

## ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ ДЕФОРМАЦИЙ И АВАРИЙ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАССЕЙНОВ

Николай Котляр, Наталия Рощина, Виктория Лихоград

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры  
Адрес: Украина, г. Харьков, ул. Сумская, 40  
E-mail: kotlhisi@mail.ru

**Аннотация.** В работе приводится анализ деформаций конструкций и аварий монолитных железобетонных бассейнов. Рассмотрена технология возведения монолитного железобетонного дна чаши плавательного бассейна, основанная на использовании метода локального вакуумирования плиты в зоне ее опирания на несущие колонны.

**Ключевые слова:** плавательный бассейн, плита, бетонная смесь, вакуумирование бетона

### ВВЕДЕНИЕ

Возведение сооружений обработки, аккумулирования и перекачки воды, резервуаров систем водоснабжения [6], плавательных бассейнов требует серьезного внимания на всех этапах создания строительной продукции – от проектирования до ввода в эксплуатацию.

Ярким примером ошибок проектирования и некачественной технологии выполнения работ может служить авария, произошедшая при испытании плавательного бассейна в Краснодаре. Утром 31 июля 2013 года во время испытаний чаши строящегося бассейна возле футбольного стадиона "Кубань" произошло обрушение монолитного железобетонного дна, в зонах опирания плиты на колонны (рис. 1). В результате утечки воды была разрушена также часть фасада здания спортивного объекта [1, 15].



Рис. 1- Результаты разрушения дна бассейна в Краснодаре [1, 15].

Fig. 1 - Results destruction bottom pool in Krasnodar

Разрушение плиты дна бассейна могло быть вызвано недостатками конструкции стыка в зоне «плита - колонна», слабой адгезией бетона с арматурой и, очевидно, дефектами бетонирования. Возможно, что такие разрушения несущей плиты бассейна можно было избежать, применив более

рациональную конструкцию стыка, обоснованную подвижность бетонной смеси и локальное вакуумирование дна бассейна в зоне продавливания.

### АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

С точки зрения железобетонных конструкций, в местах опирания тонких перекрытий на колонны определяющим является расчет на продавливание. Это обусловлено действием равномерно распределенных сил на ограниченную площадь плиты.

Расчет плиты (без поперечной арматуры) на продавливание выполняется из условия:

$$F \leq \varphi_b R_{br} u_m h_0, \quad (1)$$

где:  $F$  – продавливающая сила,

$\varphi_b$  – экспериментальный коэффициент,

$R_{br}$  – расчетное сопротивление бетона растяжению,

$u_m$  – среднее арифметическое между параметрами верхнего и нижнего оснований пирамиды продавливания [17].

Из формулы следует, что известные конструктивные решения, направленные на повышение прочности плиты на продавливание можно разделить на следующие типы: увеличение площади опирания плиты (рис. 2), увеличение толщины плиты (рис. 3), возведение без технологического перерыва колонны и зоны продавливания плиты [2] (рис. 4), установка поперечной арматуры в зоне продавливания (рис. 5).

Следует отметить, что правильно разработанные конструктивные решения не всегда позволяют выполнять качественно бетонные работы. Особенно это характерно для густоармированных участков дна бассейнов в области соединения плиты с колонной, где высока вероятность продавливания, в результате которого образуются наклонные трещины, распространяясь до верхнего ряда растянутой

рабочей арматуры, что приводит к аварийным ситуациям с обрушением конструкции. Поэтому для обеспечения несущей способности требуется дополнительное усиление продольной и поперечной арматурой рассматриваемого участка плиты [3] (Рис.6). В тоже время густота армирования узла затрудняет процесс качественного распределения и уплотнения укладываемой бетонной смеси, что усложняет обеспечение требуемых показателей плотности, прочности, трещиностойкости и водонепроницаемости.

