перечень затрат труда и времени на выполнение операций по устройству рабочих швов.

При укладке бетонной смеси в массивные фундаментные плиты согласно типовым технологическим картам [9–14] основное технологическое требование – непрерывность укладки на всю высоту плит.

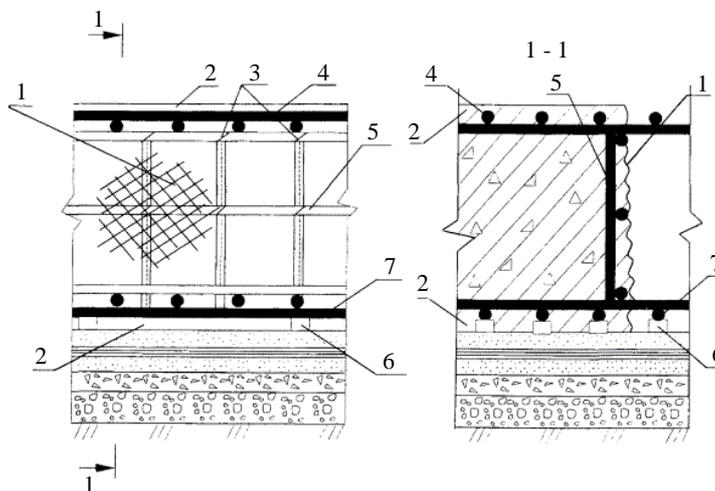
Толщина укладываемых слоев бетонной смеси должна составлять:

- при уплотнении тяжелыми подвесными вертикально расположенными вибраторами – на 5...10 см меньше длины рабочей части вибратора;

- при уплотнении подвесными вибраторами, расположенными под углом (до 30°) к вертикали, – не более вертикальной проекции длины рабочей части вибратора;

- при уплотнении глубинными вибраторами – не более 1,25 длины рабочей части вибратора.

Для обеспечения непрерывной укладки смеси на всю высоту плиту разбивают на блоки без резки арматуры (рисунок 2), с ограждением блоков металлическими сетками. Рабочие швы [9–14] образуют установкой плоских каркасов, на которые при помощи вязальной проволоки крепят металлическую сетку с ячейками размером не более 10×10 мм. Перед укладкой бетонной смеси должны быть проверены и приняты все конструкции и их элементы, закрываемые в процессе последующего производства работ, с составлением акта на скрытые работы. Непосредственно перед бетонированием опалубка должна быть очищена от мусора и грязи. Поверхности опалубки должны быть покрыты смазкой.



1 – металлическая сетка; 2 – защитный слой бетона;  
3 – места крепления сетки вязальной проволокой; 4 – верхняя арматура;  
5 – плоский поддерживающий каркас; 6 – пластмассовые фиксаторы; 7 – нижняя арматура

