

задачи геодезии, гидрографии и гидрометеорологии. Трехмерная геодезическая и геологическая модель очень востребована для дорожного, промышленного и гражданского строительства. Эффективное использование данных и управление ими позволяют сократить сроки реализации проекта, упростить работу многим организациям и их подразделениям. Геодезисты занимаются моделированием и практической реализацией, получением виртуальной 3D модели объекта, которая может быть использована в различных отраслях.

Полевые работы выполняются на местности различными высокотехнологичными приборами с целью получения данных для решения задач функционирования BIM. На местности измерения осуществляются с высокой точностью. При использовании электронных геодезических приборов, решаются различные задачи контроля в рамках BIM. Он происходит при сравнении цифровой модели местности (ЦММ) с облаком точек, получаемым после съемки реального объекта с использованием специальных дополнительных программных модулей, в котором отражаются все объекты, даже подземные коммуникации и сооружения, с указанием пояснительной информации. Эта модель имеет геометрическую и пространственную геодезическую привязку, взаимосвязана с существующими проектами. Допускается возможность внесения изменений и обновлений съемочной информации. ЦММ в настоящее время очень востребованы застройщиками и кадастровыми службами.

Применение BIM – геодезии существенно облегчает работу различных специалистов, что позволяет в виртуальном режиме собрать всю информацию и рассматривать геодезический проект в пространстве. Преимущества инновационных технологий: своевременное устранение ошибок, решение актуальных проблем, отказ от бумажных носителей, обмен информацией между специалистами и организациями, визуализация результатов полевых работ и полученных результатов проектирования, быстрота сбора информации. Наиболее востребованным является создание 3D моделей в геологии, архитектуре, земельном кадастре, сельском и лесном хозяйстве и т. п.

Геодезические работы с использованием лазерного сканера выполняются на порядок быстрее по сравнению с другим оборудованием, съемка ведется в режиме реального времени: данные сразу же обрабатываются с использованием специальных прикладных программ. Облачные платформы для работы с оцифрованными 3D данными для BIM моделирования и управления проектами из любой точки мира в режиме реального времени позволяют хранить, передавать и обрабатывать данные. Лазерное сканирование уже доказало свою эффективность при выполнении серьезных производственных и научных задач. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) являются незаменимыми при аэрофотосъемке опасных объектов, таких как объекты железнодорожных станций, автомагистралей и т. п., так как обладают возможностью дистанционного управления процессом получения пространственных данных. Инженерно-геодезические изыскания прекрасно выполняются различными роботизированными тахеометрами совместно с BIM моделью. BIM модель рельефа и коммуникаций наиболее востребована у заказчиков. Привязка на местности происходит при помощи GPS технологий или специальных маркеров.

На сегодня тенденция развития геодезической отрасли сместилась к сокращению времени на полевые работы, а больший акцент сделан на камеральную обработку результатов измерений с использованием цифровых технологий. Симбиоз различного геодезического оборудования и новых технологий позволяет получать, обрабатывать, сохранять огромное количество информации.

Применение цифровых технологий является универсальным инструментом для различных отраслей, которые поддерживают жизненный цикл строительного сооружения на этапах проектирования, строительства, эксплуатации, ремонта и реконструкции.

УДК 721.73.051.8

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТЕНОВЫХ ОГРАЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ И ВЛАЖНОСТИ**

*А. Г. ТАШКИНОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Завершающим этапом технологического процесса изготовления сборных бетонных и железобетонных изделий (ЖБИ) является тепловая обработка (ТО). Важность тепловой обработки обусловлена тем, что это самый длительный и энергоемкий процесс в производстве ЖБИ, на долю которого