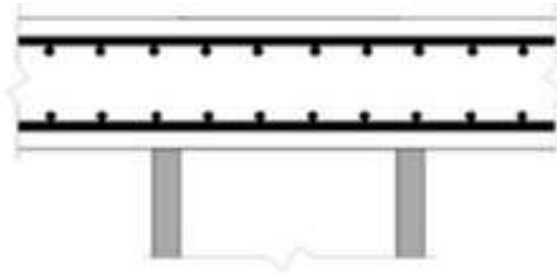


Рис. 2 - Увеличение площади опирания плиты  
Fig. 2 – The increasing the area of bearing slab

Поэтому, с целью повышения технологичности узла следует применять такие методы обработки, которые будут способствовать качественному уплотнению бетонной смеси в области соединения колонны и плиты, а в следствии обеспечению требуемых прочностных характеристик.

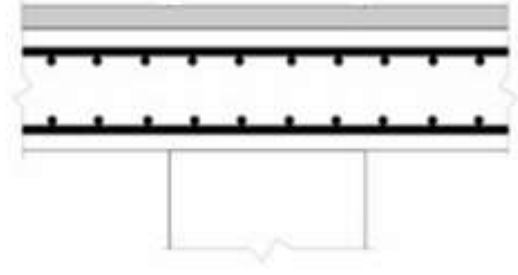


Рис. 3 - Увеличение толщины плиты  
Fig. 3 – The increasing the thickness of the slab

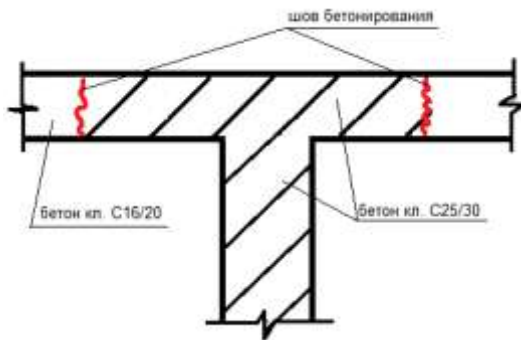


Рис. 4 - Бетонирование в один прием области стыка колонны и плиты  
Fig. 4 - Concreting in one reception joint area columns and slab

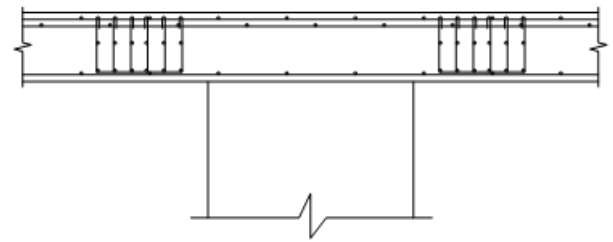


Рис. 5 - Установка поперечной арматуры в зоне продавливания  
Fig. 5 - Setting of transverse reinforcement in the area of jacking



Рис. 6 – Высокий коэффициент армирования в определенных зонах конструкций  
Fig. 6 - High reinforcement ratio in certain areas of structures

Существенному повышению эффективности возведения несущих монолитных конструкций способствует применение бетонных смесей с химическими добавками и рациональных технологий уплотнения. К числу таких относится метод вакуумирования. Особенностью технологии бетонирования с использованием вакуумирования является применение бетонных смесей, которые отличаются по составу от смесей, укладываемых с помощью вибрирования. Бетонная смесь предназначенная для вакуумирования характеризуется бесконтактным строением и повышением на 20-40% соотношения П/Щ. Минимальное конечное водосодержание таких составов объясняется извлечением воды в большем количестве в сравнении с составами бетонов для виброуплотнения. При оптимальном соотношении

П/Щ конечное содержание воды в вакуумбетоне является практически постоянным [18].

Коэффициент вакуумирования  $k_{упл.}^6$ , полученный Н.А. Сторожуком [18] показывает зависимость уменьшения объема бетонной смеси от количества извлеченной воды, и вычисляется по формуле:

$$k_{упл.}^6 = \frac{V_{н.б.с.} - V_{к.б.с.}}{V_{изв.}}, \quad (2)$$

где:  $V_{н.б.с.}$ ,  $V_{к.б.с.}$ , - объемы бетонной смеси до и после вакуумирования

$V_{изв.}$  - количество воды, извлеченной при вакуумировании.

Значение коэффициента вакуумирования  $k_{упл.}^6$  исходя из формулы (2) должно равняться 1.

