

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК
ТРУДОВ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ
ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

Выпуск 14 (84)

ПРИКЛАДНЫЕ НАУКИ. СТРОИТЕЛЬСТВО

Архитектура

Строительные материалы

Строительные конструкции

Трубопроводный транспорт и инженерные сети

Геодезия

Обновляется 1 раз в год

Новополоцк
2016

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор:
проф., д.т.н. Д.Н. Лазовский

Заместитель главного редактора:
доц., к.т.н. Д.О. Глухов

Председатель ред. совета доц., д.т.н. В.К. Липский
Зам. председателя ред. совета доц., к.т.н. А.А. Бакатович

Архитектура и строительство:

доц., к. архитектуры Г.И. Захаркина
доц., к.т.н. В.В. Бозылев
доц., к.т.н. А.И. Колтунов
доц., к.т.н. Л.М. Парфенова

Геодезия:

доц., к.т.н. А.М. Дегтярёв
доц., к.т.н. И.П. Шевелев
доц., к.т.н. В.В. Ялтыхов
доц., к.т.н. Г.Е. Головань

Трубопроводный транспорт и инженерные сети:

доц., к.т.н. В.В. Булах
доц., к.т.н. Т.И. Королёва
доц., к.т.н. Л.М. Спиридёнок
доц., к.т.н. Д.П. Комаровский

ЭЛЕКТРОННЫЙ СБОРНИК ТРУДОВ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА. Выпуск 14 (84). Прикладные науки. Строительство. – Новополоцк : ПГУ, 2016.

Издается с 2014 года (в печатном виде – с 2004 года).

Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3671404562 от 30.11.2014 г.

В сборнике представлены труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета по направлениям прикладных исследований, проводимых в университете: архитектура, строительные конструкции, строительные материалы, трубопроводный транспорт, геодезия.

Предназначен для работников науки, образования и производства, будет полезен студентам, магистрантам и аспирантам университетов экономических специальностей.

Учредитель : учреждение образования «Полоцкий государственный университет»
211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь
тел. 8 (0214) 53 34 58, e-mail: vestnik@psu.by

Компьютерный дизайн *К.С. Болтрушевич*
Техническое редактирование и компьютерная верстка *Т.А. Дарьяновой*

АРХИТЕКТУРА

УДК 73.03(51)

ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТОВОЙ АРХИТЕКТУРЫ ИСЛАМСКОГО МИРА

М.М. АМАДОВА

(Представлено: канд. ист. наук, доц. **В.Е. ОВСЕЙЧИК**)

Дана характеристика особенностям культовых сооружений древнего исламского мира. Рассмотрены типы мечетей. Охарактеризованы конструктивные особенности и элементы интерьера мечетей древних городов исламского Востока.

Введение. Исламская архитектура своим рождением обязана развитию религиозных обрядов и мусульманского образа жизни. Первым и главным видом культового сооружения Ислама стала мечеть – отъединенное от городского шума для вознесения молитвы, место собрания единоверцев, их общения или уединения, их приобщения к религиозному знанию. Со временем сложились такие специфически мусульманские архитектурные типы, как медресе (духовная школа или теологический университет), ма-ристан (благотворительный госпиталь), ханака, завия, такия-текке (суфийские обители, странноприимные дома), мазар-мавзолей или культовый комплекс над могилой наделенного ореолом святости мусульманского богослова, наставника или мученика-шахида. В соответствии с эзотерическими представлениями мусульман о явном (захир – доступном) и потаенном (батын – недоступном непосвященному) мире, в исламском зодчестве получил развитие принцип «скрытой архитектуры»: неприглядные глухие фасады защищают от постороннего взгляда разнообразно оформленные помещения, открытые во внутренний двор с фонтаном, водоемом, цветущей зеленью.

Идея постройки, отвечающей потребностям мусульман, обрела архитектурную форму постепенно. Ранние мусульмане не видели необходимости в возведении молитвенных зданий. «Земля, – говорил Пророк (мир ему и благословение), – была сотворена для меня как место поклонения (масджид) и место чистоты, и где бы ни возникла у человека моей общины необходимость в молитве, пусть он молится». В основанных на юге Ирака городах-лагерях первые мечети, по выражению историка IX в. аль-Балазури, были «нарисованными». В Басре в 635 г. верующие молились внутри квадратного участка, обведенного плетнем. В Куфе в 638 г. устроили мечеть, пустив из одной и той же точки по стреле на север, юг, запад и восток; полученный квадрат с длиной стороны в два полета стрелы, окопали рвом.

Особенности исламских мечетей. Что касается самой архитектуры ранних культовых зданий, она была предельно проста и функциональна. Образцом для устройства соборных мечетей послужил дом Мухаммада (мир ему и благословение) в Медине, двор которого при жизни Пророка (мир ему и благословение) использовался для коллективных молений, а после его смерти был преобразован в Мечеть Пророка (мир ему и благословение). В возведенных в 660-х годах на юге Ирака в Басре и Куфе стационарных Больших мечетях (Джами аль-Кабир) открытый квадратный двор был окружен зоной тени – галереями на столбах или колоннах, несущих плоскую кровлю. На стороне киблы – священной ориентации на Каабу в Мекке, несколько рядов колонн образовывали глубокий портик-навес, который служил молитвенным залом. Этот тип молитвенного здания, широко распространенный в арабских странах, получил название колонной мечети.

С конца XII – начала XIII вв. отличительной чертой любой мечети стал михраб – установленная на стороне киблы рельефная арка или арочная ниша, нарядно украшенная орнаментами и религиозными надписями, средоточие святости, святая святых мусульманского молитвенного здания. В соборных мечетях с эпохи халифов Омейядов (661–750 гг.) начали устанавливать внутри, справа от михраба, лесенку-минбар, стоя на котором имам читал проповедь-хутбу, а снаружи, на противоположной михрабу северной стороне, возводить башню-минарет, откуда муэдзин призывал верующих к молитве. Первое монументальное сооружение мусульман было возведено в Иерусалиме в 687–691 гг. над исламской святыней – Скалой, почитаемой как место, откуда Пророк Мухаммад (мир ему и благословение) был вознесен в небеса. Этот величественный восьмигранник с огромным золотым куполом – Куббат ас-Сахра («Купол Скалы») – ознаменовал начало эры исламского зодчества.

Культовая архитектура древних городов исламского Востока. Израиль. Мечеть Скалы в Иерусалиме — одна из главнейших святынь мусульманства – расположена на месте, которое имело огромное религиозное значение еще задолго до возникновения ислама.

Мечеть «Купол Скалы» была выстроена между 688 и 692 годами. Она является самой древней в мире из сохранившихся мусульманских построек, хотя ее и называют «немусульманской», потому что в

ее форме чувствуется влияние архитектуры раннего христианства. Мечеть Скалы является не только третьей по значимости святыней ислама, но и самым величественным архитектурным памятником Ближнего Востока. И действительно, мечеть, воздвигнутая над скалой, является как бы куполом, прикрывающим это священное место. Говорят, что изначально купол мечети был сделан из золота, но исторические документы рассказывают, что купол был покрыт свинцовой крышей, а наружная поверхность листами позолоченной меди. Свинцовая крыша сохранялась вплоть до 1964 г., когда в ходе произведенного в мечети ремонта покрытие купола сделали из алюминиевых листов, которым химическим путем придали цвет золота. Диаметр его составляет 20 м, а высота купола – 34 м, он хорошо виден почти со всех точек Иерусалима. Расположен купол на основании, поддерживаемом каменными колоннами. Внешние стены мечети представляют собой восьмигранник и выполнены с аркадами. Изначально они были покрыты стеклянной мозаикой, но в XVI в. ее заменили на плитки в мусульманском стиле. Внутри мечеть двумя рядами колонн делится как бы на три круга, что позволяет паломникам целыми процессиями свободно двигаться вокруг находящейся в центре скалы. Под камнем расположена пещера, в которую ведут одиннадцать ступеней. А в потолке пещеры имеется отверстие, через которое стекала кровь жертвенных животных.

Мечеть Скалы имеет четыре двери, ориентированные по четырем частям света. Северный вход называется Вратами рая, восточный – Вратами Давида. Южный вход считается центральным, а напротив него высится фасад другой мечети – Аль-Акса. Внутри мечети Скалы находится изумительная мозаика с узорами, которые выполнены под явным влиянием византийского искусства. Стены ее украшены орнаментами с письменами — непременным декоративным элементом исламской живописи. Одна из надписей напоминает о строителе мечети – халифе Абдуль аль-Малике из династии Омейядов. Живший позднее халиф из династии Аббасидов поставил строительство мечети в заслугу себе и изменил надпись.

Средняя Азия. Строительство продолжалось в Средней Азии и в последующие столетия. Значительные сооружения воздвигались в Бухаре в 16 в. В Самарканде в 17 в. был создан знаменитый ансамбль площади Регистан. Величественный ансамбль господствует над низкой жилой застройкой окружающих улиц. Ансамбль состоит из трех медресе, расположенных симметрично по трем сторонам почти квадратной площади: с западной стороны находится гордость Самарканда медресе Улугбека, с востока и юга — медресе Шир-дор и Тилля-карн, сооруженные двумя столетиями позже. Фасады медресе расположены так, что объединяющая их площадь воспринимается как открытый с одной стороны грандиозный двор с тремя громадными порталами. Геометрически четкие объемы сопоставлены в ясном ритме. Масивность зданий уравнивается свободным взлетом стрельчатых арок порталов, мощными вертикалями минаретов. В спокойном величии застыли архитектурные колоссы, стены которых, купола, пилоны и минареты сверкают под южным солнцем яркими красками изразцовых узоров и надписей.

Турция. Самая знаменитая мечеть Стамбула – мечеть султана Ахмеда – построена в 1609–1617 гг. архитектором Мехмедом-ага (учеником Синана) на месте бывшего дворца византийского императора, напротив Святой Софии. Строительство мечети началось по распоряжению султана, которому было тогда 19 лет. По преданию, он хотел из-за некоторых грехов юности умиловить Аллаха. К тому же он подписал с одним из правителей династии Габсбургов договор, в котором признавал того равным себе. Это, видимо, и было решающим моментом: султан счел себя обязанным публично проявить свою веру и особую приверженность исламу. Архитектор Мехмед-ага завершил этот шедевр зодчества за семь лет. Миновав трое ворот во внутреннем дворе мечети, можно подойти к внешней колоннаде из гранита, на крыше которой 30 маленьких куполов. Большой внутренний двор мечети окружен пор тиками. В центре его располагается шестиугольный фонтан, опоясанный шестью колоннами со стрельчатыми арками. Такие фонтаны часто встречаются в мечетях и имеют вполне практическое значение: здесь верующие совершают омовение. В мечети (со стороны площади Атмейдан) имеется въезд, через который султан, не слезая с коня, мог попасть в свои покои в мечети. Основание мечети — прямоугольник со сторонами 72х64 м. Купол диаметром у основания 33,6 м лежит на барабане, который опирается на четыре полукупола. Все это поддерживается четырьмя мраморными столбами, диаметр каждого из которых равен пяти метрам. Боковые галереи образуются мраморными колоннами и стрельчатыми арками, которые увеличивают и без того огромный молитвенный зал, отчего внутри мечети создается впечатление необыкновенного простора. Очень интересно в мечети расположение куполов. Большой центральный купол окружен четырьмя полукуполами, а под ними находятся еще четыре купола. Эта структура полностью раскрывается только внутри мечети. Четыре больших, стоящих на слоновьих ногах колонны держат всю купольную конструкцию. Почти ослепляющий эффект многих тысяч плиток мог бы стать навязчивым, если бы внутреннее пространство не было таким объемным, а свет не струился бы из 260 окон.

Стены почти от пола до верхнего ряда окон покрыты цветной майоликой, среди которой преобладает голубая. Это дало мечети Ахмеда второе название – Голубая мечеть. Михраб из цветного мрамора является поистине шедевром, ибо трудно поверить, что из мрамора можно соткать столь дивный тонкий узор. На стене (слева от михраба) в рамке укреплен кусок священного камня из Каабы. Михраб (молит-

венная ниша, обращенная в сторону Мекки) и минбар (кафедра для чтения проповедей) вырезаны из белого мрамора. Пол мечети покрыт толстым, в основном выдержанным в красных тонах ковром, однако доминирующее впечатление создается голубизной плиток, которые в количестве более 200 000 украшают мечеть внутри. Здесь встречаются во множестве оттенки голубого и синего, и только при ближайшем рассмотрении можно различить и многочисленные другие цвета.

Интерьер. Отличительной особенностью исламского зодчества стали многочисленные варианты стрельчатых, подковообразных, фигурных арок, рубчатых, ячеистых или ажурных сводов и куполов, наборных деревянных потолков. Ни в каком другом строительном искусстве мы не увидим столь мастерски образованных переплетением арочных дуг ажурных куполов-звезд и кружевных решетчатых оград. Никакая другая архитектура не знает таких импозантных, впечатляющих своей декоративностью конструкций сводов, куполов, карнизов и поясков, как сталактиты (по-арабски мукарнас – лепнина).

Заключение. Из всех видов искусств, относящихся к мусульманской культуре, самым заметным и оригинальным является архитектура. Строительство мечетей, мусульманских культовых зданий, первоначально базировалось на региональных традициях, однако со временем сложился новый стиль, который, сохраняя локальную специфику религиозных построек, был подчинен потребностям нового культа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архитектура ислама [Электронный ресурс] //smallbay.ru. – 2014. – Режим доступа: <http://smallbay.ru/architec051.html>. – Дата доступа: 10.09.2016.
2. Мусульманская архитектура [Электронный ресурс] //islam.ru. – 2014. – Режим доступа: <http://www.islam.ru/content/kultura/31280>. – Дата доступа: 15.09.2016.

УДК 73.03(51)

ЖИЛАЯ АРХИТЕКТУРА ИСЛАМСКОГО ВОСТОКА

М.М. АМАДОВА

(Представлено: канд. ист. наук, доц. В.Е. ОВСЕЙЧИК)

Рассмотрены особенности жилой архитектуры мусульманского Востока. Охарактеризованы понятия айван, арабеска. Дана характеристика дворцового комплекса Таш-Хаули.

Введение. На протяжении полуторатысячелетней истории исламская архитектура обогатилась многими нововведениями. Каждый регион мусульманского мира внес свой вклад в ее развитие.

На востоке исламского мира в XI–XII вв. колонную мечеть вытеснили здания айванного типа. В центре каждой стороны прямоугольного двора внутри такого здания возвышается подобный глубокой нише сводчатый зал – айван, по сторонам которого тянутся лоджии, будто эхом повторяющие его форму. В архитектуре мусульманского Востока сводчатый айван, встроенный в высокую прямоугольную раму, приобрел универсальное значение. В мечетях айваны служили молитвенными залами, в медресе – аудиториями, в маристанах – приемными покоями, в ханаках – местом собрания суфиев, в караван-сараях, домах и дворцах – террасами для отдыха и приятного времяпрепровождения. Композиция здания с айванами, открытыми во внутренний двор, была воспринята зодчими многих стран Машрика и Магриба. Айван стал неотъемлемой принадлежностью парадного монументального портала – пештака, которым с XIV–XV вв. на Среднем Востоке оформляли фасады культовых, мемориальных и общественных сооружений.

Виды жилой архитектуры. Вид жилого здания – ханака. Ханака (перс. خانگاه) – суфийская обитель. Изначально ханаки были скромными приютами дервишей, но затем превратились в целые комплексы, детально продуманные и богато украшенные. Ханаки играли большую социальную роль, выполняя функции мест общественных и политических собраний; школ; гостиниц и постоянных дворов; больниц; благотворительных центров и т.д. В ханаке обязательно находилась мечеть, мог находиться мавзолей (мазар) и библиотека. Процедура поселения и выхода из ханаки была предельно упрощена, из-за чего ханаку иногда сравнивают с гостиницей. Некоторые ханаки существовали благодаря нерегулярным дарам и пожертвованиям (футух), тогда как другие получали регулярную помощь.

В жилых и дворцовых сооружениях Востока применялись айваны, арабески и сады как важный элемент здания.

Айван (также *эйван*, *иван*, *ливан*) – в исламской архитектуре обозначает сводчатое помещение, с трех сторон обнесенное стеной и открытое с четвертой стороны. Айваном могут называться:

- большой сводчатый зал, открывающийся во внутренний дворик и служивший приемным залом во дворцах или культовых сооружениях;
- терраса с плоским покрытием, поддерживаемым колоннами или столбами, в среднеазиатских жилищах, мечетях и других сооружениях.

В парфянском и сасанидском зодчестве айваны служили приемными залами во дворцах, как, например, в парфянском дворце Кухе-Ходжа (Иран), или сасанидском дворце Ктесифон (Ирак).

В Средние века айваны широко использовались в дворцовой и культовой архитектуре Среднего и Ближнего Востока, например в мечетях Исфахана, Сервестанском дворце, в мечетях Бухары, Самарканда, Герата и многих др.

Арабеска строится на повторении и умножении одного или нескольких фрагментов узора. Бесконечное, протекающее в заданном ритме движение узоров может быть остановлено или продолжено в любой точке без нарушения целостности узора. Такой орнамент фактически исключает фон, так как один узор вписывается в другой, закрывая поверхность (европейцы называли это «боязнью пустоты»). Арабеску можно размещать на поверхности любой конфигурации, плоской или выпуклой. Нет никакой принципиальной разницы между композициями на стене или на ковре, на переплете рукописи или на керамике.

Важную роль в зодчестве мусульманского Востока играл орнамент. В известной степени орнамент компенсировал исламский запрет на изображение живого существа, но в то же время он являлся важным средством выражения художественного содержания. Первоначально в арабском орнаменте преобладали растительные элементы, что является заимствованием из классической античности. Впоследствии распространение получил линейно-геометрический орнамент, построенный на сложном сочетании многоугольников и многоконечных звезд. Таким образом, появился новый тип орнаментальной композиции – арабеска, позволившая украшать как культовые, так и светские постройки. Зодчие Ближнего Востока в разработке арабески достигли высочайшего мастерства. Бесчисленное множество композиций, которое можно обнаружить как на внешних стенах, так и внутри мусульманских построек свидетельствует о том,

что при создании очередного арабескового орнамента мастер руководствовался логически-строгим и математически выверенным узором и полетом своей фантазии, которые в рамках дозволенного исламом отнюдь не кажутся ограниченными.

Мусульманский народ считал (и по сей день считает) очень важным иметь большой сад. В Коране рай описывается как большой светлый сад со спелыми фруктами и цветником. Таким образом, создав большой красивый сад у себя дома, мусульманин создает рай в своем доме.

Суфийские обитатели также называют дергях и текке (тур. *tekke*). Крупные и центральные обитатели называют аситанами. Сравнительно небольшая ханака, в которой проживал шейх называется завия.

Обычно ханака представляет собой прямоугольное сооружение со внутренним двором либо большим купольным залом, этот зал называется *зикрахана* (*дарсхана*) или *сума'а* и используется для молитв, собраний и дервишских практик таких как зикр и сама. Вокруг *зикрханы* располагаются келии – *худжры*. В ханаке обязательно находилась мечеть, зачастую поблизости строился и хауз, также в ханаке мог находиться мавзолей основателя, другого духовного лица или правителя.

В отличие от христианских монастырей процедура поселения и выхода из ханаки была предельно упрощена, из-за чего ханаку иногда сравнивают с гостиницей. Почти в каждой ханаке имелись правила кратковременных или долгосрочных посещений. Самшейх мог жить с семьей в одном из помещений комплекса (поэтому в ханакках иногда могли быть гаремы) и в специально отведенное время видеться со своими учениками, чтобы руководить их духовным развитием. Обычно он предстал на пяти молитвах братства.

Мусульманские зодчие разработали гибкие схемы планировки и универсальные строительные методы, применимые для возведения и мощных крепостей, и легких дворцовых павильонов. Прекрасные математики, они изобрели способы преобразования элементарных геометрических фигур (квадрата, треугольника, круга) в сложнейшие архитектурные конструкции и ювелирно сплетенные орнаменты, используя при этом простые и дешевые глину, кирпич, природный камень, стук или гипс, бетон. Искусно сочетая резьбу, полировку, роспись, мозаику, они превращали дерево, мрамор, стекло, глазурированную керамику в драгоценные отделочные материалы. Руководствуясь принципами геометрического соответствия и гармонии чисел, подобия и симметрии, они создавали из комбинаций простых элементов необычайно эффектные композиции.

Главным строительным материалом в постройке жилых домов в древнем востоке была глина. За счет отсутствия лесов, древесина была очень дорогим строительным материалом. Дерево использовались только для определенных конструкций во дворцах султанов. В основном в качестве колонн, крыш и перекрытий. Глину смешивали с сеном небольшим количеством щебня, водой и возводили стены жилых домов.

В Гранаде находится знаменитый архитектурный ансамбль XIV в. – дворец Альгамбра, окруженный красной крепостной стеной. Покои и помещения для пышных приемов сконцентрированы вокруг больших открытых дворов – Львиного и Миртового. Дворы заполнены как бы непринужденно расставленными тонкими колоннами. Со сводов спускаются «сталактиты»; стены, арки и карнизы украшены орнаментом из золотых, голубых и красных узоров. В оформлении интерьеров использован разноцветный мрамор, мозаика, керамические изделия, раскрашенный алебастр. Все это отражается в воде фонтанов.

Расцвет градостроительной культуры Средней Азии продолжался на протяжении всего 15 в., особенно в период правления внука Амира Темура – знаменитого Улугбека. Среди наиболее значительных зданий фамильная усыпальница Темуридов Дорус-Сиадат и дворец Ак-Сарай в Шахрисабзе, мечеть Биби Ханым, Гур Эмир и большая часть построек Шахи-Зинды, медресе Улугбека в Самарканде. В эпоху Темуридов развитие получило садово-парковое искусство, в котором органически сочетались зеленые насаждения, вода и архитектура.

Дворцовый комплекс Таш-Хаули. Таш-Хаули – дворцовый комплекс в Хиве (Узбекистан), главный дворец хивинских ханов. Дворец расположен в восточной части Хивы был построен Аллакулиханом. Строительство дворца заняло примерно 8 лет, с 1830 по 1838 годы.

Первым был построен жилой квартал гарема, затем мехмонхона – место для официальных приемов, последним – арзона, зал суда.

В южной части двора гарема построены маленькие айваны, четыре из которых были предназначены для жен хана (согласно Шариату мужчина мог иметь не более четырех жен), пятый, богато украшенный, служил жилой комнатой для хана. В каждом айване есть жилое помещение для слуг. Гарем обустроен в соответствии с Хорезмской традицией оформления женской половины (ичан хаули). Некоторые детали оборонительной крепости присутствуют в дизайне дворца, что соответствует уединенному образу жизни обитательниц гарема. После гарема была построена мехмонхона (ишрат хаули). Квадратный двор с круглым возвышением для юрты полностью застроен комнатами и айванами. Южный айван служил для проведения церемоний и приемов посланников. Айваны мехмонхоны, укра-

шенные майоликой со светлым разрисованным потолком и маленькими башнями по бокам, схожи по интерьеру с театром и полны торжественности. Арзхона (зал суда) расположена в юго-западной части Таш-Хаули. Она вдвое больше, чем мехмонхона. Также, как и мехмонхона, арзхона украшена майоликой. Работа была сделана знаменитым мастером Абдуллой по прозвищу Гений. Этот мастер украшал все дворы Таш-Хаули.

Интересна архитектура народного жилища XIX – начала XX вв. В ней воплощаются постройки, созданные для сложных природно-климатических условий и отражающие особенности отдельных районов и городов республики. Так, бухарский жилой дом, расположенный в скученных, лишенных зелени центральных районах города, имеет замкнутый вид, изолирован от уличного шума и пыли. Его жилые комнаты располагаются вокруг замощенного дворика, в котором возникает свой микроклимат и даже в жару прохладно.

Созданию благоприятного микроклимата в хивинском доме способствует устройство повышенной террасы, открытой ветру. Для ферганских домов были характерны раздвижные стены и ставни, декоративные стеновые ниши, резьба по ганчу, росписи потолков и др.

Интерьер народного жилища мусульман очень прост, но все в нем рационально и самобытно. Народные мастера из поколения в поколение передавали свои знания и опыт.

Во второй половине 19в. в мусульманском зодчестве стали внедряться принципы европейского регулярного градостроительства. Появились новые типы зданий – банки, школы, гимназии и т.п. Строили в основном из обожженного кирпича с толстыми стенами и контрфорсами, что придавало устойчивость при землетрясении. Архитектура в большинстве случаев была эклектичной.

Заключение. В последние годы сооружаются большое количество жилых зданий разного стиля. Если раньше все мусульманские города были однотипными как в стилях, так и в применении строительных материалов, то сейчас каждая мусульманская страна имеет свой архитектурный стиль города. В Узбекистане это усадебные жилые дома со скатной крышей, многоэтажных жилых домов значительно меньше. В Казахстане, напротив, строятся высокие, многоэтажные дома. В основном уклон на модерн. В Туркменистане в центральных городах чаще высотные дома, но по климатическим условиям и за счет гор не выше 9–12 этажей.

Современные принципы градостроительства – строительство жилых образований крупными массивами, комплексно, со всеми видами обслуживания населения, повышения этажности и т.д., получили наиболее полное отражение в новых восточных городах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исламская (мусульманская) архитектура [Электронный ресурс] //encyclopaedia.bigru.ru. – 2010. – Режим доступа: http://encyclopaedia.bigru.ru/enc/culture/ISLAMSKAYA_MUSULMANSKAYA_ARHITEKTURA.html. – Дата доступа: 20.09.2016.
2. Архитектура [Электронный ресурс] //asia-point.uz. – 2012. – Режим доступа: <http://asia-point.uz/ru/uzbekistan/architecture>. – Дата доступа: 23.09.2016.

УДК 721.012

БЕЗБАРЬЕРНАЯ СРЕДА ДЛЯ ИНВАЛИДОВ ПО ЗРЕНИЮ**Е.А. БЕСЕДИНА***(Представлено: А.В. ВЕРИГО)*

Приведены данные об инвалидах по зрению, представлены нормы архитектурного проектирования безбарьерной среды обитания для данной категории физически ослабленных лиц.

На сегодняшний день в Беларуси проживает огромное количество людей, которые являются инвалидами по зрению. С наиболее серьезными формами заболевания (инвалиды I и II группы) 20 тысяч человек. Если учесть инвалидов III группы, то эта цифра увеличится до 50 тысяч человек. Инвалиды по зрению являются одной из самых незащищенных групп населения в Беларуси, да и с точки зрения обычного человека именно инвалидам по зрению приходится сложнее всего. Ведь инвалиды по слуху могут работать на многих предприятиях, инвалиды-колясочники могут работать на технических профессиях, связанных с работой руками (рис. 1), а инвалиды по зрению с выбором профессии ограничены – кроме профессий, связанных с отверточной сборкой, каким-либо творчеством, доступа к другим специальностям не имеют [1]. Самым ужасным в данной ситуации является тот факт, что с каждым годом количество инвалидов по зрению растет.



Рис. 1. Инвалиды-колясочники, работающие на технических профессиях

Беларусь является одной из немногих стран на постсоветском пространстве, которая постаралась сохранить все предприятия для инвалидов по зрению, на которых трудится, на данный момент, более восьми тысяч человек. Инвалид считается полноценным человеком тогда, когда он востребован и полезен обществу, и более того не от кого не зависит. Недостаточно обеспечить человека жильем и пенсией. Здоровый человек может пойти на стадион, в театр, в кино, в библиотеку, а инвалид по зрению, к сожалению, этим воспользоваться не может. Однако содержать целую сферу для обеспечения потребностей инвалидов по зрению тоже нерационально – это очень большие финансовые затраты. К примеру, для того, чтобы создать рабочее место на предприятии, заводе, цехе, нужны колоссальные изменения в устройстве предприятия для создания безбарьерной среды, для обеспечения доступности к станкам, столовой, медпункту и другим сферам. Должно быть специальное оборудование, технически безопасное, адаптированное к использованию данной категорией людей. Необходимо финансирование различных учреждений: клубов, медпунктов, домов культуры, социальных учреждений, приспособленных для этих людей. На данном этапе Беларусь не готова обеспечить всех инвалидов по зрению рабочими местами. А значит, и жизнь этих людей значительно усложнится.

С архитектурной точки зрения государство обязано обеспечить безбарьерную среду в городе и беспрепятственное перемещение инвалидов в нем.

Необходимо создание средствами архитектуры, градостроительства, транспорта, информатизации и связи условий, обеспечивающих инвалидам равные со всеми гражданами возможности в пользовании объектами социальной инфраструктуры. При новом проектировании и реконструкции общественных, жилых и промышленных зданий следует предусматривать для инвалидов и граждан других маломобильных групп населения условия жизнедеятельности, равные с остальными категориями населения.

Для правильного проектирования среды для инвалидов по зрению определены следующие нормы:

- под маршем открытой лестницы, имеющим высоту менее 1,9 м, следует устанавливать барьеры, ограждения и т.п., чтобы предотвратить падения и последующие травмы, особенно инвалидов по зрению;
- участки пола на путях движения на расстоянии 0,6 м перед входами на лестницы должны иметь предупредительную рифленую и/или контрастно окрашенную поверхность;
- ступени лестниц должны быть сплошными, ровными, без выступов и с шероховатой поверхностью (рис. 2) [2];
- участки пола на путях движения на расстоянии 0,6 м перед дверными проемами и входами на пандусы должны иметь рифленую и/или контрастно окрашенную поверхность (рис. 3) [3];
- тактильные средства для инвалидов по зрению на покрытии пешеходных путей на участке следует размещать не менее чем за 0,8 м до объекта информации, начала опасного участка, изменения направления движения, входа и т.п. (рис. 4) [4].

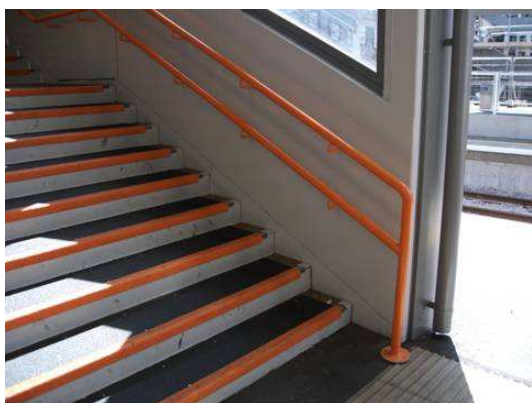


Рис. 2. Ступени лестниц для инвалидов по зрению



Рис. 3. Участки пола с рельефной поверхностью



Рис. 4. Тактильные средства для инвалидов по зрению

Соблюдение всех норм проектирования среды для физически ослабленных лиц обеспечивает возможность самостоятельной деятельности, способствует их социальной интеграции, создает необходимые жизненные условия и, что особенно важно, создает безопасное окружение, ведь даже неправильно установленная плита возле пешеходного перехода может стоить слабовидящему человеку жизни.

ЛИТЕРАТУРА

1. Методические указания по созданию доступной среды [Электронный ресурс]. – 2016. Режим доступа: http://aupam.ru/pages/sozial/met_ukaz_sozd_dostup_sr/oglavlenie.html. – Дата доступа: 02.09.2016.
2. Андреева, А. БелГИЗ: власти приходят к пониманию, что инвалиды по зрению – точно такие же люди, как и зрячие [Электронный ресурс] // Белорусский новостной портал TUT.by. – 2009. – Режим доступа: <http://news.tut.by/society/149743.html>. – Дата доступа: 13.10.2009.
3. Указатели тактильные наземные для инвалидов по зрению. Технические требования : ГОСТ Р 52875-2007.
4. Здания и помещения с местами труда для инвалидов : СП 35-104-2001.

УДК 721.012

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ БЕЗБАРЬЕРНОЙ СРЕДЫ В БЕЛАРУСИ**Е.А. БЕСЕДИНА***(Представлено: А.В. ВЕРИГО)*

Освещены вопросы приоритетных направлений государственной социальной политики, реализация которых способствует повышению качества жизни, обеспечению равенства и полноценного участия в жизни общества людей с инвалидностью.

Почти во всех странах мира в последние годы ведется большая и дорогостоящая работа по адаптации среды обитания к возможностям физически ослабленных лиц. К ним относятся: инвалиды различных групп, престарелые, беременные, дети дошкольного возраста, взрослые с детьми на руках или в колясках, больные-хроники и травмированные с ограничением подвижности и т.п.

В привлечении внимания к данному вопросу надо отдать должное западным странам. В Великобритании современный закон об инвалидах существует с 1944 г. В США ветераны вьетнамской войны сумели развернуть активную борьбу за права инвалидов на полноценную жизнь, на получение образования и работы, на доступность содержательного досуга и спорта. Физические барьеры в окружающей среде были классифицированы ими как главное дискриминационное обстоятельство, препятствующее их социальной интеграции. Полвека назад – в 1961 г. – был принят первый американский стандарт о доступности зданий для инвалидов. В дальнейшем нормативно-законодательная регламентация формирования Barrier-Free (accessible to disabled people) Environment (безбарьерной среды) расширялась и совершенствовалась. Эстафета была подхвачена другими странами – не только европейскими. Например, многое было сделано в Ливане для обеспечения социальной интеграции инвалидов гражданской войны.

В 1975 г. Декларацию о правах инвалидов приняла ООН. После этого был еще ряд документов международного уровня: в 1982 г. - Всемирная программа действий в отношении инвалидов, в 2006 г. - Конвенция о правах инвалидов, которая на сегодняшний день действует уже в 98 государствах.

В Республике Беларусь многое предпринимается в этом направлении, но как показывает практика и этого мало. С 2008 г. в Беларуси действует Закон о правах инвалидов, в 2007-2010 гг. выполнялась Государственная программа о безбарьерной среде жизнедеятельности физически ослабленных лиц, утвержденная Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 3 апреля 2007 г. № 424. Основные положения этого документа получили развитие в новой программе по безбарьерной среде на 2011–2015 гг., которая действует в республике сейчас. Программы поддержаны нормами проектирования – изменениями СНиП, СНБ, ТКП, а с прошлого года еще и специальным стандартом [1].

Проблемы отсутствия доступной городской среды по-прежнему актуальны в Беларуси, несмотря на то, что с 2007 по 2014 гг. было запланировано создать безбарьерную среду примерно на 10 тыс. объектов, а она создана более чем на 18,5 тыс. объектов. Статистика учитывает любую работу по созданию элементов безбарьерной среды, например, появление пандуса в здании, которое в целом из-за высоких порогов или других архитектурных элементов является недоступным. Задача государства - создать единые требования в строительстве и добиться их выполнения в части создания удобной среды [2].

Когда по улице проходят здоровые люди, то действенность этих документов (Закона, программ, норм) им визуально заметить вроде бы несложно: тротуары на многих пересечениях улиц опущены, входы во многие общественные объекты оснащены пандусами, переходы оснащены специальными плитами для слабовидящих людей. Однако, как мы можем наблюдать, самих инвалидов на улице практически нет. Причин тому огромное множество:

- несовершенство норм;
- несоблюдение строительных норм и правил при проектировании;
- невыполнение строителями проектных предписаний;
- отсутствие интерактивных карт с указанием зон доступных инвалидам.

При всей обширности опыта других стран его нельзя автоматически перенести на белорусскую почву. Ведь у каждой страны свои реалии, свои финансовые возможности, свои традиции и, наконец, свои точки отсчета. Но, безусловно, зарубежный опыт нужно изучать, выкристаллизовывать лучшее и проецировать его на нашу действительность.

Следует иметь в виду: создание безбарьерной среды требует не только солидного финансирования и длительного времени, но и готовности общества принять инвалида как равного, и желания самого инвалида занимать более активную жизненную позицию.

«В последние годы в Беларуси многое сделано для повышения качества и уровня жизни инвалидов и других категорий физически ослабленных лиц. Но, безусловно, далеко не все. Эта работа - на долгие годы, сменится не одно поколение, пока исчезнут последние барьеры», – отрывок из беседы с заместителем министра труда и социальной защиты Александром Румаком [3].

К сожалению, на данный момент ситуация такова, что наше общество не готово принять инвалидов:

- отмечается неготовность среды для комфортного перемещения инвалидов;
- неготовность, с точки зрения психологии общества, спокойно воспринимать инвалидов различных групп на улице.

Самым важным и полезным, что могут сделать архитекторы в этой ситуации является соблюдение принципа непрерывности безбарьерной архитектурной среды. Никаких барьеров, то есть элементов, делающих невозможным или существенно затрудняющих передвижение и самообслуживание, не должно встречаться во всех пространствах деятельности человека (рис. 1, 2).



Рис. 1. Обустроенный пешеходный переход



Рис. 2. Специализированный вход в электричку

Этот принцип должен соблюдаться для того, чтобы сами инвалиды чувствовали себя комфортно в окружающей их среде, что бы им самим захотелось выйти на улицы города и самое важное – сделать это самостоятельно.

Полноценная безбарьерная среда является востребованной и нужной не только среди полумиллиона белорусских инвалидов – также она крайне необходима для пожилых граждан и семей с малолетними детьми. Доступная среда необходима для того, чтобы 30% граждан страны сохраняли социальную полноценность, не обременяли своими повседневными проблемами родных, близких, социальные службы. Как отметил заместитель председателя Белорусского общества инвалидов Сергей Дроздовский:

«Барьеры для человека с инвалидностью - это не только бордюр высотой более 1 см, который мешает ему передвигаться в нужном направлении. Барьеры бывают разные: ментальные, экономические, правовые, архитектурные... Наша задача – снять эти барьеры и тем самым обеспечить людям с инвалидностью полноценное включение в жизнь общества, а также независимое проживание и реализацию своих прав». Наша исследовательская деятельность направлена на акцентирование внимания на данной проблеме для скорейшего ее решения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Среда обитания физически ослабленных лиц. Основные положения : СТБ 2030-2010. – Минск : Минстройархитектуры Респ. Беларусь, 2010. – 43 с.
2. Трошко, М. Среда, которая мне по плечу // Техническое нормирование, стандарты и сертификация в строительстве. – 2011. – № 1. – С. 110–120.
3. Румак, А.Е. Безбарьерная среда в Беларуси «почти создана» [Электронный ресурс] // БелТА: Новости Беларуси. – Режим доступа: <http://nnd.name/2013/03/bezbarjernaja-sreda-v-belarusi-pochti-sozdana/>. – Дата доступа: 05.09.2016.
4. Прус, Е. Безбарьерная среда в Беларуси будет создана по всему маршруту передвижения инвалидов [Электронный ресурс] // БелТА: Новости Беларуси. – Режим доступа: <http://www.belta.by/society/view/bezbarjernaja-sreda-v-belarusi-budet-sozdana-po-vsemu-marshrutu-peredvizhenija-invalidov-164167-2015>. – Дата доступа: 26.09.2015.

