

# АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПОВ ВЫБОРА КОМПЛЕКТА ОПАЛУБОК ДЛЯ МОНОЛИТНОГО ДОМОСТРОЕНИЯ

Байдыханова М.Б.<sup>1</sup>, Муханбетжанова Ж.Ш.<sup>2</sup>, Кашкинбаев И.З.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Байдыханова Маржан Бекеткызы – магистрант;

<sup>2</sup>Муханбетжанова Жанна Шахижахановна – магистрант;

<sup>3</sup>Кашкинбаев Исмагул Заирович - доктор технических наук, профессор,  
кафедра строительства и строительных материалов,  
Институт архитектуры и строительства им. Т.К.Басенова  
Сатбаев Университет,  
г. Алматы, Республика Казахстан

**Аннотация:** в статье на основе конструктивно-технологического анализа рассмотрены и рекомендуются к апробации, хотя бы в учебно-методическом процессе, - опалубочные системы *Framax*, *Frameco*, *Star tec*, *Dokaflex* и *Titan hv*, которые в Республике Казахстан даже не рекламируются.

**Ключевые слова:** опалубочные системы, конструктивные фрагменты, графического моделирования, расстановка щитов, формирование углов, торцов и стен, верхние и нижние балки, стойки, расчетные коэффициенты, сочетания нагрузок.

УДК 69.057.5

Обязательным условием эффективной организации строительного процесса является применение новейшего оборудования. В данной связи в работе на основе конструктивно-технологического анализа рассмотрены и рекомендуются к апробации, хотя бы, в учебно-методическом процессе - опалубочные системы, малоизвестные в Республике Казахстан [7]:

**Framax**, **Frameco** и **Star tec** использующие одинаковые конструктивные решения, но отличающиеся размерами щитов для вертикальных конструкций;

**Dokaflex** и **Titan hv**, отражающие несколько различные подходы к конструированию опалубки перекрытий [5].

При выборе опалубочных систем необходимо обращать внимание на ряд критериев.

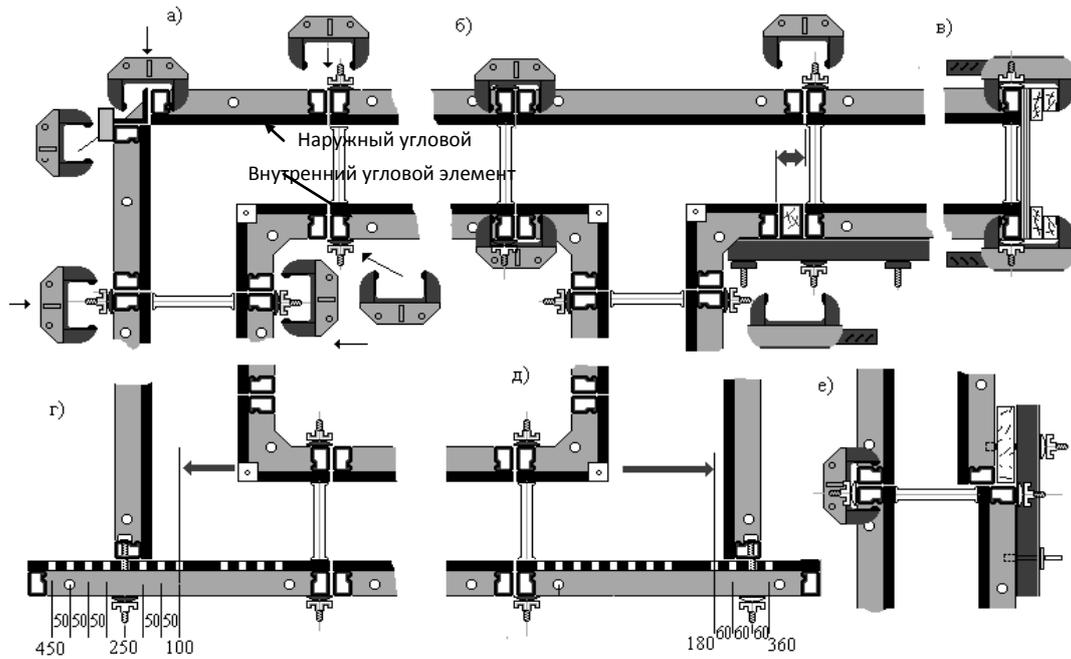
1. комплексность системы;
2. продуманность замков и элементов крепления;
3. наличие программного обеспечения;
4. возможность аренды или лизинга;
5. предоставление технического сопровождения и обучения персонала.