приходится 70–80 % общих затрат времени и тепловой энергии. Ее разновидность – тепловлажностная обработка (ТВО), сохраняет влагу в материале и создает благоприятные условия для гидратации цемента и формирования структуры бетона. На заводах ЖБИ ТВО осуществляется в пропарочных камерах периодического и непрерывного действия. Наиболее распространенным типом тепловых установок периодического действия являются ямные пропарочные камеры. Недостатком ямных камер является большая тепловая емкость ограждающих конструкций – стенок, днища и крышки, которая в несколько раз превышает тепловую емкость пропариваемых изделий. Вследствие периодического характера работы камер тепло, аккумулируемое ограждениями, безвозвратно теряется при перерывах в работе для выгрузки пропаренных и загрузки свежесформованных изделий. Уменьшить тепловую инерцию ограждений можно размещением на них дополнительного теплоизоляционного слоя со стороны внутреннего объема камеры. При этом также снижаются теплотери в окружающую среду из-за увеличения термического сопротивления ограждений.

Наиболее простым решением по повышению эффективности ямных камер является замена в ограждающих конструкциях тяжелого бетона на легкий с пористыми заполнителями (керамзитобетон). Однако подобные камеры имеют коэффициент полезного использования тепла (отношение полезно используемого тепла к его суммарному расходу) около 50 % вследствие невысоких теплотехнических характеристик керамзитобетона. Удельный расход пара на ТВО бетонных изделий в камерах с такими ограждениями из керамзитобетона составляет 200–250 кг/м<sup>3</sup> (460–570 МДж/м<sup>3</sup>).

Использование для утепления ограждений камер более эффективных теплоизоляционных материалов: минваты, блочного пеностекла, термостойких (до 100 °С) пенопластов требует их надежной защиты как от увлажнения паровоздушной средой и конденсатом, так и от возможных ударов стальных форм при загрузке и выгрузке изделий. Такие условия может обеспечить 3-слойное стеновое ограждение из защитного железобетонного слоя, пароизоляции, утеплителя и наружного несущего слоя из легкого бетона.

Ранее полученные экспериментальные данные [1] показывают, что достаточной прочностью для восприятия возможных при эксплуатации ударных воздействий от стальных форм и температурно-влажностных напряжений обладает внутренний (со стороны пропарочной камеры) защитный слой из армированного тяжелого бетона класса не ниже В20 толщиной 50 мм. Нагрузку от веса крышки и самой стенки воспринимает наружный слой ограждения, который рекомендуется выполнять толщиной 100 мм из армированного керамзитобетона класса не ниже В10.

Методом конечных разностей для нестационарных условий теплопередачи выполнялся теплотехнический расчет ограждений, затем составлялось уравнение теплового баланса ямной камеры, включающее теплоту для нагрева изделий и форм, ограждений ямной камеры, теплотери в окружающую среду через ограждения, теплоту на испарение влаги затворения и на нагрев среды в камере. В приходной части теплового баланса учитывалась теплота, выделяющаяся в процессе экзотермических реакций гидратации цемента. Расчетное значение коэффициента полезного использования тепла составило 70–75 %. При этом удельный расход пара в камере с 3-слойными ограждениями составляет 135–150 кг/м<sup>3</sup> (310–350 МДж/м<sup>3</sup>).

Результаты натурных испытаний экспериментальной пропарочной камеры с 3-слойными ограждениями на полигоне завода КПД Гомельского ДСК подтверждают данные расчетов (таблица 1).

Таблица 1 – Расход теплоносителя (пара) на ТВО ЖБИ в ямной камере с 3-слойными ограждениями

Коэффициент заполнения камеры	Металоемкость форм, т/м <sup>3</sup>	Расход пара, кг, в периоды ТВО			Удельный расход пара на ТВО изделий, кг/м <sup>3</sup>
		Подогрев	Изотермическая выдержка	Всего	
0	0	371	225	596	–
0,05	5,5	671	515	1186	297
0,056	5,2	943	0	943	210
0,103	1,18	660	906	1566	189
0,103	1,18	606	548	1154	139
0,103	1,18	604	556	1160	140
0,133	2,25	1081	546	1627	152
0,133	2,12	946	766	1712	162
0,236	1,26	1371	494	1865	99

Влияние вида пароизоляции, ее расположения и способа соединения в ограждении на влажность утеплителя исследовалось на бетонных образцах – фрагментах ограждений размером 200×200×200 мм, утепленных блочным пеностеклом. Влажность утеплителя определялась как на стадии изготовле-

ния образцов (часть которых твердела при комнатной температуре, а часть пропаривалась при температуре 80 °С), так и после двух месяцев экспозиции в паровоздушной среде лабораторной пропарочной камеры.