УДК 72.007

ЭЛЬ ЛИСИЦКИЙ: ЖИЗНЬ И ТВОРЧЕСТВО

В.В. ВАСИЛЕВСКАЯ

(Представлено: С.Ю. САФОНОВА)

Рассмотрены жизнь и творчество Эль Лисицкого, его вклад в различные направления творчества и не только; становление Лазаря Лисицкого как художника, архитектора, иллюстратора, дизайнера, преподавателя.

Введение. Эль Лисицкий – малоизвестный человек, однако он внес неоценимый вклад в творчество сложного и противоречивого периода начала 20-х годов, когда в процессе взаимодействия различных искусств рождались новая архитектура и дизайн. Эль Лисицкий – один из выдающихся представителей русского и еврейского авангарда. Способствовал выходу супрематизма в архитектуру.

Исследовательская часть. Эль Лисицкий – Лазарь Маркович (Мордухович) Лисицкий – советский художник, архитектор, представитель русского и еврейского авангарда, конструктор книги (иллюстратор), график, дизайнер, мастер фотомонтажа, оформитель выставок.

Лазарь Мордухович Лисицкий родился в семье ремесленника-предпринимателя по производству стекла и фарфора Мордуха Залмановича (Марка Соломоновича) Лисицкого (1863–1948) и домохозяйки Сарры Лейбовны Лисицкой. Его детство прошло в городе Витебске, где Лазарь посещал частную Школу рисования Юдея Пэна (1903).

Общее образование Лисицкий получил в Александровском училище в Смоленске (1909). Потом он поступил на архитектурный факультет Высшей политехнической школы в Дармштадте (Германия), там он увлеклся стилистикой модерна или «югендстиля». Его любимым художником был Михаил Врубель, а идеалом современного архитектора – Анри ван де Вельде. В творческом мировоззрении Лисицкого произошел перелом во время поездки в Париж (1912) к своему другу – скульптору Осипу Цадкину. Цадкин уже основательно освоился в среде интернациональной парижской богемы и ввел Лисицкого в круг интересов знаменитой «парижской школы». В 1913 г. Лисицкий путешествовал по Италии, изучал архитектуру и живопись, много работал в Равенне. В следующем (1914) году Лисицкий, завершив образование в Дармштадте и получив диплом инженера-архитектора, вернулся в Россию.

Чтобы заниматься профессиональной деятельностью в России, в 1915 г. поступил экстерном в Рижский политехнический институт, эвакуированный во время войны в Москву. Окончил Институт 14 апреля 1918 г. со званием инженера-архитектора. В этот период занимался главным образом графикой, участвовал в работе Еврейского общества объединения «Мир искусства»

С 1916 г. участвовал в работе Еврейского общества поощрения художеств, в т.ч. в коллективных выставках общества в Москве (1917, 1918) и Киеве (1920). В 1917–19 гг. Лисицкий посвятил себя иллюстрации произведений современной еврейской литературы.

В течение 1920 г. Эль Лисицкий оформил «Альманах Уновис № 1», создал детскую книгу «Супрематический сказ про 2 квадрата» (издана в Берлине, 1922).

«Супрематический сказ про два квадрата» – это 10-страничная брошюра, адресованная «всем, всем ребятам». Текста в ней почти нет. Сюжет, достаточно прозрачный, но далеко не сразу воспринимаемый, разворачивается в картинках. Два квадрата – черный и красный – из далекого космоса летят на Землю. Здесь они видят господство черного и «тревожного». Удар по черному – и устанавливается гармония. Красные постройки воздвигаются на черной почве. В подтексте лежит рассказ о вечной борьбе добра со злом, а также предчувствие великих потрясений, которые готовило человечеству XX столетие. Для Лисицкого, прежде всего, была важна игра форм и цвета, которой все подчинено. От политики оформление «Сказа» было далеко, ибо в нем красное противостояло не белому, а черному.

С 1920 г. выступал под артистическим именем «Эль Лисицкий». В 1920 г. вступил в Институт художественной культуры, где сблизился с конструктивистами-производственниками. В 1921 г. преподавал в московском ВХУТЕМАСЕ (Высших художественно-технических мастерских) – читал курс лекций «Архитектура и монументальная живопись», и ВХУТЕИНЕ (Высшем художественно-техническом институте) (с 1926), где вел дисциплину «Проектирования мебели» на деревообделочном факультете (дерфак), стремясь провести идею синтеза с архитектурой, гармонии всех элементов, составляющих интерьер современного здания. Открылась новая страница творческой деятельности Лисицкого – теоретика и пропагандиста.

Формирование новой архитектуры в первые годы после Октябрьской революции происходило в тесном взаимодействии архитекторов с деятелями «левого» изобразительного искусства. В эти годы происходил сложный процесс создания нового стиля, который протекал на стыке изобразительного искусства и архитектуры.

Один из активных деятелей витебского УНОВИСа (авангардного сообщества «Утвердители нового искусства»), который возглавлял К. Малевич. В Витебске Лисицкий изобрел и развил собственный вариант трехмерных супрематических композиций, называемых ПРОУНами. ПРОУНЫ Лисицкого были своеобразными моделями новой архитектуры (рис. 1, 2).



Рис.1. Эль Лисицкий «Проун»

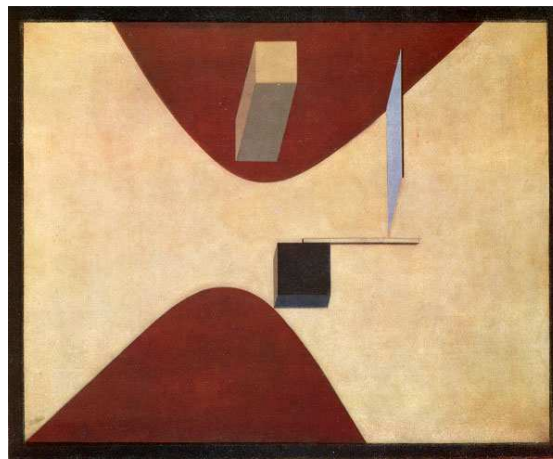


Рис. 2. Эль Лисицкий «Проун 23, No. 6»

Архитектурная деятельность Лисицкого заключалась вокруг градостроительных проблем и правильного зонирования городской среды и в решении проблем вертикального зонирования городской застройки (проекты «горизонтальных небоскребов» для Москвы (1923–1925) (рис. 3)



Рис. 3. Горизонтальные небоскребы

Лисицкий выполнил в духе супрематизма несколько агитационных плакатов; разрабатывал трансформируемую и встроенную мебель в 1928–1929 гг. Он создал новые принципы выставочной экспозиции, воспринимая ее как целостный организм. Лаконичный и строгий язык супрематизма был практически применен Лисицким в создании лозунгов и плакатов. Плакат «Клином красным бей белых» (рис. 4), выполненный для Политуправления Западного фронта, стал подлинной классикой агитационного искусства. Сила «воздействия этого плаката, пользовавшегося в свое время большой популярностью, объясняется ясностью динамического построения и цветовой символики».

В 1930–1932 гг. по проекту Эля Лисицкого была построена типография журнала «Огонек». Типография Лисицкого отличается удивительным сочетанием огромных квадратных и маленьких круглых окон. Здание в плане похоже на эскиз «горизонтального небоскреба» Лисицкого.

Он увлекался фотографией, в частности, фотомонтажом. Одно из лучших изображений этой области – плакат для «Русской выставки» в Цюрихе, где над обобщенными архитектурными конструкциями поднимается изображение двух голов, слитое в единое целое.



Рис. 4. Эль Лисицкий, плакат «Клином красным бей белых»

Заключение Эль Лисицкий – многосторонний человек, который работая на стыке архитектуры и изобразительного искусства, много сделал для того, чтобы перенести в новую архитектуру те формально-эстетические находки, которые помогли формированию современной художественной культуры. Он внес большой вклад в русскую культуру. Поэтому в скором времени, после завершения реконструкции автозавода ЗИЛ, в Москве появится улица Эля Лисицкого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Википедия, свободная энциклопедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Лисицкий,_Лазарь_Маркович.
2. Знаменитые архитекторы и дизайнеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://famous.totalarch.com/lisitzky>.
3. Горизонтальные небоскребы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cosomera.livejournal.com/317229.html>.
5. Хан-Магомедов, С.О. Супрематизм и архитектура / С.О. Хан-Магомедов. – М. : Архитектура С, 2007. – 520 с. : ил.

УДК 72.007

ВКЛАД ЭЛЬ ЛИСИЦКОГО В ПЕЧАТНОЕ ИСКУССТВО

В.В. ВАСИЛЕВСКАЯ*(Представлено: С.Ю. САФОНОВА)*

Рассмотрено творчество Эль Лисицкого, в особенности его вклад в печатное дело; детально изучены его главные шедевры печатного искусства.

Введение. Эль Лисицкий – Лазарь Маркович (Мордухович) Лисицкий – советский художник, архитектор, представитель русского и еврейского авангарда, конструктор книги (иллюстратор), график, дизайнер, мастер фотомонтажа, оформитель выставок. Эль Лисицкий – один из выдающихся представителей русского и еврейского авангарда.

Исследовательская часть. Лазарь Мордухович Лисицкий инженер-архитектор по образованию, художник-конструктор по призванию.

С 1916 г. участвовал в работе Еврейского общества поощрения художеств, в т.ч. в коллективных выставках общества в Москве (1917, 1918) и Киеве (1920). Тогда же, в 1917 г., занялся иллюстрацией изданных на идише книг, в т.ч. современных еврейских авторов и произведений для детей. С использованием традиционной еврейской народной символики создал марку для киевского издательства «Идишерфолкс-фарлаг» (*еврейское народное издательство*), с которым он 22 апреля 1919 г. подписал контракт на иллюстрацию 11 книг для детей.

В 1917–19 гг. Лисицкий посвятил себя иллюстрации произведений современной еврейской литературы и в особенности детской поэзии на идише, став одним из основателей авангардного стиля в еврейской книжной иллюстрации. В отличие от тяготевшего к традиционному еврейскому искусству Шагала, с 1920 года Лисицкий под влиянием Малевича обратился к супрематизму. Именно в таком ключе выполнены более поздние книжные иллюстрации начала 1920-х годов, например, к книгам «Шифс-карта» (1922), стихи Мани Лейба (1918–1922), Равви (1922) и др. Именно к берлинскому периоду Лисицкого относится его последняя активная работа в еврейской книжной графике (1922–1923). После возвращения в Советский Союз Лисицкий к книжной графике, в том числе еврейской, больше не обращался.

Начиная с 1917 г. Лисицкий подготовил к печати ряд книг на идише. Первой среди них стала поэма М. Бродерзона «Пражская легенда», вышедшая весной 1917 г. (тираж 110 экземпляров). Причем 20 экземпляров были выполнены в виде свитков Торы и уложены в деревянные футляры, полагавшиеся по традиции. На бумагу, которой был придан вид пожелтевшего от времени пергамента, текст поэмы нанес специальный писец, приглашенный из синагоги. Он оформил текст как однородный и плотный графический блок. Каждую текстовую колонку обрамляла орнаментальная рамка, в которую были включены нарисованные акварелью фигуры людей и животных. В стиле оформления чувствовалось сильное влияние эстетики русского модерна и лубочной книги, а отнюдь не традиционного способа оформления еврейских книг – свитки Торы, предназначенные для богослужения, не иллюминировались, кроме того, для них полагались только черные чернила. Еще одна книга на идише, которую оформлял Лисицкий, еврейская сказка «Козочка». Для первого варианта этой книги художник сделал рисунки акварелью, другой вариант, и увидевший свет в 1919 г. в Киеве, оформлен при помощи техники литографии. Каждый рисунок в «Козочке» находится в рамке с полукруглым сводом. На плоской поверхности книжного листа возникает объемное изображение, организованное таким образом, что оно кажется видом из узкого окна, прорезанного в серой стене. Одна строка текста огибает верхнюю часть иллюстрации, под иллюстрацией располагаются еще две. Исследователи не раз отмечали, что рисунки Лисицкого, предназначенные для «Козочки», сделаны под влиянием Марка Шагала. Несомненно, обе эти книги вторичны, поскольку они переводят национальное самоощущение в область ярмарочных поделок.

В 1920-е годы Лисицкий объявил книгу целостным художественным организмом, а к дизайну ее подошел как архитектор. В течение 1920 г. Эль Лисицкий оформил «Альманах Уновис № 1», создал детскую книгу «Супрематический сказ про 2 квадрата» (издана в Берлине, 1922) (рис. 1).

Основную смысловую нагрузку в этой небольшой книге несет не текст, а занимающий почти все пространство листа, составленный из четких геометрических форм – квадратов, кругов и параллелепипедов – конструктивный рисунок, причем все фигуры либо черного, либо красного, либо серого цвета. Рисунки подчеркнута динамичны, в них преобладают диагональные линии, устремленные из левого нижнего угла в правый верхний угол, они торопят зрителя, возбуждают его любопытство, заставляя перейти к следующей странице. Текст книги, не считая названия, состоит всего из 33 слов, но повествование здесь ведется при помощи визуальных, а не вербальных средств. Это книга-конструктор, которая требует ак-

тивного восприятия авторской мысли, она вынуждает зрителя изучать то, что находится перед его глазами. Слово «сказ» в названии книги употреблено недаром: формируя пространство листа, художник пытается воспроизвести устную речь при помощи графических средств, сочетанием вертикальных, горизонтальных и наклонных линий и дуг имитируя свойственные устной речи интонационные переходы и мимику рассказчика.

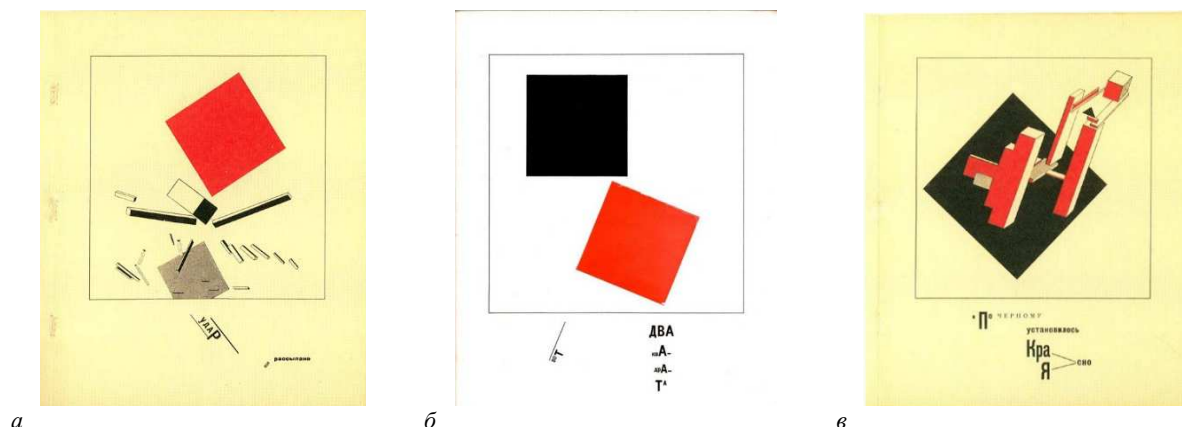


Рис. 1. Детская книга «Супрематический сказ про 2 квадрата»

Текст превращается в графический элемент, делается составной частью изобразительного ряда. Он не выровнен вдоль прямой линии, не параллелен нижнему краю листа, буквы в одном слове прыгают и пляшут, размер их меняется в пределах слова, задавая ритм прочтения, смысловые ударения. Они свидетельствуют, что под руководством Малевича выполнялись работы в духе Сезанна, кубизма, футуризма и плоскостного супрематизма, создавалось праздничное оформление, расписывались интерьеры, керамика и т.д., но в объем не выходили ни в изображениях, ни в пространстве.

Наиболее примечательной из книг, подготовленных Лисицкой, стала вышедшая в начале 1923 г. в Берлине книга «Маяковский для голоса» (рис. 2). В ней Лисицким были впервые применены его методы визуально-пространственного конструирования книги. Эта книга – один из лучших образцов русского конструктивизма в книгоиздании.

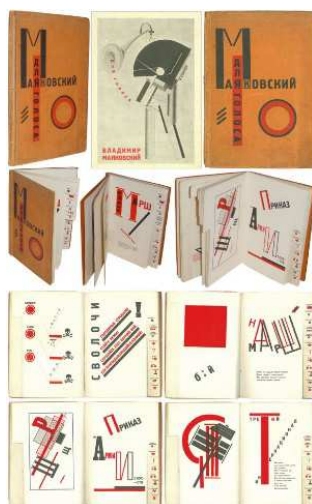


Рис. 4. «Маяковский для голоса»

М. Краснова детально описала внешний вид и содержание данной книги: «В книге была сделана вырубка-регистр, применяющаяся для некоторых справочных изданий, и это придало книге дополнительную объемность, а каждое стихотворение Лисицкой отметил особой пиктограммой. Книга напечатана красной и черной красками. Для набора использовался плоский шрифт «гротеск». За счет разноуровневого несимметричного расположения букв, вариации размеров и начертания шрифта в пределах даже одного слова здесь создается особая выпуклость страницы, которая недостижима при ином способе на-

бора. Знаменательно и то, что все прочие элементы построения страницы тоже взяты из наборной кассы – это линейки и дуги, при помощи которых Лисицкий строил изображения (якорь, человечек), и отдельные крупные буквы, строя которые Лисицкий специально оставлял промежутки между составляющими элементами. Такая смена подходов к полиграфическому искусству отнюдь не случайна. То, что Лисицкий переходит к конструктивному построению книги, несомненно, согласуется с еврейским мировосприятием художника. Попытка построения книги только средствами наборной кассы эквивалентна созданию нового мира. И в данном случае создатель книги уподобляется демиургу, который, оперируя кирпичиками-буквами, организует пространство, где правят особые законы. Это чувство, должно быть, было еще более острым, потому что Лисицкий раскладывает буквы на составные элементы – дуга, наклонная, вертикальная, горизонтальная линия.

Свободное пространство белого листа оказывается уменьшено, потеснено нашествием нового мира, организованного при помощи деятельных букв. Тем не менее, при всех сходных формальных признаках организации книжного листа у печатных еврейских книг – обилия разномасштабных шрифтов различного начертания (до 33 шрифтов на одной странице), использования двухцветной черно-красной печати, нельзя сказать, что книги Лисицкого организованы как обычные еврейские книги. Лисицкий оставляет обширные пространства листа не заполненными, создавая ощущение выхода в космическое пространство».

Заключение. Эль Лисицкий – один из основателей авангардного стиля в еврейской книжной иллюстрации. Он не просто создавал книги, он вкладывал смысл в каждую линию, каждую точку, даже в пространство листа. Поэтому Эля Лисицкого смело можно назвать конструктором книги, а не просто иллюстратором.

ЛИТЕРАТУРА

1. Знаменитые архитекторы и дизайнеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://famous.totalarch.com/lisitzky>.
2. Портал о культуре и искусстве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://artandyou.ru/category/history/post/lisitskyi-avantgard>.
3. Хан-Магомедов, С.О. Супрематизм и архитектура / С.О. Хан-Магомедов. – М. : Архитектура С, 2007. – 520 с. : ил.
4. RARUS'SGALLERY. FineBooks, Prints, Photographs& Icons [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.raruss.ru/avant-garde/2451-more-about-two-squares.html>.

УДК 72.007

ВКЛАД ЭЛЬ ЛИСИЦКОГОВ АРХИТЕКТУРУ

В.В. ВАСИЛЕВСКАЯ*(Представлено: С.Ю. САФОНОВА)*

Рассматриваются вклад Эль Лисицкого в архитектуру, его проекты, влияние на архитекторов современности; идея проекта «горизонтальные небоскребы», его переосмысления и реализация со второй половины XIX века до сегодняшнего дня.

Введение. Эль Лисицкий – Лазарь Маркович (Мордухович) Лисицкий – советский художник, архитектор, представитель русского и еврейского авангарда, конструктор книги (иллюстратор), график, дизайнер, мастер фотомонтажа, оформитель выставок. Эль Лисицкий способствовал выходу супрематизма в архитектуру.

Исследовательская часть. Первые шаги в искусстве Лисицкий сделал под руководством витебского живописца Ю.М. Пэна (1903). Окончив училище в Смоленске в 1909 г., обучался на архитектурном факультете Высшей технической школы в Дармштадте, Германия (1909–1914). В 1912 г. совершил поездку в Париж, в 1913 г. путешествовал по Италии. Вернувшись в Россию, после начала Первой мировой войны поступил в Рижский политехнический институт, эвакуированный в Москву, для подтверждения диплома архитектора (получил его в апреле 1918). Работал в архитектурном бюро в Москве (1915–1916). В 1916 г. участвовал в работе этнографической экспедиции, обследовавшей памятники еврейской старины по берегам Днепра. После революций 1917 г. – энергичный деятель национального культурного возрождения, участник и организатор выставок профессионального еврейского искусства.

Лисицкий пришел в супрематизм на этапе, когда левая живопись «передавала эстафету» в формировании нового стиля архитектуре. Он оказался в этот момент в Витебске практически один на один с Малевичем, и они вдвоем составили тот механизм, в котором в творческом диалоге художника и архитектора супрематизм, несколько раз отразившись то от одного, то от другого, вышел через объемные композиции на плоскости в «архитектуру как проблему».

Процесс формирования стадии объемного супрематизма ускорился и тем, что Лисицкий был не только архитектором, но и художником. У него не было периода ученичества у Малевича как у художника, он учился у него лишь как у создателя супрематизма. Лисицкий стремительно «влетел» в супрематизм и был как художник поглощен им без остатка. Так было и с другими. Но в случае с Лисицким важнее другое: находясь внутри супрематизма, он, уже не как художник, а как архитектор, оказался катализатором, ускорившим бурное формирование объемного супрематизма и сыгравший значительную роль в выводе супрематизма через объем в архитектуру.

Работая на стыке архитектуры и изобразительного искусства, он много сделал для того, чтобы перенести в новую архитектуру те формально-эстетические находки, которые помогали формированию современной художественной культуры. Лисицкий в 1919–1921 гг. создает свои ПРОУНЫ (проекты утверждения нового) (рис. 1, 2) – аксонометрические изображения находящихся в равновесии различных по форме геометрических тел, то покоящихся на твердом основании, то как бы парящих в космическом пространстве. Проуны Лисицкого были своеобразными моделями новой архитектуры. В этих проектах он разрабатывал проблему пространственной организации и вертикального зонирования фантастического города будущего. Изображая проун на бумаге, растягивая, поворачивая и искажая фигуру, Лисицкий никогда не рассматривал его как геометрическую фигуру на плоскости. Для него проун стал новой моделью, революционной формой в градостроительстве.

«Холст картины стал для меня тесен. Круг цветовых гармоний стал для меня слишком узок. И я создал проуны – как пересадочную станцию от живописи к архитектуре».

Эль Лисицкий

Позднее Лисицкий использовал некоторые из своих проунов при разработке конкретных архитектурных проектов (водная станция, горизонтальные небоскребы, жилой дом, выставочные интерьеры и др.). Если говорить о происхождении проунов, то они, видимо, – от плоскостного (на белом фоне) супрематизма и космических супремов Малевича. Космические супремы в отличие от плоскостных элементов обычных супрематических композиций все же можно себе представить как ортогональные проекции объемных элементов в беспредельном пространстве.



Рис. 1. Эль Лисицкий «Проун 19 D»

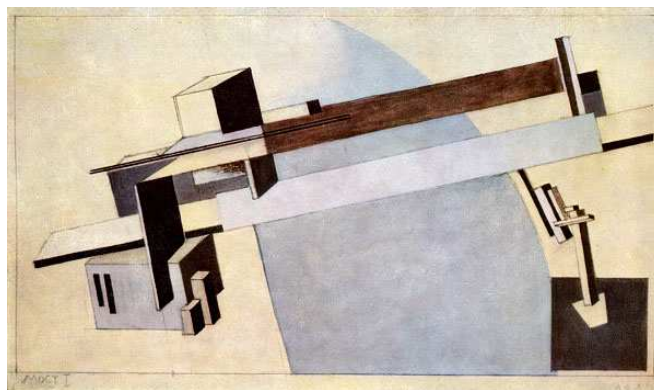


Рис. 2. Эль Лисицкий «Проун 1А, Мост I»

Лисицкий взаимодействует с разными архитектурными течениями (модерн, конструктивизм и т.д.), соединяя их в своем творчестве, но сохраняя индивидуальность и свободу каждого. Лисицкий спроектировал немало архитектурных объектов, но все они по большей части остались лишь проектами, которым не суждено было воплотиться в жизнь. Архитектурная деятельность Лисицкого заключалась вокруг градостроительных проблем и правильного зонирования городской среды и в решении проблем вертикального зонирования городской застройки (проекты «горизонтальных небоскребов» для Москвы, 1923–1925) (рис. 3). Его проекты кажутся футуристическими и очень необычными. Однако сейчас в связи с проблемой нехватки территории в городах (а особенно в Москве), его проект является логическим и актуальным, что нельзя сказать про 1920-е годы.

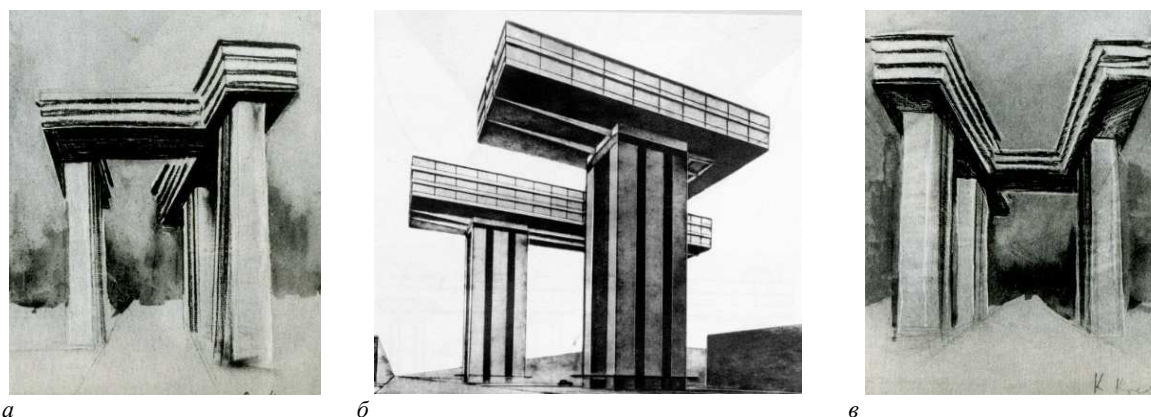


Рис. 3. Проект «горизонтальных небоскребов» для Москвы

Всего предполагалось восемь однотипных зданий для центральных учреждений в виде вытянутых по горизонтали двух–трехэтажных корпусов с центральным коридором (общая протяженность корпусов около 180 м, ширина 16 м). Корпуса подняты над землей (на высоту около 50 м) на трех вертикальных опорах (сечение 10x16 м), в которых размещены лифты и лестницы, причем одна опора связывает здание непосредственно со станцией метрополитена, у двух других опор устроены остановки трамвая. Плюс ко всему, небоскребы предполагалось возводить так, чтобы со стороны Кремля или из области каждый из них смотрелся одинаково, что служило бы дополнительным направляющим ориентиром. Также планировалось ввести свой цвет для каждого из 8 сооружений.

Вот что пишет Л. Лисицкий в статье по поводу проекта «Горизонтальные небоскребы»:

«Предлагаемый здесь новый тип постройки, можно отнести к роду небоскребов. Он предназначен не для жилья, а для размещения центральных учреждений. Тип высокого дома создала Америка, превратив европейский горизонтальный коридор в вертикальную шахту лифта, вокруг которого нанизаны ярусы этажей. Рос этот тип совершенно анархично, без какой бы то ни было заботы об организации города в целом. Единственная его забота была перецеголять высотой и пышностью соседа. При выработке нашего типа мы исходим из противоположных предпосылок:

1) Мы считаем, что часть подчиняется целому, и система города определяет характер его сооружений.

2) Мы говорим «сооружения», а не «дома», считая, что новый город должен преодолеть понятие индивидуального дома.

3) Мы считаем, что пока не изобретены возможности совершенно свободного парения, нам свойственной двигаться горизонтально, а не вертикально. Поэтому, если для горизонтальной планировки на земле в данном участке нет места, мы поднимаем требуемую полезную площадь на стойки и они служат коммуникацией между горизонтальным тротуаром улицы и горизонтальным коридором сооружения. Цель: максимум полезной площади при минимальной подпоре. Следствие: ясное членение функций.

Но есть ли надобность строить в воздухе? «Вообще» - нет. Пока есть еще достаточно места на земле. Но... «в частности»? Мы живем в городах, родившихся до нас. Темпу и нуждам нашего дня они уже не удовлетворяют. Мы не можем сбрызнуть их с сегодня на завтра и «правильно» вновь выстроить. Невозможно сразу изменить их структуру и тип. Москва относится по своему плану к концентрическому средневековому типу. (Париж, Вена). Структура ее: центр – Кремль, кольцо А, кольцо Б и радиальные улицы. Критические места - это точки пересечения больших радиальных улиц (Тверская, Мясницкая, и т. д.) с окружностью (бульварами).

Здесь выросли площади, которые требуют утилизации без торможения движения, особенно сгущенного в этих местах. Здесь место центральных учреждений. Здесь родилась идея предлагаемого типа.»

Уже со второй половины XX в. проект горизонтальные небоскребы стали воплощаться в жизнь. Например, административное здание Министерства автомобильных дорог Грузинской ССР, в котором сейчас находится офис Банка Грузии, построено в 1975 г. по проекту архитекторов Георгия Чахавы и Зураба Джалагхани. Здание общей площадью 10,96 тыс. кв. м состоит из пяти двухэтажных горизонтальных балок, которые опираются на три вертикальные конструкции.

Нидерландские архитекторы из JHK спроектировали в Роттердаме стеклянный небоскреб на тонких опорах Parkrand (2001–2008) – штаб-квартиру для международной компании Unilever. Здание состоит из четырех этажей, площадь каждого порядка 4,25 тыс. кв.м (32 м по короткой стороне и 133 м по длинной стороне этажа). Общая площадь здания, включая паркинг, составляет 34,2 тыс. кв.м. Строительство такого небоскреба позволило получить дополнительные площади для компании и при этом сохранить старинное здание под ним.

По проекту американского архитектурного бюро Стивена Холла Steven Holl Architects в 2009 г. было построено здание горизонтального небоскреба Vanke Center в китайском городе Шеньжень. Длина здания (395 м) сопоставима с высотой знаменитого американского небоскреба Empire State Building (381 м). Объект площадью 121 тыс. кв. м расположен на участке в 6,2 га. В здании находится штаб-квартира девелоперской компании Vanke Co. Ltd, апартаменты и отель, а под искусственным ландшафтом – конференц-центр, зона спа и паркинг. Объект поднят над землей на высоту 35 м и держится на восьми опорах, а устойчивость ему придает вантовая система, используемая в мостостроении. Опоры разнесены на расстояние в 50 м, и создается впечатление, что здание будто парит над землей. Вид на море большей части офисов и апартаментов доступен за счет ломаной формы здания.

Вдохновленные идеями Эль Лисицкого немецкие архитекторы из BRT Architekten придумали комплекс из трех высотных зданий, который получил название Kranhaus («Кранхауз») за внешнее сходство с портовыми кранами. Проект реализовывался с 2006 по 2010 гг. Высота каждого здания составляет 60 м, протяженность – 70,2 м, ширина – 33,75 м. В 18-этажной жилой высотке «Кранхауз-Север» расположились 133 апартаменты, в остальных башнях «Кранхауз-1» и «Кранхауз-Юг» – офисы.

Последняя по дате постройка (2014) горизонтального небоскреба осуществлена в городе Кито в Эквадоре по проекту архитектора Диего Гуаясамина. В нем расположилась штаб-квартира Союза южноамериканских наций (UNASUR, Unión de Naciones Suramericanas). Общая площадь здания составляет 20 тыс. кв.м. Из пятиэтажного центра вырастают две наклонные колонны 50 м и 38 м длиной, которые по замыслу архитекторов символизируют свободу.

К сожалению, проект «Горизонтальные небоскребы» Лисицкого не был реализован, поскольку был слишком необычен для своего времени. Из всех проектов только в 1930–1932 гг. по проекту Эля Лисицкого была построена типография журнала «Огонек». Типография Лисицкого отличается удивительным сочетанием огромных квадратных и маленьких круглых окон. Здание в плане похоже на эскиз «горизонтального небоскреба» Лисицкого.

Эль Лисицкий и другие русские авангардисты оказали огромное влияние на становление величайшего архитектора Захи Хадида как архитектора и формирование ее собственного авторского стиля. Она еще в университетских работах попыталась применить супрематизм по отношению к архитектуре, и в дальнейшей своей практике развила эти начинания. Это проявилось, например, в работе над выставкой в цюрихской художественной галерее Galerie Gmurzynska.

В 2012 г. был объявлен Открытый международный архитектурный конкурс «Миры Эль Лисицкого» («Worlds of El Lissitzky») на архитектурную концепцию объекта городской среды (Новосибирск), посвященного русскому авангарду.

В первом этапе конкурса, проходившего в 2012 г., участвовали 184 концептуальных проекта из 43 стран мира. Все они опубликованы в специальном печатном издании, являющимся настоящей «библиотекой идей». В жюри конкурса вошли известные деятели искусства и архитектуры всего мира. Осенью 2013 г. начинался второй этап конкурса «Миры Эль Лисицкого», главной задачей которого было создание уже не концепции, а полноценного архитектурного проекта функционального объекта городской среды на выделенном под реализацию конкретном земельном участке в Новосибирске.

Победителем конкурса стала проектная организация MDU Architetti, Prato (Italy). Проект называется «Бесконечный театр» («Endlesstheatre») (рис. 4) и генерирует место высокой плотности города, где фиксируется активность и преимущественно горизонтальный и разреженный город приобретает новую плотность. Культура, музыка и спектакли находят здесь сцену для постоянной экспозиции – бесконечной и динамической, готовой активировать и излучать примеры современности. «Бесконечный театр» образован витком красной стали, парящим в воздухе, как светящаяся застывшая в движении спираль.



Рис. 4. Проект «Бесконечный театр»

Заключение: Эль Лисицкий был одним из тех, кто стоял у истоков новой архитектуры и своими творческими и теоретическими работами оказал значительное влияние на формально-эстетические поиски архитекторов-новаторов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Знаменитые архитекторы и дизайнеры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://famous.totalarch.com/lisitzky>.
2. К 120-летию со дня рождения Эль Лисицкого. Горизонтальные небоскребы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cosomera.livejournal.com/317229.html>.
3. Лисицкий, Л.М. Горизонтальные небоскребы / Л.М. Лисицкий // Изв. АСНОВА. – 1926. – С. 2–3.
4. РосБизнесКонсалтинг [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://realty.rbc.ru/news/577fc90d9a79474a0edbd04b>.
5. Хан-Магомедов, С.О. Супрематизм и архитектура / С.О. Хан-Магомедов. – М. : Архитектура С, 2007. – 520 с. : ил.
6. Идеи для жизни: дизайн интерьера, промышленный дизайн, графический дизайн и другие оригинальные решения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.novate.ru/blogs/170710/15136/>.

УДК 711.4

АРХИТЕКТУРНЫЙ АНСАМБЛЬ УЛИЦЫ КИРОВА В ВИТЕБСКЕ

М.А. ВЕРИГО

(Представлено: М.А. ПЛАТОНОВА)

Рассмотрены вопросы застройки улицы Кирова в Витебске в конце XVIII – первой половине XX вв. на основе литературных источников, анализа археологических раскопок, проведенных на территории Витебска, фотофиксации. Выявлены особенности формирования архитектурного ансамбля застройки улицы.

Улица Кирова – одна из основных магистралей города Витебска. Проходит от железнодорожного вокзала на Привокзальной площади к Кировскому мосту. Улица Кирова является парадным въездом в город и связывает его правобережную и левобережную части.

Улица формировалась в конце XVIII – начале XIX вв. и получила название Вокзальная. Название приобрела после подведения к Витебску железной дороги и постройки железнодорожного вокзала. В 1867 г. был построен Двинский (ныне Кировский) мост через реку Западная Двина.

В начале XX в. на улице располагалось: железнодорожный вокзал, 2-я лавка Общества потребителей, аптека Р. Ульриха, военное собрание, а самое главное – однопутная трамвайная линия, что было достаточно редким явлением для того времени [1, 2].

В 1930–1934-е гг. – как улица Карла Маркса, и только в 1934 г. была переименована в честь революционера и государственного деятеля С.М. Кирова.

Великая отечественная война принесла много разрушений в Витебск, и если некоторые здания улицы Ленина уцелели, то застройка Кирова была полностью разрушена (в т.ч. и Кировский мост через реку Западная Двина (рис. 1)) и требовала полного восстановления и реконструкции [3].

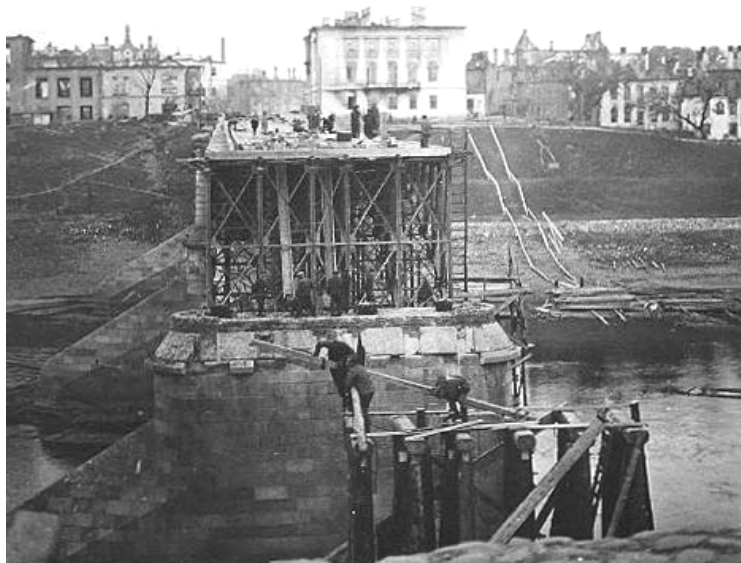


Рис. 1. Разрушенный Кировский мост. Сентябрь 1941 г.