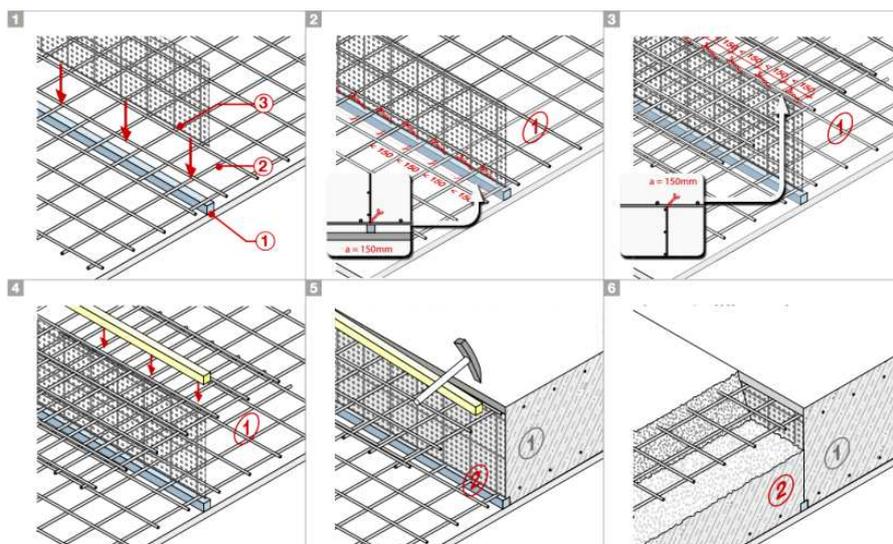
Рисунок 2. – Конструкция рабочего шва

Опалубку для рабочих швов производит немецкая компания Stemaform [15]. На рисунке 3 представлена технология устройства рабочего шва в фундаментной плите. Опалубка Stemaform гарантирует шероховатость поверхности. Сила сдвига передается через это рабочее соединение.

При каждом методе укладки должно быть соблюдено основное правило – новая порция бетонной смеси должна быть уложена до начала схватывания цемента в ранее уложенном слое.

На основе анализа технологических карт на бетонирование железобетонных плит, можно сделать вывод о том, что в существующие нормативные документы, по которым составляются технологические карты на бетонирование, не входят затраты на устройство рабочих швов, возникающих при перерывах в бетонировании конструкций. В нормах не приводится конкретных указаний и рекомендаций по этой работе. В состав работ на укладку бетонной смеси в конструкции согласно нормам затрат труда [16] входит:

- 1) прием бетонной смеси;
- 2) укладка бетонной смеси непосредственно на место;
- 3) разравнивание бетонной смеси с частичной перекидкой;
- 4) уплотнение вибраторами;
- 5) заглаживание открытой поверхности бетона;
- 6) перестановка вибраторов.



1 – фиксатор защитного слоя; 2 – нижняя арматурная сетка;  
3 – сетка для рабочего шва Stemaform

Рисунок 3. – Технология устройства рабочего шва с помощью Stemaform

**Заключение.** Все работы на строительной площадке должны выполняться в соответствии с заранее разработанным и утвержденным в установленном порядке проектом производства работ. Во многих случаях качество возводимых конструкций, особенно монолитных, зависит от соблюдения временных параметров, как выполнения работ, так и технологических перерывов, при выполнении отдельных операций процесса, поэтому для проектирования графика производства работ необходимы достоверные данные для всех выполняемых работ и операций. Однако на данный момент для таких работ, как возведение монолитных конструкций, нормы на многие процессы их выполнения на стройплощадке (очистка арматуры от остатков бетонной смеси, снятие гидратной пленки на ранее уложенном бетоне и т.д.) отсутствуют. Вследствие этого для проектирования данных работ и их последующего выполнения необходимо выполнить обширный объем исследовательских работ в данном направлении.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Несущие и ограждающие конструкции : СП 70.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 (с изм. № 1).
2. Профессионально про фундамент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://proffu.ru/rabota/montazh/zalivka-fundamenta-chastyami.html>. – Дата доступа: 05.04.2018.
3. Доладов, Ю.И. Ресурсосберегающая технология бетонирования массивных фундаментных плит / Ю.И. Доладов, И.П. Доладова // Градостроительство и архитектура : Вестник СГАСУ. – Самара, 2011. – № 2. – С. 132–134.
4. Об увеличении сроков перекрытия бетонных слоев / Б.С. Беленький [и др.] // Энергетическое строительство. – 1981. – № 5. – С. 20–21.
5. Конструкции монолитные бетонные и железобетонные. Технические требования к производству работ. Правила и методы контроля : СТО НОСТРОЙ 2.6.54-2011. – М., 2014. – 185 с.
6. Конструкционные и технологические швы в монолитном бетоне [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://monolitniy.ru/konstrukcionnye-i-tehnologicheskie-shvy-v-monolitnom-betone>. – Дата доступа: 03.12.2017.
7. Правила производства бетонных работ при возведении гидротехнических сооружений. Ведомственные строительные нормы : ВСН 31-83 : утв. протоколом совместного совещания ГлавНИИПроекта и ГПТУС Минэнерго СССР от 5 марта 1983 г. № 2. – Л., 1983. – 33 с.
8. Решение проблемы «холодного шва» [Электронный ресурс] : материалы для химического фрезерования бетона «ХИМФРЕЗ Очиститель» и «ХИМФРЕЗ Активатор». – Режим доступа: <http://zadobavkoj.ru/stati/37-reshenie-problemy-holodnogo-shva.html>. – Дата доступа: 01.06.2018.
9. Типовая технологическая карта на бетонирование конструкций наружных стен (прямолинейных и криволинейных) с применением опалубки типа «Модостр» : ТТК-100029434.329-2014 ; Гос. произв. об-ние «Минскстрой» ; ОАО «ОРГСТРОЙ». – Минск, 2014. – 56 с.