Формирование опалубочного чертежа начинается с масштабного плана монолитных конструкций, для последующего графического моделирования расстановки щитов с указанием осей и размеров.

При кажущемся многообразии элементов на захватке - выявить единообразные монолитные конструкции свести их к 4 - 6 типоразмерам.

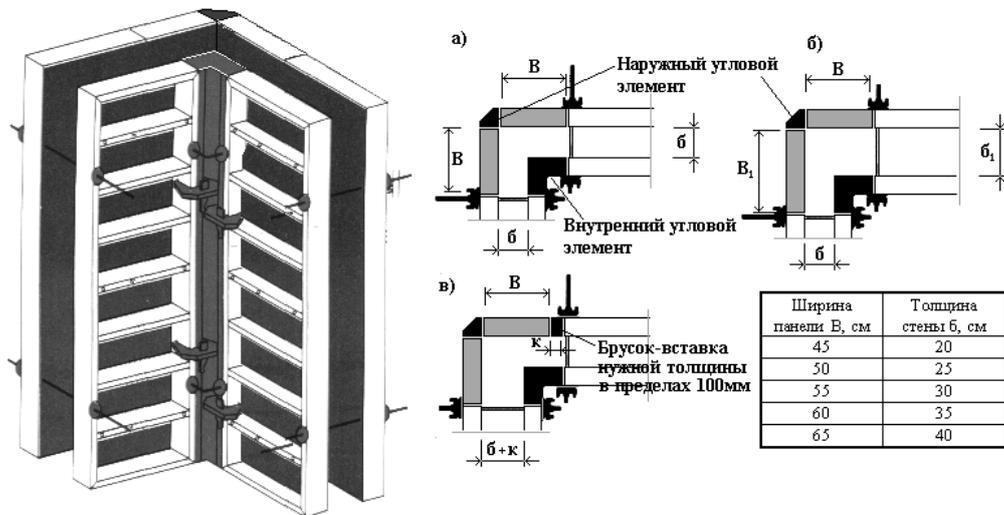
Выделив отдельные конструктивные фрагменты приступать к выбору и раскладке щитов, поиску решений по заполнению возможных зазоров между кромками щитов на стыках и в углах, укрупнению фрагментов опалубки, если это возможно. Опалубочный чертеж формируется совмещением масштабных изображений щитов и опалубочных панелей с контурами конструкций на плане или разрезе. На чертежах щиты и панели маркируют, а их размеры указывают в спецификации элементов опалубки.

Проектирование опалубочной панели отдельной стены следует начинать с размещения угловых щитов в местах пересечения стен (рис. 1-3) [6]. Далее производят расстановку инвентарных простых щитов между угловыми щитами. На торцах стен опалубка может выступать за контур стены в плане с размещением торцевых ограничительных щитов или коробов между смежными щитами (рис. 1в).