Первые сведения о сочетании вакуумирования с химическими добавками относятся к 30-м годам. В работе [5] отмечается, что сотрудником лаборатории треста "Строитель" Н.С. Сумароковым были поставлены опыты по вакуумированию бетона в бетономешалке в связи с предложенным им способом зимнего бетонирования. По идее этого метода, добавки имели назначение понизить температуру замерзания воды в бетоне, а также ускорить процесс схватывания бетона при пониженных температурах. Результаты испытаний показали большое увеличение прочности и морозостойкости вакуумированного бетона с добавками по сравнению с контрольным образцом (превышение прочности, в среднем 158%).

В.С. Гордон установил, что совместное влияние добавки хлористого кальция и вакуумирования ускоряет процесс твердения бетона, особенно в раннем возрасте (в суточном возрасте - в 3 раза) и при пониженных температурах, и существенно увеличивает морозостойкость [6]. Кроме того, вакуумирование сглаживает некоторые отрицательные последствия применения добавки хлористого кальция (уменьшается усадка и электропроводность бетона).

Н.А. Сторожук [18], также показывает целесообразность использования хлористого кальция при вакуумировании бетона.

Ряд работ [10, 4, 19, 21] посвящен применению ПАВ при вакуумировании бетона. И.Н. Ушакова и Н.В. Михайлов рассматривают применение добавки ССБ, в процессе вакуумирования, сочетая добавку с виброперемешиванием и виброуплотнением [12]. Авторы отмечают, что улучшается структура цементного камня, увеличивается прочность и плотность песчаного бетона. Добавка 0,1% ССБ способствует образованию более мелкокристаллической и тонкокапиллярной структуры цементного камня, однако процессы структурообразования несколько замедляются. Этот

недостаток устраняется применением комплексной добавки 0,1% ССБ + 1%. Вакуумированные бетоны с добавками 0,5 и 1,0% ССБ имеют повышенную морозостойкость, пониженную истираемость (на 15% по сравнению с контрольными), возрастает сопротивление ударной вязкости (примерно на 25%). Водопоглощение бетона за 5 месяцев не превышало в среднем 3%. Микроскопические исследования структуры в шлифах, снятых с эталонных образцов и испытанных на морозостойкость, не показали разрушений бетона ни в контактах, ни в заполнителе [19].

Положительные результаты исследований позволяют сделать предположение о эффективности аналогичных современных добавок и в технологии локального вакуумирования.

Однако, данных по возведению рассматриваемых узлов соединения монолитной железобетонной плиты дна и колонны с технологическими режимами вакуумирования оптимальных составов бетонных смесей с современными химическими добавками в литературных источниках ранее не рассмотрены.

Поэтому, для установления зависимости набора прочности рассматриваемой бетонной смеси, при использовании методов формования с вакуумированием, был проведен многофакторный эксперимент.

Цель эксперимента – изучение особенностей твердения вакуумируемых смесей различных составов, которые в дальнейшем могут использоваться для оптимального подбора параметров вакуумирования, обеспечивающих наибольшее значение прочности бетона несущих конструкций.

## ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучив особенности технологии бетонирования зоны опирания перекрытия на колонну можно сказать, что правильно разработанные конструктивные решения не всегда позволяют выполнить качественно бетонные работы. Особенно это характерно в зонах с высоким коэффициентом армирования, например, зона продавливания перекрытия. Густота армирования затрудняет процесс качественного распределения и уплотнения бетонной смеси, что усложняет обеспечение требуемых прочностных характеристик конструкций [16].

Определить оптимальный состав бетонной смеси для вакуумирования, выявить влияния вакуумирования на бетонные конструкции, разработать организационно-технологические решения для выполнения бетонных работ с применением вакуумирования позволит повысить качество работ.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

- подбор оптимального состава бетонной смеси,
- экспериментальное определение влияния вакуумирования на бетон с применением суперпластификатора и без него,
- обработка полученных результатов,
- определение параметров локального вакуумирования конструкции,
- совершенствование организационно-технологических решений для вакуумирования зон продавливания конструкций.

## ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ

### 1. Подбор оптимального состава бетона

В соответствии с поставленной задачей были проведены экспериментальные исследования вакуумирования для составов бетонных смесей применяемых на строительных объектах. Исследования проводились в лаборатории строительных материалов и изделий Харьковского национального университета строительства и архитектуры, которые заключались в вакуумировании бетонной смеси на специально собранной установке и использовании известных стандартных методов испытаний.

