

УДК 728:629.514

ЖИТЛОВА БУДІВЛЯ НА ПЛАВУЧІЙ ПЛАТФОРМІ З ЯКІРНОЮ СИСТЕМОЮ ІЗ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СТОЯКІВ

ШЕХОРКІНА С. Є.^{1*}, к.т.н.,

^{1*} Кафедра залізобетонних та кам'яних конструкцій, Державний вищий навчальний заклад "Придніпровська державна академія будівництва та архітектури", вул. Чернишевського, 24-а, 49600, Дніпропетровськ, Україна, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: S_VT@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7799-2250

Анотація. Мета. Будівництво на воді є досить новим напрямком, який відповідає запитам на розширення території забудови, а також адаптації штучного середовища проживання до наслідків зміни природно-кліматичних умов. При будівництві плавучих будівель на водоймах малої глибини застосування традиційних гнучких якірних систем нерідко є ускладненим, отже, виникає проблема забезпечення незмінного місцезонаштування, а саме обмеження переміщень будівлі в горизонтальній площині. Можливим рішенням даної проблеми є заміна гнучкої якірної системи на вертикальні стояки або безпосереднє опирання залізобетонного понтона на ґрунт водойми. Проте, існуючі конструктивні рішення мають ряд недоліків і не можуть бути застосовані в чистому вигляді на території України. В зв'язку з цим, в статті розглядаються питання проектування житлової будівлі на плавучій платформі високої вантажопідйомності з якірною системою у вигляді залізобетонних стояків. **Результати.** Для забезпечення стабільності плавучої платформи будівель на воді при будівництві на мілких водоймах запропоновано конструктивне рішення якірної системи із залізобетонних стояків. На прикладі проекту-представника екобудівлі коротко викладено методику розрахунку, а також виконано аналіз техніко-експлуатаційних параметрів і напружено-деформованого стану конструкцій будівлі на воді з урахуванням вимог суднобудування і будівництва. На основі отриманих даних встановлено, що якірна система забезпечує стабільність залізобетонної плавучої платформи високої вантажопідйомності в горизонтальній площині при дотриманні вимог діючих нормативних документів, що дозволяє застосовувати запропоноване конструктивне рішення для зведення будівель на воді в умовах України. **Наукова новизна.** Удосконалено конструктивне рішення плавучої платформи з якірною системою із залізобетонних стояків, а також отримані дані щодо техніко-експлуатаційних параметрах і характеристиках напружено-деформованого стану запропонованої конструкції. **Практичне значення.** Запропоноване конструктивне рішення плавучої платформи з якірною системою із залізобетонних стояків дозволить зводити будівлі на воді на водоймах різної глибини, а також може бути використане при будівництві безпечного житла на територіях, які піддаються сезонним підтопленням.

Ключевые слова: житлова будівля на воді, техніко-експлуатаційні параметри, несуча здатність, норми проектування

ЖИЛОЕ ЗДАНИЕ НА ПЛАВУЧЕЙ ПЛАТФОРМЕ С ЯКОРНОЙ СИСТЕМОЙ ИЗ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТОЕК

ШЕХОРКИНА С. Е.^{1*}, к.т.н.

^{1*} Кафедра железобетонных и каменных конструкций, Государственное высшее учебное заведение "Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры", ул. Чернышевского, 24-а, 49600, Днепропетровск, Украина, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: S_VT@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7799-2250