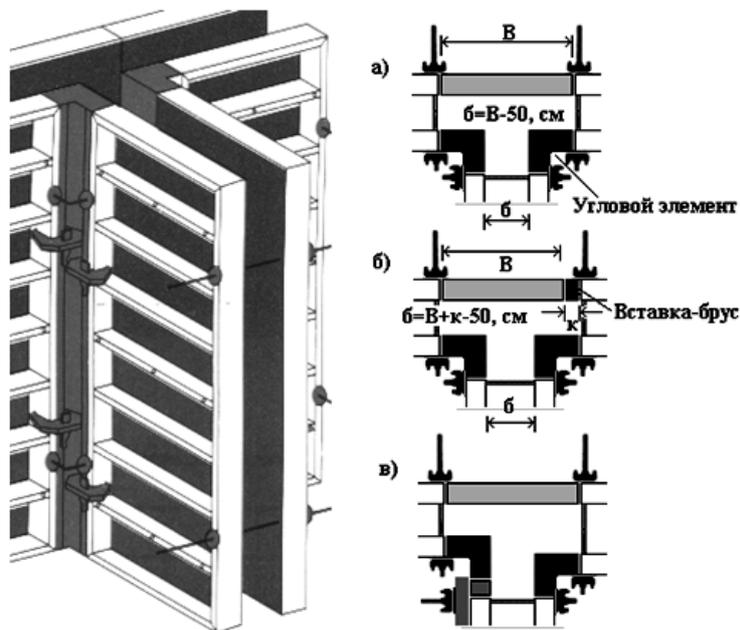
a) - прямой угол с использованием целых щитов и инвентарных элементов креплений внутреннего и внешнего углов; б) - Т-образный узел с использованием одного из приемов устранения зазора; в) - торцевой узел с использованием фанерных щитов и брусьев; г) и д) - угловые соединения с использованием универсальных щитов; е) - обеспечение изменения толщины стены

Рис. 1. Конструктивные приемы формирования углов, торцов и изменений толщины стен (опалубки FRAMAX и FRAMECO)



a) - для стен одинаковой толщины с использованием стандартных щитов; б) - для стен различной толщины с использованием стандартных щитов; в) - для углов стен, толщина которых приводит к появлению зазоров в стандартных щитах опалубки

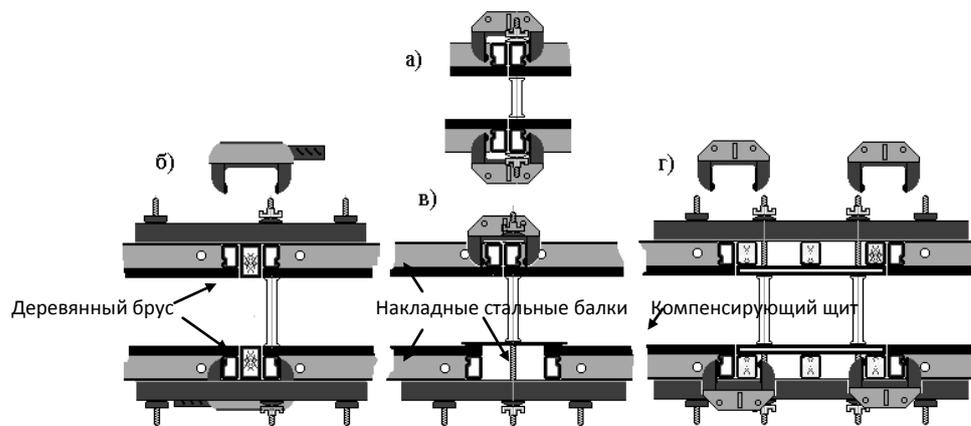
Рис. 2. Пример решений соединений щитов опалубки STAR TEC при образовании прямых углов стен



а) - при использовании целых щитов; б) - при толщинах стен, приводящих к появлению зазоров между щитами; в) - при различной толщине стен в стыке