Улица Кирова начала заново отстраиваться в 1947 г. По воспоминаниям архитекторов «не так-то просто было убедить оппонентов в необходимости расширения 10–12-метровой улицы до 66 метров». Все решения по вопросам архитектуры принимались не в Витебске. «Генеральный проект планировки, возрождения и реконструкции Витебска» был разработан в Харьковском областном проектно-институте под руководством архитектора Касьянова и был утвержден в 1946 г. [4].

При реконструкции улицы решался вопрос о создании целостного архитектурного ансамбля застройки. Работы по восстановлению длились с 1948 по 1954 гг. Улица с прилегающими кварталами стала частью магистрального диаметра, пересекающего город в широтном направлении и связывающего Привокзальную площадь с центром города улицей Ленина с ее жилой застройкой и общественными объектами (рис. 2) [5].

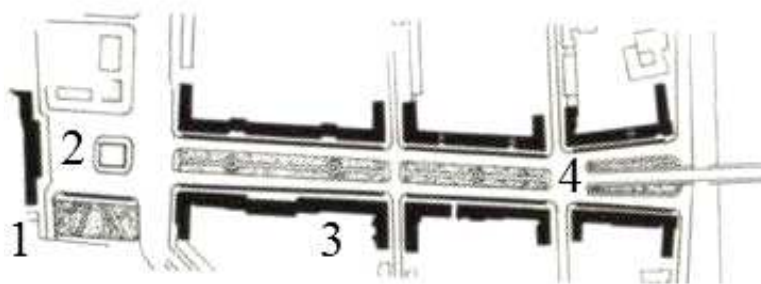


Рис. 2. Схема застройки улицы Кирова:

1 – здание железнодорожного вокзала; 2 – привокзальная площадь; 3 – гражданская застройка;
4 – пешеходная аллея

Заслуженный архитектор Борис Мезенцев, соавтор одной из семи «сталинских высоток» в Москве, спроектировал новое здание железнодорожного вокзала. Построенный в 1954 г., он стал главной доминантой улицы Кирова. Здание вокзала двухэтажное, состоит из трёх, прямоугольных в плане, объёмов: центрального и двух боковых. На главном фасаде центрального корпуса расположены три широких оконных проёма арочной формы. Фасад украшен барельефами, лепными нишами и небольшими колоннами коринфского ордера. Посередине главного фасада смонтированы часы. В интерьере вокзала использован мрамор, созданы лепные потолки. Для освещения использованы тяжелые классические люстры.

Общее руководство проектированием и контроль над проектом новой улицы, проложенной на месте снесенных кварталов старой застройки, осуществлял живший в Москве магистральный архитектор В.И. Гусев. Авторами проекта были только что приехавшие в Витебск, сразу после окончания Киевского инженерно-строительного института, А.Ю.Данилова и В.А.Данилов. При проектировании жилья были использованы типовые секции, разработанные в республиканских архитектурных институтах. Четырёх-, пятиэтажные здания в том стиле сталинского ампира, что и вокзал спроектированы в виде единого ансамбля. Первые этажи были отданы под торговые и коммунально-бытовые учреждения. И завершился ансамбль перед Кировским мостом двумя зданиями с повышенной угловой частью в виде башен – интернат электротехникума связи и гостиница «Двина». Несмотря на некоторые сложные формы декора (лепные детали, массивные карнизы, пилястры с коринфскими капителями и другие) застройка улицы выделяется особенными архитектурно-художественными качествами и завершенностью композиции. Посередине улицы был устроен бульвар с аллеей из липы и каштана (рис. 3) [2, 6].



Рис. 3. Улица Кирова в Витебске. Начало 1960-х гг.

Концепция ансамбля застройки улицы Кирова построена на единстве композиционных и стилевых приемов, в ней творчески использованы основные принципы: привлекательность зданий с широко раскрытыми нарядными первыми этажами – магазинами; светлый колорит фасадов, реалистические архитектурные формы самих зданий, продуманность масштабов и силуэтное завершение. Завершенность архитектурному решению придает ориентация на единый композиционный центр – здание железнодорож-

ного вокзала. Также единство ансамблю придает близкая высота, протяженность зданий, единый ритм членения фасадов, формируемый горизонтальными тягами, карнизами, оконными проемами. Не смотря на все это, каждое здание улицы имеет свою индивидуальность [5].

Протяженность улицы имени Кирова небольшая – 650 м. Архитектурный ансамбль улицы включен в «Государственный список историко-культурных ценностей Витебска». Для любителей отдохнуть от шума, полюбоваться на реку Западную Двину и пройтись вдоль нее – это идеальное место для отдыха [6].

Таким образом, можно отметить, что за три столетия своей истории улица Кирова полностью изменила свой облик, но не утратила своего предназначения. От старых построек относящихся к первому этапу ее формирования ничего не осталось. Но несмотря на утрату своей исторической застройки современная застройка улицы Кирова – яркий пример целостного выразительного архитектурного ансамбля. Это парадный вход в город, олицетворение строгости, индивидуальности каждого здания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Улицы Витебска [Электронный ресурс] // Энциклопедия Витебска / Улица Кирова. – Режим доступа: http://evitebsk.com/wiki/Улица_Кирова. – Дата доступа: 15.09.2016.
2. Чарняўская, Т.І. Архітэктара Віцебска : 3 гісторыі планіроўкі і забудовы горада / Т.І. Чарняўская, пад рэд. У.А. Чантурыя. – Мінск : Навука і тэхніка, 1980. – 112 с.
3. Витебск в годы Великой Отечественной войны // livejournal [Электронный ресурс]. – Витебск в годы Великой Отечественной Войны. – Режим доступа: <http://belarus-travel.livejournal.com/253438.html>. – Дата доступа: 14.09.2016.
4. Ансамбль улицы Кирова [Электронный ресурс] // Белорусский союз архитекторов / Ансамбль улицы Кирова в Витебске: памятник градостроительства 1950-х годов. – Режим доступа: <http://bsa.by/publikatsii/ansambl-ulitsyi-kirova-v-vitebske-pamyatnik-gradostroitelstva-1950-h-godov.html>. – Дата доступа: 15.09.2016.
5. Русецкий, А.В. Архитектура и градостроительство в художественной культуре Витебщины. С 1918 года и до наших дней : моногр. // А.В. Русецкий, Ю.А. Русецкий. – Витебск : Витебск. гос. ун-т им. П.М. Машерова, 2011. – 180 с.
6. Улица Кирова [Электронный ресурс] // Vitebskcity / Улица Кирова – парадный вход в Витебск. – Режим доступа: http://vitebskcity.by/article_view.php?idmenu=1&id=57. – Дата доступа: 14.09.2016.

УДК 711.4

**ЗАСТРОЙКА УЛИЦЫ ЛЕНИНА В ГОРОДЕ ВИТЕБСКЕ
ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX ВЕКА****М.А. ВЕРИГО***(Представлено: М.А. ПЛАТОНОВА)*

Рассмотрены вопросы застройки улицы Ленина в городе Витебск во второй половине XX века на основе изучения научных исследований и литературных источников, фотодокументации. Установлены факторы, повлиявшие на формирование облика улицы и получение статуса главной.

Улица Ленина в городе Витебск имеет богатую историю формирования и развития. Благодаря событиям, произошедшим в период ее становления, улица обладает большим количеством достопримечательностей и архитектурных памятников.

Историю формирования улицы можно разделить на три этапа:

- с XIV по XIX вв., когда начала застраиваться часть улицы от площади Ленина до площади Свободы;
- с XIX по вторую половину XX в. – период застройки части улицы от площади Свободы до площади Победы;
- со второй половины XX в. по сегодняшний день – этап восстановления разрушенного войной города и преобразования его центрального ядра.

Первый период появления этой улицы характеризовался малой ее значимостью. Однако в XIX в. она стала активно застраиваться и в скором времени приобрела статус главной улицы. На ней расположились городская управа, полицейское и жандармское управления, бернардинский костел святого Антония Падуанского, гостиница Брози, городская дума, часовня в память 50-летия воссоединения униатов с православными, губернская типолитография, редакция «Витебских губернских ведомостей», казенная палата, детский приют, женская тюрьма, первое городское училище, Мариинская гимназия, казармы Ленкоранского полка и Покровский собор (рис. 1) [1, 2].



Рис. 1. Улица Ленина (тогда Смоленская). Вид с ратуши
Фото 1873 г.

За это время улица поменяла много имен, таких как: Великая, Большая, Смоленская, Санкт-Петербургская, Гоголевская, но свое окончательное название она приобрела 17 июня 1923 г.

Великая отечественная война, прошедшая в 1941–1945 гг., нанесла значительный урон городу. Витебск был разрушен на 93 %. Вот как выразились американские эксперты, которые посетили город после войны: «Это мертвый город. Ему пришел конец». Однако жители вернулись в город и принялись за его восстановление. Несмотря на огромные разрушения в архитектуре города, некоторые здания улицы Ленина уцелели [1, 3, 5].

Именно этот период относится к третьему этапу формирования улицы. Первые планы по восстановлению Витебска и его улиц относятся к 1946 г., когда начались создаваться генеральные планы по

восстановлению городов Беларуси, Изменилось ядро города и вид его главных магистралей. Благодаря тому, что улица Ленина проходила вдоль реки Двина, а согласно генеральным планам берега рек на территории городов становились центром культуры и отдыха, улица Ленина осталась главной магистралью города.

Постепенно улица реконструировалась, преодолевались бессистемность и некомплектность застройки, первых послевоенных лет, когда здания восстанавливались в своем довоенном виде, без учета перспективы развития их в большие художественные ансамбли. Часть новых зданий была построена по неудачным жилым проектам, без всякой согласованности, без общего композиционного замысла. Этот недостаток усугубился низким качеством строительных работ. Никакого ансамбля в центре города не получилось, и одна из главных улиц областного центра стала безликой и невыразительной.

Дальнейшее развитие получила тенденция создания замкнутых в себе строительных завершённых объектов, имеющих укрупненный масштаб, повышенную монументальность, насыщенность ордерными и декоративными элементами, представляющими собой симбиоз свободно трактованной классики, советской атрибутики, изобразительных произведений, выполненных в стиле требований эпохи. Характерная времени стилистика была использована архитекторами при проектировании многих административных зданий улицы.

Значительным недостатком при расширении улицы в 1950-х – 1970-х годах явилось то, что многие уцелевшие во время войны памятники архитектуры, включая костел святого Антония, были уничтожены и на их месте были построены новые жилые дома.

Четырех- и пятиэтажные дома по проектам архитекторов В. и А. Даниловых, С. Виновера, Маршалова, А. Синельникова и других (рис. 2) в сочетании с административными зданиями создали своеобразный архитектурно-художественный облик улицы. Удачное соотношение высоты и продолжительности зданий, использование элементов классического наследия придали застройке целостный характер.



Рис. 2. Улица Ленина после реконструкции во второй половине XX в.

Композиционным центром площади им. Ленина стал памятник В.И. Ленину (1956, архитектор П. Юрченко, скульпторы Г. Аряпов и М. Алексеенко), воздвигнутый перед Домом культуры промкооперации (архитектор А. Ефраменок). От площади им. Ленина к р. Западной Двине ведет зеленая эспланада шириной 170 м.

От улицы Шубина улица Ленина стала прямой и изменила направление. В конце ее была устроена площадь Победы. Замкнутая в первоначальном варианте площадь, лежащая на пересечении главной улицы города и Московского проспекта, в окончательном решении стала открытой, получила выход к р. Западной Двине. На оси площади на высоком берегу реки встал 56-метровый монумент Победы. Широкая 54-метровая лестница с каскадом бассейнов была направлена к памятнику. С площадки у памятника открылся широкий вид на реку и город.

Проектные предложения о реконструкции улицы им. Ленина на всем ее протяжении от площади им. Ленина до проспекта им. Черняховского следует считать закономерным звеном в ряду мероприятий по формированию центрального городского ядра. Улица подтвердила свое значение городского диаметра и важной транспортной магистрали, и как организованного канала зрительного восприятия застройки.

Теперь каждое сооружение, расположенное возле (или вблизи) этой оси, обрело особое архитектурное выражение [4, 5].

К 1975 г. улица почти полностью приобрела свой современный вид.

На сегодняшний день данная улица не утратила своей значимости, ее длина составляет 2500 м. Начало она берет на Смоленской площади, а конец расположен на площади Победы, ныне самой большой площади города, на которой расположены многие достопримечательности [4].

Таким образом, можно отметить, что архитектурный облик улицы Ленина прошел длинный путь становления и развития. На протяжении семи веков улица постоянно видоизменялась. Со времени постройки первых домов в XIX в. и до образования архитектурных ансамблей во второй половине XX в., улица Ленина приобрела свою значимость, получила статус главной. В зависимости от исторического периода архитектура улицы меняла свое стилевое направление. Здания, построенные вдоль улицы Ленина, отличались по типологии, начиная от управы, гимназий и культовых сооружений и заканчивая тюрьмами и полицейскими участками.

За прошедшие века улица не раз перестраивалась, восстанавливалась, тем самым формировался ее нынешний облик. После Второй мировой войны, а также перестройки и реконструкции в 1946–1975 гг. улица претерпела значительные изменения, как в конфигурации, так и в стилистической направленности. Многие памятники, представляющие особую архитектурную ценность для Витебска, были уничтожены, появились и новые. Улица Ленина на сегодняшний день имеет много достопримечательностей и памятников архитектуры, является центром притяжения для жителей и гостей города.

ЛИТЕРАТУРА

1. Улицы [Электронный ресурс] // Энциклопедия Витебска / Улица Ленина. – Режим доступа: http://evitebsk.com/wiki/Улица_Ленина. – Дата доступа: 15.09.2016.
2. Разрушенный Витебск [Электронный ресурс] // Freeblogger / Разрушенный Витебск. – Режим доступа: <http://www.freeblogger.by/rezoner/26.html>. – Дата доступа: 14.09.2016.
3. Шамякин, И.П. Витебск : энциклопед. справ. / под ред. И.П. Шамякина. – Минск : Беларус. совет. энцикл. им. Петруся Бровки, 1988. – 408 с.
7. Русецкий, А.В. Архитектура и градостроительство в художественной культуре Витебщины. С 1918 года и до наших дней : моногр. // А.В. Русецкий, Ю.А. Русецкий. – Витебск : Витебск. гос. ун-т им. П.М. Машерова, 2011. – 180 с.
4. Улица Кирова [Электронный ресурс] // Vitebskcity / Улица Кирова – парадный вход в Витебск. – Режим доступа: http://vitebskcity.by/article_view.php?idmenu=1&id=57. – Дата доступа: 14.09.2016.

УДК 72.013

ПОНЯТИЕ АНСАМБЛЯ В АРХИТЕКТУРЕ

М.А. ВЕРИГО

(Представлено: М.А. ПЛАТОНОВА)

Рассмотрено понятие ансамбля в архитектуре, представлена классификация основных видов. Изучены приемы создания целостной застройки и ее основные качества, а также факторы формирования ансамбля в структуре города.

Согласно представленному в современной литературе определению, ансамбль в архитектуре – это функционально связанная совокупность зданий и прилегающей среды, приведенная к единству и получившая определенный художественный облик. Понятие ансамбль близко к понятию композиция, однако оно имеет более широкий смысл, так как может объединить в себе несколько отдельных композиций. Таким образом, архитектурный ансамбль составляет единство пространственной композиции зданий, инженерных сооружений, произведений монументальной живописи, скульптуры и садово-паркового искусства. Восприятие архитектурного ансамбля зависит от смены освещения, времени года, присутствия людей. Это – открытая система, способная изменяться во времени. Она предусматривает возможность дальнейшего своего развития [1, 4].

По типу происхождения можно выделить *преднамеренные* и *непреднамеренные* ансамбли.

Преднамеренные ансамбли проектируются или строятся как единое целое. В свою очередь, они делятся на *единовременные*, *выращенные* и *непризнанные*. Непреднамеренные ансамбли – это случайные сочетания зданий и сооружений, по тем или иным причинам возведенные в ранг культурной реликвии и наделенные свойствами ансамбля.

Единовременные ансамбли создавались одновременно по воле зодчего или заказчика, фиксируют идеалы эпохи, ставшие их символами (афинский Акрополь, площадь собора Святого Петра в Риме, Версаль). Из определения данного типа ансамблей следует, что они создаются за сравнительно небольшой промежуток времени по единому замыслу.

Выращенные ансамбли проходят долгий эволюционный путь, сознательно «выращиваются» методом умелых добавлений к постройкам предшественников (пирамиды в Гизе, римские форумы, площадь Святого Марка в Венеции – рис. 1).

Непризнанные ансамбли проектируются и строятся как взаимосвязанное, согласованное, стройное целое, но позже по некоторым причинам их никто таковыми не воспринимает.

По расположению можно выделить *парковые*, *городские*, *загородные*.

В свою очередь по размерам выделяются *большие*, *средние* и *малые* ансамбли.

Одной из важнейших частей создания ансамбля является организация прилегающей к нему территории, то есть пространственная организация улиц и всего, что мы понимаем под благоустройством территории. Ансамбль, как и всякое архитектурное произведение, обладает определенным художественным обликом и стилем [2].



Рис. 1. Площадь Святого Марка. Современный вид

В состав современного города входят единовременные и выращенные ансамбли, они «приспосабливаются» к его практическим потребностям. Исключение составляют ансамбли, превращаемые в историко-архитектурные музеи, которые образуют как бы островки-заповедники в современном городе, нередко окруженные и отделяемые от современного города парком. Примерами могут служить ансамбли кремлей в старых русских городах [2].

Огромную роль в создании архитектурного ансамбля играют природные условия. Благодаря изменчивости рельефа можно создавать единые комплексы, использовать в ансамблевой застройке плавность изгибов равнин и резких перепадов рельефа. Очень сильно меняется облик города, если через него проходит река. Зодчие могут создавать мосты, единые с улицами, набережные, делать акцент на зданиях. Если отсутствует богатый природный рельеф, то возможно его искусственное создание [5].

При создании архитектурного ансамбля необходимо учесть общую композицию и занимаемое пространство. Здесь важным моментом является такое понятие как *пространственная композиция*.

Глубинно-пространственная перспектива может раскрываться вдоль вытянутой площади, вдоль улицы, бульвара, канала, реки и т. п. Эта перспектива может начинаться с композиционно главного элемента либо приводить к нему; или все пространство, охватываемое перспективой, может быть главным элементом по отношению к окружающему.

Замкнутое (или полузамкнутое) пространство ограничивается застройкой или массивами зелени. К этому виду композиции ансамбля относятся городские и парковые площади, внутриквартальные и внутризаводские пространства и площади.

В свободном пространстве здания располагаются таким образом, что не образуют строго определенных линейных границ площади или улицы. В этом случае элементом, определяющим пространственную среду, служат природные границы или периметральные сооружения.

Панорама, к которой относятся панорамы набережных, а также панорамы, раскрывающиеся с высоких точек зрения внутри самого города или поселка. В таких ансамблях большое значение приобретают силуэт застройки и высотные сооружения. Обычно мы наблюдаем в ансамблях совмещение указанных типовых случаев, тем более, что ансамбли воспринимаются в движении и с различных точек зрения [2].

Конечно же, при создании ансамблевой композиции должны учитываться основные качества, которые характеризуют застройку:

1. *Системность*. В архитектуре и градостроительстве система (гр. sistema – целое, составленное из частей) – сочетание материальных элементов пространства с их свойствами и отношениями, складывающимися на основе упорядочения и взаимных связей, что придает сочетанию новые качества, отличные от качеств составляющих элементов. Системность архитектурных и градостроительных ансамблей проявляется в их сложности, структурности, иерархичности.

2. *Целостность*. Композиционная целостность архитектурных и градостроительных ансамблей выражается в единстве, взаимосвязанности их элементов. Композиционной целостностью обладают группы архитектурных сооружений, расположенных достаточно близко друг к другу, что позволяет визуально воспринимать их как единую архитектурно-пространственную композицию. Если расстояния между архитектурными сооружениями меньше их высоты, то они зрительно объединяются и воспринимаются как целостная пространственная форма. Целостность архитектурных и градостроительных ансамблей проявляется в уравновешенности, сомасштабности, соподчиненности их элементов.

3. *Гармоничность*. Гармоничность архитектурных и градостроительных ансамблей – это соразмерность, пропорциональность элементов архитектурно-пространственной композиции, ритмический и метрический порядок [4].

В процессе развития городов, проведения реконструктивных мероприятий новая застройка далеко не всегда гармонично сочетается со старой. Образуются антиансамбли – группы бессистемной, хаотичной застройки.

Примером может служить финансово-деловые центры в Нью-Йорке, Токио, Шанхае, застройка центра города Осока (рис. 2), представляющие собой скопления небоскребов и олицетворяющие принцип «свободы предпринимательства». Каждое здание имеет, как правило, выразительный архитектурный облик, но вместе они образуют архитектурный хаос [3].

Рассматривая архитектуру и градостроительство как творческую деятельность, направленную на создание не только удобной и здоровой, но и эстетически совершенной среды обитания, мы правомерно используем такие понятия, как «архитектурная композиция», «градостроительная композиция», «архитектурный ансамбль», «художественный образ города».



Рис.2. Современный вид на центр города Осака

Стоит помнить, что город является результатом деятельности многих поколений творцов. Авторские замыслы архитектора-градостроителя, будучи однажды реализованными в натуре, не исчезнут бесследно, а станут отражением общественных идеалов, художественных стремлений и вкусов породивших их эпох.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ансамбль // Библиотека [Электронный ресурс] / Ансамбль. – Режим доступа: <http://www.bibliotekar.ru/slovarZhivopis/86.htm>. – Дата доступа: 23.09.2016.
2. Архитектурное проектирование [Электронный ресурс] // Architect4u / Архитектурный ансамбль. – Режим доступа: <http://www.architect4u.ru/articles/article11.html>. – Дата доступа: 20.09.2016.
3. Шмидт, О.Ю. Большая советская энциклопедия / О.Ю. Шмидт. – М. : Сов. энцикл., 1978. – 278 с.
4. Ансамбли и антиансамбли [Электронный ресурс] // СтройМедиаПроект / Архитектура и строительство. – Режим доступа: <http://arcp.by/ru/article/ansambli-i-antiansambli>. – Дата доступа: 19.09.2016.
5. Архитектурный ансамбль [Электронный ресурс] // Архстройпроект / Что такое архитектурный ансамбль. – Режим доступа: <http://www.arch-proekt.ru/chto-takoe-arhitekturnyj-ansambl>. – Дата доступа: 14.09.2016.

УДК 72.017.4

ЦВЕТ, ФОРМА И ФАКТУРА В ОСНАЩЕНИИ ДЕТСКОЙ ИГРОВОЙ ПЛОЩАДКИ**А.К. ГОРОВЕЦ***(Представлено: Я.Д. ФИЛИППЕНКО)*

Рассматривается влияние цвета на психику и развитие ребенка. Анализируются особенности создания детских игровых площадок. Раскрываются вопросы взаимосвязи цвета, формы и фактуры при оснащении детских игровых площадок

Цвет играет большую роль в формировании здоровой психики ребенка. Существует немало исследований психологического воздействия цвета на образное восприятие окружающего мира, и даже физиологическое воздействие на организм человека.

У детей, цвет имеет более весомое значение в восприятии внешней среды, так как цвет – это одна из их первых характеристик, которую различают дети. Взрослый и ребенок по-разному воспринимают одни и те же цвета. Восприятие взрослого человека во многом зависит от настроения, ассоциаций, различных стереотипов, а у ребенка этот процесс происходит гораздо проще и четче в силу отсутствия накопленного жизненного опыта. Поэтому дети очень эмоционально, ярко и живо реагируют на цвета. Детей привлекают яркие и контрастные сочетания цветов, в результате пока не сильно развитой нервной системы. В раннем возрасте она быстрее реагирует на четкие и явные раздражители, такие как чистые спектральные цвета. Площадка, созданная в ярком стиле, будет притягивать детей и создавать у них ощущение праздника. Однако стоит учитывать, что яркие цвета в больших количествах могут оказывать негативное воздействие. Они возбуждают нестабильную нервную систему ребенка, что приводит к гиперактивности, раздражительности и повышенной чувствительности. Поэтому площадки лучше создавать в светлых и теплых нейтральных тонах, а яркими делать небольшие цветовые акценты, привлекающие внимание и помогающие ребенку ориентироваться в пространстве. Пример такой площадки представлен на рисунке 1.



Рис. 1. Детская игровая площадка

Окружающая среда играет важную роль в формировании личности ребенка. Детские площадки шаг за шагом приобщают его к занятиям спортом и к дружеским контактам со сверстниками. Кроме того, для ребенка важно и сенсорное развитие. Именно через процесс осознания ребенок дошкольного возраста изучает и воспринимает окружающий его мир. Изучение формы, размеров предметов, их положение в пространстве и соотношением с цветом, помогает ему в развитии и является залогом способностей к обучению и творчеству.

Однако ребенка не так просто заинтересовать. Поэтому площадки должны быть уникальными, а не однообразными. В этом может помочь как цвет, так и форма и фактура. Чем необычней будет форма, тем интересней ребенку будет играть на ней. Фактура так же может помочь в создании необычности площадки. Фактура – свойство, характеризующее внешнее строение поверхности формы (шероховатая, гладкая и др.). Эффект фактуры используется прежде всего для того, чтобы передать естественные качества материала, рас-

крыть его эстетическое своеобразие. Если фактура материала очень выразительна, то его воздействие на наблюдателя может быть сильнее, чем воздействие самой формы изделия. Однако чрезмерная броскость фактуры может быть неприятна. Чем ярче используемые цвета, тем более спокойные и лаконичные должны быть формы элементов площадки и их фактура. Кроме эстетической привлекательности, не менее важно из какого материала сделаны площадки, материал должен быть долговечным и прочным. Что бы как можно дольше площадка оставалась привлекательной и безопасной.

Поскольку каждый ребенок по-своему воспринимает окружающую среду, площадка должна быть максимально привлекательна для каждого ребенка. Поэтому лучше в образе оставлять поле для фантазий, для дополнения внутри сознания каждого. Буквальное использование образов (животных, растений, героев сказок и мультфильмов и т.д.) и их цветовых решений сделает площадку менее выразительной и привлекательной. Образ должен лишь угадываться или оставаться незавершенным. На рисунке 2 и 3 представлены примеры уникальных площадок, на которых еще и хорошо сочетаются цвет, форма и фактура.



Рис. 2. Площадка в Канберре



Рис. 3. Площадка, сооруженная компанией Monstrum

Рассмотрим психофизиологическое влияние некоторых цветов на человека. Красный вселяет в человека жизнерадостность, силу и уверенность, но в больших количествах действует угнетающе. Желтый создает оптимистичное и бодрящее настроение, к тому же хорошо сочетается с остальными цветами. Зеленый считается цветом гармонии, покоя и роста. Синий создает расслабляющий и освежающий эффект. Белый, а также другие пастельные цвета светлых тонов визуально расширяют помещение и создают эффект воздушности и невесомости. Черный хорош для контрастного подчеркивания и выделения, но в небольших количествах.

На площадках уместно и буйство цвета, и необычность материалов и фактур, и сами действия, которые предлагает площадка. Они стимулируют детей к созданию оригинальных игр и взаимодействий с самой площадкой и друг с другом. А значит, благоприятно воздействуют на их самочувствие и развитие.

ЛИТЕРАТУРА

1. Cah-ld.ru [Электронный ресурс] /Строительство детских площадок. – Режим доступа: Cah-ld.ru/doc/76.htm.
2. Scorcher.ru [Электронный ресурс] / Цвет как психологическое явление – Режим доступа: http://scorcher.ru/axiomatics/axiom_show.php?id=320.html.
3. Рыбникова, В.Ю. Архитектурная колористика. Цвет в интерьере : учеб. пособие для студентов специальности «Архитектура» оч. формы обучения / В.Ю. Рыбникова. – Кострома : КГСХА, 2007. – 40 с.
4. Стармер, А. Цвет. Энциклопедия. Советы по цветовому оформлению интерьера вашего дома / А. Стармер ; пер. Е.Г. Лейтес // Оригинальное издание Thecolorschemeible. – М. : Арт-родник, 2005. – 129 с.

УДК72.017.4

ЦВЕТОВОЕ РЕШЕНИЕ В ИНТЕРЬЕРЕ ДЕТСКИХ ДОШКОЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ**А.К. ГОРОВЕЦ***(Представлено: Я.Д. ФИЛИППЕНКО)*

Рассматривается воздействие цвета на детей в интерьере детских дошкольных учреждений. Раскрывается понятия цвета. Предлагаются цветовые решения в зависимости от назначения помещения.

Цветовое решение интерьеров дошкольных учреждений может воздействовать на процесс обучения, его развитие и самочувствие ребенка как положительно, так и отрицательно. Создание оптимальной цветовой среды значительно снижает общее и зрительное утомление, оказывает положительное влияние на эмоциональное состояние воспитанников. Цвет влияет не только на психо-эмоциональное состояние человека, но и на интеллектуальную деятельность. Что уж говорить о детях, у которых цвет имеет весомое значение в восприятии окружающей среды. Психологи утверждают, что даже цвет одежды, не говоря уже об окружающей среде, способен воздействовать на самооценку и самочувствие ребенка.

Цвет – это волны определенного рода электромагнитной энергии, которые после восприятия глазом и мозгом человека преобразуются в цветовые ощущения. Каждый цвет имеет свой волновой диапазон. Электромагнитные волны разных цветов по-разному влияют на человека. Зная о том, как разные цвета влияют на организм человека, можно улучшить свое самочувствие, внешний вид и даже саму жизнь.

Детей привлекают яркие, контрастные сочетания, например красного и зеленого, оранжевого и синего, желтого и фиолетового. А вот черный, серый и темно-коричневый цвета вызывают отрицательные эмоции. Поэтому цвет так важен в интерьере и, особенно, в детских дошкольных учреждениях, в которых они проводят достаточно большое количество времени. Цвет может придать интерьеру ощущение легкости или тяжести, тепла или холода, он может зрительно ограничить, приблизить, разделить и сгруппировать пространственные зоны. Цвет так же способен повлиять на восприятие объемов, их масштабность и форму. Темные, теплые цвета, имеют свойства приближать поверхности, а светлые и холодные цвета, прежде всего, белый, удалять. Так, для визуального уменьшения длины коридоров их торцевую стену следует сделать теплой (по цвету) или более темной. А вот потолок лучше делать белым или светлее стен.

В зависимости от назначения помещений, их цветовые решения могут быть различными. В групповой и игровой комнатах дети проводят длительное время, поэтому они требуют создания спокойной цветовой среды. Для окраски стен таких помещений желательно использовать светлые теплые тона, например желтовато-зеленые, которые служат благоприятным фоном для разнообразной детской деятельности, а игрушки и предметы обстановки будут служить небольшими яркими пятнами (рис. 1, 2).

Для занавесок лучше использовать светлые ткани, гладкие или с неярким рисунком. Золотистый тон занавесок создаст ощущение солнечного освещения.



Рис. 1. Интерьер игровой комнаты



Рис. 2. Интерьер игровой комнаты

Также необходимо учитывать, на какую сторону ориентированы окна помещения. Это существенно влияет на выбор цвета в помещении. Например, в спальне, окна которой выходят на северную сторону, следует отдать предпочтение разбеленным, приглушенным и теплым тонам. В покрытии пола можно создавать геометрический орнамент или геометрические композиции, они будут привлекать детей. Можно применять ворсовые ткани, например, зеленого цвета, что напомнит детям зеленый луг.

А вот в раздевалке, на лестничной клетке и во внутренних переходах дети проводят меньше времени, чем в игровых комнатах (рис. 3). Поэтому в них можно использовать более насыщенные и яркие цвета, например, красный, оранжевый, желто-зеленый.



Рис. 3. Использование цвета в раздевалке и на лестничной клетке

Не стоит забывать о правилах сочетания цветов. Если использовать несколько контрастных цветов, то только один из них должен преобладать (занимать наибольшую площадь), а остальные являться дополнением. Так же теплые, более светлые по тону, и цвета с более высокими показателями насыщенности выступают, а холодные и приглушенные цвета уходят на задний план. Более насыщенные оттенки холодных цветов все равно будут выступать, менее насыщенные теплые цвета будут уходить на задний план. Существуют некоторые правила создающие иллюзии массы цвета, такие как: темные цвета тяжелее светлых; насыщенные цвета тяжелее приглушенных; а если значение яркости и насыщенности у обоих цветов одинаковые, то теплые оттенки будут казаться более тяжелыми. Еще можно цвет заменять его оттенками, например, оранжевый сочетать не с синим, а с сине-зеленым.

Красный цвет дает чувство жизнерадостности, силы и уверенности, но в больших количествах действует на человека угнетающе. Желтый способствует созданию оптимистичного и бодрящего настроения, к тому же хорошо сочетается с остальными цветами. Зеленый является цветом гармонии, покоя и жизни. Синий создает расслабляющий и освежающий эффект. Белый, а также другие пастельные цвета светлых

тонов визуально расширяют помещение и создают эффект воздушности и невесомости. Черный хорошо использовать для контрастного подчеркивания и выделения, но в небольших количествах, контурно.

Цветовое решение интерьеров детских садов в целом должно быть светлым. Не следует использовать много ярких цветов - это может вызвать впечатление хаоса, беспокойство, в то же время одноцветность создаст впечатление однообразия, скуки и незавершенности оформления.

ЛИТЕРАТУРА

1. SuperInf.ru [Электронный ресурс] / Особенности интерьера детских помещений. – Режим доступа: http://superinf.ru/view_article.php?id=243.html.
2. Pedlib.ru [Электронный ресурс] / Цвет в интерьере детских садов. – Режим доступа: http://pedlib.ru/Books/1/0010/1_0010-1.html.
3. Рыбникова, В.Ю. Архитектурная колористика. Цвет в интерьере : учеб. пособие для студентов специальности «Архитектура» оч. формы обучения / В.Ю. Рыбникова. – Кострома : КГСХА, 2007. – 40 с.
4. Стармер, А. Цвет. Энциклопедия. Советы по цветовому оформлению интерьера вашего дома / А. Стармер ; пер. Е.Г. Лейтес // Оригинальное издание Thecolorschemeible. – М. : Арт-родник, 2005. – 129 с.

УДК 72.03 (075.8)

УСАДЬБА УМЯСТОВСКИХ В Д. ЖЕМЫСЛАВЛЬ ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. ЗАХАВАЙ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р.М. ПЛАТОНОВА)

Исследованы вопросы: история землевладений и формирования старинной усадьбы в деревне Жемыславль, особенности ее планировочного решения, характеристика архитектурного сооружения, усадебного парка, водных систем и хозяйственных дворов. Описано современное состояние усадьбы, важность ее сохранения и нового функционального использования. Предложено использовать историческую усадьбу как культурно-туристический объект. На его основе может быть создан музей, культурно-образовательный комплекс, туристическая гостиница. Первоочередной задачей является также сохранение старинного парка, ограничение хозяйственной деятельности и застройки.

Введение. Республика Беларусь располагает значительным историко-культурным потенциалом, представленным объектами архитектуры, градостроительства, истории, археологии, искусства, парковыми комплексами, музейными коллекциями и книжными собраниями.

Ценность историко-культурного наследия на территории Беларуси обусловлена с одной стороны оригинальной и самобытной культурой белорусского народа, корни которой уходят в языческую дохристианскую эпоху, и с другой стороны – мощным импульсом в развитии архитектуры, культуры и живописи с конца X века - времени прихода христианской религии.

Усадьбы на протяжении веков являлись неотъемлемой частью истории и культуры Беларуси. С ними связана жизнь и творчество многих выдающихся личностей белорусской культуры, государственных и общественных деятелей, известных в Европе. Усадьбы являлись хранителями традиций, обычаев рода. Библиотеки, картинные галереи, коллекции редких вещей, которые собирались несколькими поколениями владельцев, имели огромную не только материальную, но и культурно-историческую ценность.

Усадьба Умястовских, расположенная в д.Жемыславль Гродненской области не исключение. Она является копией усадебно-паркового комплекса Лазенки в Варшаве (рис. 1). При этом она по своему уникальна. Несмотря на события, которые происходили, усадьба сохранилась до наших дней в хорошем состоянии и мы сейчас можем наблюдать первоклассную отделку стен и множество декоративных элементов.



Рис. 1. Дворец на острове.
Лазенки, королевская резиденция в Варшаве

Основная часть. Свое название Жемыславль получил от имени владельцев этих мест в XVII в. – шляхетского рода Жемлов. В 1805 г. имение приобрел род Умястовских. В 1863 г., после смерти мужа Константина, Юзефа Умястовская приняла решение о строительстве в Жемыславле дворцово-парковой

резиденции (рис. 2). Внешне будущий дворец должен был копировать одну из польских королевских резиденций в Варшаве – Лазенки.

Выполнение этого амбициозного плана было поручено архитектору Л. Маркони. Дворец должен был представлять собой Т-образное двухэтажное симметричное здание в стиле классицизма. На крыше дворца устроили прогулочную площадку, которую огородили красивой балюстрадой. В центре этой площадки располагался большой бельведер (надстройка кубообразной формы над основным объемом здания) с огромными арочными окнами, которые были украшены цветными витражами. Над главным входом во дворец была построена открытая лоджия с красивейшим мозаичным полом. Поддерживали лоджию четыре колонны коринфского ордера. Внутренние интерьеры дворца также были скопированы с королевской резиденции.

К концу 1880-х годов строительство дворца было закончено. К сожалению, сама заказчица не дожила до этих дней, а потому завершал строительство уже ее сын Владислав, который переселился в Жемыславль вместе с женой Яниной в 1877 г. и лично контролировал строительство. Вокруг дворца был разбит парк площадью в семь гектаров, над созданием которого трудились французские садовники. В их задачу входило опять же максимально точно воспроизвести парк в Лазенках. От главной брамы к дворцу вела широкая липовая аллея длиной около 80 м. За тыльным фасадом здания парк обрывался к искусственному озеру, которое появилось здесь в подражание Лазенкам.