Аннотация. Цель. Строительство на воде является достаточно новым направлением, которое отвечает запросам расширения территорий застройки, а также адаптации искусственной среды обитания к последствиям изменения природно-климатических условий. При строительстве плавучих зданий на водоемах малой глубины применение традиционных гибких якорных систем часто является затруднительным, следовательно, возникает проблема обеспечения неизменного месторасположения, а именно ограничения перемещений здания в горизонтальной плоскости. Возможным решением данной проблемы является замена гибкой якорной системы на вертикальные стойки или непосредственное опирание железобетонного понтона на ґрунт водоема. Однако, существующие конструктивные решения имеют ряд недостатков и не могут быть использованы в чистом виде на территории Украины. В связи с этим, в статье рассматриваются вопросы проектирования жилого здания на плавучей платформе высокой грузоподъемности с якорной системой в виде железобетонных стоек. **Результаты.** Для обеспечения стабильности плавучей платформы зданий на воде при строительстве на мелководьях предложено конструктивное решение якорной системы из железобетонных стоек. На примере проекта-представителя экздания кратко изложена методика расчета, а также выполнен анализ технико-эксплуатационных параметров и напряженно-деформированного состояния конструкций здания на воде с учетом требований норм судостроения и строительства. На основе полученных данных установлено, что якорная система обеспечивает стабильность железобетонной плавучей платформы высокой грузоподъемности в горизонтальной плоскости при соблюдении требований действующих нормативных документов, что позволяет использовать предложенное конструктивное решение для возведения зданий на воде в условиях Украины. **Научная новизна.** Усовершенствовано конструктивное решение плавучей платформы с якорной системой из железобетонных стоек, а также получены данные о технико-эксплуатационных параметрах и характеристиках напряженно-деформированного состояния предложенной

конструкции. **Практическое значение.** Предложенное конструктивное решение плавучей платформы с якорной системой из железобетонных стоек позволит возводить здания на воде на водоемах различной глубины, а также может быть использовано при строительстве безопасного жилья на территориях, подверженных сезонным подтоплениям.

Ключевые слова: жилое здание на воде, технико-эксплуатационные параметры, несущая способность, нормы проектирования

RESIDENTIAL HOUSE ON FLOATING PLATFORM WITH MOORING SYSTEM OF REINFORCED CONCRETE PILLARS

SHEKHORKINA S. YEV.^{1*} *Ph.D.*

^{1*} Department of Reinforced-Concrete and Stone Constructions, State Higher Education Establishment “Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture”, 24-A, Chernishevskogo str., Dnipropetrovs'k 49600, Ukraine, тел. +38 (0562) 47-03-19, e-mail: S_VT@ukr.net, ORCID ID: 0000-0002-7799-2250

Summary. Purpose. Construction on the water is sufficiently multi-functional direction and meets the needs of expanding building areas, as well as the adaptation of the artificial environment to the consequences of climatic conditions changes. During the construction of floating buildings on the ponds with shallow depth the use of traditional flexible mooring systems is often difficult, therefore, there is the problem of providing a constant location, namely a movement limitation of the building in a horizontal plane. A possible solution of this problem is to replace the flexible mooring system with vertical pillars or direct supporting of reinforced concrete pontoon on the ground reservoir. However, existing constructive solutions have several disadvantages and can not be used in pure form in the Ukraine. Thus, the article discusses the design of a residential building on a high capacity floating platform with mooring system in the form of concrete pillars. **Results.** To ensure the stability of a floating platform of buildings on the water during the construction on the ponds with shallow depth a constructive solution of the mooring system with reinforced concrete pillars was proposed. On the example of representative eco-building design procedure is summarized, as well as the analysis of technical and exploitation parameters and the stress-strain state of floating building structures according to the requirements of the shipbuilding and construction rules. On the basis of the obtained data it is found that the mooring system ensures the stability of high capacity concrete floating platform in the horizontal plane in compliance with current normative documents requirements. Thus the proposed design solution can be used for the construction of floating buildings in conditions of Ukraine. **Scientific novelty.** Constructive solution of floating platform with mooring system of reinforced concrete pillars is improved, as well as data on the technical and exploitation parameters and characteristics of the stress-strain state of the proposed design are obtained. **Practical value.** The proposed design solution of floating platform with mooring system of reinforced concrete pillars allows erecting floating buildings on ponds with varying depth, and can also be used for the safe housing construction in areas subjected to seasonal flooding.