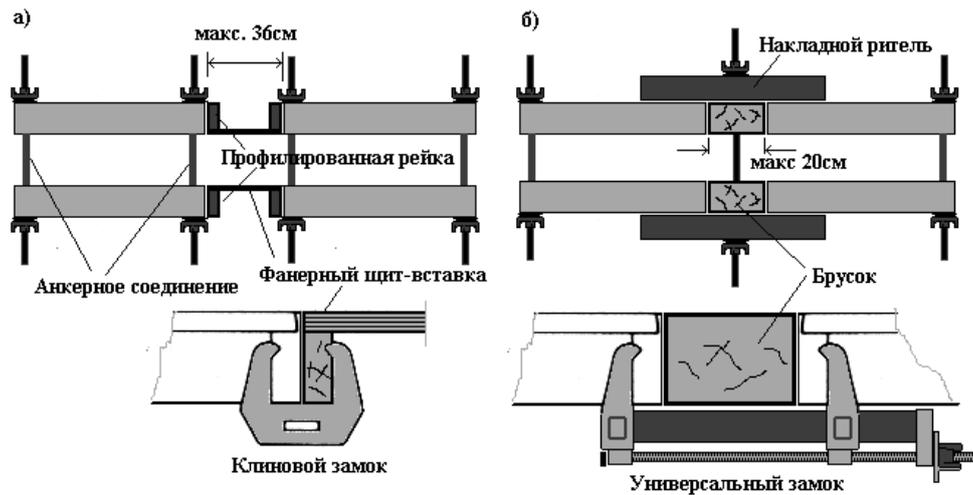
Рис. 3. Примеры соединения щитов опалубки STAR TEC при формировании Т-образных стыков стен

Одновременно выявляют некратные места и принимают решение о их заполнении (рис. 4, 5): бруски-вставки рекомендуются при малых зазорах; щиты-компенсаторы; индивидуальные щиты применяют в тех случаях, когда зазоры невозможно компенсировать стандартными элементами опалубки.



а) - основной узел для соединения щитов без зазоров; б) - соединение щитов с установкой деревянных брусков при зазорах 30-100мм; в) - устранение зазоров шириной до 300мм с помощью инвентарного компенсиющего щита; г) - заполнение некратных зазоров с помощью щитов нужного размера, изготавливаемых на строительной площадке

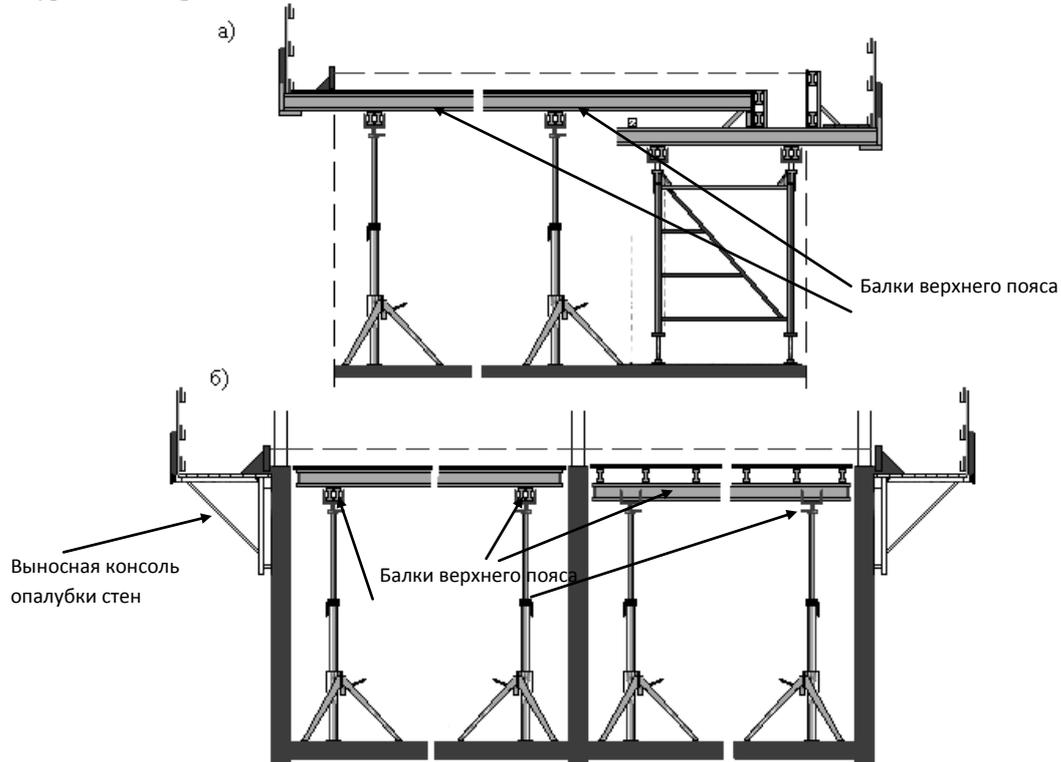
Рис. 4. Основные конструктивные приемы соединения щитов в рядах при использовании опалубки FRAMAX и FRAMECO