В качестве исследуемых составов бетонной смеси рассматривались бетоны, которые поставляет завод «Бетоникс» (г.Харьков), принявший участие в проведении исследования. Строительная лаборатория предоставила составляющие для бетона и добавку СП1-ВП. Подбор состава бетона в проведенных экспериментах выполнен для класса В30 по методике разработанной строительной лабораторией завода. Использовался шлакопортландцемент М500 (ВАТ Хайдельбергцемент Украина), кварцевый песок  $M_{кр}=1,31$  (ОАО «Кременчугский речной порт»), щебень из природного гранитного камня фракцией 10-20 мм и добавка СП1-ВП. Дозирование всех компонентов проводилось по весу. Бетонная смесь для изготовления лабораторных образцов перемешивалась вручную и уплотнялась на лабораторной виброплощадке с амплитудой колебаний 0,5мм и частотой 2960 кол/минуты. Задавался режим формования с вакуумированием, продолжительность процессов устанавливалась по реле времени ВЛ-17 [11? 12].

СП1-ВП – добавка, относящаяся к пластифицирующему-водоредуцирующему виду - суперпластификаторам. Представляет собой смесь натриевых солей полиметиленафталинсульфоокислот различной молекулярной массы с добавлением воздухоподавляющего компонента.

Суперпластификатор СП1-ВП рекомендуется применять в производстве сборного железобетона, в том числе преднапряженного, в производстве конструкций из монолитного тяжелого бетона классов по прочности на сжатие С12/15 и выше, в производстве конструкций из мелкозернистого бетона классов по прочности С8/10 и выше, а также для производства густоармированных конструкций, тонкостенных конструкций и конструкций со сложной конфигурацией. Максимальная эффективность суперпластификатора СП1-ВП достигается при изготовлении высокоподвижных смесей П4 и П5 и при получении высокопрочных бетонов С35/40 и выше. Суперпластификатор СП1-ВП рекомендуется применять для изготовления бетонных конструкций и изделий с уплотнённой структурой цементного камня и с улучшенным качеством поверхностей.

Применение суперпластификатора СП-1-ВП позволяет:

- увеличить подвижность бетонной смеси от П1 до П5 без снижения прочности и долговечности бетона (при неизменном содержании воды и цемента),
- увеличить прочностные характеристики бетона на 20% и более (за счет сокращения расхода воды при неизменных расходе цемента и подвижности бетонной смеси),
- получить бетонные смеси и бетоны, содержащие не более 1,7 % вовлеченного воздуха,
- изготавливать конструкции и изделия с уплотнённой структурой цементного камня и с улучшенным качеством поверхностей,
- снизить расход цемента в равноподвижных смесях на 15-20%,
- сократить продолжительность и энергетические затраты при тепло-влажностной обработке бетона,
- значительно сократить время и энергетические затраты на вибрирование бетонной смеси, а в ряде случаев и полностью отказаться от вибрирования.

### 2. Вакуумирование конструкции

При выполнении большинства бетонных работ приходится сталкиваться:

- с необходимостью получить высококачественный бетон, что требует использование бетонных смесей с низким водоцементным отношением,
- целесообразностью применения подвижных бетонных смесей, что позволяет использование бетонных смесей с высоким водоцементным отношением.

Выполненная вакуумная обработка смеси обеспечивает уменьшение содержания воды в бетоне на 15-30 %. При этом водоцементное отношение снижается на ту же величину. Это

способствует увеличению прочности бетона на сжатие (после 28 дней) в среднем на 100-150 кг/см<sup>2</sup> (20—40 %). Вероятность появления трещин на поверхности плиты днища бассейна существенно уменьшается, т. к. бетон после вакуумирования практически не дает усадки.

Длительность вакуумной обработки смеси зависит от размеров конструкции, и, в среднем составляет – 1 минута на 1 см толщины обрабатываемой поверхности.

### 3. Экспериментальные исследования повышения прочности плиты в зоне продавливания

Цель эксперимента - изучение особенностей твердения вакуумируемых смесей различных составов, которые в дальнейшем могут использоваться для оптимального подбора параметров вакуумирования, обеспечивающих наибольшее значение прочности бетона в рассмотренной несущих конструкциях.