Key words: floating residential house, technical and exploitation parameters, bearing capacity, design codes

Введение

Строительство на воде имеет достаточно давнюю историю - плавучие дома на списанных баржах в Нидерландах являются старейшими примерами плавучих конструкций [10, 13]. В последние годы появилась новая тенденция, для которой характерно то, что новые плавучие здания имеют вид и функциональность современных индивидуальных домов, общественных зданий и т.п. Такие здания могут быть как мобильными, которые допускают возможность перемещения и швартовки в другом месте, так и стационарными, которые имеют фиксированное месторасположение. Плавучие здания позволяют решить проблему безопасности жилья на территориях подверженных наводнениям [6]. Таким образом, строительство на воде является достаточно многофункциональным решением, которое отвечает запросам расширения территорий застройки, а также адаптации искусственной среды обитания к последствиям изменения природно-климатических условий.

В большинстве случаев фундаментом для плавучих домов является полая железобетонная

плавучая платформа (понтон), которая постоянно находится в воде [4, 10, 13]. Отдельные сегменты могут быть соединены для получения плавучих платформ крупных размеров. Плавучая платформа крепится ко дну с помощью специальных гибких систем якорения, которые состоят из якоря и троса и обеспечивают надежность места стоянки здания на воде [5, 12].

При строительстве плавучих зданий на мелких водоемах применение гибких якорных систем часто является затруднительным, следовательно, возникает проблема обеспечения неизменного месторасположения, а именно ограничения перемещений здания в горизонтальной плоскости. Возможным решением данной проблемы является замена традиционных гибких якорных систем на вертикальные стойки или непосредственное опирание железобетонного понтона на грунт водоема. Подобная конструкция рассматривается в работах, которые посвящены разработке противопаводковых жилых домов в Индии и Вьетнаме [7, 11]. Несущие и ограждающие конструкции здания выполнены из бамбука, в связи с чем он имеет незначительную массу. Здание возводится на земле, во время наводнения

поднимается вслед за подъемом уровня воды на пластиковых мини-понтонках, которые в процессе строительства укладываются в ниши ленточного фундамента, а после отступления воды возвращается в исходное положение. Данное решение в чистом виде не может быть применено в Украине, поскольку ее территория характеризуется наличием низких температур. Поскольку здания имеют более массивные ограждающие конструкции и значительный общий вес, а применение понтонных из пластика невозможно.

Исходя из вышеизложенных проблем, в статье рассматриваются вопросы проектирования жилого здания на плавучей платформе высокой грузоподъемности с якорной системой в виде железобетонных стоек.

Изложение основного материала

Для обеспечения стабильности плавучей платформы здания на воде предлагается конструктивное решение плавучей платформы с возможностью подъема вдоль свай-стоек. Система состоит из жестких свай-стоек, расположенных по углам платформы и опирающихся непосредственно на грунт водоема. На каждую стойку надевается одна или несколько рамок из стальных профилей, которые

затем привариваются к закладным деталям на плавучей платформе. Система позволяет зданию подниматься при подъеме уровня воды, возвращаясь в исходное положение при его понижении. Таким образом, обеспечивается контролируемое движение здания в вертикальном направлении, благодаря естественной подъемной силе воды, при сохранении стабильности в горизонтальной плоскости.

При подборе высоты стоек необходимо учитывать глубину водоема, величину возможных перепадов уровня воды, а также требуемую высоту надводного борта для данного района размещения. В зависимости от архитектурного решения стойки могут использоваться как несущие элементы для устройства навесов, опирания кровли и т.п., в соответствии с чем корректируется их высота.

Для анализа предложенной конструкции был принят проект представительского дома НУБиП Украины, разработанный Савицким Н.В. и Бондаренко О.И.

На рис. 1 приведены план 1-го этажа и плавучей платформы со сваями стойками, разрез здания на воде, а также указаны его основные геометрические параметры.