а) с помощью фанерных щитов, изготавливаемых на площадке; б) с помощью брусков

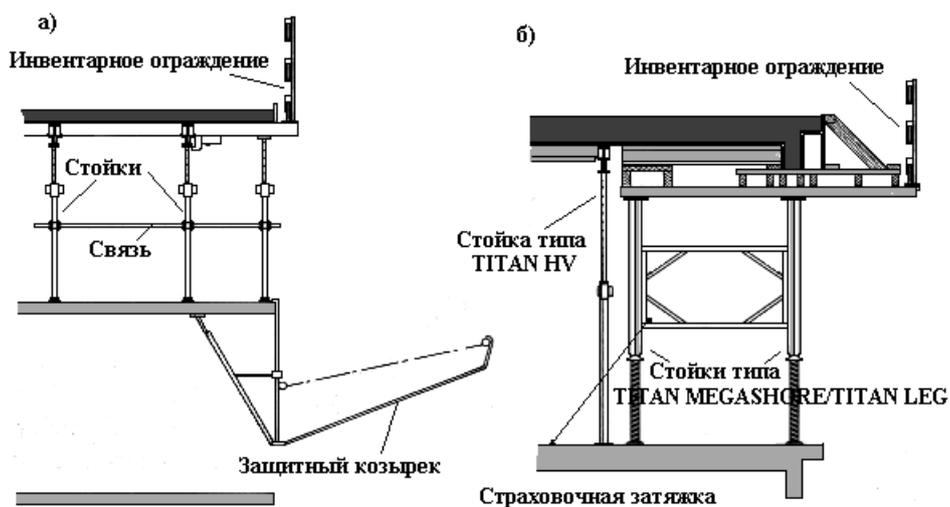
Рис. 5. Конструктивные приемы заполнения зазоров в щитах опалубки STAR TEC

Проектирование опалубки перекрытий начинается с раскладки типовых панелей или листов фанеры на плане этажа или захватки. При этом как можно полнее заполнять площадь контура перекрытия минимальным числом типовых панелей или щитов. Некратные места, обычно, образуются в местах размещения колонн, по скошенным или скругленным краям перекрытий на балконах, лоджиях или эркерах. Если в таких местах не расположены монолитные стены, то необходимая конфигурация края перекрытия образуется с помощью бортовых элементов на консольных выступах опалубки перекрытия за контуры здания (рис. 6, 7).



а) - при отсутствии монолитных внешних стен; б) - при наличии монолитных стен

Рис. 6. Примеры конструктивного решения краевых зон перекрытий при использовании опалубки DOKAFLEX



а) - при гладких перекрытиях; б) - при перекрытиях с выступающими ребрами

Рис. 7. Приемы обустройства краевых зон опалубки TITAN HV

После раскладки опалубочных панелей перекрытия приступают к размещению балок. Следует следить, чтобы шаг балок обеспечивал минимальные прогибы палубы под воздействием бетонной смеси (для опалубки DOKAFLEX шаг балок под панелями составляет 0,5...0,6 м, для опалубки TITAN HV используется диаграмма на рис. 8.). Шаг главных балок устанавливается с учетом допустимых нагрузок на второстепенные балки (указаны в каталогах элементов опалубки) и конструктивных соображений по размещению главных балок.