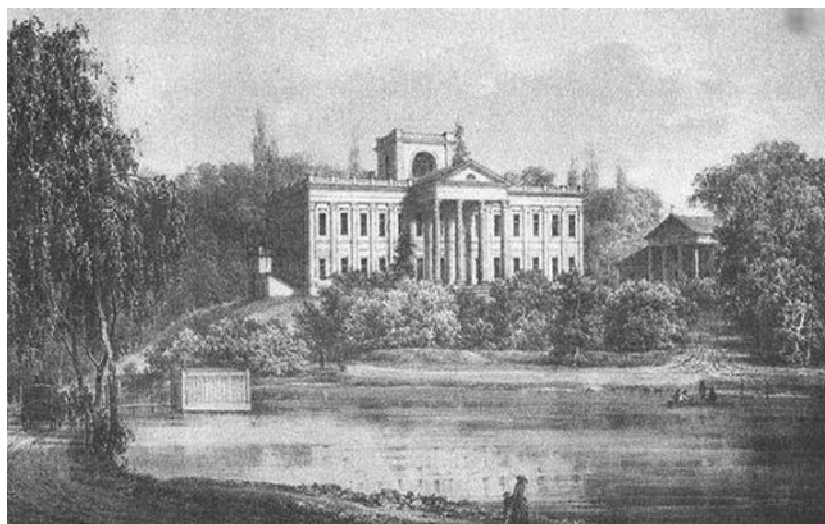


Рис. 2. Дворец в деревне Жемыславль
(гравюра Наполеона Орды)

Также в имении были построены здания складов, конюшни, семейной часовни, винокурни и сыроварни, которые в том или ином виде сохранились до наших дней.

Во время Первой мировой войны Жемыславль был оккупирован немецкими войсками. Во дворце разместился военный санаторий, что спасло здание от разрушения.

После окончания Гражданской и советско-польской войн Жемыславль оказался на территории Западной Белоруссии. Польские власти вернули его Умястовским, а они в конце 30-х годов передали дворец Виленскому университету имени Стефана Батория для размещения научно-практического филиала природоведческой и сельскохозяйственной специализации.

Во время Второй мировой войны дворец не пострадал, а после в нем по очереди располагались правление колхоза, почта, клуб, библиотека. В 2006 г. состояние замка было признано аварийным, поэтому все административные учреждения были переведены в другие здания, и дворец оказался заброшенным.

В настоящее время сохранилось не только целиком здание (рис. 3), но и часть внутреннего интерьера. Сегодня красивейший дворец смотрит на мир заколоченными окнами и очень быстро разрушается. А интерьер, который чудом уцелел в годы военного лихолетья, разрушается мародерами. Во дворце еще остались оригинальные французские каминные печи, паркет, плитка, которые нуждаются в охране.

Известно, что сейчас ведется работа по разработке правоустанавливающих документов и технической документации на дворец в Жемыславле для последующей продажи на аукционе. Возможно, это

спасет дворец от разрушения. Но хотелось бы, чтобы новые хозяева не только восстановили историческое здание, но и оставили бы его доступным для посещения. Ведь по красоте дворец в Жемыславле не уступает варшавской королевской резиденции в Лазенках. Пока же здание пустует уже пятый год, и его состояние внушает опасения. Если в ближайшее время не будет начат ремонт, то мы потеряем еще одну страницу своей истории.



Рис. 3. Современное состояние усадьбы

Заключение. Сегодня как никогда важно сохранить и поддержать исторические памятники нашей страны, чтобы они служили достойным примером будущим поколениям и зарождали в душах людей стремление к процветанию и улучшению жизни. К таким памятникам, несомненно, относится дворец в Жемыславле.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаранович, И.М. Проблемы сохранения и перспективы использования старинных парков Беларуси / И.М. Гаранович, С.Е. Булько, М.Н. Рудевич М.Н. – Минск : Центр. ботан. сад НАН Беларуси.
2. Сычева, А.В. Ландшафтная архитектура / А.В. Сычева. – М. : АСТ, 2007.
3. Культурно-исторические ценности Беларуси. – Режим доступа: <http://istorik-al.narod.ru/index/0-10>.
4. Усадьба Умястовских д. Жемеславль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://caves.by/phpBB3/viewtopic.php?f=14&t=66>.
5. Усадьба Умястовских, Ивьевский район, Гродненская область [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://planetabelarus.by/sights/970-ive/1908-usadba-umyastovskikh-v-zhemyslavle/>.

УДК 72.03 (075.8)

ДВОРЦОВО-ПАРКОВЫЙ КОМПЛЕКС ЛАЗЕНКИ В ВАРШАВЕ

Е.А. ЗАХАВАЙ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р.М. ПЛАТОНОВА)

Рассмотрены вопросы истории, строительства, сохранения и дальнейшего использования дворцово-паркового комплекса Лазенки в Варшаве.

Введение. В культурно-историческом наследии Беларуси особое место занимают старинные усадьбы – сложные комплексы соподчиненных архитектурных и природных элементов. В XVI–XVII вв. в Беларуси строились дворцово-парковые ансамбли, отличавшиеся большим разнообразием. Белорусские дворцово-замковые ансамбли – красивейшая часть историко-культурного наследия прошлого. Ценность историко-культурного наследия на территории Беларуси обусловлена с одной стороны оригинальной и самобытной культурой белорусского народа, корни которой уходят в языческую дохристианскую эпоху, и с другой стороны – мощным импульсом в развитии архитектуры, культуры и живописи с конца X в. – времени прихода христианской религии.

Садово-парковое искусство – наиболее захватывающее и наиболее воздействующее на человека из всех искусств. Парки ценны не только тем, что в них есть, но и тем, что в них было. Есть одна сфера, которую дарит человеку по преимуществу парк или даже только парк. Это сфера исторического времени, сфера воспоминаний и поэтических ассоциаций. Самым ярким примером является дворцово-парковый комплекс Лазенки в Варшаве.

Лазенки (*Łazienki Królewskie*) – это крупнейший парк в Варшаве, который занимает 76 га. Дворцово-парковый комплекс лежит в центральном городском районе на Уяздовской аллее. Парк получил такое название («бани») из располагавшегося там купального павильона и был построен как летняя резиденция последнего польского короля Станислава Августа Понятовского. Это пример польского классицизма.

Основная часть. История Лазенок начинается с деревянной крепости мазоевских князей. Триста лет спустя, в XVI в., здесь жила Анна Ягеллонка, жена польского короля Стефана Батория; при ней тут появилась первая деревянная купальня. Наконец, в 1623 г. другой польский король Сигизмунд III Ваза построил здесь роскошный дворец – Уяздовский замок. Место было выбрано не случайно – отсюда открывается прекрасный вид на излучину Вислы. Затем дворец перешел к маршалу Станиславу Любомирскому (который был также поэтом, знатоком искусства). Он построил недалеко от дворца, в лесной чаще, два маленьких павильона для отдыха – Эрмитаж и Лазню (рис. 1). В Эрмитаже маршал в уединении отдыхал от государственных трудов, а в Лазне, Парк Лазенки-Варшава, расположенной на окруженном каналами островке, в приятной компании проводил время в купальне. Она-то и дала имя павильону, а потом так стали называть весь парк. Над дверями купальни начертана латинская надпись-ребус Кому удастся его разгадать, тот читает: «Этот дом ненавидит печаль, любит мир, предлагает купание, рекомендует сельскую жизнь и приглашает в гости добрых людей». Это богато украшенное здание в стиле барокко теперь скрыто в стенах нынешнего Дворца на острове (Палац на выспе) – главного украшения Лазенок.



Рис. 1. Эрмитаж маршала

Король Станислав Август Понятовский перестроил Уяздовский замок, а лесные заросли, где за забором держали диких зверей, превратил в парк, придав Лазенкам современный вид (рис. 2). В те времена знать предпочитала проводить время не в огромных дворцах, а в небольших загородных резиденциях, и перестроенные купальни стали королевским жилищем. За королем в Лазенки потянулись знатные гости, для которых монарх приказал построить при въезде в парк постоянный двор, стоящий и по сей день. Сам же в этом живописном уголке предавался любимому развлечению - плавал на лодке по пруду в окружении придворных. Парк был открыт для всех. На месте прежнего амфитеатра построили каменный, который мог принять около тысячи зрителей. Амфитеатр расположился у самой воды, а сцена – на небольшом острове, где и по сей день варшавяне устраивают спектакли и концерты. Напомним, что бывшая загородная резиденция короля находится уже едва ли не в центре города. Во время войны немцы сожгли дворец на острове, и пожар уничтожил все его драгоценное убранство. Собирались даже взорвать, но не успели. Теперь здесь все восстановлено в былом великолепии.



Рис. 2. Северная (задняя) сторона Дворца на воде

Заключение. Нынешние Лазенки – особый уголок столицы. Здесь многое запрещено, например, шуметь, заниматься спортом, загорать. Нельзя ходить по газонам, пугать павлинов, которые разгуливают по дорожкам, ловить огромных карпов в прудах... Зато в тенистых аллеях можно гулять и любоваться природной и рукотворной красотой, наслаждаться тишиной и пением птиц. А еще можно у памятника Шопену слушать его сонаты и мазурки. В Старой Помарзничарне (оранжерее) собираются любители камерной музыки; театр «На острове» привлекает поклонников оперы и пантомимы. А бывает, что в парке можно встретить дам в старинных платьях и расфранченных кавалеров. Это значит, что в Лазенках снимают фильм о давно минувших временах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Варшава. Лазенки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.warszawa.ru/lazienki.html>.
2. Королевский парк Лазенки в Варшаве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://natka.livejournal.com/255460.html>.
3. Достопримечательности Варшавы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.awaytravel.ru/content>.
4. Культурно-исторические ценности Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://istorikal.narod.ru/index/0-10>.
5. История садово-паркового искусства как средство приобщения школьников к принципам экологической этики : факультатив. Курс [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ecoethics.ru/old/b26/219.html>.

УДК 72.03 (075.8)

**АНАЛИЗ ДВОРЦОВО-ПАРКОВОГО КОМПЛЕКСА ЛАЗЕНКИ В ВАРШАВЕ
И УСАДЕБНО-ПАРКОВОГО КОМПЛЕКСА УМЯСТОВСКИХ В ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ****Е.А. ЗАХАВАЙ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р.М. ПЛАТОНОВА)*

Предложено при восстановлении усадьбы в современных условиях максимально сохранить ее исторический облик, включая здания и сооружения, парковые композиции, водные системы во взаимосвязи с природным окружением. После их восстановления создать условия для свободного доступа к усадьбе как памятнику истории и культуры. Для того, чтобы поддерживать усадьбу в хорошем техническом состоянии, проводить ремонтные работы, содержать обслуживающий персонал. Можно также использовать историческую усадьбу как культурно-туристический объект. На его основе может быть создан музей, культурно-образовательный комплекс, туристическая гостиница. Первоочередной задачей является также сохранение старинного парка, ограничение хозяйственной деятельности и застройки. Представляется актуальной разработка программы реконструкции и реставрации.

Введение. Республика Беларусь располагает значительным историко-культурным потенциалом, представленным объектами архитектуры, градостроительства, истории, археологии, искусства, парковыми комплексами, музейными коллекциями и книжными собраниями.

Сады и парки - важнейшие элементы ландшафтов населенных мест, их водно-зеленых систем. Создание новых и реконструкция существующих садов и парков связаны с решением ведущих социальных задач – организацией среды для досуга населения и улучшением окружающей среды. Досуг рассматривается как сочетание функций отдыха, развлечений, развития творческих способностей людей. Задачи проектирования садов, парков, лесопарков являются и новыми и традиционными. Современное паркостроение, используя исторические приемы ландшафтной композиции, развивая их, одновременно по-новому решает социально-функциональные вопросы (размещение, планировочная организация, состав объектов).

Принципы садово-паркового искусства формировались столетиями. В процессе развития ландшафтного искусства за многие века были выработаны разнообразные приемы организации садов и парков, которые отражали различия в природно-климатических условиях, бытовые и культурные традиции, эстетические взгляды той или иной исторической эпохи. Известные композиционные приемы в ландшафтном искусстве условно можно свести к двум: регулярный и пейзажный. Для первого характерна четкая геометрическая, а для второго – живописная планировка территории, группировки зеленых насаждений, размещение архитектурных элементов. Указанные направления в садово-парковом искусстве иногда называют, соответственно, французским и английским стилями.

Первые упоминания о садах и парках Белоруссии относятся к XV в. Они устраивались при коллегиимах, монастырях, замках феодалов и имели преимущественно утилитарное значение. Самые старые из сохранившихся парков относятся к XVIII в. Из регулярных наибольшей пышностью был известен Бочейковский парк (Витебская область). Во второй половине XVIII – начале XIX в. в садово-парковом строительстве Белоруссии регулярный стиль постепенно вытесняется пейзажным.

Восстановление облика парка – длительный процесс, требующий материальных затрат и значительного времени. Все исторические сады и парки не могут быть одновременно реставрированы. Их же окружение постоянно изменяется. Только учет перспективных задач охраны садово-паркового наследия при разработке генеральных планов населенных мест, выделение парков в охраняемые ландшафтные зоны, выявление и сохранение при этом необходимых пространственных связей с исторически сложившимся ландшафтным и градостроительным окружением создают основу для последующего восстановления и значительного обогащения ландшафта города или села в целом.

На сегодняшний день самыми яркими примерами дворцово-паркового и усадебно-паркового искусства являются Лазенки в Варшаве и усадьба Умястовских в Гродненской области.

Основная часть. *Музей Королевские Лазенки*, дворцово-парковый комплекс включает парк (76 га природы в центре города), а также многочисленные исторические объекты. Парк возник вследствие облагораживания бывшего дикорастущего леса, где «удерживали» в естественных условиях дичь. В XVIII в. Лазенки стали самым красивым ландшафтно-пейзажным комплексом Варшавы и одним из красивейших в Европе, восхищающим как зеленью, так и архитектурой. Лазенки сегодня выполняют разнородные функции: это музейное подразделение, место событий культурного, научного, развлекательного характера, а также любимое место прогулок. Это также важное место для меломанов. Уже на протяжении 50 лет у подножия самого известного в мире памятника Фредерику Шопену в летний период

по субботам и воскресеньям проходят бесплатные фортепьянные концерты, привлекающие толпы туристов и меломанов.

Дворец на острове – жемчужина польской архитектуры, один из символов Варшавы – это важнейшее здание на территории парка. Его история тесно связана с правлением Станислава Августа Понятовского – последнего короля Польши. Это он принял решение расширить небольшой павильон Бани Любомирского и создать в этом месте одну из своих резиденций. Дворец, хоть и разрушенный, пережил II Мировую войну. Доступ для посетителей был повторно открыт в 1960 г.

Мыслевицкий дворец. Название дворца происходит от расположенной когда-то неподалеку деревни Мыслевице. Известно, что в 1774 г. уже были возведены стены дворца, однако дата начала строительства неизвестна. Дворец был расположен в конце дороги, ведущей со стороны города. Король приказал расширить строение, добавив два небольших двухэтажных павильона, соединенных с главным корпусом одноэтажными переходами в виде обратного четвертного вала, затем здание было отделано Мерлини (Merlini). Дворец выдержан в стиле раннего классицизма, он принадлежит к немногочисленным сохранившимся в Варшаве примерам архитектуры этого периода. Оригинальная сторона здания – это не только профиль крыльев в виде обратного четвертного вала, но и особая форма крыши, обращаясь к образцам китайского искусства.

Белый домик. Расположен на Королевском променаде, построен в 1774 г. по проекту Доминика Мерлини по приказу Станислава Августа Понятовского. Дом возведен на плане квадрата. Интерьеры украшали художники Ян Богумил Плерш (Jan Bogumił Plerch) и Ян Сцисло (Jan Ścisło). Здание является оригинальным памятником времен Станислава, потому что, несмотря на разорение, он не был уничтожен во время последней войны. Сохранились уникальные интерьеры с гротескными росписями в столовом зале, оригинальными китайскими обоями (II половина XVIII века) в гостиной, а также кабинетом в виде беседки с художественным оформлением Яна Богумила Плерша. В спальне стоит подлинное ложе короля.

Старая оранжерея. В восточном крыле находится замечательный интерьер, относящийся к многочисленным примерам подлинного придворного театра. Интерьер выполнен из древесины, а зрительный зал, состоящий из партера и лож, имеет богатое художественное оформление. В западном крыле располагались жилища для прислуги и комнаты для гостей.

Школа подхорунжих. Рядом с Дворцом на острове, в восточной части парка стоит одноэтажное здание, т. н. Большой флигель, называемый также Школой подхорунжих. Во времена правления Станислава Августа там находилась кухня и флигели с жилыми помещениями.

В 1822 г. здание было передано Школе подхорунжих пехоты – отсюда и происходит его нынешнее название. Это здание отделилось в истории польского народа, поскольку именно здесь Петр Высоцкий (Piotr Wysocki) призвал подхорунжих к оружию, начиная Ноябрьское восстание.

Амфитеатр. Открыт в честь годовщины выборов короля Станислава Августа, 7 сентября 1791 г. Сооружение построено по проекту Яна Кристиана Камсетцера (Jan Christian Kamsetzer) на берегу пруда по образцу античных зданий. Зрительный зал напоминает театр в Геркулануме и увенчан статуями известных драматургов, а сцена имитирует руины Римского форума. Оригинальным решением является отделение зрительного зала от сцены водой.

Усадьба в Жемыславе расположена на левом берегу реки Гавья – памятник усадебно-парковой архитектуры XVIII–XIX вв. – напоминает знаменитую королевскую резиденцию последнего короля Речи Посполитой Станислава Августа «Лазенки», которая известна еще и как «Дворец на острове». Ее строительством занялась графская семья Умястовских, в 1805 году вступившая во владение этими местами. В 1828 г. маршалок шляхты Ошмянского уезда Казимир Уместовский занялся перестройкой купленного большого деревянного одноэтажного дома в стиле барокко, с оштукатуренными и побеленными стенами, под высокой, с просторной мансардой, красной черепичной крышей. Он ставит две кирпичные официны (просторные павильоны) с колонными портиками в редком для белорусской архитектуры тосканском стиле, погреб-ледник, оранжерею, конюшню, каретную и манеж.

Его жена Юзефа в 1863 г. после смерти супруга занялась постройкой дворца, который существует и теперь. Именно амбициозная Умястовская приказала одному из самых знаменитых в те времена в западных губерниях империи архитектору Л.Маркони скопировать королевскую резиденцию «Лазенки», построенную в 1784–1795 гг.

Это было классическое двухэтажное симметричное здание с обширной прогулочной площадкой, огражденной красивой балюстрадой, на плоской крыше. Привлекал внимание большой бельведер, арочные окна которого были украшены цветными витражами. Над парадным входом на четырех колонах коринфского ордера покоилась глубокая открытая лоджия с мозаичным полом. На втором этаже находились оригинальные ажурные балконы, а на торцах здания располагались более низкие объемы с открытыми террасами. Внутреннюю планировку и интерьеры также копировали с королевского оригинала, но уже наследники Юзефы. Обогревались комнаты красивыми мраморными печками

и каминами в «парижском стиле». Паркетный пол украшал оригинальный орнамент, на стенах были дубовые панели и фресковые росписи.

Вокруг резиденции был разбит небольшой английский парк тоже похожий на лазенковский. На искусственном водоеме была построена лодочная станция. На лодках можно было отправиться гулять в заречную часть парка. В этой части комплекса располагался высокий (восьмигранный в плане) «скарбец», имевший по периметру оригинального вида галерею-аркаду. В отдельных друг от друга помещениях одновременно находились склады, конюшня, семейная часовня, винокурня и сыроварня.

Во время Первой мировой войны немцы здесь открыли военный санаторий. После окончания гражданской и советско-польской войн Жемыславль оказался на территории Западной Беларуси. Последний владелец Владислав Умястовский отдает усадьбу под научную базу с природоведческой и сельскохозяйственной специализацией Виленского университета.

До наших дней сохранились практически все основные постройки усадьбы и даже частично интерьеры дворца.

Заключение. Проведенный анализ дворцово-паркового комплекса Лазенки в Варшаве и усадебно-паркового Умястовских в Гродненской области показал, что Лазенки не нуждаются в реконструкции и реставрации в отличие от усадьбы Умястовских. В связи с этим предлагается при восстановлении усадебно-паркового комплекса Умястовских в деревне Жемыславль Гродненской области максимально сохранить ее исторический облик, включая здания и сооружения, парковые композиции, водные системы во взаимосвязи с природным окружением. После восстановления создать условия для свободного доступа к усадьбе как памятнику истории и культуры. Для того, чтобы поддерживать усадьбу в хорошем техническом состоянии, проводить ремонтные работы, содержать обслуживающий персонал. Можно также использовать историческую усадьбу как культурно-туристический объект. На его основе может быть создан музей, культурно-образовательный комплекс, туристическая гостиница. Первоочередной задачей является также сохранение старинного парка, ограничение хозяйственной деятельности и застройки. Представляется актуальной разработка программы реконструкции и реставрации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаранович, И.М. Проблемы сохранения и перспективы использования старинных парков Беларуси / И.М. Гаранович, С.Е. Булько, М.Н. Рудевич. – Минск : Центр. ботан. сад НАН Беларуси.
2. Сычева, А.В. Ландшафтная архитектура / А.В. Сычева. – М. : АСТ, 2007.
3. Культурно-исторические ценности Беларуси. – Режим доступа: <http://istorik-al.narod.ru/index/0-10>.
4. Усадьба Умястовских д. Жемеславль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://caves.by/phpBB3/viewtopic.php?f=14&t=66>.
5. Усадьба Умястовских, Ивьевский район, Гродненская область [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://planetabelarus.by/sights/970-ive/1908-usadba-umyastovskikh-v-zhemyslavle/>.
6. Лазенки в Варшаве [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://poland1.top/turizm/lazenki-korolevskij-park-v-varshave.html>.

УДК 72.034(476)

ТРАДИЦИОННЫЕ ТИПЫ УСАДЕБ (ДВОРОВ) НА БЕЛОРУССКОМ ПОДНЕПРОВЬЕ

Е.И. НАУМОВА

(Представлено: канд. ист. наук, доц. В.Е. ОВСЕЙЧИК)

Рассмотрены традиционные типы усадеб, характерные для Белорусского Поднепровья. Охарактеризованы двор веночного типа и двор линейного тип. Выявлены их черты и отличительные особенности. Прослежены изменения в традиционных типах дворов в XX в.

Введение. Целостность территории Беларуси и ее природные рубежи как бы определены руслами крупных рек. Именно реки стали осями природно-ландшафтных провинций: Поднепровья, Подвинья, Понеманья, Поприятья, Поозерья. Поднепровье занимает восточную часть Беларуси. На характер расселения и размещение сельских поселений здесь повлияли не столько рельеф и водные бассейны, как плодородность почв. Сельские поселения размещались отдельными группами на берегах малых рек и на территориях между реками. Больших рек старались избегать, так как по ним плавали не только торговцы, но и разбойники.

Поселения Поднепровья отличались большими размерами. Усадебные сооружения складывались из целого комплекса жилых, подсобных и хозяйственных построек. И каждая из них выполняла свои, присущие только ей функции, и вместе с тем они тесно связывались между собой, составляя один жилищно-бытовой комплекс.

Белорусский двор относится к типу открытого двора, из которого развились замкнутый и линейный двор и их переходные формы. Самые распространенные дворы веночного (замкнутого) типа, когда постройки образовывали замкнутый четырехугольник, и погонного (линейного) типа с вытянутыми в одну линию сооружениями. Постепенно возникали смешанные типы дворов: П- и Г-образные.

Двор веночного типа. Наиболее распространенным типом двора в Поднепровье был двор веночного (замкнутого) типа. Это самый древний тип усадьбы. Конфигурация двора была не случайной. Широкие равнины делали Поднепровье открытым со всех сторон, и расположение построек в виде замкнутого четырехугольника было нужно не только для компактного размещения сооружений, но и для увеличения оборонительной способности построек. Поставленные четырехугольником, с глухими наружными стенами, такие сооружения напоминали двор-укрепление.

Традиционно белорусская усадьба делилась на три части: чистый двор, хозяйственный двор и гумно. Чистый двор образовывала изба и соседние с ней постройки: летняя кухня, клеть, навес. Хозяйственный двор старались разместить подальше от чужих глаз, за чистым двором, там находились хлева для животных, сооружения для инвентаря и хранения дров, другие хозяйственные постройки. Гумнище было обособлено от двух других дворов и представляло собой территорию, на которой находилось гумно и сооружения для хранения и сушки сена и снопов. Иногда чистый и хозяйственный двор разделяли изгородью.

Количество и состав жилых и хозяйственных построек могло быть различным, от минимального набора: изба, сени, хлев, навес, до довольно разнообразного, где к избе добавлялись не только сени и навес, но и клеть, истопка, два-три хлева. В начале XX в. в состав сооружений включается еще и баня.

Также для усадеб веночного типа характерно структурное разделение на основе групп сооружений или помещений, связанных функционально. Например, рядом с избой размещались сени, кладовые, навесы, образуя жилую группу. Такое разделение можно сделать исходя из отличия общей функции всех сооружений, входящих в нее, от других, а иногда и по ее объемно-пространственной выразительности построек. Так сооружения жилой группы размещались впереди всего дворового пространства и выделялись размерами и масштабами.

В традиционном Поднепровском дворе помещения для животных пристраивали к глухой продольной стене избы под общей с ней крышей. В данном регионе чистый и хозяйственный дворы размещали не параллельно, а последовательно, на общей оси, перпендикулярной улице, то есть дворовые территории развивались вглубь надела.

Существовал и еще один тип веночного двора, сейчас практически неизвестный, который появился из-за волочного разделения наделов. Двор разделялся на два четырехугольника. Чистый двор размещался на одной стороне улицы, хозяйственный – на другой.

Веночным дворам присуща архитектурная выразительность, гармоничность и соразмерность построек [1, с. 252]. В Поднепровских усадьбах выделялся один композиционный центр: ось, на которой размещались чистый и хозяйственный двор. Силуэт двора был асимметричным.

Двор линейного типа. Этот тип двора возник в результате природных особенностей Беларуси. В болотистой местности наиболее удобным местом для строительства являлись длинные и узкие участки. Здесь не было причин для формирования двора-крепости, поселения защищало то, что они находились на болотах. Постройки выстраивались в ряд - «погон», часто длиной в несколько десятков метров. Иногда сооружения образовывали не один ряд, а два. В большинстве случаев все постройки накрывались сплошной крышей. Распространению такого типа усадьбы также способствовала реформа "Устава на

волоки», в результате действия которой усадьбы утратили самостоятельность и стали частью поселения, где все сооружения строго регламентированы. Земля делилась на узкие вытянутые наделы, которые требовали удлиненной застройки. Но в северо-восточных регионах даже в условиях волочных перепланировок сохранились периметральные усадьбы, но получило распространение фронтальное размещение сооружений относительно улицы.

В отличие от двора веночного типа, который является компактным, завершенным комплексом, двор линейного типа представлял собой более динамичный объект, который мог еще формироваться, достраиваться. Но у линейного типа двора есть и ряд недостатков. Главный – это вытянутость, которая вынуждала занимать под двор значимую площадь усадьбы. Непомерно длинные сооружения на узком наделе вынуждали ставить новые сооружения вторым рядом.

Главная часть погонного двора – жилище и соседние с ним помещения: сени, истопочная, склеп, клеть. Именно набор помещений жилой группы отличается для разных регионов. В Поднепровье это изба, сени, кладовая, клеть.

Нехватка территории, узкие наделы вынуждали увеличивать связи между сооружениями двора. Объединение построек давало еще и экономию леса, так как уменьшалось количество поперечных стен. Также создавался определенный температурно-влажностный режим. Особую роль в погонном дворе играли повети, сенники, места для хранения дров. Обычно они связывали хлева и жилую группу. Там, где на узком участке располагался двор, на котором проживало несколько поколений, невозможно было предусмотреть расположение будущих сооружений. Тогда именно повети заполняли разрывы между построенными в разное время сооружениями.

Во дворах линейного типа хлева часто объединялись в две группы: для крупных животных (коров, лошадей) и для мелких (коз, свиней, овец и т.д.). Помещения для молодняка выполнялись в виде загодов в соответствующих хлевах.

Для погонного двора характерен принцип объемно-пространственного подчинения. Он выделяет масштаб и соотношение построек как между собой, так и относительно всего комплекса. Главное, доминирующее сооружение выделяется в планировке, силуэте, с него начинается развитие композиции усадьбы. Такое выделение главного объясняется временной неравномерностью развития сооружений. Быстрее всех развивались жилые постройки. Развитие хлевов, например, всегда зависело от хозяйственных условий. Когда количество животных было большим, хозяйственные постройки имели развитую структуру. В современных условиях резкого сокращения хозяйства большинство дворов обходятся одним хлевом.

Изменения. В XX в. появились перемены в функциональном составе сельского хозяйства. Начали развиваться многоуличные поселения, но при этом существовали и хутора. Хутора – это крестьянские хозяйства, в которых изба и все хозяйственные постройки находились около пахотной земли. Хутора находились на достаточно большом расстоянии друг от друга и других населенных мест. В результате Столыпинской реформы, хутор в начале XX в. становится одной из основных форм сельских поселений в Витебской (26,2% всех крестьянских дворов) и Могилевской (14,5%) губерниях [2, с. 128]. Но после коллективизации 1930-х годов хуторов почти не осталось. Создавалась колхозы, которые привели к разрушению сравнительно жестких по структуре веночных и погонных дворов. Теперь постройки должны были быть мобильными и динамичными, способными быстро реагировать на происходящие перемены. Именно коллективизация была наиболее весомой причиной распространения дворов с несвязанными сооружениями (неполные веночные, или периметральные с небольшим набором помещений). В результате из традиционного дворового комплекса выпали целые звенья: одрины, возовни, овчарни и т.д. [1, с. 258]. Теперь хлева строились как одна пуля периметрального типа, разделенная на загоны.

Но даже дворы с необъединенными постройками сохранили отпечаток исходных веночных или линейных типов. В первую очередь, это были силуэтные особенности, образ. Там, где были распространены дворы веночного типа, сохранилось деление на чистый и хозяйственный двор, композиция двора по-прежнему была центричной, компактной.

Заключение. Большинство типов усадеб известны на всей территории Беларуси, но некоторые были распространены только в отдельных регионах. Подводя итоги, можно сказать, что в большей степени характерными для Поднепровья являются дворы веночного (замкнутого) типа, реже встречаются дворы погонного (линейного) типа.

Именно на жилье мы в первую очередь обращаем внимание при изучении традиционной культуры народа. Оно донесло до нас информацию о том, как жил человек, как организовывал свой повседневный быт. Очень важно не потерять эти знания, ведь с их помощью можно проследить эволюцию не только деревянного зодчества отдельного региона, но и культуры народа в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лакотка, А.И. Беларусь : у 8 т. / А.И. Лакотка ; рэдкал.: В.К. Бандарчык, М.Ф. Піліпенка, А.И. Лакотка. – Мінск : Тэхналогія, 1997. – Т. 2 : Дойлідства. – 391 с.
2. Лобач, У.А. Этнаграфія Беларусі : вучэб.-метад. комплекс для студэнтаў спецыяльнасці 1-21 03 01 «Гісторыя», 1-02 01 02 «Гісторыя. Замежная мова». – Наваполацк : ПДУ, 2006. – 328 с.

УДК 72.034(476)

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ СТРОИТЕЛЬСТВА В ТРАДИЦИОННОМ НАРОДНОМ ЗОДЧЕСТВЕ
БЕЛОРУССКОГО ПОДНЕПРОВЬЯ

Е.И. НАУМОВА

(Представлено: канд. ист. наук, доц. В.Е. ОВСЕЙЧИК)

Рассмотрены традиционные материалы, которые использовались для строительства жилых и хозяйственных построек в Поднепровье. Дан анализ основных приемов, с помощью которых осуществлялось строительство.

Введение. Деревянное строительство с древних времен считалось одним из самых важных ремесел. Существовало очень много мастеров, способных возвести избу. Но крестьяне чаще всего рассчитывали только на свои силы. Купить готовый сруб, нанять рабочих для постройки было дорого. Поэтому заготовку материалов для строительства, даже возведение фундамента, сруба, перекрытия и покрытия крестьяне выполняли сами. Но для столярных работ и кладки печей обычно привлекали специалистов. При постройке любого сооружения очень важно было распланировать весь строительный процесс, т.к. вместе с ним, параллельно, необходимо было выполнять множество сельскохозяйственных работ. Для того, чтобы в короткие сроки выполнить большой объем работ (и это касалось не только строительства), в белорусских деревнях было принято помогать всем кому-то одному. В работе принимали участие даже женщины и подростки. Они выполняли не очень тяжелую работу: копали глину, заготавливали мох.

Готовые постройки отличались большим разнообразием, ведь каждый строил по-своему. А вот работы специалистов обычно мало отличались друг от друга. Но, несмотря на это, застройка никогда не была однообразной, а внутреннее пространство одинаковым. Ведь в каждом отдельном случае различным был объем работ, выполненный специалистами и самими крестьянами, отличались взгляды и вкусы. И места строительства всегда были разными, неповторимыми.

Выбор и подготовка строительных материалов. Древесина была самым распространенным строительным материалом на территории Беларуси. В конце XVII–XVIII вв. территория Беларуси более чем на половину была покрыта лесами. [1, с. 266]. Не смотря на то, что лес постоянно вырубали, лесистость Беларуси оставалась достаточно высокой.

Древесину для сруба (лес) заготавливали заранее, зимой, когда все древесные соки отходили в корень. При этом выбирали те деревья, из которых никогда не добывали смолу. Заготовленный зимой материал имел более стойкую и выносливую древесину. Избы из такой древесины могли простоять 100–150 лет.

Самым большим спросом пользовался лес в возрасте более 80 лет. Чаще всего при строительстве использовали ель или сосну. Из дуба делали основу фундамента (штан্দары), нижние венцы сруба, а также отдельные элементы: пороги, подоконники и др. Дубовая древесина очень стойкая и долговечная, поэтому всегда пользовалась спросом. Но в то же время ее массивность и твердость требовали больших усилий при обработке. Избы, целиком построенные из дуба, в Поднепровье почти не встречались.

Запрещалось использовать в строительстве деревья, поваленные бурей: считалось, что изба из таких бревен рано или поздно будет разрушена стихией. Так же нельзя было строить избы из сухостоя. Сухое дерево противопоставлялось зеленому, и люди верили, что в таком сооружении ничего живого не приживется. Но для строительства хозяйственных построек наоборот рекомендовали использовать сухие деревья, т.к. там не будет мышей, а сено будет защищено от влаги. По тем же причинам разрешалось строить амбары и гумна из деревьев, в которые попала молния, но при строительстве изб и хлевов это было не допустимо. Категорически запрещалось использовать в строительстве деревья, которые росли на кладбище, возле церкви.

Осина считалась недобрим деревом, поэтому строить избы и хлева из осины не рекомендовалось. Это правило не распространялось на гумна и одрины, где хранилось сено. Но, уже в конце XIX – начале XX вв. этого правила уже не придерживались. В жилых и хозяйственных постройках широко применялась ольха и осина. Возможно, более важными были твердый расчет и практичность.

Материалы в постройке использовали однородные (одна порода древесины, одно время заготовки и т.д.). В важных элементах (стропила, опоры, балки) не использовалась древесина с пороками. Не использовали сочетание в конструкциях одного вида разных пород древесины. Например, кроквы крыш делали только из ели или только из сосны. Жерди, которые прижимали верхний слой соломенной крыши делали только из молодых берез. Исключением является нижний венец сруба, который выполнял роль

фундамента. Его обычно делали из более прочной древесины, чем сам сруб, и часто большего диаметра. Вместе с улучшением функциональных характеристик, это делало сооружение устойчивым визуально.

При строительстве сооружений старались использовать в планировке форму квадрата. Это помогло облегчить заготовку материала, т.к. для сруба требовались бревна одной длины.

Строительные приемы. Столярное мастерство соединяло в себе множество приемов: стесывание, раскол, распил, выдалбливание, сверление, и др. Владение этими приемами и умение применить их в разных работах определяло не только мастерство одного человека, но и общий уровень, местный стиль.

Прежде чем начать строительство любого сооружения, нужно было определиться с местом постройки. Особое внимание уделялось выбору места для строительства жилья. При этом опирались как на чисто рациональные соображения (характер грунта, близость водоема, окружающий ландшафт, соседства и т.д.), так и на многовековые традиции. Не позволялось строить дома на пересечении дорог, на заброшенных дорогах, на месте, где раньше стояла баня. Предпочтение отдавалось ранее обжитым испробованным местам, где уже когда-то стоял дом, жизнь в котором была мирной и счастливой [2, с. 77].

Крестьянские усадьбы были тесными, и это не позволяло проводить строительные работы прямо во дворе. Поэтому срубы рубили где-нибудь на свободном месте, или прямо в лесу. После того, как сруб был готов, каждое бревно помечали определенными знаками, сруб разбирали, перевозили на участок и заново собирали. При перевозке бревен стен каждое бревно помечалось засечкой. В каждом венце от нижнего бревна к верхнему на одну засечку становилось больше. То есть счет велся снизу вверх. Засечки делали на торцах бревен, но встречались метки и около угла сруба.

Если свободного для строительства места было много, сруб рубили из нескольких частей – по 4–5 венцов. Это позволяло облегчить труд, т.к. не надо было поднимать бревна на большую высоту. После усушки срубы разбирали и собирали уже вместе на фундаменте. Не смотря на однотипность многих элементов, каждый был индивидуален. Каждый изготавливался только для того места, на которое устанавливался. Поэтому часто элементы подгоняли уже во время установки.

Конструкции крыш подгоняли не на земле, а наверху, прямо на возведенных стенах. Но фермы и подстропильные рамы для больших и высоких сооружений собирали на земле. То есть, пока одни строители возводили стены, рядом собирали конструкцию крыши, ведь размеры плана уже были известны. Затем конструкция метилась, разбиралась и поднималась наверх. И уже на возведенных стенах собиралась в соответствии с засечками. Это позволяло сделать работу легче, т.к. конструкции имели значительные размеры и вес.