Испытания показали (таблица 2), что увлажнение утеплителя водой затвердения при изготовлении стеновых ограждений незначительно и не требует дополнительной защиты пеностекла пленочными материалами при бетонировании. При эксплуатации в паровоздушной среде такой пароизоляционный слой между утеплителем и наружным керамзитобетонным слоем только способствует накоплению влаги в пеностекле. Односторонняя пароизоляция внутренней стороны камер из склеенных листов теплоустойчивых пленок обеспечивает надежную защиту утеплителя от увлажнения [2], гарантирующую сохранение стеновым ограждениям требуемых теплотехнических характеристик.

Таблица 2 – Влажность утеплителя в образцах с различной конструкцией пароизоляции

Расположение пароизоляции относительно утеплителя	Влажность, %, массы		
	после твердения		после двух месяцев пропаривания
	в камере нормального твердения	после тепловой обработки	
Без пароизоляции	0,5	–	15,8
Одностороннее (с внутренней стороны камеры)	2,4	0,3	0,2
Двустороннее (с внутренней и внешней сторон)	0,2	1,4	8,3

#### Список литературы

1 **Ташкинов, А. Г.** Исследования стеновых ограждений пропарочных камер для ускоренного твердения бетона / А. Г. Ташкинов, В. А. Радченко // Актуальные проблемы развития транспортных систем и строительного комплекса : материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2001. – С. 411–412.

2 **Ташкинов, А. Г.** Оптимизация расходов тепловой энергии при производстве сборных бетонных и железобетонных изделий / А. Г. Ташкинов // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. В 2 ч. Ч. 2 – Гомель : БелГУТ, 2022. – С. 64–65.

УКД 712 (2)

## КОМПЛЕКСНОЕ ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ЛАНДШАФТНОЙ СРЕДЫ ЗОНЫ ОТДЫХА ОЗЕРА ВОЛОТОВСКОЕ в г. ГОМЕЛЕ

*Т. С. ТИТКОВА, В. Н. АНАНИЧ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Теория и практика архитектурно-ландшафтной организации городских зон отдыха в Республике Беларусь постоянно совершенствуются в соответствии с общемировыми тенденциями развития ландшафтной архитектуры, появлением новейших строительных материалов, а также потребностями горожан. Необходимо отметить, что городские открытые пространства, такие как зоны отдыха, представляют собой объекты архитектурно-ландшафтного проектирования и, соответственно, тесно связаны с вопросами охраны природы и окружающей среды, что, в свою очередь, влечет за собой необходимость учитывать множество факторов при проектировании и детальной разработке такого вида пространств.

Зоны отдыха должны проектироваться с учетом долговременной перспективы архитектурно-ландшафтного развития их системы, а также с учетом дальнейшей рекреационной нагрузки на ландшафтную часть зоны. Однако архитектурно-ландшафтный потенциал, планировочная структура, размеры зон отдыха очень разнообразны и с трудом поддаются строгому нормированию или типизации.

Цель работы – на основе существующих принципов и методов ландшафтно-градостроительного проектирования выявить средства архитектурно-ландшафтной организации территории зоны отдыха озера Волотовское в г. Гомеле для формирования наиболее благоприятных условий отдыха и активного времяпрепровождения.

Зона отдыха озера Волотовское располагается в Центральном районе г. Гомеля между каскадом малых озер и Бурым болотом в непосредственной близости к жилым районам. Ее общая территория составляет 52,68 га [2]. Проведенное ранее исследование рекреационного потенциала зоны отдыха