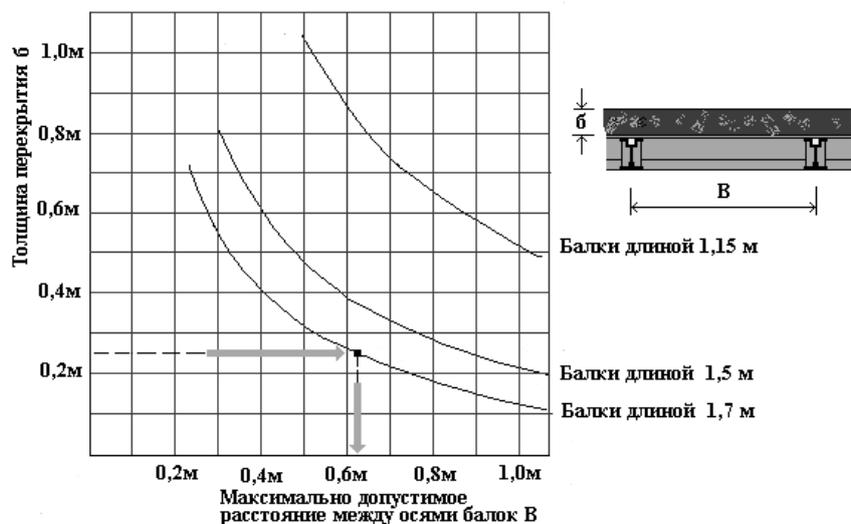


Рис. 8. Диаграммы определения максимального шага второстепенных балок системы TITAN HV при проектировании раскладки балок в зависимости от длины балок и толщины монолитного перекрытия

После размещения второстепенных и главных балок (соответственно верхних и нижних балок для опалубки DOKAFLEX) приступают к выбору шага стоек опалубки перекрытия. Для этого определяются нагрузки на балки от бетона и оборудования, а затем, по несущей способности стоек с учетом конструктивных соображений, определяют шаг размещения стоек под главными балками [8].

Процесс раскладки и расстановки щитов опалубки происходит на масштабном плане и контролируется визуально, а также с помощью простейших проверочных расчетов длины-ширины собираемой панели. Каких-либо специальных правил выполнения этой работы не устанавливается, но при выполнении процесса раскроя щитов с помощью компьютера можно получить значительный выигрыш во времени и качестве выполнения проектной работы. При выполнении учебных работ рекомендуется использовать возможности распространенных и общедоступных графических редакторов, с помощью которых относительно легко создать необходимые графические примитивы опалубки и выполнять расстановку и раскладку щитов. Спецификации элементов опалубки составляют после раскладки и расстановки щитов, балок и стоек, включающие:

щиты или панели опалубки, с указанием типоразмеров и количества;  
 угловые щиты и элементы стеновой опалубки (тип, количество);  
 накладные ригели, балки, шины (тип, примерное количество);  
 раскосы опалубки стен (тип и количество);  
 применяемые подмости и леса стеновой опалубки (тип и требуемое количество);  
 балки опалубки перекрытий (тип и количество);  
 стойки опалубки перекрытий (тип и количество);  
 элементы ограждений опалубки перекрытий.

Количество элементов, указываемых в спецификациях опалубок, определяется с учетом числа используемых комплектов опалубок и приближенных коэффициентов запаса элементов: щиты и панели палубы - 1,3; угловые щиты - 1,1; накладные ригели - 1,3; раскосы - 1,2; подмости и леса - 1,3; балки - 1,3; стойки - 1,5,...2; элементы ограждений - 1,1.