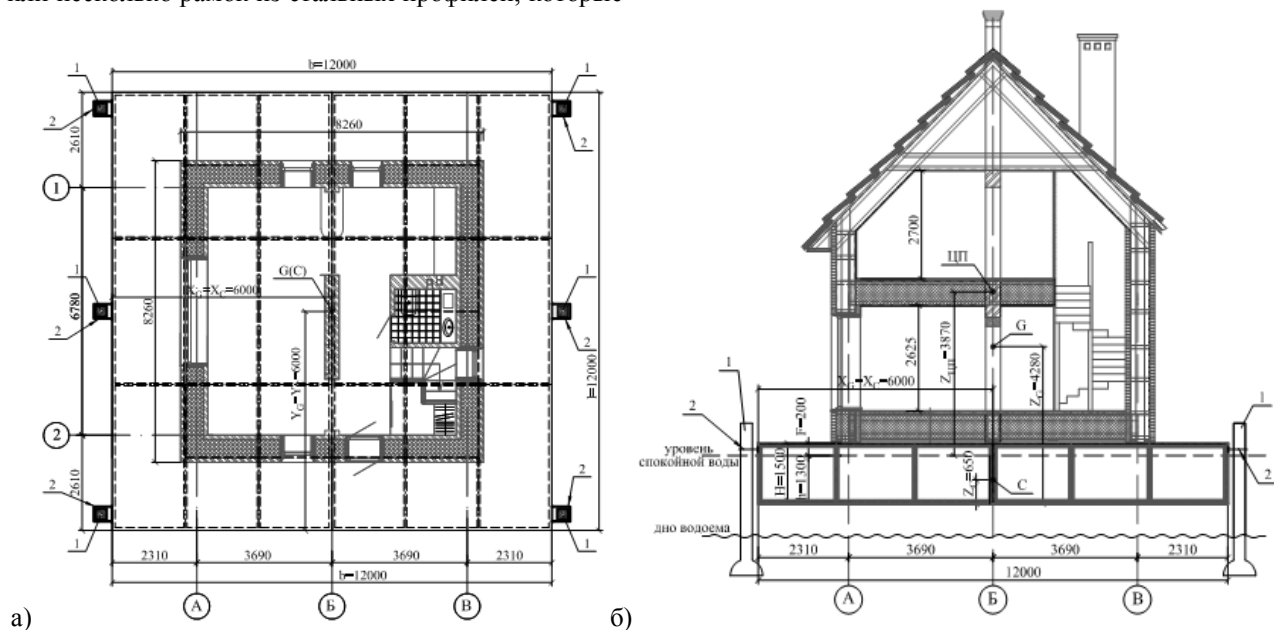


Рис.1. Проект-представитель двухэтажного здания на воде / Representative project of two-storey floating house: а) план 1-го этажа; б) разрез; 1 – направляющая стойка; 2 – закладная деталь для ограничения горизонтальных перемещений; h – осадка; F – высота надводного борта; C , G – центры тяжести подводной части и всего здания; $Z_{ЦП}$ – превышение центра парусности над плоскостью ватерлинии; Z_G , Z_C – превышение центра тяжести здания и его подводной части, соответственно, над плоскостью днища плавучей платформы / а) first floor layout; б) sectional view; 1 – guide column; 2 – embedded item for horizontal moving limitation; h – draught; F – free-board height; C , G – center of buoyancy and gravity center of building; $Z_{ЦП}$ – distance between a windage area and waterline surface; Z_G , Z_C – distances between gravity center of building and center of buoyancy and bottom surface of floating platform

Конструктивная схема здания – каркасная. Несущие элементы стен здания выполнены в виде стоек из деревянного бруса сечением 140x38 мм для первого этажа, 89x38 мм для второго этажа. Несущие конструкции перекрытия и покрытия выполнены в

виде ферм из деревянного бруса сечением 89x38 мм. Все несущие конструкции здания располагаются с шагом 500 мм. Пространственная жесткость здания обеспечивается распорками и диагональными раскосами в стойках, а также устройством

монолитной плиты из грунтобетона по верху ферм перекрытия. В качестве утеплителя во всех конструкциях используется солома злаковых культур. Стены с наружной стороны обшиваются OSB плитами, с внутренней – гипсокартоном. Перекрытие и покрытие с нижней стороны обшивается гипсокартоном. Полы выполнены из плитки керамической (для кухни и санузлов), дощатого настила (для остальных помещений). Кровля – плиты из камыша, уложенные по деревянной обрешетке. Здание возводится на плавучей платформе размером в плане 12х12м, из двух понтонов шириной 6м, длиной 12м, высотой 1.5м. Район эксплуатации – 5; минимально допустимая величина надводного борта $F_{min}=100$ мм.