10. Типовая технологическая карта на устройство монолитных железобетонных перекрытий в опалубке импортного производства или типа «Модостр» на высоте от опорной поверхности до 4 м : ТТК 100029434.129-2010 ; Гос. произв. об-ние «Минкстрой». ОАО «ОРГСТРОЙ». – Минск, 2010. – 129 с.
11. Типовая технологическая карта на устройство монолитных железобетонных фундаментов в опалубке импортного производства или типа «Модостр» : Гос. произв. об-ние «Минкстрой». ОАО «ОРГСТРОЙ». – Минск, 2010. – 79 с.
12. Технологическая карта на устройство монолитной железобетонной фундаментной плиты : ТК 7351 [Электронный ресурс] ; Открытое акционерное общество «Проектно-конструкторский и технологический институт промышленного строительства» ; ОАО ПКТИпромстрой. – М., 2002. – Режим доступа: [https://ohranatruda.ru/ot\\_biblio/norma/246716/](https://ohranatruda.ru/ot_biblio/norma/246716/). – Дата доступа: 16.04.2018.
13. Технологическая карта на устройство плоских монолитных железобетонных фундаментных плит в зданиях и сооружениях общего назначения при толщине плиты до 1200 мм : ТК 4.01.01.63 [Электронный ресурс] ; Ин-т Промстройпроект Госстроя СССР. – М., 1989. – Режим доступа: <http://aquagroup.ru/normdocs/81>. – Дата доступа: 15.05.2018.
14. Типовая технологическая карта на бетонные и железобетонные работы (монолитный железобетон) : ТК 6306031077/31077 [Электронный ресурс] Устройство плоских монолитных железобетонных фундаментных плит в гражданских зданиях ; Центральный науч.-исслед. и проектно-экспериментальный ин-т организации, механизации и технической помощи строительству. – М., 1991. – Режим доступа: [https://znaytovar.ru/gost/2/630603107731077\\_Tipovaya\\_texno.html](https://znaytovar.ru/gost/2/630603107731077_Tipovaya_texno.html). – Дата доступа: 10.04.2018.
15. Formwork elements for working joints Stemaform [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.maxfrank.com/intl-en/products/formwork-technologies/02-formwork-elements-working-joints-stremaform/>. – Дата доступа: 05.05.2018.
16. Нормы затрат труда (НЗТ) : сб. – Сб. 4 : Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций ; НИАП «Стройэкономика». – Минск, 2007. – 96 с.

Поступила 04.06.2018

## DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL-TECHNOLOGICAL DOCUMENTATION ON CONCRETING OF MASSIVE FUNDAMENTAL SLABS

A. SHVEDAU, N. SHPILEVSKAYA

*The problem of continuous concreting of massive foundation slabs is considered. It is shown that such concreting can not always be ensured. In the production of concrete work, breaks in concreting are due to both technological and organizational factors. But in the organizational and technological documentation there are no specific parameters and technologies for the device of working joints. Also there is no normative documentation on the design of the organization and production of work on the construction of these joints.*

**Keywords:** *technological maps, working seam, continuous concreting, stratified concreting, stepwise concreting, technological maps, compaction.*