**При расчете опалубки, лесов и креплений** должны приниматься следующие нормативные нагрузки:

**вертикальные нагрузки [4]**

**а)** собственная масса опалубки и лесов, определяемая по чертежам. При устройстве деревянных опалубок и лесов объемную массу древесины следует принимать: для хвойных пород - 600 кг/куб. м, для лиственных пород - 800 кг / м<sup>3</sup>.

**б)** масса свежееуложенной бетонной смеси, принимаемая для бетона на гравии или щебне из камня твердых пород, - 2500 кг / м<sup>3</sup>; для бетонов прочих видов - по фактическому весу;

**в)** масса арматуры должна приниматься по проекту, а при отсутствии проектных данных - 100 кг / м<sup>3</sup> железобетонной конструкции;

**г)** нагрузки от людей и транспортных средств при расчете палубы, настилов и непосредственно поддерживающих их элементов лесов - 2,5 кПа; палубы или настила при расчете конструктивных элементов - 1,5 кПа.

Палуба, настилы и непосредственно поддерживающие их элементы должны проверяться на сосредоточенную нагрузку от массы рабочего с грузом [2] (1300Н) либо от давления колес двухколесной тележки (2500Н) или иного сосредоточенного груза в зависимости от способа подачи бетонной смеси (но не менее 1300Н). При ширине досок палубы или настила менее 150 мм указанный сосредоточенный груз распределяется на две смежные доски.

**д)** нагрузки от вибрирования бетонной смеси - 2 кПа горизонтальной поверхности (учитываются только при отсутствии нагрузок по подп. "г");

**горизонтальные нагрузки**

**е)** нормативные ветровые нагрузки - в соответствии со СНиП РК 5.03-37-2005;

**ж)** давление свежееуложенной бетонной смеси на боковые элементы опалубки, определяемое по табл. 1:

Таблица 1. Определение бокового давления бетонной смеси

Способ уплотнения	Расчетные формулы для определения максимального бокового давления бетонной смеси, кПа	Пределы применения формулы
С помощью вибраторов: - внутренних - наружных	$P = \gamma H$ $P = \gamma (0,27 + 0,78) K_1 K_2$	$H \leq R$ ; $v \geq 0,5$ ; $v < 0,5$ при условии, что $H \geq 1м$ $H \leq 2R$ ; $v < 4,5$ ; $v > 4,5$ при условии, что $H > 2м$

где, **P** - максимальное боковое давление бетонной смеси, кПа;  $\gamma$  - объемная масса бетонной смеси, кг/м<sup>3</sup>; **H** - высота уложенного слоя бетонной смеси, оказывающего давление на опалубку, м; **v** - скорость бетонирования конструкции, м/ч; **R**, **R<sub>1</sub>** - соответственно радиусы действия внутреннего и наружного вибратора, м; **K<sub>1</sub>** - коэффициент, учитывающий влияние консистенции бетонной смеси (для жесткой и малоподвижной смеси с осадкой конуса 0,...2 см - 0,8; для смесей с осадкой конуса 4,...6 см - 1; для смесей с осадкой конуса 8-12 см - 1,2); **K<sub>2</sub>** - коэффициент для бетонных смесей с температурой: 5,...7°C - 1,15; 12,...17°C - 1; 28,...32°C - 0,85.

Во всех случаях величину давления бетонной смеси следует ограничить величиной  $P = \gamma h^2 / 2$  (гидростатическое давление),  $P_{max} = \gamma h$  (результатирующее давление по треугольной эпюре)

**з)** нагрузки от сотрясений, возникающих при укладке бетонной смеси в опалубку бетонизируемой конструкции, принимаются в соответствии с табл. 2:

Таблица 2. Определение нагрузок от сотрясений

Способ подачи бетонной смеси в опалубку	Горизонтальная нагрузка на боковую опалубку, кПа
Спуск по лоткам и хоботам, а также непосредственно из бетонопроводов	4
Выгрузка из бадей емкостью, куб.м: - от 0,2 до 0,8 - св. 0,8	4 6

и) нагрузки от вибрирования бетонной смеси - 4 кПа вертикальной поверхности опалубки (Указанные нагрузки должны учитываться только при отсутствии нагрузок по п. "з").