Для принятого архитектурно-конструктивного решения здания были выполнены расчеты и проверки по судостроительным и строительным нормам проектирования. Вес здания и нагрузки на его элементы определялись в соответствии с требованиями [1] и [3]. Так для надводной части здания были получены значения собственного веса элементов перекрытия (1.42 кН/м^2) и покрытия (1.56 кН/м^2), полезной нагрузки на элементы перекрытия (1.95 кН/м^2), снеговой нагрузки (1.6 кН/м^2), а также ветровой нагрузки на стены (активная – 0.4 кН/м^2 и пассивная – 0.2 кН/м^2) и кровлю (0.2 кН/м^2). Для подводной части был определен собственный вес элементов покрытия первого этажа (1.54 кН/м^2), стенового ограждения (1.14 кН/м^2), а также давление воды на элементы плавучей платформы (13 кН/м^2).

В соответствии с полученными значениями нагрузок по ранее разработанной методике [4] были определены технико-эксплуатационные параметры здания, которые приведены в табл.1. В таблице были приняты следующие обозначения: F – высота надводного борта, $M_{дон}$ – предельно допустимый кренящий момент, M_w – кренящий момент от ветровой нагрузки, h – расчетная метацентрическая высота, $h_{0(R)}$ – минимально допустимая метацентрическая высота, θ_0 – расчетный угол крена, $\theta_{0(R)}$ – допускаемый угол крена здания на воде.

Таблица 1

Технико-эксплуатационные параметры проекта-представителя здания на воде / Technical-exploitation parameters of representative project of floating house

Параметр	Критерий (по методике [4])	Расчетное значение и проверка
Плавучесть	Общий вес здания	287 т
	Осадка	1.3 м
Непотопляемость	Высота надводного борта	$F=0.2 \text{ м} > F_{min}=0.1 \text{ м}$
Остойчивость	Кренящий момент	$M_w = 130 \text{ кНм} < M_{дон} = 1928 \text{ кНм}$
	Метацентрическая высота	$h = 5.6 \text{ м} > h_{0(R)} = 0.13 \text{ м}$
	Угол крена	$\sin \theta_0 = 0.005 < \sin \theta_{0(R)} = 0.223$

По результатам расчетов установлено, что характеристики принятого здания на воде соответствуют базовым требованиям судостроительных норм.

Далее был выполнен анализ напряженно-деформированного состояния предложенной конструкции, для чего была составлена пространственная компьютерная модель здания на воде в программном комплексе «ЛИРА 9.6». Каркас здания и стойки моделировались элементами типа КЭ 10 (универсальный пространственный стержневой КЭ). Днище, боковые стенки и верхняя палуба плавучей платформы задавались элементами типа КЭ 41 (универсальный прямоугольный КЭ оболочки). При формировании пространственной модели здания на воде в ПК «ЛИРА 9.6» в соответствии с определенными значениями нагрузок задавались следующие загрузки: 1 – собственный вес конструкции плавучей платформы и каркаса здания на воде; собственный вес пола, кровли, давление воды на конструкции плавучей платформы; 2 – полезная нагрузка на конструкции первого этажа; 3 – полезная нагрузка на конструкции второго этажа; 4 – снеговая нагрузка; 5 – ветровая нагрузка.

Общий вид пространственной компьютерной модели исследуемого здания приведен на рис. 2.