Основной задачей исследований является установление характера зависимости набора прочности бетонной смеси с применением добавки СП1-ВП от времени при использовании вакуумирования.

Для этого в процессе нагружения бетонного образца измерялось критическое усилие.

### 3.1. Проведение многофакторного эксперимента

С целью получения результатов по заявленной теме были изготовлены кубики-образцы из бетона С25/30 с поперечным сечением сторон 70x70x70 мм.

Номера серий бетонных образцов за составом:

- 1 – невакуумированный бетон без применения химической добавки,
- 2 - невакуумированный бетон с применением химической добавки СП1-ВП,
- 3 - вакуумированный бетон без применения химической добавки,
- 4 - вакуумированный бетон с применением химической добавки СП1-ВП.

В рамках контроля прочности бетона в промежуточном возрасте испытания проводились на 4 образцах в возрасте 3, 7, 14 и 28 дней.

Порядок проведения испытаний:

1. Приготовление бетонной смеси (с водоцементным отношением В/Ц=0,66).
2. Укладка бетонной смеси в формы.
3. Вакуумирование образцов на протяжении 7 минут.
4. Последующее твердение бетона происходило в нормальных условиях (Т=18...20° С, W=60%).

Испытание происходило в соответствии с действующими стандартами [8,19].

В ходе проведения испытаний установлено, что разрушению подвергались больше и сильнее не вакуумированные образцы по сравнению с вакуумированными (рис. 7, табл. 1).



а) бетонный образец, который не вакуумировался



б) бетонный образец, который вакуумировался,

Рис. 7 – Испытание образцов с добавкой СП1-ВП на 7 день при усилнии Р = 158,9 кН

Fig. 7. Test of samples with the addition СП1-ВП on day 7 at a force F = 158.9 kN

а) Sample of concrete which is not subjected to a process with vacuumization,

б) Sample of concrete which is subjected to a process with vacuumization,



Табл. 1 – Результаты экспериментальных исследований набора прочности бетоном  
Table 1 - Results of experimental studies strength compressive of concrete

№	Вид заполнителя				Добавка универсал СП1-ВП, %	Разрушающее усилие $R_{руй}$ , кН			
	Цемент, кг	Песок, кг	Щебень, кг	Вода, л		3 суток	7 суток	14 суток	28 суток
1	305	570	1315	200	-	62,3	119,4	142,7	163,8
2	305	570	1315	200	0,5	86,1	148,9	205,3	238,0
3	305	570	1315	200	-	86,2	148,9	205,8	240,1
4	305	570	1315	200	0,5	172,2	264,8	299,1	336,5

Полученные результаты рассматриваем как случайную выборку генеральных совокупностей, согласно методике оценки точности и правильности при малом числе измерений [14].

Оценку точности измерений и правильности производят с помощью следующих критериев.

Выборочное среднее — среднее арифметическое.

Единичные отклонения — отклонения отдельных измерений от среднего арифметического:

$$\varepsilon_i = \bar{x} - \bar{x}_i \quad (3)$$

Алгебраическая сумма одиночных отклонений равна нулю:

$$\sum \varepsilon_i = 0 \quad (4)$$

Выборочная дисперсия для  $n$  найденных значений  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$  случайной величины:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (5)$$

Положительные значения корня квадратичного из дисперсии называется средней квадратической ошибкой отдельного измерения или выборочным отклонением:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (6)$$

Коэффициент вариации:

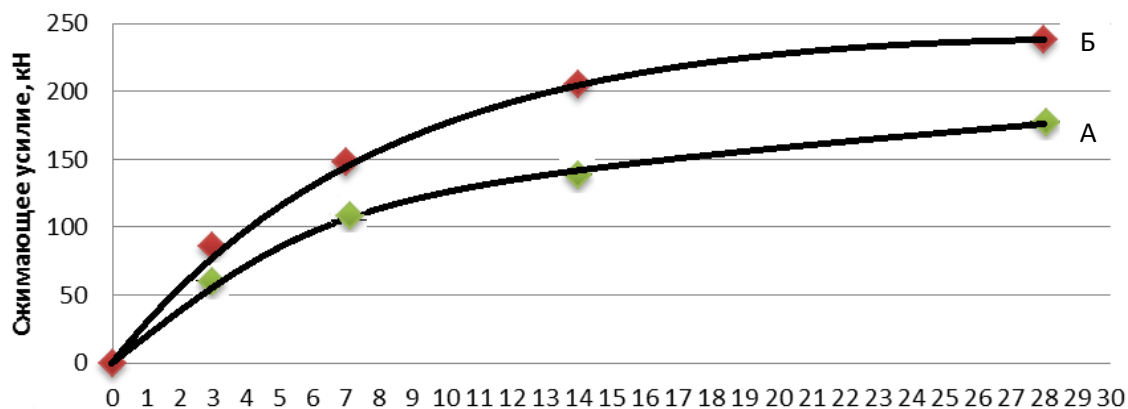


Рис. 8 - Динамика набора прочности бетона А - без применением добавки СП1-ВП и без вакуумирования; Б -) с применением добавки СП1-ВП и без вакуумирования

Fig. 8 – The dynamics of strength compressive of concrete a) without the use of additives СП1-ВП and without vacuumization, б) with the use of additives СП1-ВП and without vacuumization

$$\omega = \frac{\varepsilon}{x_{ср}} 100 \% \quad (7)$$

При оценке точности полученных результатов вычислим выборочную дисперсию среднего значения (среднего результата):

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)} \quad (8)$$

Средней квадратической ошибкой среднего арифметического или стандартным отклонением среднего результата:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (9)$$

Абсолютная ошибка при коэффициент  $\alpha=0,95$ :

$$\varepsilon_\alpha = t_\alpha \frac{S}{\sqrt{n}}, \quad (10)$$

где коэффициент Стьюдента с надежностью  $\alpha=0,95$  показывает во сколько раз разность между истинным и средним результатами больше стандартного отклонения среднего результата. Число степеней свободы  $f = n - 1 = 4 - 1 = 3$ , тогда значения коэффициент Стьюдента составляет  $t_\alpha = 3,18$ .

Математическая обработка результатов приведена в табл. 2, 3, 4, 5.

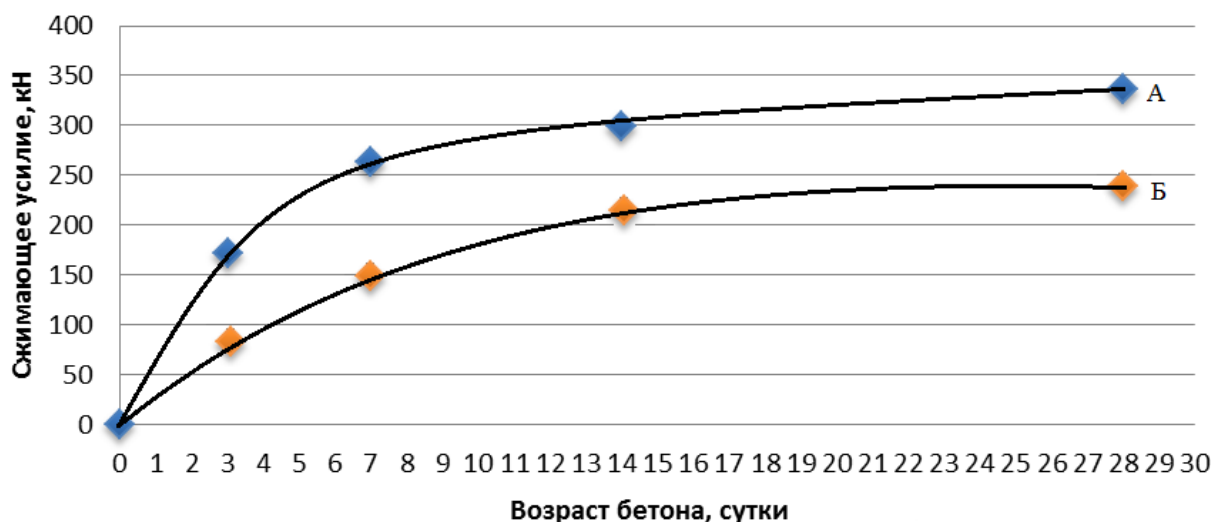


Рис. 9 - Динамика набора прочности вакуумированного бетона А - без применением добавки СП1-ВП с вакуумированием, Б - бетона с применением добавки СП1-ВП с вакуумированием