Отдельные элементы и строительные конструкции устойчиво крепились при помощи долота и сверл, т.к. железные гвозди не использовались. Основным инструментом был топор разных видов, каждый был приспособлен для тех или иных работ. Обычный топор, колун, которым раскалывали бревна на плоские досточки, шклюд с широким заточенным с одной стороны лезвием для стесывания бревен и другие. Столярная пила была известна еще в XIV в., но особенно широко стала применяться с XIX в. Тогда же все чаще стали использовать и продольную пилу, с помощью которой распиливали бревна на доски и брусья. Часто распиливание досок выделялась в отдельный промысел, и пильщики ходили из одного поселения в другое и предлагали свои услуги. Но в богатых усадьбах начиная с XVIII в. уже имелись лесопилки.

Заключение. Таким образом, строительство жилья было окружено разнообразными глубокими и устойчивыми традициями, которые помогали сделать правильный выбор места для строительства, не ошибиться со строительными материалами и временем проведения работ и т.к. Они формировались на протяжении многих поколений, и несут с собой многовековой опыт. Но в то же время крестьяне руководствовались и практическими соображениями. Строгий расчет позволял найти наиболее оптимальные приемы и способы строительства. Накладываясь друг на друга, традиционные обычаи и практичность позволяли строить с учетом функционального предназначения помещений, их взаимоотношений в общем ансамбле дворовой застройки, а также с окружающей средой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лакотка, А.И. Беларусь : у 8 т. / А.И. Лакотка ; рэдкал.: В.К. Бандарчык, М.Ф. Піліпенка, А.І. Лакотка. – Мінск : Тэхналогія, 1997. – Т. 2 : Дойлідства. – 391 с.
2. Цітоў, В.С. Этнаграфічная спадчына. Беларусь. Традыцыйна-бытавая культура : вучэб.-метада. дапам / В.С. Цітоў. – Мінск : Беларусь, 1997. – 207 с.

УДК 72.017.4

ХИМИЯ ЦВЕТА

К.А. СОЛОВЬЁВА

(Представлено: Я.Д. ФИЛИППЕНКО)

Рассматриваются различные химические и физические явления, формирующие видимый цветовой спектр. Изучается зависимость зрения человека от различных условий освещенности. Прослеживается связь между органическим веществом и структурой его молекул. Рассматриваются виды искусственных красителей и способы их получения с помощью ионизации молекул вещества.

Знаменитые строки, принадлежащие перу великого русского поэта Сергея Есенина:

*Словно я весенней гулкой ранью
Проскакал на розовом коне...*

Долгое время они казались лишь живописным поэтическим образом, не имеющим реального воплощения. Всем известно, что розового коня в реальности не встретишь. Однако существование данного явления, не ускользнуло от острого взгляда поэта. Многие из нас видели, как на рассвете, когда не само солнце, а лишь его лучи появляются над землей, «алый свет зари» окрашивает белые цветы в нежные розовые тона. Отражаясь от белой поверхности, «красные» лучи, которые преобладают в потоке света, приобретают розовый цвет. Это и есть одна из особенностей цветового восприятия.

Цвета, которые мы воспринимаем, есть результат нескольких процессов:

1) взаимодействия электромагнитных колебаний, из которых состоит световой луч, с молекулами вещества;

2) избирательного поглощения, обусловленного особенностями структуры молекул, обладающих цветом, тех или иных световых волн;

3) воздействие лучей, отраженных или прошедших через вещество, на сетчатку глаза или на оптический прибор, способный различать цвет [1].

Для лучшего понимания природы цвета изучим в отдельности каждый из этих пунктов.

Длина световой волны – один из самых важных факторов, формирующих цвет. Пожалуй, впервые в своей жизни человек задумывается о цвете, когда, будучи ребенком, спрашивает у своих родителей: «Почему небо голубое?»

Днем небо бывает голубым, но на закате выглядит красновато-оранжевым. Цвет неба, травы, озера, зданий и всего остального зависит от того, какая часть дневного солнечного света доходит до наших глаз. Стоит понимать, что солнечный луч содержит в себе все цвета радуги, что означает, что в нем присутствуют световые волны различной длины. Не все они одинаково хорошо проходят через вещество. Часть из них задерживается молекулами или атомами вещества, а другие проходят почти беспрепятственно. Лучи с короткой длиной волны – голубые и синие – отражаются от молекул газов, из которых состоит воздух, и рассеиваются. Их мы и воспринимаем как голубой цвет неба. Длинноволновые – красные и оранжевые – лучи довольно легко проходят через толщу воздуха, потому на закате мы видим оранжевое солнце и небо почти такого же цвета (рис. 1).

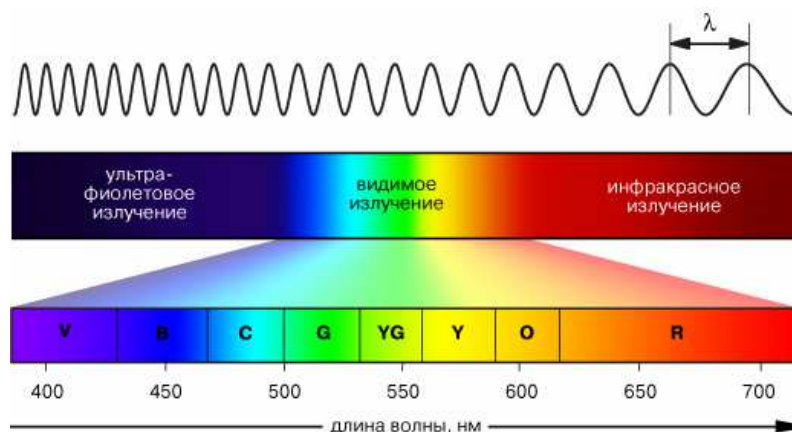


Рис. 1. Длина волны

Это же явление наблюдается и в случае всех других веществ, которые кажутся нам окрашенными. Если случается такое, что энергия световых волн всей видимой части спектра одинаково поглощается или отражается, то вещество кажется нашим глазам соответственно белым или бесцветным. Если же вещество пропускает или отражает в основном лучи одних и тех же длин волн, то говорят, что оно окрашено в тот или иной цвет, который будет зависеть от длины волн излучения, дошедшего до наших глаз. Получается, что мы называем цветом результат двух физико-химических явлений: процесса взаимодействия света с молекулами вещества и воздействия волн, идущих от вещества, на сетчатку глаза [2]. Из-за изменений в работе сетчатки глаза (при ярком свете зрение осуществляется колбочками, а при слабом действуют палочки), связанных с изменением освещенности объекта, возникает эффект Пуркинье, который представляет собой разное восприятие яркости различно окрашенных предметов при изменении их освещенности. Посмотрите на изображение алого мака и синего василька при двух различных условиях освещения. Сначала при солнечном или ярком электрическом освещении. Какой цветок из двух представленных кажется более ярким? Взгляните на них еще раз, но уже при слабом сумеречном освещении. Наблюдайте изменение окраски цветков. Теперь василек кажется ярче [3].

Рассмотрев влияние длины волны и освещенности на воспринимаемый цвет, хотелось бы заметить еще один интересный факт, связывающий строение молекулы объекта с его окраской. Дело в том, что цвет связан с подвижностью электронов в молекуле вещества и изменяется с переходом электронов на свободные уровни при поглощении энергии кванта света. Таким образом, цвет вещества означает, что из всего интервала 400—700 нм длин волн видимого света им поглощаются какие-то определенные кванты. Попытки связать цвет органического вещества с его структурой предпринимаются очень давно. Еще до открытия электронного строения вещества, опытным путем удалось подметить влияние структурных фрагментов молекул на цвет соединений. Оказалось, что удлинение цепи двойных связей приводит к изменению цвета от бесцветного до темных цветов:

$C_6H_5 - (CH=CH) - C_6H_5$ (стильбен) – бесцветный;

$C_6H_5 - (CH=CH)_3 - C_6H_5$ (дифенилгексатриен) – желтый;

$C_6H_5 - (CH=CH)_6 - C_6H_5$ (дифенилдодекагексаен) – коричневато-оранжевый.

Энергия, воздействующая на молекулу при попадании на нее ультрафиолетового, видимого или инфракрасного излучения, расходуется на такие процессы, как движение молекул, увеличение энергии колебаний фрагментов молекулы, а так же перевод электронов с их нормального энергетического уровня (основного) на уровень более высокий (возбужденный) (рис. 2).

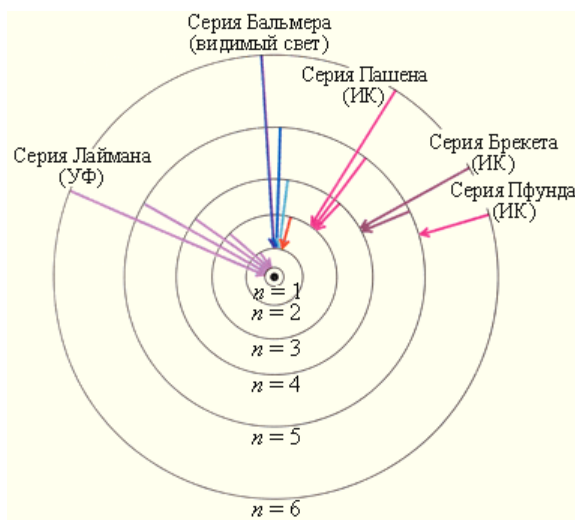


Рис. 2. Энергетические уровни молекулы

Таким образом, интенсивность поглощения света и появление того или иного цвета у вещества зависит в основном от той легкости, с которой происходит смещение электронов при взаимодействии со световыми квантами. Простота данного процесса увеличивается, если у молекулы еще в нормальном невозбужденном состоянии имеется некоторое смещение электронов от одних атомов к другим. Другими словами, присутствует поляризация молекулы [4].

Зная все физические и химические процессы формирования цвета, учеными было выведено несколько тысяч искусственных красителей к существующим лишь нескольким десяткам природных органических красителей. Благодаря высоким темпам развития химических наук и промышленности, иссле-

дователи научились целенаправленно синтезировать красящие вещества и создавать красители с заранее известными качествами.

«Почему кровь красная, а трава зеленая – это тайны, в которые никто не может проникнуть...» Эти слова принадлежат сэру Уолтеру Ралею. То, что во времена У. Ралея считалось «тайной», теперь, благодаря научному прогрессу, можно легко объяснить. Кровь животных и зелень растений содержат схожие структуры. В основе их лежат пятичленные циклы, содержащие азот, которые окружают ион металла: в крови таким ионом является ион железа, а в растениях – ион магния – это и есть основа тайны. Выходит, что в первом случае данная структура обеспечивает красный цвет гемоглобина крови, а во втором – зеленый цвет хлорофилла листьев [5].

Таким образом, возникновение и восприятие цвета можно объяснить простыми научными процессами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фадеев, Г.Н. Химия и цвет / Г.Н. Фадеев // Кн. для внеклас. чтения. IX–X кл. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1983. – 160 с.
2. Буймистру, Т.А. / Колористика. Цвет – ключ к красоте и гармонии / Т.А. Буймистру. – М. : Ниола-Пресс, 2008. – 236 с.
3. vocabulary.ru [Электронный ресурс] / ЭффектПуркинье. – Режим доступа: <http://vocabulary.ru/termin/effekt-purkine.html>.
4. xumuk.ru [Электронный ресурс] / Химик. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4223.html>.
5. Савахата, Л. Гармония цвета : справ. / Л. Савахата // Rockport. – 119 с.

УДК 72.017.4

**ХИМИЯ ЦВЕТА.
КРАСЯЩИЕ ВЕЩЕСТВА****К.А. СОЛОВЬЁВА***(Представлено: Я.Д. ФИЛИППЕНКО)*

Рассматривается вопрос возникновения и механизм действия красящих веществ, физические и химические аспекты возникновения цвета. Особенности гармоничных сочетаний цветов.

Самые первые найденные цветные изображения были обнаружены на стенах пещер, и они поражали своей красотой, хотя разнообразие красок первых художников было небогатое и расширялось очень медленно. Тем не менее, еще около 4000 лет назад в Египте существовало как минимум четыре разновидности красных красителей: прокаленная охра, киноварь и два органических – индиго и пурпур. Изучение древних памятников выявило, что, кроме красного, также были известны синие и зеленые красящие вещества (рис. 1).



Рис. 1. Наскальная живопись

Стойкость и защита от выцветания этих красок вызвана тем, что в большинстве своем это были либо оксиды, либо соли, т. е. наиболее устойчивые естественные образования. Именно в такие состояния самопроизвольно стремятся перейти металлы, соединения которых и составляли основу древних красок. По данным исследований синий краситель – это тонкоизмельченное медное стекло, которое отличается стойкостью к свету, кислотам и щелочам. Зеленый пигмент имел в своей основе медь, либо оксид хрома. Темно-синяя глазурь содержала в качестве красящего вещества оксид кобальта (сейчас его используют при варке стекла, чтобы сделать его синим). По мере увеличения цветовой гаммы накапливались соответствующие сведения о самых главных свойствах красящих веществ:

- 1) взаимодействие со светом
- 2) изменение цвета
- 3) усиление или ослабление оттенков и др.

Однако объяснение того, как возникает цвет, относится к значительно более поздним временам. Понять природу цвета можно только разобравшись, что такое свет. Первая научная попытка исследования света принадлежит английскому физика и химику Исааку Ньютону, впервые предложившему гипотезу, основанную на наблюдении и эксперименте [1].

«Все живое стремится к цвету», – слова, принадлежащие великому В. Гете. Эта фраза описывает все те эмоции, которые возникают в живых существах благодаря раздражающему воздействию цвета на них. Ярко окрашенные цветы и насекомые, пестрые бабочки и птицы, защитная окраска рыб – все это подчеркивает роль цветовых ощущений в живом мире. В. Гете, по существу, первый пытался разобраться в воздействии цвета на человека. Он рассматривал восприятие цвета как сложный психологический процесс. Человек, глядя на определенный цвет, вызывает в своей памяти ассоциацию с чем-то привычным для него, знакомым. Синий или голубой цвет напоминает о бескрайнем небе и огромных просторах океанов. Желтый же и оранжевый цвет ассоциируют с солнцем, теплом, апельсинами и детьми. В основе наших ассоциаций лежит деление цвета на холодные и теплые тона. Ярко-красный – цвет действия, цвет активности. Поэтому красный цвет революционных знамен показывает человеческую потребность к действию, к изменению мира. Лиловый и фиолетовый – цвета грусти, а зеленый вызывает настроение покоя и умиротворения. Название цветов также возникает не случайно, а отражает в памяти людей цвета объектов окружающего мира. «Лиловый» и «фиолетовый» связаны с ассоциациями: «виолетт» (violet) –

фиалка, а «лила» (lilas) – сирень. Розовый цвет явно связан с розой. Ярко-розовый или «коралловый». А вот тропическая пышность дала название: джунглемо-зеленый – это значит, темно-зеленый. Вспомним яблочно-зеленый, или медовый цвет. Становится ясен принцип: цвета называют именами общеизвестных предметов, чтобы сделать их описание понятным для всех (рис. 2). Однако есть здесь и некоторые сложности: не всякий человек сумеет описать цвета, такие как само, палевый, электрик, беж, бордо [2].



Рис. 2. Красители

Различают эстетику одного отдельного цвета и эстетику группы цветов, то есть их сочетаний. Высшее проявление человеческих эмоций заключается в гармонии цветов (от греческого слова «гармония» – созвучие, соразмерность, стройная согласованность частей единого целого). Основной принцип гармонии цвета – наиболее приятное сочетание, которые создаются цветами, либо близкими друг к другу по тону (нюансное сочетание), либо являющимися взаимно дополняющими (контрастное сочетание).

Гармоничные сочетания цветов подбираются художниками, декораторами, архитекторами, текстильщиками, модельерами и специалистами десятков других профессий. Гармония цвета играет огромную роль в искусстве «дизайна». Сочетания цветов могут быть абсолютно различными и формироваться на разной основе: близкие по цветовому тону, но различные по светлоте; контрастные и нюансные; из основных либо дополнительных цветовых тонах. Выделяют основные гармоничные пары и триады:

- парные сочетания: синий – оранжевый, фиолетовый – желтый, пурпурный – желтый, пурпурный – зеленый, синий – зеленовато-желтый, голубой – красный;
- гармоничные триады: красный – желтый – синий, пурпурный – желтый – голубой, красный – зеленый – синий, желтый – оранжевый – фиолетовый [3].

Кроме самого красителя на восприятие цвета влияют такие аспекты как свет и тень. Свет является причиной множества химических реакций. Ярким примером этого служит фотография (это слово буквально значит «светопись»). Действительно, стоит потоку света, прошедшему через объектив за сотые доли секунды, оказать воздействие на фотопленку, как на ее поверхности уже происходят изменения и создается «скрытое изображение». Его изначально не видно, но когда пленка погружается в раствор проявителя, изображение становится видимым. Там, где световой луч коснулся зерен фотоэмульсии, произошла химическая реакция и они потемнели, отчетливо обрисовав контуры фотографируемых предметов.

Краски – смесь веществ (минеральных или органических, обладающих цветом) с различными растворителями и связующими. Существуют различные краски: масляные, эмалевые, клеевые, водоземлюсионные и др. Существует две основных составляющих любой краски: пигмент-краситель и пленкообразователь. Масляные краски являются самыми распространенными, в них растворителем служит олифа. Именно благодаря масляным краскам стало возможным появление шедевров живописи. Недавно возникли водоземлюсионные краски, в которых растворителем служит взвесь частиц полимера в воде. Основной характеристикой любой краски является ее способность ложиться прочным и плотным слоем на поверхность. Молекулы самого верхнего слоя объекта должны прочно связываться с краской. Если этого не происходит, то окрашенная поверхность может в скором времени разрушиться. Механизм окрашивания представляет собой взаимодействие молекул внешнего слоя вещества, в силовое поле которого и попадают молекулы красителя. Растворитель играет роль наиболее сильного приближения красителя в ближайший контакт с поверхностью (рис. 3).

Зная химические процессы, можно получить синие розы, красные васильки и разноцветные гортензии. Как же это сделать?

- 1) на дно банки налейте раствор нашатырного спирта (раствор аммиака). Укрепите цветок красной розы на крышке, внесите его в сосуд. Наблюдайте изменение окраски через несколько минут;
- 2) в воде растворите 2–3 таблетки витамина С (аскорбиновая кислота) и налейте в сосуд. Опустите в сосуд васильки. Постепенно окраска цветков меняется;
- 3) цветы гортензии можно по желанию превратить в пурпурные, фиолетовые или голубые, если поливать эти растения слабыми растворами соответственно лимонной (аскорбиновой) кислоты, алюмокалиевых квасцов или известкового молока.

Состав краски



Рис. 3. Состав красок

Представленные изменения в окраске возникают из-за того, что природные красители класса антоцианов представляют собой сложные неустойчивые гетероциклические системы. Они очень чувствительны к кислотности среды, меняя под ее воздействием свой окрас: в кислой среде – красные, в щелочной – синие или голубые, а в слабощелочной (алюмокалиевые квасцы) – фиолетовые [4].

Недавно учеными было обнаружено, что структуры нашего организма, ответственные за восприятие запаха, весьма сходны с теми, что воспринимают световое и цветное раздражения. И те, и другие реагируют на изменения состояния электронов. Рецепторы, ответственные за восприятие цвета и запаха, реагируют на небольшое изменение энергетического состояния электронных уровней. На основе данного сходства можно образно сказать, что мы «видим молекулы» носом и «нюхаем свет» глазами. На молекулярном и электронном уровне привычное сочетание слов утрачивает свой смысл. Это открывает огромное поле деятельности для пытливых умов и исследователей. Однако следует помнить, что на возникновение цвета влияет не электронная структура, но и множество внешних факторов. Благодаря этому имеется беспредельный простор для исследований и фантазии ученых и художников, архитекторов и представителей множества других специальностей, чья деятельность, труд и творчество связаны с цветом [5]. Поэты, философы, художники и ученые тысячелетие назад пытались постигнуть тайны света и цвета. Древнегреческие философы считали, что свет представляет собой нечто, истекающее из наших глаз. Считалось, что мы видим предметы и их цвет, направляя на них поток света из наших глаз. Света считается важной темой в физике, а цветом же в основном интересуются химики. И долгое время считалось, что «свет — самое темное пятно в физике», также можно сказать, что цвет — одно из самых плохо изученных мест в химии. Однако только синтез этих двух фундаментальных наук может дать развернутый ответ на вопрос «что же такое цвет?»

Ивле Грант писал: «Чем больше смотришь на этот мир, тем больше убеждаешься в том, что цвет был создан для красоты. И красота эта – не удовлетворение прихоти человека, а необходимость для него».

ЛИТЕРАТУРА

1. Фадеев, Г.Н. Химия и цвет / Г.Н. Фадеев // Кн. для внеклас. чтения. IX–X кл. – 2-е изд., перераб. – М. : Просвещение, 1983. – 160 с.
2. Буймистру, Т.А. / Колористика. Цвет – ключ к красоте и гармонии / Т.А. Буймистру. – М. : Ниола-Пресс, 2008. – 236 с.
3. Стармер, А. Цвет. Советы по цветовому оформлению интерьера вашего дома : энцикл. / А. Стармер ; пер. Е.Г. Лейтес // Оригинальное издание The color scheme bible. – М. : Арт-родник, 2005. – 129 с.
4. xumuk.ru [Электронный ресурс] / Химик. – Режим доступа: <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4223.html>.
5. Кириллов, Е.А. Цветоведение / Е.А. Кириллов // Цветоведение : учеб. пособие для вузов. – М. : Легпромбытиздат, 1987. – 128 с.

УДК 692.435

ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ СТРОИТЕЛЬСТВА ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ КРОВЕЛЬ

В.В. ВАСИЛЕВСКАЯ, А.В. ПУТРИНА*(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р.М. ПЛАТОНОВА)*

Рассмотрены разные виды эксплуатируемых кровель по назначению, а также их разнообразие и применение в мировой практике; кровли на разных континентах.

Введение. Сейчас в мировой практике очень популярны эксплуатируемые кровли. Это обусловлено быстрым ростом застройки в городской среде, желанием увеличить рекреационные зоны в городах, очищением воздуха окружающей среды.

Исследовательская часть. В связи с популярностью эксплуатируемых кровель и их преимуществами уже почти на каждом континенте (кроме Арктики и Антарктики) есть здания с эксплуатируемой кровлей.

Северная Америка. Здание Центра для посетителей в Ботаническом саду Ван Дусена (рис. 1) в Ванкувере задумано и реализовано как экологически устойчивое сооружение с возобновляемыми ресурсами и нулевым расходом электроэнергии. В качестве основного строительного материала применили древесину, накапливающую углекислый газ. Электроэнергия поступает от солнечных батарей, подогрев воды происходит в био-бойлере, который функционирует на дровах (сухие части деревьев из окружающих лесов). Дождевая вода отфильтровывается и используется в последующем для технических нужд Центра.

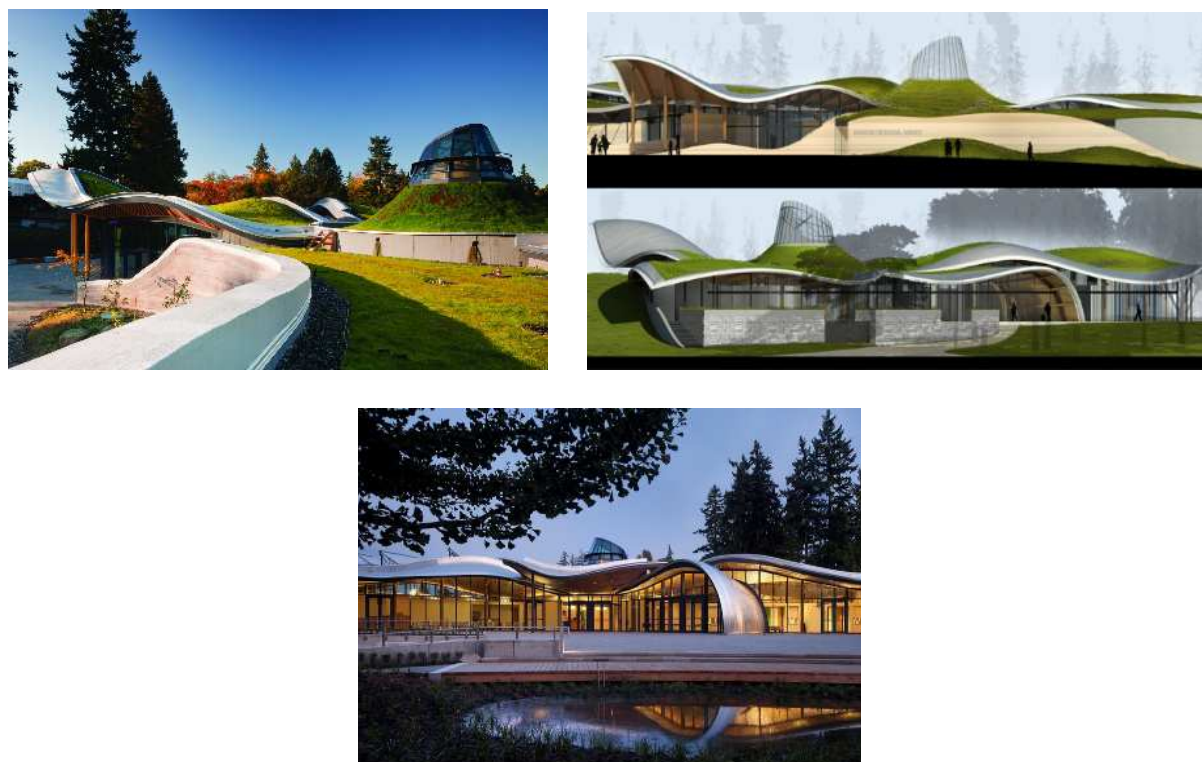


Рис. 1. Центр для посетителей ботанического сада в Ванкувере, Канада

Поскольку уклоны крыши варьируются в пределах от 2 до 50°, в проекте использованы три разных системы кровельного озеленения. На участках с небольшим уклоном, где крыша переходит в грунт, применили системное решение «ZinCo Многолетний Сад» с дренажным элементом Floradrain FD 40 и толщиной субстрата 20 см. На изогнутых «лепестках» зеленая крыша выполнена системным решением «ZinCo Пологий Луг» с Floraset FS75 и толщиной субстрата 20 см. А купола на крыше с уклоном более 45° покрыты системой «ZinCo Крутой Наклонный Луг» с элементами Georaster и субстратом 12 см. Рас-

тительный слой организован гидропосевом семян местных трав и высадкой луковичных культур, свойственных для данной местности.

Южная Америка. Сад на крыше частной резиденции в Пуэрто-Вальярта, Мексика (рис. 2).

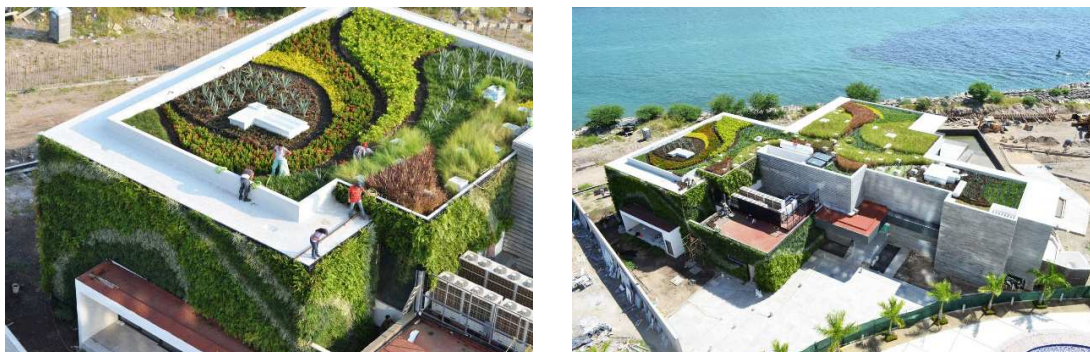


Рис. 2. Сад на крыше частной резиденции в Пуэрто-Вальярта, Мексика

Нахождение резиденции на берегу океана внесло свои коррективы в проект. Для дополнительных гарантий для клиента в случае наводнения были проведены независимые испытания качества материалов и строительства, в результате которых был получен сертификат качества защиты от наводнений.

Африка. Пятизвёздочный отель South Beach Camps Bay (рис. 3) находится в городе Кейптаун. Гости отеля имеют возможность выбрать из двух вариантов бассейнов. Один из которых является частью эксплуатируемой кровли.



Рис. 3. South Beach Camps Bay, Кейптаун (Южная Африка)

Австралия. Детский центр на крыше супермаркета Docklands в Мельбурне (рис. 4). Детский центр рассчитан на 150 детей в возрасте до 5 лет. Проектирование сада на крыше является целью демонстрации игры на свежем воздухе и обучения в качестве основополагающего аспекта развития детей в раннем возрасте.



Рис. 4. Детский центр Docklands

Европа. Сады на крышах в Кенсингтоне, Лондон, Великобритания (рис. 5).

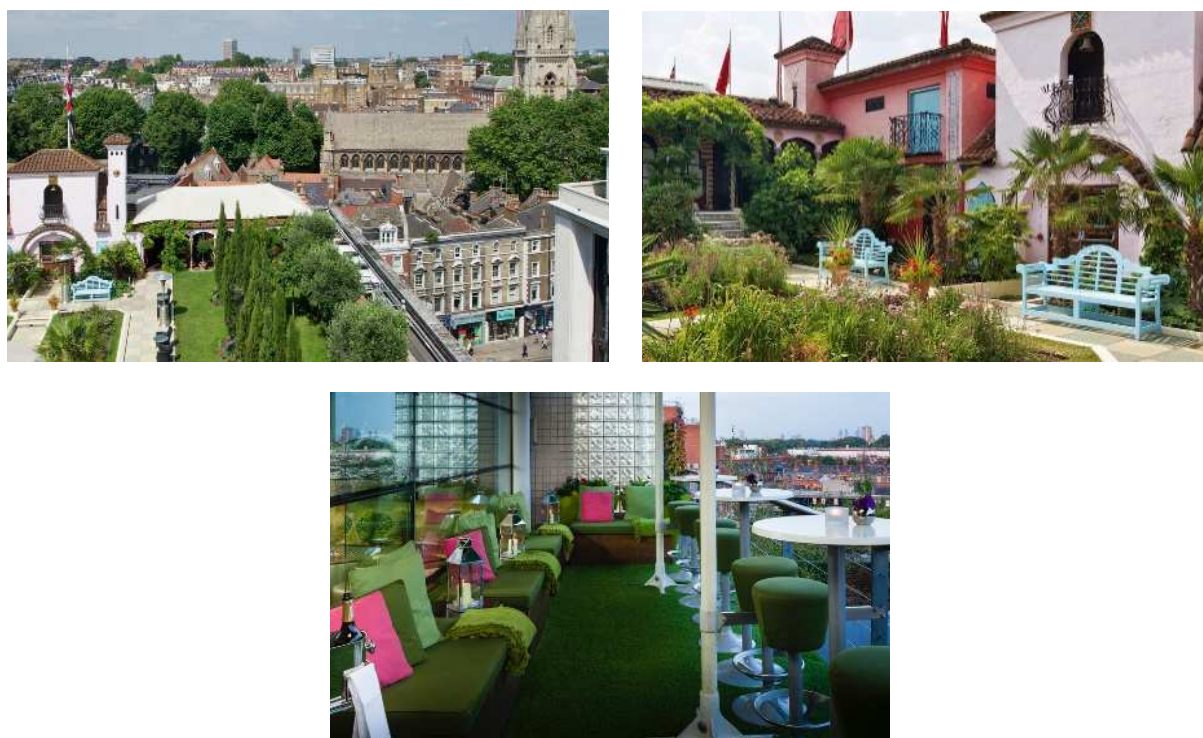


Рис. 5. Сады на крышах в Кенсингтоне

Сады на крышах в Кенсингтоне одно из необычных достопримечательностей Лондона. В комплекс входит три сада: Испанский, Английский для членов клуба и сад ресторана «Вавилон» общей площадью 0,6 га. Дата начала строительства садов – 1936. Через два года сады были открыты для публи-

ки. До 1973 г. в здании размещался универмаг Derry and Toms, до 1975 г. культовый дом моды Viba. В 1987 г. сады закрыли на реконструкцию до 1992 г. В 2001 г. был открыт ресторан Вавилон.

Азия. Сад на крыше кондоминиума (рис. 6), Пхукет, Таиланд. Этот кондоминиум находится в непосредственной близости от пляжа Патонг, в одном из самых популярных туристических направлений в южной части Таиланда. Сад на крыше является отражением природы острова Пхукет и включает себя плавательный бассейн. Сад также находится на террасе седьмого этажа, с которого открывается вид на 180° с видом на море.

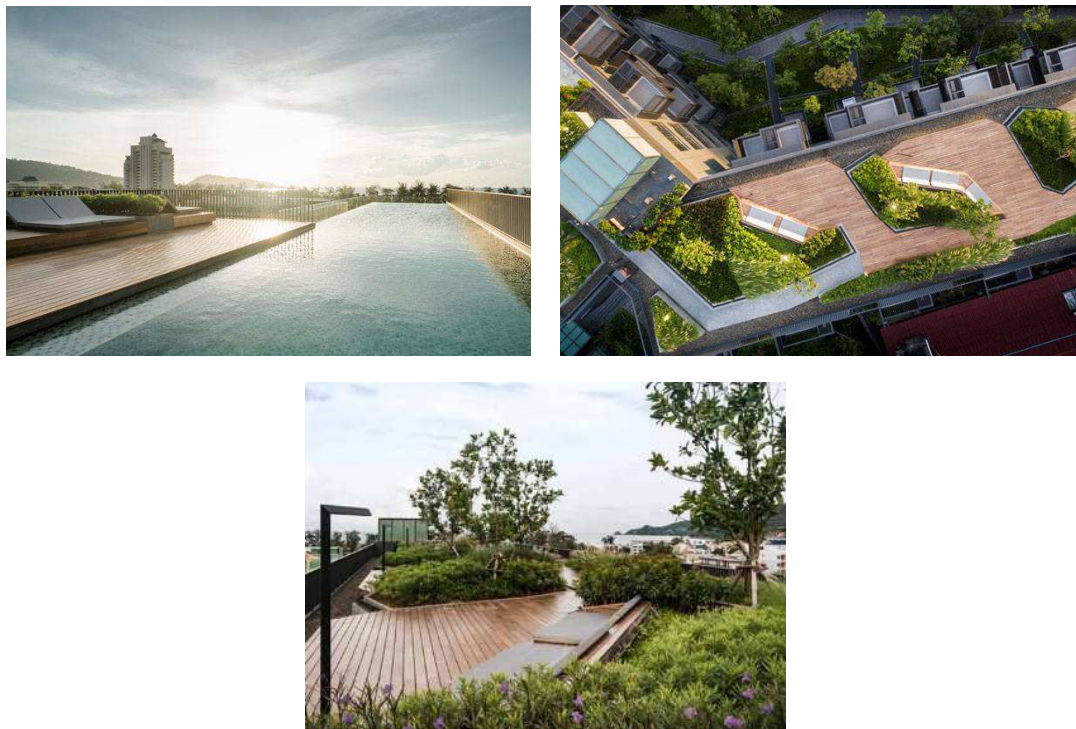


Рис. 6. Сад на крыше кондоминиума

И это только самая незначительная часть эксплуатируемых кровель. На самом деле на некоторых континентах эксплуатируемых кровель (особенно в США и Европе) больше, чем на остальных. Однако они все сделаны на достойном уровне.

Заключение: Эксплуатируемая кровля становится очень популярным решением плоской и скатной кровли, однако, есть и примеры, где кровля имеет совсем необычную форму, хотя она отлично вписывается в окружающую среду. Эксплуатируемые кровли – это возможность создания дополнительных зон отдыха при застройке городской среды. Они не только эстетически приятно выглядят, но и полезны для здания, людей и для очищения воздуха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экопочва [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ecosoil.ru/useful/luchshie-sady-na-kryshah>.
2. Крыша дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kryshadoma.com/vidy-krovli-kryshi/zelenye-krovli-osobennosti-ustroystva.html>.
3. Самойлов, В.С. Крыши, кровли, мансарды / В.С. Самойлов. – Одесса : Литератур. бульвар, 2009. – 318 с.
4. VseOKrovle.com (Электронный ресурс). – Режим доступа: <http://vseokrovle.com/ploskaja/36-jekspluatiruemaja-krovlja.html>.
5. Национальная информационная система по строительству [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.know-house.ru/avtor/tech8.html>.

УДК 692.435

ВИДЫ ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ КРОВЕЛЬ

В.В. ВАСИЛЕВСКАЯ, А.В. ПУТРИНА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р.М. ПЛАТОНОВА)

Рассмотрено и проанализировано устройство различных видов эксплуатируемых кровель: террас, паркингов и другие; проведены опросы на тему эксплуатируемых кровель; отмечены их достоинства и недостатки; сделан вывод о том, что их применение в застройке жилой среды является идеальным решением для создания зон отдыха.

Введение. Эксплуатируемая кровля – это плоская кровля (с уклоном до 15°), предназначенная для дальнейшей эксплуатации, т.е. возможно использовать, как парковую зону, бассейн, корт, вертолетную площадку, паркинг, сад, зону для прогулок и отдыха и т.д.

Эксплуатируемая кровля не только защищает строение от холода, непогоды и жары, но также позволяет использовать свою поверхность в различных целях.

Независимо от назначения по конструкции эксплуатируемая кровля может быть инверсионной или традиционной. Традиционная кровля состоит из следующих слоев:

- жесткое основание;
- пароизоляционный слой;
- слой утеплителя;
- стяжка с необходимым уклоном;
- гидроизоляционный слой;
- слой с защитно-разделительной функцией;
- финишное покрытие поверхности.

Сходство в том, что конструкция состоит из одинаковых слоев, отличие заключается в последовательности размещения этих слоев. Инверсионная кровля состоит:

- из жесткого основания;
- стяжка с необходимым уклоном;
- гидроизоляционного слоя;
- слоя утеплителя;
- Пароизоляционного слоя;
- слоя с защитно-разделительной функцией;
- финишного покрытия поверхности.