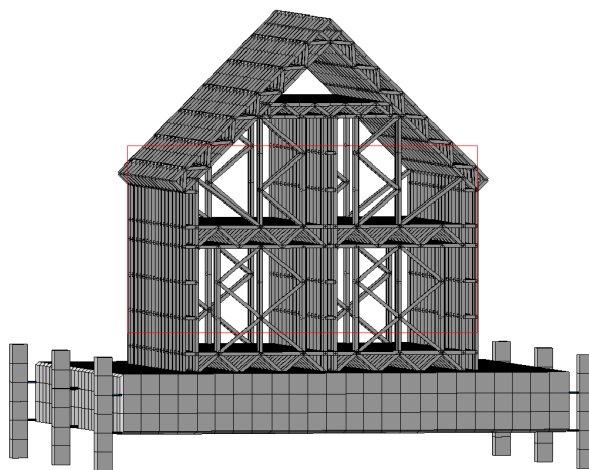


Рис. 2. Общий вид компьютерной модели здания на воде (3D визуализация) / General view of computer model of floating house (3D rendering)

В результате статического расчета пространственной модели в ПК «ЛИРА 9.6» были получены данные о распределении напряжений и максимальные значения усилий в элементах конструкции платформы из понтонов-модулей.

Для сравнения с существующими конструктивными решениями плавучих платформ был проведен расчет армирования плавучей платформы с использованием средств ПК «ЭСПРИ». При этом были приняты следующие параметры: толщина элементов платформы 80 мм, бетон класса С25/30; арматура класса А400С. Максимальные значения усилий и расчетная площадь арматуры соответствующих элементов приведены в табл. 2;

принятое армирование – в табл. 3. Армирование элементов плавучей платформы в достаточной степени совпадает с армированием аналогичных конструктивных решений зданий на воде и железобетонных судов [4, 7, 10].

Таблица 2

Максимальные расчетные усилия элементов плавучей платформы / Maximum design forces for elements of floating platform

Элемент плавучей платформы	Значения усилий	Расчетная площадь арматуры, см ²			
		Ахн	Ахв	Аун	Аув
Нижняя плита	$N_x=1924\text{кН/м}^2$, $N_y=386\text{кН/м}^2$, $T_{xy}=-515\text{кН/м}^2$, $M_x=-2.3\text{кН}$, $M_y=1.1\text{кН}$, $M_{xy}=0.8\text{кН}$, $Q_x=-11.2\text{кН/м}$, $Q_y=7.3\text{кН/м}$	0.4	7.2	0.4	0.5
Верхняя плита	$N_x=-1970\text{кН/м}^2$, $N_y=467\text{кН/м}^2$, $T_{xy}=720\text{кН/м}^2$, $M_x=-2.3\text{кН}$, $M_y=3.1\text{кН}$, $M_{xy}=0.6\text{кН}$, $Q_x=-51\text{кН/м}$, $Q_y=-25\text{кН/м}$	0.4	0.4	2.32	0.4
Боковые стенки и внутренние перегородки	$N_x=-1805\text{кН/м}^2$, $N_y=1845\text{кН/м}^2$, $T_{xy}=-2089\text{кН/м}^2$, $M_x=-1.2\text{кН}$, $M_y=2\text{кН}$, $M_{xy}=1\text{кН}$, $Q_x=6.5\text{кН/м}$, $Q_y=-16\text{кН/м}$	3.7	2.05	10.4	6.4

Таблица 3

Принятое армирование элементов плавучей платформы / Reinforcement for elements of floating platform

Элемент	Армирование			
	по оси «х»		по оси «у»	
	нижняя	верхняя	нижняя	верхняя
Нижняя плита	$\frac{\varnothing 3-150}{0.47}$	$\frac{\varnothing 12-150}{7.54}$	$\frac{\varnothing 3-150}{0.47}$	$\frac{\varnothing 4-250}{0.5}$
Верхняя плита	$\frac{\varnothing 3-150}{0.47}$	$\frac{\varnothing 3-150}{0.47}$	$\frac{\varnothing 8-200}{2.51}$	$\frac{\varnothing 3-150}{0.47}$
Боковые стенки и внутренние перегородки	$\frac{\varnothing 10-200}{3.93}$	$\frac{\varnothing 6-125}{2.26}$	$\frac{\varnothing 12-100}{11.31}$	$\frac{\varnothing 12-150}{7.54}$

Примечание: в числителе указан диаметр и шаг стержней (мм), в знаменателе – фактическая площадь арматуры (см²).