Fig. 9 – The dynamics of strength compressive of concrete А - without the use of additives СП1-ВП and with vacuumization, Б - with the use of additives СП1-ВП and with vacuumization

Прочность бетона, (МПа), рассчитывается с точностью до 1 МПа при испытаниях на сжатие для каждого образца за формулой:

$$f_{c,cube} = \frac{\alpha \cdot F}{A}, \tag{11}$$

где, F – разрушающее усилие, кгс,

A – площадь рабочего сечения образца, см<sup>2</sup>,

$\alpha$  – масштабный коэффициент для приведения прочности бетона в образцах базового размера, 0,85 для бетонных образцов размером 70 мм [8, 9].

Таким образом, вакуумирование бетонных смесей с химической добавкой СП1-ВП позволяет без дополнительного расхода цемента повысить качество и надежность несущих конструкций [11].

В связи с этим рассмотрим возможность применения полученных результатов для проектирования локального вакуумирования в области соединения железобетонной монолитной донной плиты днища чаши бассейна и колонны [11, 12, 13].

Для повышения эффективности бетонирования области соединения плиты днища чаши бассейна и колонны предложено использовать специальную конструкцию вакууммата, который сразу после окончания укладки бетонной смеси следует разместить на поверхность плиты в области соединения с колонной [12, 13].

Вакууммат имеет форму квадрата в плане, размеры которого вычисляется по формуле:

$$c = b + h_o \tag{12}$$

$$S_{BM} = (b + h_o)^2, \tag{13}$$

где: c - сторона вакууммата,

b - размер сечения колонны,

$S_{BM}$  - площадь вакууммата,

$h_o$  - рабочая высота плиты.

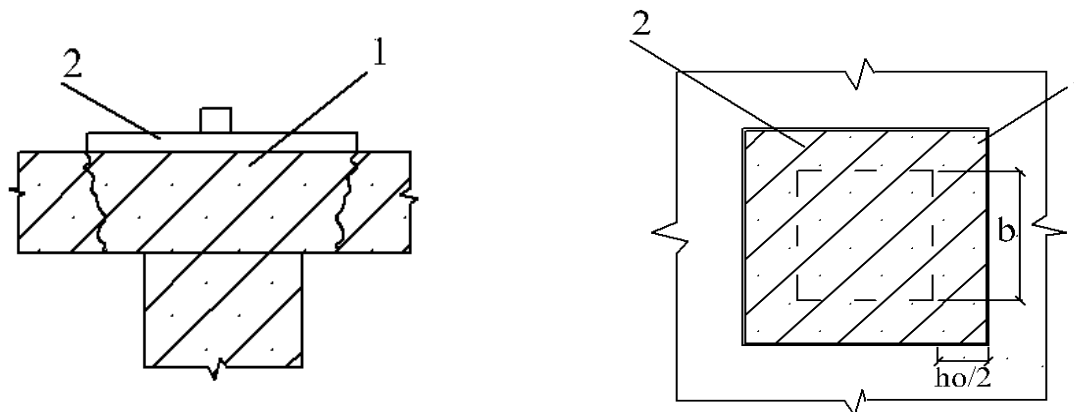


Рис.10 - Уплотнение бетонной смеси на густоармированных участках с помощью вакуумирования.

1 – зона продавливания, 2 – разработанная конструкция вакууммата,

Fig. 10 - Concrete mix compaction thickly at reinforced areas using the process with vacuum