Исследовательская часть. Нами был проведен опрос среди молодежи 17–26 лет, в котором был задан вопрос: «Что такое эксплуатируемая кровля?» (рис. 1, а) и «Нравится ли идея эксплуатируемой кровли?» (рис. 1, б).



Рис. 1. Результаты опроса

Большинство опрошенных (70%) на первый вопрос ответили, что эксплуатируемая кровля- это кровля, на которой растут растения. Что на самом деле противоречит реальности, поскольку существуют различные виды эксплуатируемых кровель. На второй вопрос почти всем опрошенным (99%) нравится идея эксплуатируемой кровли.

По цели использования эксплуатируемая кровля бывает:

- кровля-терраса;
- зеленая кровля;
- кровля-паркинг;
- кровли с пешеходными и зелеными зонами (например, зеленая кровля и бассейн).

Кровля-терраса (рис. 2) может использоваться в самых различных целях, включая обустройство спортивных площадок, тренажерных залов, солярия, открытой комнаты отдыха и прочее.



Рис. 2. Кровля-терраса

Устраивают такую террасу следующим образом: на плиту перекрытия настилают гидроизолирующий материал (это может быть специальная битумная мастика), сверху идет слой пароизоляции, утеплитель, на который часто рекомендуется укладывать по четыре-пять слоев гнилоустойких рулонных материалов. Сверху идет выравнивающая стяжка. Последним выкладывается гидроизолирующий ковер, насыпается слой мелкого гравия, который втапливают в горячую битумную мастику. Терраса на крыше может также выстлаться специальной террасной доской из натурального дерева.

Несущим основанием для бесчердачных конструкций выступают панели, плиты либо настилы перекрытий, сверху которых настилаются слой гидро- и пароизоляции, утеплитель, армированная выравнивающая стяжка.

Зеленая кровля (рис. 3) – это кровля с плодородным слоем и устроенными газонами, клумбами. На всей площади кровли можно организовать сад с кустарниками и деревьями.



Рис. 3. Зеленая кровля

Зеленая кровля обладает рядом преимуществ:

- тепло- и звукоизоляция дома;
- удержание воды и снега, уменьшение количества стекающей влаги;

- защита подкровельного пространства от механических воздействий, изменения температур, ультрафиолета;
- улучшение микроклимата внутри дома (медленное просыхание впитавшейся дождевой воды обеспечивает значительное охлаждение помещений);
- улучшение воздуха окружающей среды (растительный слой удерживает 10-20 % пыли и вредных веществ, содержащихся в воздухе).

Зеленая кровля является украшением любого здания, а также защищает кровлю от постепенного разрушения. Доказано, что покрытая зеленым ковром крыша в несколько раз продлевает срок службы кровли.

При устройстве зеленой кровли важно, чтобы толщина грунта растений должна быть больше глубины роста их корней. Для предотвращения разрушения кровли или отдельных ее элементов необходимо предусмотреть противокорневую защиту. Она может быть выполнена из нетканых геотекстилей или определенных видов полимерно-битумных мембран. Растения с большими корневыми системами располагают в отдельных кадках или подготовленных клумбах с возможностью роста корней. Отвод воды с таких кровель осуществляется при помощи водосточных воронок.

Кровля-паркинг (рис. 4).



Рис. 4. Кровля-паркинг

Паркинг на кровле - дополнительное место для парковки автомобилей. Устраивается паркинг аналогично кровле-террасе. Отличие в том, что при проектировании пирога кровли учитываются все нагрузки на материалы, которые могут возникнуть при движении и стоянке автомобилей.

Кровли с пешеходными и зелеными зонами (рис. 5) являются комбинированным вариантом всех или нескольких типов кровель (например, сочетание зоны отдыха и зону парковки).



Рис. 5. Кровли с пешеходными и зелеными зонами

Заключение: эксплуатируемые кровли - это идеальное решение для создания дополнительных зон отдыха при застройке городской среды. Они не только эстетически приятно выглядят, но и полезны как и для здания, так и для людей, так для и очищения воздуха, а различные виды эксплуатируемых кровель позволяют расширить диапазон практического применения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Крыши и кровли.ру [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kryshikrovli.ru/raboty/terrasa-na-kryshedoma.html>.
2. Крыша дома [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kryshadoma.com/vidy-krovli-kryshi/zelenye-krovli-osobennosti-ustroystva.html>.
3. Самойлов, В.С. Крыши, кровли, мансарды / В.С. Самойлов. – Одесса : Литератур. бульвар, 2009. – 318 с.
4. VseOKrovle.com (Электронный ресурс). – Режим доступа: <http://vseokrovle.com/ploskaja/36-jekspluatiruemaja-krovlja.html>.
5. BuilderClub [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
6. <http://www.builderclub.com/statia/krovlya-ekspluatiruemaya-vidy-konstrukciya-i-ustroystvo-ekspluatiruemoj-krovli>.
7. Национальная информационная система по строительству [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.know-house.ru/avtor/tech8.html>.

УДК 692.435

УСТРОЙСТВО ТЕРРАС НА КРЫШАХ ЗДАНИЙ

А.В. ПУТРИНА, В.В. ВАСИЛЕВСКАЯ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р.М. ПЛАТОНОВА)

Рассмотрены основные принципы устройства террасы на крыше, приведены примеры использования современных материалов, подробно описана конструкция пола, устраиваемого на данном типе эксплуатируемой кровли. Сделан вывод о том, что терраса на крыше является отличным дополнительным местом для отдыха и эта тема приобретает все большую популярность в нашей стране.

Введение. Терраса на крыше является открытым пространством для того чтобы выращивать различные растения, карликовые породы деревьев, пряные и ароматные травы, а также великолепным местом чтобы позагорать в солнечную погоду в шезлонге и приятно провести время в компании друзей.

Основная часть. Создавая террасу на крыше пентхауса, следует помнить, что для ее устройства можно применять лишь материалы небольшого веса, поскольку плиты покрытия многоэтажных зданий, хоть и могут выдержать некоторый вес, все же не рассчитаны на серьезную нагрузку.

Устройство террасы на крыше дома связано с решением многих вопросов: оценка надежности крыши под террасой; выбор напольного покрытия; правильное оформление выхода из дома на крышу-террасу; устройство ограждения. Прежде всего, нужно оценить место, на котором будет устроена терраса. Несомненно, планировать террасу лучше всего на стадии проектирования дома, но многие обзаводятся таким прекрасным уголком для отдыха в уже давно построенном доме. Чтобы решить, какие нужно приобрести материалы, следует оценить само здание, на котором планируется построить террасу. Здание с основательным фундаментом выдержит серьезную постройку, а легкая пристройка выдержит не такой большой вес. Во втором случае сооружение рекомендуется укрепить дополнительными стойками. Только после расчета максимально допустимой нагрузки можно перейти к планированию наполнения террасы.

Гораздо проще все обстоит с террасами загородных домов. Однако для того чтобы ее построить, необходимо иметь плоское основание, имеющее небольшой уклон. Если места под застройку на участке маловато, то можно воспользоваться такой модной идеей, как терраса на крыше. Такое архитектурное решение сегодня достаточно популярно, впрочем, многие застройщики ошибочно называют полученную конструкцию балконом, хотя она и не выступает за пределы стен.

Террасу, расположенную на крыше высотного дома можно преобразить в место, которое позволит любоваться панорамой города с удобством и комфортом (рис. 1).

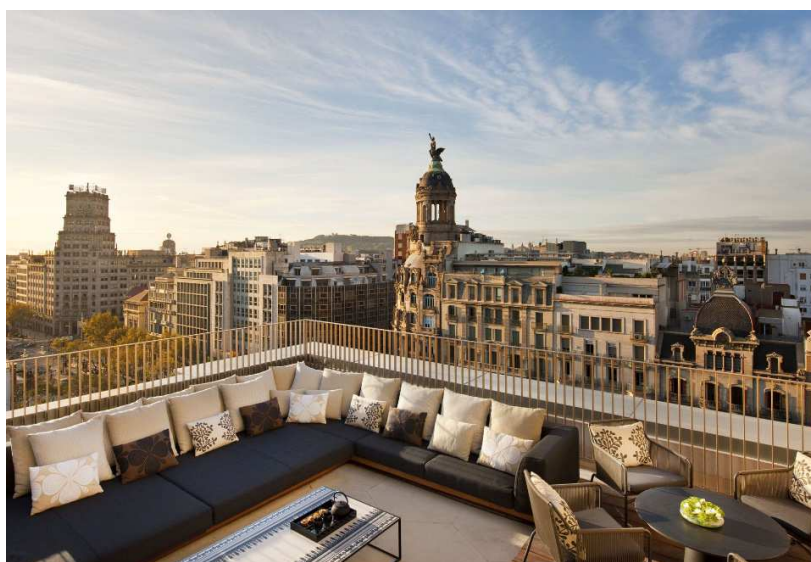


Рис. 1. Эксплуатируемая кровля-терраса на многоэтажном здании

Плоскую крышу, которая в дальнейшем будет использована, называют эксплуатируемой кровлей. Хотя она и называется плоской, небольшой наклон в 1–2° все же нужно будет сделать, чтобы избежать скопления дождевой воды. Для его формирования используют, как правило, полистиролбетон или керамзитобетон.

В середине эксплуатируемой кровли нужно устроить воронку, по которой будет стекать лишняя влага. Помимо этого, с помощью аэраторов (специальных пластиковых труб) монтируется вентиляционная система.

Для основания плоской крыши используют бетонные плиты перекрытия, можно и профлист. Далее монтируется пирог основания крыши, состоящего из нескольких прослоек: пароизоляционной; гидроизоляционной; теплоизоляционной; из кровельного материала. Пароизоляционный слой укладывают из специального мембранного материала (рис. 2).

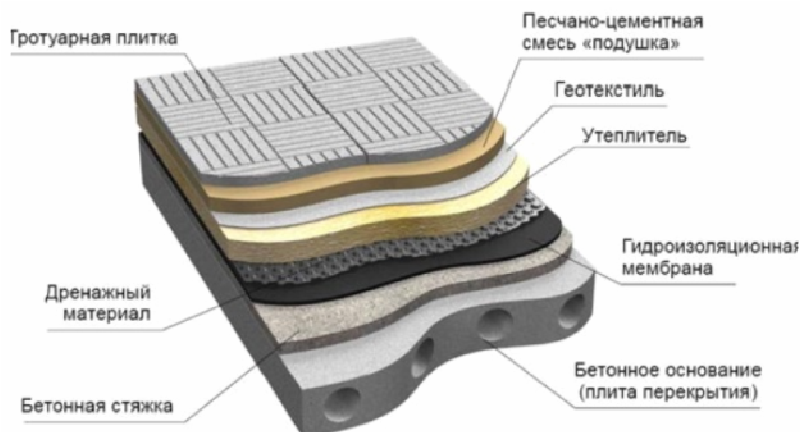


Рис. 2. «Пирог» кровли-террасы

Перечень материалов, пригодных для пола террасы, достаточно разнообразный и гораздо больше, чем привычный список напольных покрытий для жилых помещений. В их числе можно найти: дерево; керамическую плитку; щебень; гальку; резиновое покрытие; натуральный камень; композитные материалы; зеленый газон.

Обустройство пола на балконе или террасе может доставить много хлопот. В первую очередь, необходимо определиться с напольным покрытием, а их на современном строительном рынке предоставлено великое множество, и отнюдь не каждый материал способен выдержать перепады температур, излишнюю влажность, атмосферные осадки.

Декинг в переводе с английского означает палубный настил и представляет собой модули с деревянной поверхностью (рис. 3).



Рис. 3. Декинг (террасная плитка)

Различают два основных типа декинга:

- террасная плитка;
- террасная доска.

Террасная доска по внешнему виду напоминает обычные доски, ее размеры могут колебаться от 1,5 до 6 м. Плитки отличаются меньшими размерами и могут быть различных форм (треугольник, квадрат, ромб, прямоугольник), что позволяет делать из них самые разнообразные узоры.

Декинг может быть изготовлен из натуральной древесины. Основой служат экзотические тропические деревья, красное дерево, тик, кедр, лиственница. Древесина проходит специальную термообработку, обрабатывается горячим паром, удаляется лишняя влага.

После всех процедур дерево не высыхает на солнце, не подвержено гниению, деформации, не видоизменяется от влаги. Один недостаток – высокая цена.

Древесно-полимерный композит представляет собой смесь древесной муки или стружки ценных пород древесины (от 34 до 80% от общего состава) и полимерных веществ, которые выступают связующим элементом.

Террасная доска и плитки из ДПК вобрала в себя лучшие качества дерева и пластика:

- красивый внешний вид и текстура натурального дерева;
- выдерживает перепады температур от минус 40 до +70°;
- простота монтажа;
- покрытие приятное на ощупь, можно ходить по нему босиком;
- длительный срок эксплуатации;
- отсутствие скольжения;
- малый вес конструкции;
- устойчивость к влаге, плесени, грибкам, ультрафиолету;
- разнообразная цветовая гамма;
- не подвергается деформации.

Для защиты мебели, которая возможно будет находиться на крыше, или людей от солнца и других атмосферных осадков необходимо продумать, каким образом будет перекрыта терраса. Кровля, которая делается из материалов небольшого веса и может разбираться, – это навес. Такая конструкция отлично сочетается с террасой и вносит своеобразный колорит в ее дизайн.

Желательно, чтобы навес имел схожий стиль с крышей дома, то есть у него должны быть размеры, форма и выбранные материалы такого же рода, как у основной кровли, или незначительно отличающиеся.

Терраса, имеющая навес, частично открыта, при этом она образует отличный переход от интерьера к ландшафту.

Когда необходим навес? Чаще всего исключительно в период с конца весны и до начала сентября, то есть тогда, когда особенно жарко. Всю остальную часть года он будет нужен, а, значит, можно продумать вариант сезонного навеса, который можно легко демонтировать и сложить в укромном месте до следующего сезона. Можно установить маркизу.

Что такое маркиза? Это крыша, которая помогает не только обеспечить тень, но и дает возможность поддерживать низкую температуру в комнатах, окна которых выходят на освещенную сторону, а также помогает защищать террасу от дождя.

Маркиза – это легкая кровля, сделанная из прочной пропитанной ткани, которая натянута на алюминиевую конструкцию. Маркизы, что устанавливаются как на стенах дома, так и отдельно от зданий, могут иметь электропривод и даже автоматизированную систему управления.

Такая конструкция делает их серьезными конкурентами обычным тентам, когда речь идет об устройстве мобильной и эффективной защиты от непогоды и жары. Также маркизы отлично сочетаются с дизайном террас и отделкой зданий, имеют удобную и простую систему крепления, прочную ткань, цветовая гамма которой довольно разнообразна.

Кровля маркизов мобильная, водонепроницаемая, что подходит не только как укрытие от солнца, но и помогает не пропускать дождь. Ткани, которые используются для маркиз, изготавливаются с использованием акрила. Их максимальный размер может быть 5×18 м.

В 2016 г. было завершено строительство современного образца дома с эксплуатируемой кровлей. В районе Новой Боровой появился новый пятиэтажный панельный дом, на крыше которого можно посидеть на скамейках, позагорать и пожарить шашлыки. Чтобы обустроить террасы на крыше, в проект дома заложили несколько нехарактерных для массовой застройки архитектурных решений. Конструкция «пироза» кровли была усилена, а по периметру появились достаточно высокие металлические ограждения. На кровле дома обустроены только две террасы. Доступ к каждой из них имеют примерно по 10 квартир. Часть пола выложена тротуарной плиткой, часть – деревянным настилом из стойкой к атмосферным осадкам лиственницы. Дополняют благоустройство несколько деревянных скамеек и цветы в горшках. От остальной кровли терраса отделена забором (рис. 4).



Рис. 4. Дом с крышей-террасой (Минск, Беларусь)

Появление такого типа жилья в столице свидетельствует о том, что современные дома с кровлей-террасой имеют место быть. Значит, тенденция устройства эксплуатируемых кровель позитивна.

Вывод. Терраса на крыше – отличное дополнительное место для отдыха, и эта тема приобретает все большую популярность в нашей стране. Хотелось бы отметить тот факт, что используя простые и бюджетные материалы, например, пластик, дерево и текстиль можно создать гармоничную и очень уютную атмосферу на террасе или крыше вашего дома.

ЛИТЕРАТУРА

1. Терраса на крыше – прекрасное дополнение современной квартиры [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://strmnt.com/dom/build/roof/terrasa-na-kryshe.html>.
2. Квартира с террасой на крыше – настоящая свобода [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moybalkonchik.ru/kvartira-s-terrasoy-na-kryishe-nastoyashaya-svoboda/>.
3. Модная панелька: как выглядят террасы для отдыха на крыше в Новой Боровой [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://realt.onliner.by/2016/06/09/terrasa>.
4. Декинг – современное обустройство пола на террасе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://moybalkonchik.ru/deking-sovremennoe-reshenie-obustroystva-pola-na-balkone/>.

УДК 692.435

УСТРОЙСТВО ЗЕЛЕННЫХ КРЫШ НА ЗДАНИЯХ

А.В. ПУТРИНА, В.В. ВАСИЛЕВСКАЯ*(Представлено: канд. техн. наук, доц. Р.М. ПЛАТОНОВА)*

Рассмотрены вопросы истории возникновения «зеленых» крыш, то есть полностью или частично засаженных живыми растениями, основные способы их устройства. проанализированы различные материалы для их использования. Сделан вывод о необходимости более широкого применения таких кровель в Республике Беларусь для улучшения экологической обстановки в городах.

Введение. Сегодня в век активной урбанизации жители больших городов тоскуют о природе. Возникает вопрос: как организовать места для отдыха горожан и решить проблему загрязнения воздуха. Современное решение – сады на крышах. Огромные площади крыш жилых и общественных зданий, подземных сооружений являются потенциальными территориями для эксплуатации. Использоваться они могут по-разному: для автостоянок, размещения инженерно-технических устройств или хозяйственных блоков. Такие покрытия могут стать и своего рода искусственным основанием для садов и иных объектов ландшафтной архитектуры города. Экология направлена не только на сохранение окружающей среды, но и на поддержание и улучшение условий жизни в городе, чему способствует создание городских оазисов.

Одновременно они будут защищать конструкции кровли зданий от повреждений, повышая их износостойкость и уменьшать нагрузку на ливневую канализацию, исходя из того, что растения поглощают влагу.

Основная часть. Зеленая» крыша – термин, обозначающий полностью или частично засаженную живыми растениями кровлю поверх водонепроницаемого слоя.

Свое начало озеленение кровель берет еще во времена викингов. Скандинавы использовали простейший способ устройства – покрывали берестяные крыши дерном и засеивали травой. До нашего времени дошли образцы зеленых крыш, например, жилые дома и церкви на Фарерских островах и в Исландии (рис. 1).



Рис. 1. Зеленые крыши (Фарерские острова)

Однако именно первыми садами на крыше считаются «Сады Семирамиды», построенные около 600 лет до н.э. (рис. 2). Руины Вавилона давно поглотили пески, но археологи свидетельствуют о том, что для функционирования садов был устроен водопровод и целая гидравлическая система, а на террасах были высажены самые красивые кустарники, деревья и цветы, привезенные с берега Средиземного моря.

Удивительно то, что растения были расположены в саду так, как они росли у себя на Родине: растения низменностей – на нижней террасе, высокогорные – на верхней. С верхней террасы спускались каскады ручьев, среди зелени били фонтаны, освежавшие знойный воздух.



Рис. 2. Сады Семирамиды (реконструкция)

Со временем примеры «зеленых» крыш стали появляться в таких странах, как Италия, Греция, Россия.

В XX в. мир вновь захватила волна увлечения созданием эксплуатируемых кровель. Начинателями этого движения можно смело считать архитекторов Ле Корбюзье и Ф.Л. Райта. Идея города для людей, города будущего не представлялась Ле Корбюзье без крыш-садов.

В России такие зоны имели немного другой характер. Зеленые сады являлись чаще всего лишь элементом смотровых площадок, которые организовывали на крышах высоток. К сожалению, эти образцы 1920-х годов не сохранились до наших времен.

Рассмотрим более подробно структуру зеленой кровли.

Зеленая кровля бывает двух видов: экстенсивная и интенсивная (инверсионная).

Экстенсивная зеленая кровля предназначена для временного пребывания и фактически не предназначена для хождения по ней. Ходить по такой кровле можно только в определенных местах. Толщина слоя почвы – не более 0,07...0,15 м, что позволяет только высаживать небольшие растения. На такую крышу обычно высаживают газонные растения и мхи в специальных ёмкостях или поддонах. Растения должны иметь горизонтальную корневую систему (мочковатую или луковичную). Средняя стоимость экстенсивной зеленой кровли составляет примерно 29...35 €/м². Нагрузка от экстенсивной зеленой кровли в водонасыщенном состоянии составляет 80...100 кг/м².

Интенсивная зеленая кровля (инверсионная) – это вид кровли, конструкция которой позволяет обустроить на кровли не только газон, но и целый сад с деревьями, кустами и даже с бассейном и фонтаном. Интенсивная зеленая крыша должна иметь парапет высотой не менее 1,2 м, а слой почвы – 0,2...0,6 м. Обычно интенсивная зеленая кровля устраивается на общественных зданиях, где располагается бизнес-центр, отель, ресторан, санаторий, лечебница и т.д. Значительная толщина грунта и других элементов интенсивной зеленой кровли (бассейны, фонтаны, скамейки, деревья и т.д.) существенно увеличивает нагрузку на несущие элементы покрытия здания. Поэтому, конструкцию интенсивной зеленой кровли предусматривают на стадии проектирования. В противном случае следует тщательно просчитать допустимую нагрузку от зеленой кровли, которую сможет выдержать несущие конструкции здания (рис. 3).

Проблема качественного использования эксплуатируемых кровель зданий и сооружений для создания на них архитектурно-ландшафтных объектов до последнего времени упиралась в трудности освоения подземного пространства при строительстве подземных гаражей и практическую невозможность предотвращения протечек покрытий при использовании традиционных кровельных материалов, а также проблему создания устойчивого корнезащитного слоя при использовании тех материалов, которыми располагали строители.

За последние несколько лет ассортимент используемых кровельных материалов расширился за счет появления новых отечественных и выпуска ряда зарубежных наплавляемых рулонных материалов, которые имеют подплавляемые слои из битумно-полимерных составов, наносимых на основу в заводских условиях. В качестве основы -негниющие стекломатериалы (стеклоткани, стеклохолсты) или полотна из синтетических волокон (например, из полиэстера).

Такие материалы имеют высокую гибкость и прочность при минусовых температурах, а также низкое водопоглощение, которые вместе обеспечивают кровле эксплуатационную надежность.



Рис. 3. Структура кровли в зависимости от вида

Необходимо понимать, что устройство архитектурно-ландшафтных объектов на эксплуатируемых крышах требует больших одновременных затрат, налаженной службы ухода за ними и высокой культуры пользователей этих объектов. Человек, посетивший такой объект, должен твердо знать, что нельзя выкидывать пустые бутылки и прочие предметы с крыши, разводить костры для приготовления шашлыков, нельзя пробовать силу на тех или иных деталях эксплуатируемой крыши и т.п.. Поэтому проектировщики вынуждены принимать антивандальные меры, обеспечивающие безопасность нахождения людей на эксплуатируемых кровлях и на прилегающих к ним территориях.

Конструкцию зеленой кровли можно представить как очередность следующих материалов:

- растительный слой – выбирается в соответствии с климатом и пожеланиями заказчика;
- почвенный субстрат (смесь) – легче, чем земля из-за различных включений, что особенно важно для кровель интенсивного типа;
- фильтрующий слой – геотекстиль, для предотвращения засорения дренажа частицами грунта;
- дренажная система;
- слой гидроизоляции – предотвращает от попадания воды в здание через конструкцию;
- слой теплоизоляции.

Неоспоримо то, что зеленая кровля улучшает эстетический вид здания. Но у таких кровель есть еще масса минусов и плюсов. Доказано, что озеленение уменьшает уровень шума, так как почва способна поглощать низкие частоты, а растения – высокие, защищает от ультрафиолетовых лучей, увлажняет воздух, потому как растения задерживают до 90% дождевой воды, а в случае пожара слой почвы будет препятствовать его распространению. Необходимо понимать, что такая кровля имеет сложную конструкцию, устройство которой само по себе затратное занятие. На содержание сада в порядке тоже будут затрачены некоторые средства и время. Некачественная установка оборудования может привести к протеканию и разрушению части здания.

Закключение. Развитие строительной индустрии дало возможность создать материалы для кровли с характеристиками, позволяющими эксплуатировать кровлю без ремонтов до 30-50 лет. Благодаря этому, идея строительства частных домов с плоскими кровлями очень популярна в Европе и Америке, а в Беларуси с каждым годом таких кровель становится все больше и больше. В наше время, благодаря развитию технологий, создать эксплуатируемую кровлю стало проще, а назначение ее будет зависеть только от фантазии заказчика.

ЛИТЕРАТУРА

1. Титова, Н.П. Сады на крышах / Н.П. Титова. – М. : ОЛМА-ПРЕСС Гранд, 2002. – 112 с.
2. Верзилин, Н.М. По следам Робинзона. Сады и парки мира / Н.М. Верзилин. – М.-Л., Детгиз, 1946. – 570 с.
3. Устройство зеленой кровли – конструкция, виды, достоинства и недостатки озеленения крыши [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gidproekt.com/ustrojstvo-zelenoj-krovli-konstrukciya-vidy-dostoinstva-i-nedostatki-ozeleneniya-kryshi.html>.
4. Рекомендации. Рекомендации по проектированию озеленения и благоустройства крыш жилых и общественных зданий и других искусственных оснований [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://snipov.net/c_4673_snip_101295.html.
5. Пособие по озеленению и благоустройству эксплуатируемых крыш жилых и общественных зданий, подземных и полуподземных гаражей, объектов гражданской обороны и других сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gazon.ua/man/article/Posobiye_po_ozeleneniyu_i_blagoustroystvu_ekspluatiruyemykh_krysh.

УДК 721.012

СОЗДАНИЕ БЕЗБАРЬЕРНОЙ СРЕДЫ В МЕТРОПОЛИТЕНАХ
НА ПРИМЕРЕ МИНСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА

А.М. ХАЦКЕВИЧ

(Представлено: А.В. ВЕРИГО)

Освещены вопросы обеспечения беспрепятственного доступа инвалидов к объекту социальной инфраструктуры такой как метрополитен. Показаны различные приспособления для создания безбарьерной среды для физически ослабленных лиц в метрополитенах на примере Минского метрополитена.

Вопросы обеспечения метрополитенов различными приспособлениями для создания комфортной безбарьерной среды сегодня ставятся все чаще. Современные метрополитены имеют удобную среду жизнедеятельности для инвалидов и других физически ослабленных лиц. Все больше подземок обустраиваются под нужды пассажиров с ограниченными способностями, в том числе и Минский метрополитен. В столице на данный момент реализуется комплекс мер по созданию условий инвалидам для беспрепятственного пользования транспортом. Все большее число пассажиров с ограниченными возможностями стали пользоваться услугами Минского метрополитена.

Безбарьерная городская среда – это пространство, доступное для всех членов общества, независимо от возраста, состояния здоровья, степени их активности, не имеющая преград для активной жизнедеятельности городского общества [1].

За прошедший месяц в службу безопасности Минского метрополитена поступило более 420 заявок на оказание помощи таким пассажирам в сопровождении их к поездам столичной подземки.

Согласно Конституции Республики Беларусь каждый гражданин имеет право на образование, труд и отдых, также участие в культурной жизни общества, право на свободу передвижения. Удобность городского пространства, в том числе удобность транспорта (метро) непосредственно связана с реализацией личных прав. Это стало возможным благодаря целенаправленной работе метрополитена в реализации Государственной программы по созданию безбарьерной среды жизнедеятельности физически ослабленных лиц, обеспечению их свободного доступа к общественному транспорту [2].

С 2001 г. строящиеся станции оборудуются лифтами и подъемными платформами для инвалидов-колясочников, выполняются работы по установке подъемных платформ вертикального и наклонного исполнения на станциях метрополитена, введенных в эксплуатацию до 2001 г.

Систематически проводятся работы по нанесению (обновлению) контрастных цветовых полос желтого цвета на верхнюю и нижнюю ступени лестничных маршей по пути следования от входа в подземный пешеходный переход до платформы станций и на входные площадки эскалаторов и лифтов, с целью создать комфорт для людей с ослабленным зрением.

На всех станциях метрополитена, силами эксплуатационного персонала службы пути и тоннельных сооружений, на краях пассажирских платформ произведено устройство шудлиний из рельефного керамогранита желтого цвета.

На дверях метро, установленных на входах и выходах из вестибюлей станций, и в павильонах над входами в подземные пешеходные переходы нанесены контрастные надписи предупреждающего характера.

В подземных пешеходных переходах и на платформах станций установлены переговорные устройства для связи с физически ослабленными лицами и инвалидами-колясочниками, начаты работы по оборудованию станций речевыми информаторами для ориентирования инвалидов по зрению.

За последние четыре года на реализацию безбарьерной среды в Минском метрополитене на эти цели были израсходованы более 12,4 миллиардов рублей. В метро общим числом функционируют 23 лифта, 22 платформы с наклонным и 3 с вертикальным перемещением, 15 мобильных гусеничных подъемников. Эти и другие элементы безбарьерной среды нашли отражение на подробной детализированной интернет-карте, размещенной на сайте Минского метрополитена (рис. 1).

Таким образом, на карте безбарьерной среды Минского метрополитена практически не осталось «белых пятен»: все станции подземки оснащены различными техническими средствами для перемещения инвалидов-колясочников к поездам.

Более того в метрополитене разработаны специальные инструкции по оказанию помощи физически ослабленным пассажирам, а все инспекторы службы безопасности прошли курс обучения по эксплуатации подъемных устройств (рис. 2). Порядок и условия перемещения таких пассажиров по станциям минской подземки:

– планируя воспользоваться услугами Минского метрополитена, необходимо заблаговременно позвонить дежурному диспетчеру и сообщить ему о предполагаемом маршруте движения, времени при-

бытия на начальную станцию и номер входа на станцию. В указанное время к пассажиру выйдет сотрудник метрополитена и окажет помощь в доставке на платформу;

- все входы в подземные пешеходные переходы, ведущие к станциям метрополитена, оборудованы соответствующими стикерами с указанием контактных телефонов дежурных диспетчеров и номера входа на станцию;

- входы, оборудованные наклонными лестничными платформами, имеют специальную панель с кнопкой «Связь с оператором», нажав на которую можно вызвать сотрудника метрополитена, который окажет помощь в перемещении по наклонной лестничной платформе;

- станции «Кунцевщина», «Пушкинская», «Октябрьская», «Купаловская», «Площадь Ленина» и «Институт культуры» оборудованы речевым информатором для слабовидящих пассажиров. Для активации оборудования необходимо воспользоваться специальным пультом дистанционного управления. Дальнейшее направление движения ко входу на станцию сообщит громкоговоритель информатора;

- если пассажир спустился к кассовому залу станции самостоятельно и у входа в двери ему необходима помощь – можно воспользоваться кнопкой экстренной связи «sos-info» (панель желтого цвета с переговорным устройством), расположенной у входа в вестибюль или у кассовых окон;

- для оказания помощи в перемещении пассажира с ограниченными возможностями по эскалаторным лентам следует обратиться к любому сотруднику метрополитена, находящемуся в вестибюле станции.



Рис. 1. Техническое оснащение минского метрополитена



Рис. 2. Инспектор службы помогает пассажиру

Подводя итог, следует отметить, что в общем безбарьерность среды белорусского метрополитена находится на достаточно высоком уровне. Это, несомненно, благоприятно отражается на социальном качестве среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нойферт, П. Строительное проектирование / П. Нойферт. – М. : Архитектура С, 2005. – 264 с.
2. СТБ 2030-2010. Среда обитания для физически ослабленных лиц.
3. Порядок проезда физически ослабленных лиц по станциям метрополитена : норматив. правовой акт Минского метрополитена.

УДК 721.012

**АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ КАРТ-ПУТЕВОДИТЕЛЕЙ ПО ГОРОДУ
ДЛЯ ФИЗИЧЕСКИ ОСЛАБЛЕННЫХ ЛИЦ НА ПРИМЕРЕ Г. НОВОПОЛОЦКА****А.М. ХАЦКЕВИЧ**
(Представлено: А.В. Вериги)

Освещены проблемы маломобильной городской среды Беларуси и раскрыт метод решения данной проблемы с помощью создания карт безбарьерных маршрутов. В статью включены материалы научного исследования, посвященного изучению безбарьерной среды города Новополоцка.

Большая часть зданий архитектуры Беларуси не рассчитана на людей с ограниченными способностями, мам с колясками, пожилых людей, велосипедистов. Такая часть населения занимает более 2,5 млн всех жителей. Для обеспечения свободы перемещения нужны пандусы, достаточно широкие проходы, удобные и плавные съезды с тротуаров и т.д. Безбарьерная городская среда – это пространство, доступное для всех членов общества, независимо от возраста, состояния здоровья, степени их активности, не имеющая преград для активной жизнедеятельности городского общества [1].

В целях улучшения качества жизни населения ставится вопрос, касающийся непосредственно каждого из нас - доступность городской среды. Решением данной проблемы должно стать создание безбарьерных маршрутов.

Прежде всего, безбарьерная среда необходима гражданам с ограниченными возможностями для перемещения. Однако данная проблема касается всех: будь то узкие проходы в магазинах, неудобные для женщин с колясками; отсутствие пандусов, тяжелые двери или высокие ступеньки, которые могут привести к большим неудобствам для пожилых людей; или же плохие съезды с бордюров, становящиеся препятствием для велосипедистов. Люди, получившие травму, инвалиды и пожилые люди оказываются буквально заперты в четырех стенах из-за многочисленного присутствия физических барьеров.

Согласно Конституции Республики Беларусь каждый гражданин имеет право на образование, труд и отдых, также участие в культурной жизни общества, право на свободу передвижения. Удобность городского пространства непосредственно связана с реализацией личных прав. Самым первым нормативным актом безбарьерного строительства для Беларуси стал РСН 70-90 об «Обеспечении условий для передвижения инвалидов, пользующихся креслами-колясками, при разработке проектов планировки и застройки жилых районов и микрорайонов, а также жилых и общественных зданий в Белорусской ССР», начавший действовать с 1990 г. [2].

Изданный в 1991 году Закон «О социальной защите инвалидов в Республике Беларусь» запретил строить и проектировать объекты, не имеющие должных условий доступности для инвалидов. Также был установлен Государственный Стандарт СТБ 2030–2010, он определяет основные положения среды обитания для физически ослабленных лиц различных категорий, соблюдение которых обеспечивает им возможность самостоятельной деятельности, способствует их социальной интеграции, создает необходимые жизненные условия [3].

Однако, несмотря на достаточно большое количество нормативных строительных норм, кодексов, законов, различных государственных программ по созданию доступной среды и санкции за нарушение норм строительства - проблема создания среды, доступной для всех категорий граждан остается крайне актуальной. Время показывает, что только сами граждане могут улучшить эту ситуацию. При активном действии и участии самих инвалидов и инвалидных организаций в целях улучшения безбарьерной среды города в виде контроля за соблюдением законодательства о строительстве, активном влиянии и воздействии на органы власти в целях обеспечения эффективности приспособления существующих городских объектов и недопущения действия новых построек без соблюдения норм доступности хорошо безбарьерность пространства улучшается [4].

Карта маршрутов безбарьерной среды дает информацию о доступности необходимых зданий организаций и дает возможность составить план маршрута еще до выхода из дома или с помощью навигатора (рис. 1).

Составление подобных карт популяризирует идеи доступности безбарьерной среды между бизнес-организациями, повышает престижность «доступности», что также может побудить организации адаптировать свои помещения для людей с ограниченной подвижностью и привести к увеличению процента доступных зданий, так как сами владельцы или арендаторы будут стремиться сделать свои помещения удобными.

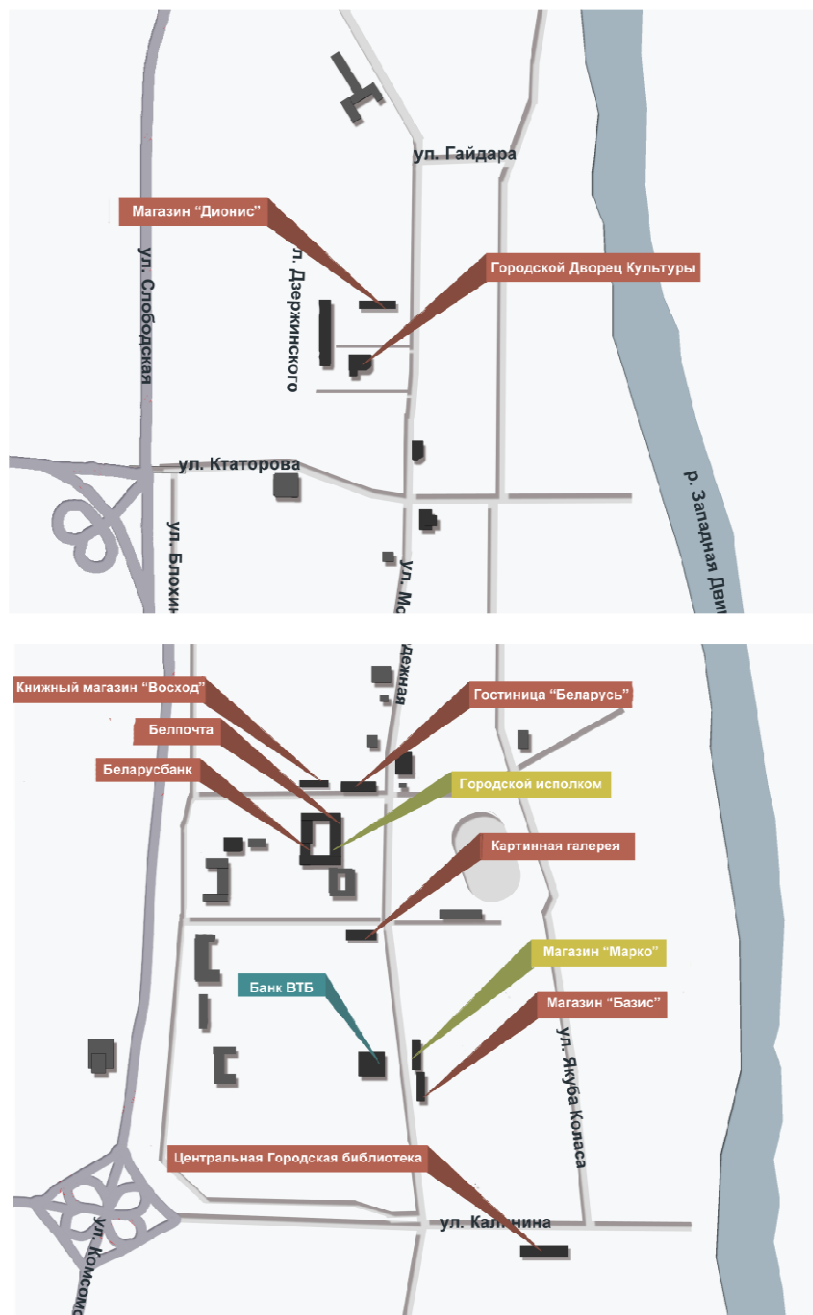


Рис. 3. Карта безбарьерной среды г. Новополоцка
(красным – агрессивные пространства, желтым – средние, зеленым удобные)

Как уже было замечено большинство белорусских зданий не приспособлены для людей с инвалидностью. Несмотря на то, что в Беларуси одних только инвалидов-колясочников около 19 тысяч. Поэтому составление подобных карт принесет существенную пользу обществу.