Также в результате расчета были получены усилия в элементах надводной части двухэтажного жилого здания на воде. Для элементов каркаса были выполнены расчеты прочности и устойчивости [8] по максимальным значениям усилий при наиболее невыгодных сочетаниях нагрузок. Расчет выполнялся с использованием программного комплекса

«ЭСПРИ». Максимальные значения усилий и проценты использования несущей способности соответствующих элементов приведены в табл. 4.

По результатам анализа уровня использования несущих свойств элементов каркаса, принятое конструктивное решение надводной части здания на воде обеспечивает несущую способность в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Таблица 4

Максимальные значения усилий и проценты использования несущей способности элементов надводной части / Maximum element forces and percents of bearing capacity for elements of above-water part

Элемент надводной части	Значения усилий	Процент использования несущей способности		
		прочность	скалывание	устойчивость
Стойки 1-го этажа	$N=-6.22\text{кН}$, $M_y=0.17\text{кНм}$, $Q_z=-0.334\text{кН}$, $M_z=-0.01\text{кНм}$, $Q_y=-0.02\text{кН}$	58.5	10.4	56.9
Стойки 2-го этажа	$N=-4.1\text{кН}$, $M_y=0.17\text{кНм}$, $Q_z=-0.334\text{кН}$, $M_z=-0.01\text{кНм}$, $Q_y=-0.02\text{кН}$	70.8	24.2	47.8
Фермы перекрытия	$N=-4.6\text{кН}$, $M_y=0.15\text{кНм}$, $Q_z=0.51\text{кН}$, $M_z=0.2\text{кНм}$, $Q_y=1.16\text{кН}$	28.7	17.7	32
Фермы покрытия	$N=10.2\text{кН}$, $M_y=-0.3\text{кНм}$, $Q_z=1.1\text{кН}$, $M_z=0.04\text{кНм}$, $Q_y=0.12\text{кН}$	54.8	38.1	11.2

Также для рассматриваемого здания был выполнен анализ перемещений. Предельно допустимые горизонтальные перемещения конструкций надводной части в соответствии с [2] составляют $f_u=h_u/150=0.033\text{ м}$ (h_u – расстояние от верха плавучей платформы до низа стропильной конструкции), тогда как максимальные перемещения от наиболее неблагоприятных сочетаниях нагрузок составили 0.011 м.

Диапазон перемещений для различных комбинаций нагрузок составил по горизонтали – $\pm(0.07 - 1.5)$ мм вдоль оси X и $\pm(0.04 - 1.9)$ мм вдоль оси Y. Следовательно, данные расчета по перемещениям элементов плавучей платформы свидетельствуют о том, что предложенная якорная система в виде железобетонных стоек обеспечивает ограничение горизонтальных перемещений при статических нагрузках.

Научная новизна и практическая значимость

Усовершенствовано конструктивное решение плавучей платформы с якорной системой из

железобетонных стоек, а также получены данные о технико-эксплуатационных параметрах и характеристиках напряженно-деформированного состояния предложенной конструкции. Использование предложенного конструктивного решения системы якорения позволит возводить здания на воде на водоемах различной глубины, а также при строительстве безопасного жилья на территориях, подверженных сезонным подтоплениям.

Выводы

Для обеспечения стабильности плавучей платформы зданий на воде при строительстве на мелких водоемах