## ВЫВОДЫ

На основе проведенных исследований и обобщения эффективности вакуумной обработки установлено, что для днища бассейнов в области соединения плиты и колонны использование вакуумной обработки способствует повышению показателей прочности, трещиностойкости, а значит обеспечивает предотвращение появления деформаций, возможное обрушение конструкции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Авария бассейна в Краснодаре на стадионе Кубань [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://relih.0pk.ru/viewtopic.php?id=130>
2. Болгов А., 2005. Расчет узлов сопряжения колонн с плоскими безбалочными перекрытиями / А. Болгов // НИИЖБ. Научные изыскания – №5/2005 "Строительная инженерия".
3. Болгов А. Усиление плит на продавливание поперечной арматурой / А. Болгов, А. Сокуров, Д. Кузеванов (НИИЖБ им. А. Гвоздева)
4. Гаджиды Р., 1981. Поверхностно-активные вещества в строительстве / Р. Гаджиды, А. Меркин. - Баку, Азербайджанское гос. изд-во. – 131 .
5. Гершберг О., 1940. Вакуум-бетон / О. Гершберг, А. Десов, А. Итин. - М.-Л.: Гос. изд-во строит, лит. -116 .
6. Гончаренко Д., Алейник А., 2013. Водопроводные сети г. Харькова и возможные пути повышения их эксплуатационной долговечности / MOTROL // Commission of motorization and energetics in agriculture/ - Lublin – Rzeszow. – Vol. 15 #6/ - 3-10
7. Гордон С., 1950. Вакуумирование бетона / С. Гордон.- М.: Машиностроение. - 172 .
8. ДСТУ Б.В.2.7-214:2009. Методи визначення міцності за контрольними зразками.
9. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Будівельні матеріали. Правила контролю міцності
10. Ильченко Н., 1977. Исследование ускорения твердения вакуумбетона: автореф. ... дис. канд. техн. наук / Н. Ильченко, - Днепропетровск. – 19 .
11. Котляр Н., 2009. Использование метода вакуумирования бетона в каркасно-монолитном строительстве / Н. Котляр, Н. Житинская // Научный вестник строительства.- Харьков: ХДТУБА, ХОТВ АБУ.- Вип.51. - 90-95.
12. Котляр Н., 2009. Повышение эффективности бетонных работ в каркасно-монолитном строительстве / Н. Котляр, Н. Житинская // Научный вестник строительства.- Харьков: ХДТУБА, ХОТВ АБУ.- Вип. 52. - 29-32.
13. Котляр Н., 2014. Технологические решения локального вакуумирования плит перекрытия каркасно-монолитных зданий / Н. Котляр, Н. Рощина, Н. Соколенко // Научный вестник строительства. – Вип. №1(75).-47-50.
14. Кремер Н., 2003. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник / Н. Кремер.— М.: ЮНИТИ-ДАНА. — 543 .
15. Плясунов Е., 2006. Бескапитальный стык колонны и перекрытия с комбинированным армированием в монолитном железобетоне безбалочном каркасе: автореф...дис. канд. техн. наук: 19.12.2006 / Е.Плясунов, Красноярский ГАСА. -К.- 20 .
16. Попов Н., 1985. Проектирование и расчет железобетонных конструкций / Н. Попов, А. Забегаев. Учеб. пособие для строит. спец. вузов. - М.: Высш. шк.- 319 .
17. Сторожук Н., 1990. Технология вибровакуумных бетонов изделий и конструкций: автореф...дис. канд. техн. наук: 08.10.90 / Н. Сторожук, ХИСИ-Х.-33 .
18. Ушакова И., 1966. Влияние заполнителей, добавок ПАВ-ССБ и вакуумирования на процессы структурообразования, структуру и свойства цементно-песчаного бетона: дис... канд. техн. наук./ И. Ушакова - М.-161.
19. Хаютин Ю., 1991. Монолитный бетон. Технология производства работ / Ю. Хаютин. - М.: Стройиздат. -576 .
20. Шпынова Л., 1981. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня /Л. Шпынова, В.И. Чих, М.А. Саницкий, Х.С. Соболев, С.К. Мельник. Львов: Изд-во при ЛГУ изд. объедин. "Ви-ща школа". – 158 .
21. Обрушение строящегося бассейна в Краснодаре вылилось в уголовное дело [Электронный ресурс] –Режим доступа: <http://www.regnum.ru/news/accidents/1718088.html>

### PREVENTION OF DEFORMATIONS AND ACCIDENTS OF MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE POOLS

**Summary.** The article provides an analysis of deformations and accidents of monolithic reinforced concrete pools. Technology of construction reinforced concrete considered the bottoms of bowls, swimming pool, based on the use of local vacuumization slab method in the zone of its bearing on the supporting columns.

**Key word:** swimming pool, slab, concrete mix, concrete pumping