Кроме инвалидов подобные карты могут широко использоваться пожилыми гражданами, так как отсутствие пандусов, неудобные входные двери и высокие ступени очень осложняют путь многим пожилым людям. Карты-путеводители помогут обратить внимание пожилых граждан на более удобные здания и места.

Также подобные карты будут удобны для людей, получивших травму. Высокие бордюры, отсутствие пандусов и лифтов в зданиях для человека на костылях даже поход в поликлинику делают настоящей проблемой. Здесь путеводитель поможет таким людям продолжать принимать участие в культурной жизни общества, облегчая путь и указывая на удобные места для посещения.

Помимо этого, карты-путеводители будут полезны также для матерей с детьми. Детские коляски довольно тяжелые, и из-за отсутствия пандусов мамы часто вынуждены заносить их в здание на руках.

Во многих зданиях, магазинах довольно узкие проходы, из-за чего проехать с коляской становится невозможно. Но с помощью карты можно выбрать здание поудобнее.

Низкая удобность городской среды также причиняет неудобства велосипедистам. Во многих европейских городах велосипеды являются популярным средством передвижения, так как экономичны, экологичны и помогают вести более здоровый образ жизни. Однако у нас в стране имеются преграды развития велосипедного транспорта в Беларуси – высокие бордюры, плохие дороги. Карты-путеводители помогут обнаружить более приятный путь поездки и мотивировать на передвижение на велосипеде, тем самым улучшая экологическую ситуацию в городе.

Подводя итог, следует отметить, что несмотря на то, что в нашей стране очень плохо развита безбарьерность среды, активное участие граждан может значительно его улучшить. На данный момент полноценной карты-путеводителя по городам Беларуси еще нет, ведь для того, чтобы создать действительно хорошую, полную и подробную карту, необходимо участие очень большого числа людей (волонтеров), которые будут добавлять объекты на карту. Но проекты по созданию таких карт существуют и постепенно движутся к выполнению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нойферт, П. Строительное проектирование / П. Нойферт. – М. : Архитектура-С, 2005. – С. 264.
2. Обеспечение условий для передвижения инвалидов, пользующихся креслами-колясками, при разработке проектов планировки и застройки жилых районов и микрорайонов, а также жилых и общественных зданий в Белорусской ССР : РСН 70-90.
3. Среда обитания для физически ослабленных лиц : СТБ 2030-2010.
4. Парк, Р. Город как социальная лаборатория. Современная западная социология / Р. Парк. – Минск : Тесей, 2008. – С. 29.

УДК 72.05:296.735(476.6)

СТЫЛІСТЫЧНЫЯ АСАБЛІВАСЦІ І ТЭНДЭНЦЫІ БУДАЎНІЦТВА КАТАЛІЦКІХ ХРАМАЎ
ПАЎНОЧНАЙ ГРОДЗЕНШЧЫНЫ

М.К. ШАЎЛІС

(Прадстаўлена: канд. гіст. навук, дац. У.Я. АЎСЕЙЧЫК)

Гродзенская вобласць знаходзіцца ў паўночна-заходняй частцы краіны, мяжуе з Польшчай і Літвой, праз вобласць працякае рака Нёман, якая працягнулася амаль на тысячу кіламетраў па Беларусі і Літве (мал. 1).

Шырока вядомая архітэктурная, у тым ліку горадабудаўнічая, спадчына Гродзеншчыны. Тут на берагах Нёмана, як ні ў адной іншай вобласці Беларусі, захавалася значная колькасць аб'ектаў манументальнага дойлідства. Умацаванні Гродна, Ліды, Навагрудка і Крэва разам з іншымі беларускімі, літоўскімі і ўкраінскімі замкамі ўтварылі ў часы ВКЛ цэласную абарончую сістэму агульнадзяржаўнага значэння. Вялікая была яе роля ў абароне ад нападаў рыцараў-крыжакоў. Да перамогі над Тэўтонскім ордэнам у Грунвальдскай бітве 1410 г., крэпасці і замкі Гродзеншчыны з'яўляліся апорнымі пунктамі абароны.



Мал. 1. Карта Гродзенскай вобласці

Многія гарады, пасёлкі і вёскі Гродзенскай вобласці захавалі ў сваіх цэнтральных частках архітэктурна-планіровачныя асаблівасці мінулых стагоддзяў, а таксама дзясяткі твораў архітэктуры і культуры. Многіх з іх, на шчасце, не закранулі горадабудаўнічыя пераўтварэнні апошніх стагоддзяў. Слонім і Навагрудак, Крэва і Гальшаны, Жыровічы і Дзятлава непаўторныя ў сваім абліччы, прывабныя гістарычна-архітэктурнымі ансамблямі, вартымі ўвагі ландшафтамі. Але ёсць гарады, якія вылучаюцца складанай, шматоблічнай прыгажосцю, якая нарадзілася з напластаванняў, пакінутых рознымі эпохамі і мастацкімі стылямі. Такая прыгажосць горада Гродна [1]. Пабудовы розных часоў суседнічаюць на яго вуліцах і плошчах, і гэта не здаецца несумяшчальным, а, наадварот, складае дзіўнае адзінства і прывабнасць.

Шмат каталіцкіх храмаў захавалася на беларускай зямлі. Большасць з іх адносяцца да ахоўваемай дзяржавай гісторыка-культурнай спадчыны [2]. Дзякуючы падтрымцы дзяржавы апошніх

дзесяцігоддзяў многія касцёлы Беларусі ў нядаўнім мінулым былі адноўлены або рэканструяваны, большасць касцёлаў выкарыстоўваюцца каталікамі і ў нашы дні.

Беларусь мае выключна багаты прыродны і гісторыка-культурны патэнцыял, спрыяльны для турызму. Адносна мяккі клімат, у спрыяльнай прапорцыі суадносяцца з ландшафтамі: адкрытыя і залесеныя прасторы, багацце рэк і азёр, адсутнічаюць шырокія горнарудныя і прамысловыя раёны. Рэспубліка мае кампактную тэрыторыю, густую сетку сельскіх і гарадскіх (асабліва малых і сярэдніх) населеных пунктаў, развітую інфраструктуру дарожных камунікацый рознага ўзроўню. У гарадах і сельскай мясцовасці знаходзіцца 1834 помнікі археалогіі, 1597 – архітэктуры, 1131 – гісторыі, 122 – мастацтва, каля 100 цэнтраў народных промыслаў і рамёстваў, дзясяткі лакальных раёнаў традыцыйнага ткацтва і вышыўкі, ганчарства, пляцення і г.д. Акрамя прыродных запаведнікаў, заказнікаў існуюць селішчы і гарады, якія ўяўляюць сабой комплексныя запаведнікі, дзе гістарычнае асяроддзе суседнічае з традыцыйна-бытавым укладам жыцця.

Турызм з'яўляецца адной з найбуйнейшых галін сусветнай эканомікі, якія дынамічна развіваюцца і спрабуюць заняць належнае месца ў эканоміцы нашай дзяржавы. У цяперашні час распрацаваны шматлікія турыстычныя маршруты разнастайнай тэматыкі і напрамкаў.

На поўначы Гродзенскай вобласці Беларусі захаваліся ўнікальныя помнікі археалогіі, архітэктуры і культуры, якія прадстаўляюць гісторыю станаўлення беларускай дзяржавы. Помнікі архітэктуры і гісторыі Гродзеншчыны займаюць значнае месца ў культурнай спадчыне Беларусі. Найбольш вядомыя з іх: касцёлы ў вёсках Міхалішкі, Герваты, Дайлідкі, Кемелішкі, Гудагай; у вёсцы Варняны - старадаўні архітэктурны ансамбль 18 стагоддзя: Юр'еўскі касцёл, дом ксяндза, аптэкара, жылая вясковая архітэктура. У Ашмянскім раёне вылучаецца вёска Баруны, дзе захаваліся цудоўны касцёл; а ў мястэчку Гальшаны захаваліся касцёл, царква і руіны замка роду Сапегаў [3]. На тэрыторыі Смаргонскага раёна ў вёсцы Крэва размешчаны руіны аднаго з самых старажытных сярэднявечных замкаў, у далёкія часы ў гэтым замку праходзілі важнейшыя дзяржаўныя падзеі, а зараз Крэўскі замак - гэта адзін з найважнейшых архітэктурных помнікаў Беларусі. А ў Залесі Смаргонскага раёна знаходзіцца выдатны палац Агінскага.

Касцёлы поўначы Гродзеншчыны прадстаўляюць вялікую цікавасць для турыстаў, іх багацце ўнутранае і знешняе ўбранне, разнастайнасць формаў, і, на дадзены момант, добры стан, служаць добрым стымулам, для таго каб адправіцца ў падарожжа і наведаць касцёлы Беларусі. Культурна-гістарычная спадчына і касцёлы Гродзенскай вобласці прыцягваюць мноства турыстаў.

Менавіта культура будынка з'яўляюцца матэрыяльным сведчаннем багатай гісторыі краю. Касцёлы і манастыры, якія і сёння ўпрыгожваюць гістарычныя цэнтры гарадоў і сельскіх паселішчаў Гродзеншчыны. Фарміраванне адметнай архітэктуры адбывалася на працягу доўгага часу, але калі казаць пра паўночныя ўзоры Гродзенскай вобласці, то варта згадаць прымяненне тыпаў манастырскай забудовы і арганізацыі прасторы касцёла, якія ўжо склаліся на Захадзе. Тым не менш, на тэрыторыі Беларусі ўзніклі храмы і манастыры з іх характэрным абліччам, абумоўленым багатай культурнай традыцыяй краю, заснаванай на ўзаемаўплыве візантыйскай і рымскай культуры, асаблівасцямі мясцовага клімату і ўзроўню будаўнічай тэхнікі.

Нязначная адлегласць паўночнага рэгіёна Гродзеншчыны ад Вільні (усяго каля 30 км) рабіла гэты рэгіён навакольным сталіцы, і ў краязнаўчай літаратуры ён заўсёды разглядаўся як Віленшчына.

Рэгіянальная і гістарычная залежнасць ад Вільні адбілася на спецыфіцы архітэктурнай спадчыны края. У канцы XIV ст. гэты рэгіён, разам з Вільняй, прыняў хрышчэнне па каталіцкім абрадзе (1387 г.), таму ўсе ацалелыя тут помнікі сакральнай хрысціянскай архітэктуры маюць каталіцкае паходжанне. Вялікія зямельныя надзелы і многія населеныя пункты паўночнага рэгіёна са старажытнасці належалі Віленскаму біскупству. З гістарычнымі падзеямі часоў фармавання Вялікага Княства Літоўскага і пашырэннем каталіцтва звязаны першыя пісьмовыя звесткі пра найбольш старажытныя мястэчкі і паселішчы рэгіёна, пра заснаванне ў іх каталіцкіх парафій. Першыя касцёлы, відавочна, былі пабудаваны з традыцыйнага мясцовага будаўнічага матэрыялу — дрэва, але, з прычыны яго недаўгавечнасці, неаднаразова перабудоўваліся, мянялі сваё аблічча і да нашага часу не дайшлі. Больш трывалыя мураваныя храмы з'яўляюцца толькі ў XVII ст. Іх архітэктура выразна адлюстроўвала ўплыў архітэктурна-мастацкага стылю барока, што панавала ў той час у храмабудаўніцтве Заходняй і Цэнтральнай Еўропы, але ў беларускім дойлідстве набыў свае самабытныя рысы з прычыны моцных мясцовых будаўнічых традыцый.

Сярэдзіна XVII ст. была адзначана шматгадовай вайной паміж Рэччу Паспалітай, з аднаго боку, і Маскоўскай Руссю і Швецыяй — з другога. Арэнай гэтай вайны, якая атрымала ў гісторыі назву «крывавы папоп», стала тэрыторыя Вялікага Княства Літоўскага. Былі разрабаваныя і спаленыя амаль усе гарады і мястэчкі, якія мелі пераважна драўляную забудову, а таксама нешматлікія мураваныя збудаванні, асабліва каталіцкія храмы. Да прыкладу вёска Міхалішкі Астравецкага раёна, размешчаная на важнай воднай артэрыі, мела стратэгічнае значэнне і таксама пацярпела падчас гэтай вайны. Верагодна, у гэты час быў зруйнаваны першы мураваны касцёл у гонар Яна Хрысціцеля [4]. Фундацыя на будаўніцтва новага касцёла была зроблена пасля замірэння Рэчы Паспалітай са Швецыяй сынам першага фундатара Янам Бжастоўскім у 1662 г. Аўтарам пабудовы лічыцца архітэктар бельгійскага паходжання Крыштоф Пенс, які заснаваў цэлую дынастыю архітэктараў і дэкаратараў у Вялікім Княстве Літоўскім.

Падчас «патопу», у 1659 г., у Кракаве выйшаў першы ў Рэчы Паспалітай мясцовы трактат па архітэктуры і будаўніцтве, які пачынаўся з прадмовы «да можных» і заклікаў іх будаваць адпаведна «свайму небу і звычайу», гэта значыць, адпаведна сваім традыцыям, клімату і ладу жыцця. Мясцовы традыцыяналізм, дэкларатыўны патрыятызм, рыцарскі дух, узмоцнены ваеннымі падзеямі, — гэта прыкметы тагачаснай ідэалогіі, якая завецца ў навуцы «сарматызмам». Гэтая з’ява генетычна паходзіць ад назвы старажытнага вольнага племені сарматаў, нашчадкамі якіх лічылі сябе прадстаўнікі мясцовай шляхты. Спалучэнне ідэалогіі сарматызму з мастацкімі сродкамі агульнаеўрапейскага стылю барока, што паступова пашыраўся ў беларускім сакральным дойлідстве на працягу XVII ст., прывяло да фармавання адметнай плыні «сармацкага» барока, першым і праграмным творам якога ў гісторыі беларускай архітэктуры стаў касцёл Міхала Арханёла ў Міхалішках Астравецкага раёна.

Наступны архітэктурна-мастацкі кірунак позняга беларускага барока, названы «віленскім барока», выступае ў гісторыі еўрапейскага мастацтва з’явай значнай і самабытнай.

Шматлікія старажытныя святыні сталіцы Вялікага Княства Літоўскага моцна пацярпелі падчас пажараў горада ў 1737 і 1747 гг. Іх адбудова патрабавала вялікіх намаганняў і сродкаў. У гэты час у Вільні супольна працавалі замежныя і мясцовыя архітэктары, дэкаратары, рамеснікі розных будаўнічых прафесій, якія аднаўлялі горад, надавалі яго святыням больш сучасны еўрапейскі выгляд. У выніку гэтай дзейнасці ў сярэдзіне XVIII ст. склаўся адметны архітэктурна-мастацкі стыль, які атрымаў у мастацтвазнаўстве назву «віленскага барока». Для храмаў віленскага барока характэрныя дзве высокія шмат’ярусныя ажурныя вежы на галоўным фасадзе, якія маюць тэлескапічную будову. Ярусы вежаў паступова змяншаюцца ўверх па памерах, што надае ім моцную стэрыяскапічную перспектыву і зрокава робіць яшчэ больш высокімі і ўзнёслымі. Праёмы вежаў мелі маляўнічы фігурны абрыс, былі скразнымі, што стварала на фоне неба прыгожы карункавы ўзор, рабіла архітэктурнае збудаванне лёгкім і нібыта нематэрыяльным. Гэтую ілюзію ўзмацнялі хвалістыя абрысы планаў і фасадаў будынкаў, вытанчаны ордэрны дэкор, пышныя алтарныя кампазіцыі, якія стваралі неакрэсленыя межы паміж прасторай і масай будаўнічага матэрыялу, чым істотна адрозніваліся ад строгасці і лапідарнасці сармацкага барока папярэдняга часу.

Новы напрамак позняга беларускага барока, звананага віленскім, у хуткім часе распаўсюдзіўся па ўсёй краіне і, зразумела, не абмінуў рэгіён, найбольш блізкі да сталіцы. У стылі віленскага барока ў 1760–1761 гг. на ахвяраванні парафіянаў быў пабудаваны мураваны касцёл Узвышэння святога Крыжа ў вёсцы Быстрыца, адначасова з Быстрыцай было распачата будаўніцтва мураванага касцёла ў блізкай ад яе вёсцы Варняны. Юр’еўскі касцёл у Варнях пабудаваны ў стылі віленскага барока ў 1760–1769 г. і кансэраваны віленскім біскупам Т. Зянковічам [5]. Асноўны мастацкі акцэнт, адпаведна яго дамінантнай ролі ў ансамблі, зроблены на галоўным двухвежавым фасадзе касцёла, які выступае за межы асноўнага аб’ёма і вызначаецца вытанчанасцю і ажурнасцю сілуэта. Асноўнай славатасцю вёскі Баруны Ашмянскага раёна з’яўляецца касцёл Святых Пятра і Паўла, які быў пабудаваны ў 1757 годзе. Гэты касцёл з’яўляецца вельмі яркім увасабленнем архітэктуры віленскага барока. Дадзены ўнікальны храм знаходзіцца ў самым цэнтры вёскі.

Акрамя мураваных культавых збудаванняў на поўначы Гродзеншчыны ацалела некалькі каштоўных помнікаў драўлянага сакральнага дойлідства. Відавочна, што ўсе ацалелыя на сённяшні дзень помнікі драўлянага культавага дойлідства Астравеччыны маюць агульныя рысы ў аб’ёмна-прасторавай кампазіцыі і вызначаюцца сціплым дэкаратаўным вырашэнні. Першапачаткова яны былі ўзведзены ў эпоху барока, потым былі рэканструяваны ці адноўлены на старых падмурках і набылі прыкметы новых архітэктурна-мастацкіх стыляў, але трывала захоўвалі традыцыі мясцовага цяслярства паўночнага захаду Беларусі.

Жыхары Гродзеншчыны з даўніх часоў з вялікай павагай ставіліся да Бога. Сведчанне таму — велічныя высокамастацкія храмы, шматлікія каплічкі. Яны даносяць да нас многавяковую гісторыю народа, шматпакутны лёс нацыі, яе імкненне да зямнога дабрабыту, міру, ушанавання рэлігійных, агульначалавечых ідэалаў. Храмы — гэта святыні, якія беражліва, з пакалення ў пакаленне, народ ахоўваў ад гістарычных катаклізмаў, каб перадаць у будучыню ўвасаблены ў іх неацэнны духоўны скарб, нерухома каштоўнасць — душу нацыі.

ЛІТАРАТУРА

1. Харэўскі, С. В. Культывая архітэктура Заходняй Беларусі / С. Харэўскі // Искусство и культура. – 2012. – № 3(7). – 18 с.
2. Калаліцкія храмы на Беларусі. – Мінск : Беларус. энцыкл., 2000. – 20 с.
3. Збор помнікаў гісторыі і культуры Беларусі. Гродзенская вобласць. – Мінск, 1986. – 43 с.
4. Памяць. Астравецкі раён. – Мінск : Беларус. энцыкл., 2004. – 480 с.
5. Гісторыя вёсак і мястэчак Астравеччыны [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: <http://astraviec.org/cms/index.php?option=com>. – Дата доступу: 21.09.2016 г.

УДК 72.05:296.735(476.6)

КАСЦЁЛ СВ. МІХАІЛА АРХАНЁЛА Ў СМАРНОНІ: ГІСТОРЫЯ І АРХІТЭКТУРНЫЯ АСАБЛІВАСЦІ

М.К. ШАЎЛІС

(Прадстаўлена: канд. гіст. навук, дац. У.Я. АЎСЕЙЧЫК)

Смаргонь — даўняе мястэчка гістарычнай Ашмяншчыны (частка Віленшчыны) [1]. Упершыню Смаргонь упамінаецца ў дакументах па гісторыі Вілейскай епархіі ў 1503 г. Вядомая як прыватнае мястэчка ў ВКЛ, уласнасць Зяновічаў, Радзівілаў, Пшаздзецкіх. Звалася таксама Смургоні, у 19 ст. Смаргоні. У 1552 тут заснаваны кальвінісцкі збор. З 1590 пачалі працаваць папяровая мануфактура, школа, шпіталь. У Смаргоні ўпершыню сталі выпякаць абаранкі (смаргонкі). У 17 ст. Радзівілы заснавалі так званую «Смаргонскую акадэмію» [2] – жартоўная назва промыслу па лоўлі і дрэсіроўцы мядзведзяў. З 1795 Смаргонь у складзе Расійскай імперыі. У час вайны 1812 пры адступленні французскіх войскаў тут спыняўся Напалеон, перадаў камандаванне маршалу І. Мюрату і з'ехаў у Парыж. З таго часу дарогу Смаргонь—Ашмяны завуць Напалеонаўскай дарогай. У 1-ую сусветную вайну праз Смаргонь праходзіла лінія фронту, паселішча было разбурана. У 1920–1922 Смаргонь увайшла ў склад Сярэдняй Літвы, з 1922 – Польшчы. З 1939 у БССР, з 1940 горад, цэнтр раёна.

Галоўнай славатасцю Смаргоні з'яўляецца архітэктурны помнік XVI ст. Кальвінскі збор. Гэта адзін з цікавейшых помнікаў ранняга рэнесансу Беларусі (мал.1).



Мал. 1. Сучасны выгляд касцёла св. Міхаіла Арханёла

Калі у XVI ст. у Еўропе пачала распаўсюджвацца новая рэлігійная плынь – рэфармацыя, многія магнаты сталі кальвіністамі. Сярод іх былі Юрый Зяновіч (каля 1510–1583) і яго сын Хрыстафор (каля 1540–1614), уладары Смаргоні.

Менавіта Хрыстафор Зяновіч заклаў падмурак будучага храма, а яго сын Юрый завяршыў будаўніцтва ў сярэдзіне 50-х гадоў XVI стагоддзя. Больш дакладную дату завяршэння будаўніцтва назваць цяжка, бо яна розная ў розных даследчыкаў – 1553, 1555, 1558 гг. і іншыя. Але гэтыя звесткі тычацца больш ранніх драўляных храмаў. Даследаванні беларускіх рэстаўратараў паказалі, што культывы будынак, які захаваўся да нашых дзён, быў узведзены ў 1606–1612 гг. як кальвінскі збор Мікалаем Багуславам Зяновічам, а ў 1621 г. Сафіяй (з Зяновічаў) перададзены пад касцёл і асвечаны ў гонар Св. Тройцы, у 1866 г. прыстасаваны пад праваслаўную Мікалаеўскую царкву, у 1923–1925 і ў 1970-я гг. рэстаўраваны [3].

Унутраная прастора храма ўяўляе сабою круглую залу, перакрытую сферычным купалам. Аднак звонку яна «апрагнута» ў нероўнабаковы васьмігранны аб'ём: з поўдня і поўначы яго грані ўдвая большыя за астатнія і маюць па два светлавыя праёмы, іншыя — па аднаму (мал. 2). Гэта надае асноўнаму аб'ёму храма пры агульнай кампактнасці мас нязначную падоўжнасць па восі ўсход—заход. Каб схваць неадпаведнасць геаметрычных форм інтэр'ера і вонкавай кампазіцыі, таўшчыня сцен будынка дасягае ў вузлавых месцах 3 м. У той жа час, каб знізіць масіўнасць канструкцый і павялічыць унутраную прастору, сцены раскрапаваны глыбокімі паўцыркульнымі арачнымі нішамі, якія дазваляюць ажыццявіць лагічны

канструкцыйны пераход да круга ў аснованні купала. На скошаных гранях іх дапаўняюць вытанчаныя высокія конхавыя нішы-табернакулы, што падкрэслівае рэнесансны характар інтэр'ера.

Ніжняя частка купала звонку закрыта таксама нероўнабаковым васьмігранным дэкаратыўным атыкам. Па сваёй канструкцыі ён не прыстасаваны да абарончых функцый. Атык аздабляе прыгожая готыка-рэнесансная аркатура, імпасты якой аформлены ў выглядзе кароткіх пілястраў, прычым на бакавых фасадах размешчана па чатыры падвойныя арачныя нішы, а на астатніх — па дзве. Відавочна, што пры цэнтрычнасці ўнутранага купала вячаючыя масы звонку захоўвалі агульную падоўжнасць кампазіцыі. Выклікае пытанне аўтэнтычнасці характар завяршэння атыка і пакрыцця купала. Падчас рэстаўрацыі збора ў 1970-я гг. яму нададзена нероўнабаковае васьмісхільнае шатровае пакрыццё — на папярэднім этапе яно мела невялікі падоўжны вільчык, — было вальмавым. На больш ранніх здымках пачатку XX ст. і малюнках другой паловы XIX ст. бачна, што на той час храм завяршаўся самкнутым нероўнабаковым васьмічасткавым купалам з ліхтарыкам у цэнтры. Гэтая форма пакрыцця найбольш блізкая да першапачатковай, бо адтуліна ў апэоне сферы ўнутранага купала мае перадумовай верхняе асвятленне інтэр'ера з дапамогай светлавога ліхтарыка, да таго ж больш адпавядае рэнесанснай архітэктуры храма, вырашанага накшталт шматлікіх купальных пахавальных капліц, распаўсюджаных у Рэчы Паспалітай у гэты перыяд. Пад храмам знаходзіцца крыпта для пахаванняў.

Тое, што смаргонскі кальвінскі збор вырашаны менавіта накшталт капліцы і алтарная частка ў ім адсутнічае, невыпадкова і мае пэўнае канфесійна-ідэалагічнае абгрунтаванне: у рэфармацкіх храмах акцэнт робіцца не на алтары, а на кафедры прапаведніка. Адзін з трох галоўных прынцыпаў пратэстантызму — свяшчэнства ўсіх дарослых, хрышчаных па веры. Пратэстантызм таксама адмаўляе некаторыя рэлігійныя таінствы, акрамя хрышчэння і св. камуніі (у некаторых кірунках дапускаецца споведзь). Гэтыя палажэнні, у сваю чаргу, адмаўляюць неабходнасць алтара як сакральнага месца для святара (знайшло адлюстраванне ў архітэктуры рэфармацкіх храмаў разглядаемага перыяду). Відавочна, што і сакрыстыя была прыбудавана да асноўнага аб'ёму з паўночнага боку пры прыстасаванні кальвінскага збора пад касцёл.



Мал. 2. Галоўны алтар касцёла св. Міхаіла Арханёла

Кампактная, блізкая да цэнтрычнай, купальная кампазіцыя храма ад пачатку была парушана прыбудовай да заходняй грані васьміграннага асноўнага аб'ёму роўнага з ім па шырыні і вышыні квадратнага ў плане ўваходнага аб'ёму, на другім ярусе якога, перакрытым крыжовым скляпеннем, размешчаны хоры. Сцены ўваходнага аб'ёму таксама надзвычай масіўныя, таму што да 1866 г. над ім узвышаліся яшчэ тры васьмігранныя ярусы вежы-званіцы, з якіх ацалелі толькі адзін. Каб трапіць на верхнія ярусы вежы-званіцы, не паслабляючы яе канструкцыйную трываласць, побач з ёй прыбудавана круглая гатычная вежачка з вітымі ўсходамі. Верагодна, смаргонскі кальвінскі збор меў яшчэ адну, круглую вежачку з паўночнага боку цэнтральнай вежы і яго ўваходная частка першапачаткова мела кампазіцыю, аналагічную Мікалаеўскаму касцёлу ў Міры. Архітэктурна-мастацтвазнаўчы аналіз форм і канструкцый збудавання сведчыць, што і надзвычайная масіўнасць сцен, і двухвежавае вырашэнне ўваходнай часткі, і кампазіцыя кафалікона маюць пераважна мастацка-стылявыя і канфесійна-ідэалагічныя карані.

З 1805 г. ў валоданне Смаргонню ўступіў князь Багдан Агінскі, які пасля пажару Смаргоні у 1806 г. вярнуў частку касцельных участкаў у падвойным памеры [4].

Пасля паражэння паўстання супраць царызму ў 1863 годзе каталіцкія касцёлы амаль паўсюдна пераўтвараліся ў праваслаўныя цэрквы. І ў Смаргоні з 1866 г., замест касцёла Святой Тройцы была ўжо

Міхайлаўская царква. Аздобы касцёла былі ліквідаваны, фрэскі забелены, і ўсталявана шатровая страха з макаўкай у рускім стылі. Да 1918 года храм быў праваслаўным, хаця ў гады Першай сусветнай вайны служба тут не вялася.

Доўгі час смаргонскія католікі не мелі ўласнай святыні. Аднак, як толькі з'явіўся талерантны маніфест 1905 г., адраділася і смаргонская парафія. У 1911 г. на рагу Мінскай і Вілейскай вуліц намаганнямі кс. Станіслава Кліма і кс. Юстына Пятранаса быў пабудаваны новы манументальны цагляны касцёл у неараманскім стылі. Новазбудаваную святыню асвяцілі пад старым парафіяльным тытулам св. Міхала Арханёла. Гэта была дзвюхвежавая трохнававая базіліка з трансептам. Амаль трыццаціметровыя чатырох'ярусныя вежы, квадратныя ў сячэнні, былі завершаны шматграннымі шатрамі. На адной з іх планавалася ўсталяваць гадзіннік, а ў другой зрабіць званіцу. На жаль, у час Першай сусветнай вайны новы касцёл быў дашчэнтну зруйнаваны. Сёння на гэтым месцы стаіць жылы дом.

У 1920 г. стары храм зноў вярнулі каталіцкай суполцы і асвяцілі пад гістарычным тытулам св. Міхала Арханёла. У 1925 г. святыня ў чарговы раз была рэканструявана: псеўдарускі дэкор і цыбулепадобныя галоўкі былі разабраны і заменены на формы, характэрныя для касцёльнага дойлідства. У 1936 г. купал і часткова сцены касцёла былі распісаны знакамітым мастаком Пётрай Сергіевічам. Сярод фрэсак асабліва вылучаліся “Выгнанне з Раю”, “Св. Крыштаф”, “Св. Станіслаў біскуп”, “За польскім часам” колькасць смаргонскіх парафіян перавышала 4000, да парафіі прыпісвалася толькі капліца ў Залессі.

У 1947 г. касцёл быў зачынены і прыстасаваны спачатку пад склад, потым пад магазін, а пасля рэстаўрацыі 1970 г. – пад выставачную залу і аб'яўлены помнікам архітэктуры рэспубліканскага значэння.

З сакавіка 1990 г. святыня зноў дзейнічае як каталіцкі касцёл св. Міхала Арханёла. Старажытныя фрэскі і роспісы П. Сергіевіча не захаваліся (былі знішчаны ў пасляваенныя гады). Новае абсталяванне святыні – алтарную кампазіцыю, новыя роспісы на скляпенні купала – стварыў кс. Тадэвуш Фурдына SDB, вядомы мастак салезіянін.

Аб'ёмна-прасторавая структура робіць смаргонскі кальвінскі збор найбольш тыповай рэнесанснай пабудовай Беларусі. Класічныя ўзоры архітэктуры эпохі Рэнесанса характарызуюцца ўраўнаважанасцю прасторы і масы, раўназначнасцю ўсіх фасадаў (найлепей дасягаецца пры цэнтрычнай кампазіцыі збудаванняў). У арганізацыі мас да іх набліжаецца і смаргонскі помнік, але яго кампазіцыя пад уплывам традыцый мясцовага храмабудаўніцтва не вытрымана паслядоўна цэнтрычнай.

ЛІТАРАТУРА

1. Ганчароў, А. Сморгонь / А. Ганчароў // *Энцыклапедыя гісторыі Беларусі*. У 6 т. Т. 6. Кн. 1 : Пузыны – Усяя // рэдкал. : Г.П. Пашкоў (галоўны рэд.) [і інш.]; маст. Э.Э. Жакевіч. – Мінск : БелЭн. – 2001. – 365 с.
2. Кляшчонок, Т. Аб заснавальніку Смаргонскай Мядзведжай Акадэміі / Т. Кляшчонок // *Рэгіянальная газета*. – 2000. – 4 лют. – № 5 (250)
3. Касцёл Святога Міхала Арханёла. Сморгонь [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: <http://www.radzima.org/be/object/1729.html>. – Дата доступу: 26.09.2016.
4. Помнікі гісторыка-культурнай спадчыны [Электронны рэсурс]. – Рэжым доступу: http://museumsmogon.by/area_monuments.htm. – Дата доступу: 26.09.2016.

УДК 314; 711.435

**ФАКТОРЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ
ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ****О.Ю. ЯРМОШ***(Представлено: канд. арх. Г.И. ЗАХАРКИНА)*

Рассмотрены факторы определения места расположения торгово-развлекательных центров. Проведен анализ демографического изменения населения за период с 2000 по 2016 гг. На примере полоцкого торгово-развлекательного центра «Манеж» проанализировано архитектурно-планировочное решение.

В настоящее время наметился возрастающий интерес к торгово-развлекательным комплексам. И это неспроста, поскольку люди ценят время и удобства. А такие центры объединяют под одной крышей много функций, что делает их более привлекательными чем по сравнению с мономагазинами.

Выделяют две модели торговых центров – европейскую и американскую. Основная масса европейских торговых центров, как правило, сосредоточена в пределах города, в местах наибольшего скопления покупателей, с хорошей пешеходной доступностью. Кроме того, для европейских торговых центров характерна концепция привлечения нескольких «якорных» арендаторов и возведение торговых галерей, построенных по классическому принципу. В США же более распространена концепция моллов за городом. В них посетители приезжают на автомобилях. Это легко объяснимо: основная масса населения США проживает в собственных домах в пригородах.

Поскольку Беларусь приближена к европейской модели торговых центров, важным условием является доступность, так как в слишком отдаленный торговый центр привлечь посетителей будет непросто. Место для строительства торгового центра определяется его концепцией, размерами и бюджетом.

Необходимо также учитывать уровень развития инфраструктуры района и конкурентное окружение. *Genius loci* переводится с латинского как «гений места». Это выражение используется для описания мест, которые надолго остаются в памяти благодаря своей архитектуре и производимому впечатлению.

Одной из целей настоящей научной работы является определение мест расположения торгово-развлекательных центров.

Кроме областных центров Беларуси, 14 % городов имеют население в пределах 221–100 тыс. жителей (табл. 1).

Таблица 1

Динамика изменения численности населения в городах-стотысячниках.

Название города	2000 г. (тыс. чел.)	2009 г. (тыс. чел.)	2016 г. (тыс. чел.)
Бобруйск	221	219	218
Барановичи	168	169	179
Борисов	151	150	144
Орша	136	117	116
Пинск	131	131	137
Мозырь	110	112	112
Новополоцк	107	107	102
Солигорск	101	101	106

В представленных городах целесообразно строить многофункциональные торгово-развлекательные центры, площадью (20.000 м²) поскольку они будут окупаемы по сравнению с городами, где численность населения меньше 100 тысяч. Естественно их размещают в черте города на пересечении магистральных улиц, что увеличивает уровень посещаемости, так как такие комплексы будут посещать не только горожане, но и приезжие.

Так в городе Полоцке можно увидеть пример компактного и удобного расположения многофункционального торгового комплекса «Манеж» общей площадью более 20.000 м², с торговой площадью 15 640 м² и бесплатными парковочными местами [3]. На площади торгового центра разместились более 50 магазинов белорусских и мировых брендов (30% абсолютно новых брендов для Полоцкого района), операторы фуд-корта, бар, гипермаркет «Евроопт» с площадью более 3 900 м² и каток. Торгово-развлекательный центр размещен в уровень одного этажа. Помимо супермаркета «ЕВРООПТ» в состав торгового центра входит торговая галерея, супермаркет бытовой техники, первые представители фуд-корта в регионе, а также каток, детский центр, аптека и многое другое (рис. 1).



Рис. 1. Торгово-развлекательный центр «Манеж», Полоцк

Торгово-развлекательный центр расположен в юго-западной части г. Полоцка в районе транспортной развязки на пересечении улиц П. Бровки, М. Богдановича (рис. 2). Расположение торгового центра в данном районе обеспечивает доставку посетителей на автобусах городских и пригородных маршрутов. Для посетителей, прибывающих на личном транспорте, предусмотрена наземная парковка на 630 машиномест, что является важным фактором для обеспечения удобства посещения торговых центров.



Рис. 2. Схема расположения ТРЦ «Манеж», Полоцк

Парковочные места играют также важную роль в посещаемости торговых-развлекательных центров. Даже если объект хорошо спроектирован, посещаемость этих объектов снизится, если плохо организован подъезд и недостаточное количество парковочных мест. Проанализировав статистику количества населения разных периодов времени, можно прогнозировать прирост или уменьшение численности населения, что позволит определить места экономически выгодного расположения торговых-развлекательных центров. Исследовав торговый-развлекательный центр «Манеж» можно выделить несколько преимуществ, которые могут являться примерами при проектировании торговых-развлекательных центров:

- первый региональный торговый центр окружного формата с развлекательной функцией - каток, детский центр;
- расположение на пересечении крупных автомагистралей Р-45, Р-46.
- в зоне охвата города Полоцк и Новополоцк (г. Полоцк - 83 тыс. человек, г. Новополоцк - 107 тыс. человек);
- хорошее визуальное восприятие (контраст цветов).
- доступность для населения жителей города и приезжих.