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ / REFERENCES

1. Государственный стандарт Украины ДБН В.1.2-2:2006 Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования. – Действующий с 2007-01-01. – Киев : Минстрой Украины, 2006. – 78 с.
DBN V.1.2-2:2006 Nagruzki i vozdeystviya. Normy proektirovaniya [State Building Code V.1.2-2:2006 Loads and impacts. Norms of design]. Kyiv, Minstroy Ukrainy, 2006. 9 p.
2. Государственный стандарт Украины ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогобы и перемещения. Требования проектирования. – Действующий с 2007-01-01. – Киев : Минстрой Украины, 2007. – 15 с.
DSTU B V. 1.2-3:2006 Progiby i peremescheniya. Trebovaniya k proektirovaniyu [State Standard B V. 1.2-3:2006 Deflections and displacement. Demands on design]. Kyiv, Minstroy Ukrainy, 2007. 15 p.
3. Правила постройки и классификации малых судов : в 4-х т. – Киев : Регистр судоходства Украины, 2007.
Pravila postroyki i klassifikatsiyi malykh sudov [Rules of construction and classification of small ships]. Kyiv, Registr sudohodstva Ukrainy, 2007.
4. Шехоркина С.Е. Рациональное проектирование конструкций малоэтажных жилых зданий на воде : дис... канд. техн. наук / С. Е. Шехоркина. – Днепрпетровск, 2013. – 168 с. – Библиогр.: С. 123–138.
Shekhorkina S.Yev. Ratsionalnoe proektirovaniye konstruksiy maloetazhnykh zhylykh zdaniy na vode PhD, Diss. [Rational design of low-rise floating dwelling houses. PhD, Diss.]. Dnipropetrovsk, 2013. 168 p.
5. Batton R. Environmentally-friendly moorings trials in Moreton Bay : report to SEQ Catchments / R. Batton, K. Derbyshire ; The State of Queensland, Department of Employment, Economic Development and Innovation. - [S.L.], 2011. – 149 p.
http://www.seqcatchments.com.au/literature_74226/Environmentally_Friendly_Mooring_Trial_Report
6. Chientachakul A. New flood-proof housing designs / A. Chientachakul // Asia-Pacific Housing Journal, 2012, Vol. 6, No. 18, pp. 44-49.
http://www.ghbhomecenter.com/journal/download.php?file=1504Apr12q9z4Lf5.44-49_New%20flood-proof%20housing%20designs.pdf
7. Design Studies on Flood-Proof House / D. Han [a. oth.]. – Bristol, 2007. – 37 p.
<http://www.architecture.com/files/ribaprofessionalservices/competitionoffice/resultsbooklets/norwichunionfloodproofhouseofthefuture.pdf>
8. EN 1995-1-1:2005 Eurocode 5: Design of timber structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings.
9. English E. Amphibious foundations and the buoyant foundation project: innovative strategies for flood-resilient housing // International Conference on Urban Flood Management sponsored by UNESCO-IHP and COST Action C22, "Road Map Towards a Flood Resilient Urban Environment", November 25-27, 2009, Paris, France.
http://www.academia.edu/8196761/AMPHIBIOUS_FOUNDATIONS_AND_THE_BUOYANT_FOUNDATION_PROJECT_INNOVATIVE_STRATEGIES_FOR_FLOOD-RESILIENT_HOUSING
10. Koekoek M. Connecting Modular Floating Structures : A General Survey and Structural Design of a Modular Floating Pavilion : Master Thesis / M. Koekoek. – Delft University of Technology: Netherlands, 2010. – 173 p.
<http://repository.tudelft.nl/view/ir/uuid:33b59201-1718-4dda-98f8-ee16d5b7c023>
11. Prosun P. The LIFT House: An amphibious strategy for sustainable and affordable : MArch Thesis / Prosun P. – Waterloo, Ontario: Canada, 2011. – 198 p.
<https://uwspace.uwaterloo.ca/handle/10012/5787>
12. Review of mooring infrastructure technology. Q0294 GCWA – Buoy Mooring Review. RPS APASA PTY LTD. – Bundall, Queensland: Australia, 2014. – 110 p.
http://www.gcwa.qld.gov.au/userfiles/resources/docs/Buoy_Mooring_Review_Mooring_Infrastructure_Technology_Report_July_2014.pdf
13. Stopp H. Floating houses – chances and problems Architecture, Civil Engineering, Environment / H. Stopp, P. Strangfeld // The Silesian University of Technology. - 2010. - № 4. – P. 81 – 90.
<http://acee-journal.pl/cmd.php?cmd=download&id=dbitem:article:159&field=fullpdf>

Статья рекомендована к публикации д-ром.техн.наук, проф. Н. В. Савицким (Украина); д-ром.техн.наук, проф. С. А. Слободянюком (Украина)

Статья поступила в редколлегия 20.01.2015