При наружной вибрации несущие элементы опалубки (ребра, схватки, хомуты и т.п.), их крепления и соединения должны дополнительно рассчитываться на местные воздействия вибраторов. Нагрузки принимаются согласно закону гидростатического давления.

#### Расчетные коэффициенты и сочетания нагрузок:

При расчете элементов опалубки и лесов по несущей способности указанные нормативные нагрузки необходимо умножать на коэффициенты перегрузки, приведенные в табл. 3 [1]:

Таблица 3. Коэффициенты перегрузок

Нормативные нагрузки	Коэффициенты перегрузки
1. Собственная масса опалубки и лесов	1,1
2. Масса бетона и арматуры	1,2
3. От движения людей и транспортных средств	1,3
4. От вибрирования бетонной смеси	1,3
5. Боковое давление бетонной смеси	1,3
6. Динамические от сотрясения при выгрузке бетонной смеси	1,3

При расчете элементов опалубки и лесов по деформации нормативные нагрузки учитываются без умножения на коэффициенты перегрузки.

Выбор наиболее невыгодных сочетаний нагрузок при расчете опалубки и поддерживающих лесов должен осуществляться в соответствии с табл. 4:

Таблица 4. Виды нагрузок

Элементы опалубки	Виды нагрузок на опалубку, леса и крепления для расчета	
	по несущей способности	по деформации
1. Опалубка плит и сводов и поддерживающие ее конструкции	$a + b + v + g$	$a + b + v$
2. Опалубка колонн со стороной до 300 мм и стен толщиной до 100 мм	$ж + и$	$ж$
3. Опалубка колонн со стороной более 300мм и стен более 100 мм	$ж + з$	$ж$
4. Боковые щиты коробов балок, прогонов и арок	$ж + и$	$ж$
5. Днища коробов балок, прогонов и арок	$a + b + v + d$	$a + b + v$
6. Опалубка массивов	$ж + з$	$ж$

При совместном действии полезных и ветровых нагрузок все расчетные нагрузки, кроме собственной массы, вводятся с коэффициентом **0,9**.

Расчет лесов и опалубки на устойчивость против опрокидывания следует производить при учете совместного действия ветровых нагрузок и собственной массы, а при установке опалубки совместно с арматурой - также и массы последней. Коэффициенты перегрузок должны приниматься равными: для ветровых нагрузок - **1,2**, для удерживающих нагрузок - **0,8**.

Расчетные сопротивления материалов принимаются с коэффициентом **К**. Увеличение расчетных сопротивлений при кратковременности действия нагрузки **К** для древесных материалов принимается равным **1,4**.

#### Список литературы

1. СНиП РК 5.03-37-2005 Несущие и ограждающие конструкции А.: ПА KazGor, 2005.
2. СНиП РК 1.03-05-2001 - Охрана труда и техники безопасности. А.: ПА KazGor, 2002.
3. Справочник проектировщика «Бетонные и железобетонные конструкции» под редакцией Парамонова А.И. А. Изд-во Капитал, 2008.

4. ГОСТ Р 52085-2003. Опалубка. Общие технические условия.
5. Бетоны. Материалы. Технологии. Оборудования. Под ред. Кочергина С.М. М.: Стройинформ, Ростов н/Д: Феникс, 2006. 424 с.
6. Технология опалубки PERI Базовый учебный материал. Германия, 2004. 39 с.
7. *Кашкинбаев И.З., Бураев В.В., Кашкинбаев Т.И.* Совершенствование методических организационных и экономических аспектов в технологии производства бетонных работ: Монография. А.: КазНИТУ, 2016. 112 с.
8. *Кашкинбаев И.З., Кашкинбаев Т.И.* Технология возведения монолитных зданий: Учебное пособие. А.: КазНИТУ, 2016. 75 с.