ЛИТЕРАТУРА

1. bobr.by [Электронный ресурс] / Численность населения в 14 городах Беларуси превышает 100 тыс. человек. – Режим доступа: <http://bobr.by/news/kaleidoscope/3590.htm> l. – Дата доступа: 15.09.2016.
2. belstat.gov.by [Электронный ресурс] / Численность населения на 1 января 2016 г. и среднегодовая численность населения за 2015 год по Республике Беларусь в разрезе областей, районов, городов и поселков городского типа. – Режим доступа: http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/solialnaya-sfera/demografiya_2/metodologiya-otvetstvennye-za-informatsionnoe-s_2/index_4945/. – Дата доступа: 15.09.2016.
3. realt.by [Электронный ресурс] / Торгово-развлекательный центр «Манеж» в Полоцке. – Режим доступа: <http://realt.by/vitebsk-region/rent/offices/object/618497/>. – Дата доступа: 15.09.2016.

УДК 728.1.012

АКТУАЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

О.Ю. ЯРМОШ*(Представлено: канд. арх. Г.И. ЗАХАРКИНА)*

На примере двух самых больших в мире торгово-развлекательных комплексов – Дубаи Молл (Дубай) и New Century Global Center (Чэнду) проведен анализ актуальности строительства торгово-развлекательных комплексов.

В последние годы на постсоветском пространстве активно развивается индустрия досуга. А так как развлечения притягивают посетителей – именно поэтому торговые центры (ТЦ) стали размещать на своих площадях кинотеатры, боулинги, детские развлекательные комплексы, бильярды, аттракционы, игровые аппараты. Строительство торгово-развлекательных центров (ТРЦ) опережает развитие сетей – и не только операторов услуг, но и розничных торговых услуг. Как правило, торгово-развлекательные комплексы оборудованы эскалаторами, лифтами, снабжены парковкой для личного транспорта покупателей и расположены около станций метро, транспортных узлов общественного транспорта или в спальных районах города. Такой торгово-развлекательный комплекс может представлять собой образец сосредоточия современной массовой культуры.

Крупнейшим торговым центром в мире по общей площади является Дубаи Молл, который находится рядом с небоскребом Бурдж-Халифа (рис. 1).



Рис. 1. Дубаи Молл (г. Дубай, Объединенные Арабские Эмираты)

Dubai Mall считается коммерческим сердцем Downtown Dubai и на сегодняшний день является самым посещаемым местом в Дубае. Не только из-за огромного количества магазинов и ресторанов (более 1200), но и наличием достопримечательностей таких, как В Тор Burj Khalifa, Дубайский аквариум и подводный зоопарк и набережная, с которой открывается потрясающий вид на фонтан Дубая. Общая площадь торгового центра Dubai Mall составляет 1,124 млн м². Количество квадратных метров коммерческих площадей составляет 350 000 м². В торговом центре найдется абсолютно все – от книг и электроники до сладостей и модной одежды.

Китай решил не отставать и построил самое большое здание в мире под названием New Century Global Center (рис. 2).

В новом центре, под названием New Century Global Center, можно найти практически все. Новое здание находится в городе Чэнду, в юго-западной части Китая, в долине р. Миньцзян, провинции Сычуань. Численность населения города составляет более 14 млн жителей. Строеение имеет высоту 100 м, длину 500 и ширину 400 м.

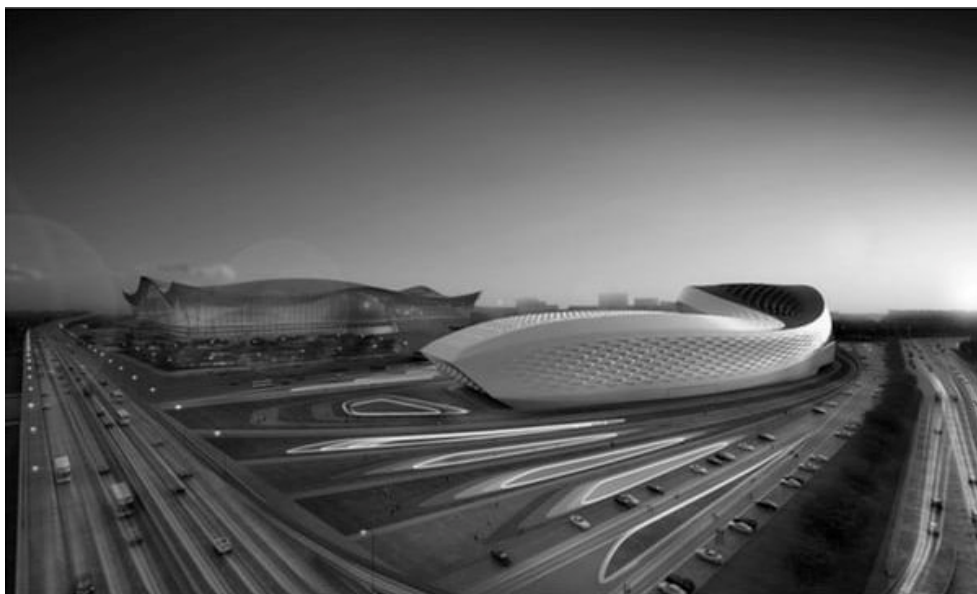


Рис. 2 . New Century Global Center (г. Чэнду, провинция Сычуань, Китай)

Открытие состоялось 28 июня 2013 г. Площадь здания немного меньше площади государства Монако и составляет 1,7 миллионов квадратных метров (170 га) – достаточно для того, чтобы вместить 20 Сиднейских оперных театров, 3 Пентагона или 3 Ватикана.

Внутри, кроме различных магазинов, также есть 14-зальный кинотеатр, университетский комплекс, офисы, отели, аквапарк «Paradise Island», скетинг-ринк достаточно большой, чтобы принимать международные соревнования, пиратский корабль, 15 000 парковочных мест, искусственный пляж и даже искусственная средиземноморская деревня. Но «сумасшествие» не заканчивается – торговый центр также имеет собственное искусственное солнце, которое не только светит 24 ч в сутки, но и согревает посетителей своим теплом.

Понадобилось 3 года на строительство всего здания. Крыша сделана из волнистых балок и стекла, и немного напоминает лондонский Хрустальный дворец.

Таким образом, на примере анализа двух самых крупных торгово-развлекательных комплексов, в которых есть все, что может заинтересовать и развлечь посетителей, можно сделать вывод, что их посещает большое количество людей. Это говорит о том, что они выполнены в нужном месте и удовлетворяют потребности посетителей.

Тесное объединение торговли с индустрией досуга напрямую связано с активным развитием торгово-развлекательных центров. Развлечения становятся неотъемлемой частью многих современных торговых центров. Однако в Беларуси спрос со стороны операторов досугово-развлекательных услуг на аренду в новых торгово-развлекательных центрах гораздо ниже, чем предложения девелоперов или владельцев. Это говорит о том, что население республики морально и экономически еще не готово к таким масштабным переменам, как в других странах. Изучая успешность уже существующих торгово-развлекательных центров на территории Беларуси, можно сказать, что они набирают обороты в развитии чего-то более масштабного, что уже существует, но опять же, весь процесс контролируется экономикой страны. Чем быстрее экономика начнет расти, тем заметней будет развитие торгово-развлекательных центров.

На пути развития торгово-развлекательных центров стоят также политические, юридические риски, неотработанное законодательство. Одной из причин, тормозящих развитие рынка развлечений, является ненасыщенность рынка розничной торговли. Деньги можно вкладывать практически в любой бизнес – вопрос лишь в скорости возврата вложений. При этом возможность альтернативных вложений остается. Владельцу или девелоперу торгового центра пока не важно, будет у него в торговом центре полноценная развлекательная часть или нет – все равно найдутся арендаторы на торговые площади и вложенные в строительство деньги принесут прибыль.

Таким образом, проанализировав мировые достижения в области проектирования и строительства торгово-развлекательных комплексов, можно сказать, что актуальность и решение этой проблемы напрямую зависят от развития промышленности страны и наличия среднего класса в приделах 80–90%.

ЛИТЕРАТУРА

1. 4p.ru [Электронный ресурс] / Торгово-развлекательные центры и комплексы. – Режим доступа: <http://www.4p.ru/main/theory/2594/>. – Дата доступа: 16.09.2016.
2. allesoverdubai.nl [Электронный ресурс] / Het grootste winkelcentrum ter wereld Dubai Mall. – Режим доступа: <http://www.allesoverdubai.nl/winkelen/winkelcentra/dubai-mall/>. – Дата доступа: 16.09.2016.
3. visitdubai.com [Электронный ресурс] / Рай для любителей шопинга в Dubai Mall, самом крупном в мире торговом центре. – Режим доступа: <http://www.visitdubai.com/ru/pois/dubai-mall>. – Дата доступа: 16.09.2016.
4. ru.wikipedia.org [Электронный ресурс] / Торговый центр – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9_%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80. – Дата доступа: 16.09.2016.
5. infoniac.ru [Электронный ресурс] / Самый большой в мире торговый центр открылся в Китае. – Режим доступа: <http://www.infoniac.ru/news/Samiy-bol-shoi-v-mire-torgovyi-centr-otkrylsya-v-Kitae.html>. – Дата доступа: 16.09.2016.

УДК 72

ВНЕШНИЙ ОБЛИК СОВРЕМЕННОГО ТОРГОВО-РАЗВЛЕКАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА**О.Ю. ЯРМОШ***(Представлено: канд. арх. Г.И. ЗАХАРКИНА)*

Представлен анализ четырех торгово-развлекательных центров, выбранных в социальном опросе, жителями и гостями города Минска. Так же, статье, приведены нюансы правильного воздействия объекта на психологию человека.

Современный торговый центр это не просто крупное предприятие торговли, обеспечивающее товарно-денежный обмен в условиях масштабности, универсальности и комплексности места совершения покупок. Торговые и торгово-развлекательные центры – это своеобразные достояния нашей эпохи, действующие храмы городской жизни. Городское пространство XXI в. немисливо без широко раскинувшихся и вздымающихся высоко ввысь, ярких и поражающих воображение зданий, гордо именуемых «моллами», «плазами» или «сити». Это целые мини-города, которым мы чаще и чаще посвящаем свое свободное время. Торговые гиганты предлагают культовый шопинг и погружение в мир развлечений как наиболее оптимальный вариант организации досуга и ориентированы на максимальное удовлетворение потребностей, как отдельной личности, так и общества в целом.

Молл (англ. mall) – это: 1) наиболее распространенная планировка региональных и суперрегиональных торговых центров часто называется «торговым моллом» или просто «моллом». Собственно «молл» представляет собой крытый освещенный и кондиционируемый пассаж с расположенными с одной или обеих сторон магазинами и ресторанами, имеющими входы со стороны парковок торгового центра; 2) торговый центр любого типа, например, «стрип-молл»; название, используемое в устной речи для описания торгового центра под открытым небом; 3) улица, закрытая для автомобильного движения, с магазинами по обеим ее сторонам, – «стрит-ритейл».

В целом концепция дизайна торгового центра должна предусматривать ряд нюансов – перемещение покупателей, внешний и внутренний дизайн торговых залов, освещение, ландшафтный дизайн – и быть актуальной в течение долгого времени, т.к. торговый центр строится не на один десяток лет.

Известно, что покупатели рассматривают торгово-развлекательные центры не только как место для различных покупок, но и как место, где можно провести интересно время и узнать что-то новое. Торгово-развлекательный центр, обладающий привлекательным образом, формирует ход мысли покупателя и формирует его потребности. А как гласит теория Симона Паттена, развитие потребительских вкусов, увеличения выбора возможностей потребления способствует прогрессу общества, делает его более устойчивым. Последнее 100 лет в США показали обоснованность этой теории [1].

Иногда исполнители не учитывают важность завоевания искренних симпатий покупателей. А это и есть один из важных пунктов в конкурентной борьбе. Чтобы произвести более сильное впечатление на людей, двигающихся по созданному вами маршруту до торгово-развлекательного центра, необходимо использовать метод «отказа и вознаграждения». Когда мы приближаемся к архитектурному сооружению или передвигаемся внутри его, то мысленно сравниваем предстоящую перед нами картину с нашими потребностями и ожиданиями. Сила и богатство наших впечатлений в основном являются результатом того, как именно происходят эти сравнения.

Метод «отказа и вознаграждения» поможет оставить у людей сильные впечатления и желание возвращаться именно в этот торгово-развлекательный центр. При проектировании путей подхода необходимо сделать так, чтобы люди вначале видели объект, к которому они направляются, а затем, по мере продвижения, теряли его из поля зрения. Потом еще раз появлялся вид на объект, но уже с другого угла или с добавлением новой интересной детали. Проводить людей по неожиданному маршруту, чтобы создать дополнительную интригу или даже вызвать у них чувство временного замешательства, а в качестве вознаграждения преподнесите им другие интересные впечатления или новые виды на этот объект. Этот дополнительный «труд» сделает дорогу более интересной, а прибытие на место более желанным.

Чем более нестандартна идея проекта ТРЦ, тем выше вероятность, что он будет производить сильное впечатление.

Проанализировав Минские торгово-развлекательные центры, и взяв готовый социальный опрос Ольги Лукьянцевой (модный блогер) и Александра Лицкевича (трудится в театре, снимается для рекламы, работает моделью, участвует в показах) по качественным и не дорогим площадкам, насчиталось

4 торгово-развлекательного центра, а именно: «Замок», Galileo, «Новая Европа» и Exrobel. Именно сюда направляются толпы «шоперов» за получением удовольствия от покупок и отдыха [2].

Расположение торгово-развлекательного центра «Замок» на самом деле весьма выгодное – пересечение двух значимых улиц (пр. Победителей и ул. Орловская), причем не далеко от кольцевой дороги (7 мин на авто) и от центра города (от Гума 10 мин). Для времен средневековья – это может было бы нормой (не более). Но для сегодняшних дней у архитектурного облика здания отсутствует собственная идея и целостность. Если стояла задача создания качественной копии объекта определенного исторического периода, то она не решена, т.к. в здании много современных материалов и современной стилистики (например, остекление фасада) (рис. 1).



Рис. 1. ТРЦ «Замок», просп. Победителей, 65, Минск

В канун 2013 г. в белорусской столице введен в эксплуатацию торгово-развлекательный центр «GALILEO». Он расположен в самом центре города, в районе Привокзальной площади (улица Бобруйская, 6), став частью архитектурного комплекса минского автовокзала. Ежедневно «GALILEO» обслуживает порядка 30 тысяч посетителей. Собственником здания является девелоперская компания BNK Holding. Фасады лаконично вписываются в окружающую среду привокзальной площади (рис. 2).



Рис. 2. ТРЦ «Galileo», ул. Бобруйская, 6, Минск

Торговый центр не выделяется из окружения, поскольку все стеновые панели остеклены и поглощают окружающую среду, а этажность не превышает трех этажей. Особенности композиционного решения заключаются в плавности линий (рис. 3).

«Exrobel» введен в эксплуатацию 8 лет назад и уже нуждается в реконструкции объекта, за эту работу взялось международное архитектурное бюро Leslie Jones Architecture, которое продумало концепцию развития «Экспобела». Максимальное количество этажей – два, цветовая гамма в спокойных серых оттенках (рис. 4).



Рис. 3. ТРЦ «Новая Европа», Минск



Рис. 4. ТРЦ «Ехробел», пересечение ул. Мирошниченко и МКАД, Минск

Архитектурно-планировочное решение рассмотренных торгово-развлекательных центров имеет характерные черты – все они сформированы собственными уникальными продуктами, которые могут быть представлены как «атмосфера» или «образ» торговых центров. Их внешний вид и название затягивают посетителей внутрь для дальнейшего изучения торгово-развлекательных центров. Таким образом, белорусские торгово-развлекательные центры, выбранные населением, справились с задачей завоевания искренних симпатий покупателей. В заключение можно добавить, что, чем крупнее предприятие торговли, тем больше возможностей у архитекторов создания запоминающегося объемно-планировочного решения торгово-развлекательных центров. Цель анализа существующих торгово-развлекательных центров в том, чтобы создать комфортную, функционально компактную среду с ярким привлекательным объемно-планировочным решением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Книга Симона Паттена «Теория социальных сил». – Филадельфия, 1896.
2. realt.onliner.by [Электронный ресурс] / Девушка-блогер и парень-модель ищут модные образы стоимостью не больше \$100. Первый полуфинал «Битвы торговых центров». – Режим доступа: <https://realt.onliner.by/2016/05/18/zamok-ehropel-polufinal>. – Дата доступа: 15.09.2016.
3. archvuz.ru/ [Электронный ресурс] / Особенности формирования интерьеров торговых комплексов на юге России. – Режим доступа: http://archvuz.ru/2012_22/86. – Дата доступа: 15.09.2016.
4. usconsult.ru [Электронный ресурс] / Позиционирование торгового центра. Разработка концепции – Режим доступа: http://www.usconsult.ru/b_016.html. – Дата доступа: 15.09.2016.
5. tdyakimanka.ru [Электронный ресурс] / «Образ» современного торгового центра. – Режим доступа: <http://www.tdyakimanka.ru/raznoe/220-mall.html>. – Дата доступа: 15.09.2016.

УДК 332.28+347.214.2

ОПТИМИЗАЦИЯ ВЫБОРА ВАРИАНТА УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ НЕДВИЖИМОСТИ**А.П. АЗАРКО****(Представлено: Е.С. БАЛАШОВА, И.П. ШВЕДОВ)**

Представлены результаты изучения возможности оптимизации выбора эффективного варианта управления объектами недвижимости. Приведено сравнение пакета PROPSPIN, программного продукта «Мастерская бизнес-планирования» систем COMFAR, ТЭО-ИНВЕСТ, Project Expert. Установлено, что система Project Expert может успешно использоваться при рассмотрении вариантов эффективного управления объектами недвижимости.

Постановка задачи использования технологий пятого технологического уклада и перехода к технологиям шестого технологического уклада предполагает осуществление планирования инноваций, используя программное обеспечение и глобальные информационные сети [1, 2]. Переход к рыночной экономике требует от системы образования решения принципиально новой задачи подготовки студентов, приспособленных к быстро меняющимся реалиям окружающей действительности, способных не только воспринимать, хранить и воспроизводить информацию, но и продуцировать новую, управлять информационными данными и эффективно их обрабатывать. Изменение требований продиктовано появлением новых типов теоретических и практических задач, отличающихся системным и междисциплинарным характером, нестандартностью, не имеющих однозначных и простых решений [3].

При выполнении курсового проекта по дисциплине «Управление недвижимостью» и раздела дипломного проекта студентами специальности 1-70 02 02 «Экспертиза и управление недвижимостью» рассматриваются следующие вопросы:

- общие исходные данные;
- денежно-кредитные параметры;
- анализ изменение курса доллара США во времени;
- прогнозирование курса доллара США;
- анализ динамики значений ставки рефинансирования;
- прогнозирование ставки рефинансирования;
- анализ динамики ИПЦ;
- прогнозируемые значения ИПЦ и инфляции;
- анализ динамики индекса изменения стоимости основных средств;
- прогнозирование коэффициента изменения стоимости основных средств;
- анализ индекса изменения заработной платы;
- прогнозирование индекса изменения заработной платы;
- анализ индексов цен и тарифов на отдельные виды платных услуг;
- прогнозирование индекса цен и тарифов на отдельные виды платных услуг;
- анализ вариантов реализации проекта;
- определение наиболее эффективного варианта реализации инвестиционного проекта [4].

При выполнении курсового проекта рекомендуется производить анализ вариантов реализации проекта с использованием программных продуктов.

Следует определить основные требования, предъявляемые к программным продуктам по оценке инвестиционных проектов. Прежде всего, программно-методическое обеспечение должно быть доступным и гибким.

Программные системы возможно делить на открытые и закрытые. К закрытым относятся такие системы, которые не допускают изменения пользователем алгоритма расчета (но конечно, допускают изменение исходных данных). Открытые системы, напротив, допускают и непосредственное наблюдение за алгоритмом их работы, и изменение его пользователем в случае необходимости. Для использования в курсовом проектировании достоинством закрытых систем является надежность результатов, так как при использовании ими меньше вероятность ошибок или подтасовок.

Рассмотрим теперь некоторые конкретные системы.

Система COMFAR (Computer Model for Feasibility Analysis and Reporting), разработанная ЮНИДО. Это закрытая система.

Горизонт расчета системы COMFAR составляет не более 15 лет производства плюс не более 8 шагов строительства.

Шаг расчета:

- в период производства – год;
- в период строительства – 6 месяцев или год (по выбору пользователя).

Темп инфляции в системе COMFAR задается отдельно по различным продуктам (услугам) и ресурсам.

Расчет основных показателей эффективности инвестиций выполняется как для проекта в целом, так и для акционерного капитала.

Расчет чувствительности производится как для проекта в целом, так и для акционерного капитала.

Но имеются и недостатки. Прежде всего, в системе COMFAR отсутствует переход к расчетным ценам. Вторым крупным недостатком является полное несоответствие налогов, предусмотренных в системе COMFAR, белорусской налоговой системе.

Следующим недостатком является большой шаг расчета (1 год) в период производства, что для ряда проектов является неприемлемым.

Система Альт-Инвест производства фирмы «Альт» (Санкт-Петербург).

К достоинствам этой системы следует отнести ее гибкость.

Величина шага расчета в системе Альт-Инвест может задаваться пользователем (от месяца и выше), но должна быть одинаковой для всех шагов.

На основании данных, содержащихся в таблицах, определяются показатели эффективности инвестиций для «проекта в целом» и для «собственного капитала».

Система Альт-Инвест допускает также учет реинвестиций свободных денежных средств в форме вложений под некоторый, задаваемый пользователем процент.

Система Project Expert производится московской фирмой PRO-INVEST Consulting. Это закрытая система, функционирующая в среде Windows.

Прежде всего, необходимо отметить, что Project Expert – очень большая система, предназначенная для решения широкого круга задач. Горизонт расчета, допускаемый существующей версией системы, ограничен тридцатью годами при шаге расчета, постоянном и равном одному месяцу.

В указанных пределах выходная информация агрегируется по желанию пользователя (можно, например, с самого начала получать ее по годам) [5].

Как и все системы инвестиционных расчетов Project Expert учитывает собственные и заемные средства. Процент за заем может быть отнесен пользователем в диалоговом режиме либо полностью на себестоимость, либо полностью на прибыль, либо на себестоимость в пределах ставки Центробанка (а остальное – на прибыль).

Выходная информация включает следующие таблицы (рисунок):

- отчет о прибылях и убытках;
- балансовую ведомость;
- отчет о движении денежных средств;
- показатели финансовой состоятельности проекта.

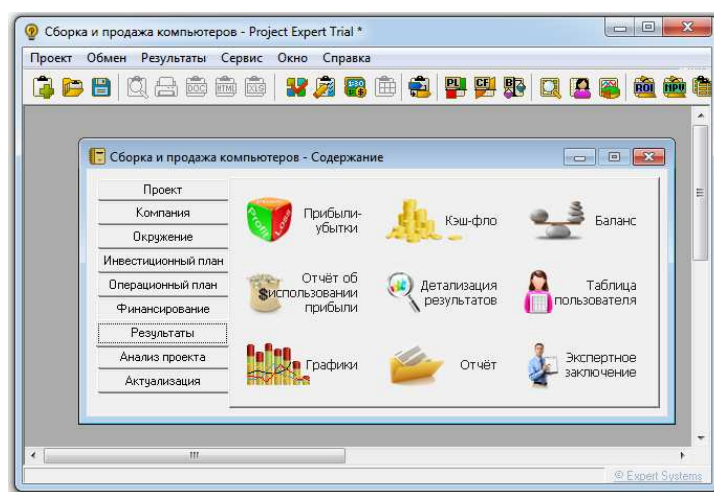


Рис. Вывод результатов в системе ProjectExpert 7.55

На основании выходных данных вычисляются интегральные показатели эффективности проекта (ЧДД, ВНД, ИД и др.).

В системе Project Expert предусмотрен шаблон для составления отчета, что достаточно удобно.

Использование современных информационных технологий позволяет интенсифицировать процесс обучения, открывает возможности перехода к более глубокому, профессиональному подходу к вопросу подготовки специалистов.

ЛИТЕРАТУРА

1. О приоритетных направлениях укрепления экономической безопасности государства : Директива № 3 от 14 июня 2007 г. : в ред. Указа № 26 от 26 января 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://president.gov.by/>. – Дата доступа: 10.09.2016.
2. Светлицкая, О. Эволюция технологических укладов / О.Светлицкая Эволюция технологических укладов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://vnauke.by.](http://vnauke.by/) – Дата доступа: 26.09.2016.
3. Таренко, Л.Б. Особенности использования дистанционных технологий при подготовке студентов информационно-ориентированных специальностей [Электронный ресурс] / Л.Б. Таренко, А.Н. Козин ; Казан. ун-т управления «ТИСБИ». – Режим доступа: <http://ifets.ieee.org/ru/>. – Дата доступа: 10.07.2014.
4. Иванов, В.В. Управление недвижимостью / В.В. Иванов. – М. : ИНФРА-М., 2007.
5. Перминов, А. Программное обеспечение оценки инвестиционной привлекательности проектов: состояние, проблемы [Электронный ресурс] /А. Перминов, управляющий партнеркосалтинговой компании «Мастерская Эффективного бизнеса». – Режим доступа: www.master-effect.biz. – Дата доступа: 10.07.2014.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

УДК 691.5.535

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ КАРБОНАТОСОДЕРЖАЩЕГО НАПОЛНИТЕЛЯ
ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ****В.А. НАУМОВА***(Представлено: канд. техн. наук Ю.В. ВИШНЯКОВА)*

Приведен опыт применения сухих строительных смесей. Освещены основные проблемы повышения качества и снижения стоимости смесей. Рассмотрена возможность применения в качестве карбонатосодержащего наполнителя шлама водоочистки.

В настоящее время потребление сухих смесей в мире составляет около 50 млн т. При этом на долю Западной Европы приходится 29 млн т [1]. Широкая область применения и эффективности использования сухих строительных смесей способствует стабильному росту их производства в России. Объем производства сухих строительных смесей в России в настоящее время превышает 2 млн т и имеет устойчивую тенденцию к значительному увеличению. Следует отметить, что доля импорта смесей составляет не более 15% [2].

Потребление сухих смесей на душу населения в Беларуси постоянно растет. Так, если потребление сухих смесей в 2009 г. составило в 5–7 раз меньше, то в 2012 – уже в –3 раза меньше, чем в странах Западной Европы [3].

Особо следует отметить, что транспортировать сухие смеси можно как при положительных, так и при отрицательных температурах. Причем у сухих смесей отсутствуют технологические ограничения по дальности транспортирования. Сухие смеси могут использоваться на строительном объекте мелкими порциями, храниться достаточно длительное время (до полугода), сохраняя при этом все свои положительные свойства.

В отличие от технологий изготовления традиционных растворных смесей, технологии изготовления сухих смесей позволяют получать смеси со строго оптимизированным фракционным составом наполнителей и точным дозированием исходных компонентов. Именно четкое соблюдение требований по подготовке исходного сырья, его дозированию и перемешиванию обеспечивают получение сухих смесей и конечной продукции на их основе (растворы и бетоны) стабильно высокого качества. Поэтому, несмотря на их высокую первоначальную стоимость сухие смеси весьма популярны.

В конечном итоге сухие смеси и продукция на их основе оказываются дешевле продукции из традиционных смесей благодаря обеспечению гораздо более высокой производительности труда, низкой материалоемкости, высоким эксплуатационным характеристиками, главным образом, существенно большей долговечности.

По сравнению с традиционными растворными смесями, изготавливаемыми на заводах ЖБИ или растворобетонных узлах, сухие смеси имеют следующие преимущества [4]:

- существенно повышается качество строительных работ вследствие стабильности их составов и эффективного перемешивания;
- в зависимости от вида работ и уровня механизации в 1,5–3,4 раза повышается производительность труда;
- в 3–4 раза снижается материалоемкость работ;
- упрощаются снабжение и складские операции.

В проблеме повышения качества сухих смесей важными являются поиск и создание новых функциональных добавок, позволяющих рационально использовать потенциал вяжущих веществ и, в первую очередь, цемента. Одним из направлений научных исследований в области разработки и оптимизации составов сухих смесей является проектирование композиционных вяжущих, на основе которых в дальнейшем может быть разработан целый ряд эффективных материалов [5]. Композиционные вяжущие, в большинстве случаев, представляют собой смеси цементного, известкового или гипсового вяжущего, минеральных наполнителей и химических добавок.

Одним из путей снижения стоимости сухих строительных смесей является использование смешанных или наполненных смесей. Наличие тонкодисперсного карбонатного компонента способствует повышению водоудерживающей способности, адгезионных свойств, прочности и плотности затвердевшего раствора. Карбонатные наполнители (известняк и доломит) с удельной поверхностью 4300 см²/г

могут вводиться в портландцемент марки М400 без снижения его активности до 20%. На основе таких вяжущих могут быть получены сухие смеси для кладочных, штукатурных и отделочных работ.

В качестве исходного сырьевого материала для получения порошкового наполнителя предлагается использовать вторичный продукт ТЭЦ и котельных – карбонатосодержащий шлам водоочистки.

Вторичный продукт водоподготовки – шлам водоочистки, получают в результате устранения жесткости воды на тепловых электроцентралях и котельных. Общая жесткость воды определяется карбонатной (временной) и некарбонатной (постоянной) жесткостью. Карбонатная жесткость обусловлена присутствием в воде в основном гидрокарбонатов кальция, магния, и практически полностью устраняется при кипячении воды. Некарбонатная жесткость обусловлена присутствием кальциевых и магниевых солей серной, соляной и азотной кислот и при кипячении не устраняется. Жесткая вода непригодна и для систем оборотного водоснабжения, для питания паровых котлов и пр. Поэтому необходимо производить уменьшение карбонатной и некарбонатной жесткости воды. Умягчение воды известкованием применяют при ее высокой карбонатной и низкой некарбонатной жесткости, а также в случае, когда не требуется удалять из воды соли некарбонатной жесткости. В качестве реагента используют известь, которую вводят в виде раствора или суспензии (молока) в предварительно подогретую обрабатываемую воду [6].

Растворяясь, известь обогащает воду ионами OH^- и Ca^{2+} , что приводит к связыванию растворенного в воде свободного оксида углерода с образованием карбонатных ионов и переходу гидрокарбонатных ионов в карбонатные [7]. Затем известь реагирует с присутствующим в воде бикарбонатом кальция. При реакции извести с бикарбонатом магния образуется растворимое в воде соединение – карбонат магния и в результате в осадок выпадает гидроксид магния. Также известь реагирует с сульфатом магния и в результате реакции образуется нерастворимый гидроксид магния и сульфат кальция. После известкования вода обрабатывается сульфатом железа, который осаждает все взвеси и примеси в виде коллоидной массы. В процессе коагуляции двухвалентное железо окисляется и образует гидроксид железа [8].

Частицы гидроксида железа образуют цепочные структуры, на поверхности которых адсорбируются коллоидные примеси воды. При построении цепочных структур, сочлененных в кольца, образуются поры, заполненные водой. В результате сорбции скоагулировавшимися частицами гидроксида железа коллоидных частиц, примесей, воды формируются хлопья. Укрупнившиеся хлопья оседают под действием силы тяжести, увлекая за собой взвешенные частицы [9, 10]. Отделение очищенной воды от шлама осуществляется на специальных аппаратах – осветлителях [10, 11].

Проблема утилизации шлама в Беларуси не решена до настоящего времени. На многих электроцентралях и котельных шлам подают на шламовые карты. Этот способ утилизации ведет к постепенному отторжению земель под новые шламовые карты и ухудшению экологической обстановки в регионах. В т.ч. на Новополоцкой ТЭЦ шлам водоочистки концентрацией 10–15% по трубопроводу подают на шламовые карты, где происходит его отстаивание и накопление. После наполнения карт воду спускают, и шлам в виде пастообразной массы вывозят на полигон твердых отходов.

Для получения карбонатосодержащего наполнителя используемый в лабораторных исследованиях шлам, прошедший через вакуум-фильтры или осветлители на тепловых электроцентралях, высушивали, охлаждали на воздухе и размалывали.

Проведенный комплекс исследований по определению физико-механических свойств, включающих подвижность, расслаиваемость, водоудерживающую способность растворов смесей, прочность на сжатие, прочность сцепления, плотность, морозостойкость, водопоглощение растворов подтверждают возможность использования шлама водоочистки в качестве карбонатосодержащего наполнителя.

По результатам исследований разработаны технические условия ТУ ВУ 300220696.050-2010 «Наполнитель карбонатосодержащий для строительных растворов. Технические условия». При проведении экспертизы технических условий на наполнитель в ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья» установлено:

- по параметру острой внутрижелудочной токсичности наполнитель согласно классификации относится к IV классу опасности (малоопасное вещество);
- в условиях однократного воздействия на кожные покровы экспериментальных животных наполнитель в нативном виде обладает слабо выраженным кожно-раздражающим действием;
- при одометрических исследованиях наполнитель не имеет запаха;
- по содержанию радионуклидов не превышает допустимое значение $13,8 < 370$ Бк/кг.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что на основании доступного многотоннажного вторичного продукта возможно получение экологически безопасного многофункционального наполнителя для сухих строительных смесей, позволяющего одновременно решить локальные экологические проблемы регионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Корнеев, В.И. Производство сухих строительных смесей – новая отрасль строительной индустрии [Электронный ресурс] / В.И. Корнеев // ВесьБетон. – 2008. – Режим доступа: <http://www.allbeton.ru/article/174/22.html>.
2. Ботка, Е.Н. Развитие рынка сухих строительных смесей России: устойчивые факторы и новые тенденции / Е.Н. Ботка // Цемент и его применение. – 2004. – № 6. – С. 33–35.
3. Рачковский, Д. Состояние и перспективы производства и применения сухих строительных смесей в Беларуси / Д. Рачковский // Строительная газета. – 2011. – 21 ноября. – С. 6.
4. Рудаковский, А. Сухие строительные смеси / А. Рудаковский, И. Олейник // БудМайстер. – 2007. – № 14. – С. 57–61.
5. Тараканов, О.В. Перспективные направления применения минеральных шламов в производстве строительных материалов / О.В. Тараканов, Т.В. Пронина, А.О. Тараканов // СтройПРОФиль. – 2007. – № 1. – С. 32–36.
6. Николадзе, Г.И. Водоснабжение : учебник для вузов / Г.И. Николадзе, М.А. Сомов. – М. : Стройиздат, 1995. – 688 с.
7. Фрог, Б.Н. Водоподготовка : учеб. пособие для вузов / Б.Н. Фрог, А.П. Левченко. – М. : Изд-во МГУ, 1996. – 680 с.
8. Hammer, Mark J. Water and waste-water technology / Mark J. Hammer. – New York : John Wiley and Sons, inc., 1975. – 400 p.
9. Запольский, А.К. Коагулянты и флокулянты в процессах очистки воды: Свойства. Получение. Применение / А.К. Запольский, А.А. Баран. – Л. : Химия, 1987. – 208 с.
10. Клячко, В.А. Очистка природных вод / В.А. Клячко, И.Э. Апельцин. – М. : Стройиздат, 1971. – 579 с.
11. Тетеркин, Е.Н. Диффузор-осветлитель / Е.Н. Тетеркин // Водоснабжение и санитарная техника. – 1998. – № 1. – С. 12–16.

УДК 662

ВЛИЯНИЯ ШЛАКА НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ СИЛИКАТНЫХ БЕТОНОВ

С.А. ТЕРЕХОВ, В.А. ХВАТЫНЕЦ
(Представлено: канд. техн. наук Д.Н. ШАБАНОВ)

Рассмотрено влияние трещиновато-пористой структуры силикатного бетона, в частности, получены данные по пористости и динамики капиллярного всасывания силикатного бетона в сравнение с другими материалами.

Анализ накопленных экспериментальных данных, указывает на связь трещиновато-пористой структуры со скоростью капиллярного водонасыщения.

Активное влияния на процессы структурообразования и морфологию строительных изделий на минеральном вяжущем, независимо от их твердения, оказывает применение активных минеральных добавок, таких как отходы литейного производства. Преобладание капиллярных сил над другими составляющими межчастичного взаимодействия особенно заметно для частиц размером более 10 мкм и вплоть до 1–2 мм [1] Именно действием сил капиллярного сцепления объясняются зависимости прочности композитных изделий. Капиллярное сцепление проявляется также в капиллярно-пористых телах, структурные элементы которых в основном соединены другими связями некапиллярного характера. В этих телах силы капиллярного сцепления создают внутренние напряжения, вызывающие усадочные деформации, а также влияют на прочность материала [2].

Задача получения стойких материалов состоит в том, чтобы обеспечить благоприятные условия эффективного структурообразования и свести к минимуму деструктивные процессы. Критерием структурной плотности бетона и его стойкости служит проницаемость бетона, капиллярная всасываемость, водонасыщения и другие характеристики, отражающие структуру бетона, его капиллярную систему, адгезионные связи отдельных компонентов и т.п. [3].

Для оценки влияния активных минеральных добавок на структуру силикатных бетонов был проведен эксперимент водопоглощения с торца, чтобы определить динамику капиллярного всасывания. Было взято пять образцов разного сырьевого состава: четыре с различным содержанием шлака (3, 4, 6, 10) и один на природных материалах (С-3). Образцы с боковой поверхности были покрыты парафином и нижним торцом помещены в воду на 7 мм. Эксперимент продолжался до набора постоянной массы образца. Результаты эксперимента приведены в таблице.

Таблица

Результаты структурно-капиллярных испытаний силикатных бетонов

Образец С-3		Образец 3		Образец 4		Образец 6		Образец 10	
масса	время	масса	время	масса	время	масса	время	масса	время
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
290,47	0	244,8	0	230,5	0	246,25	0	241,3	0
296,15	15	247,19	15	232,45	15	247,64	15	243,7	15
297,38	30	248,24	30	233,26	30	248,33	30	244,75	30
298,9	45	249,1	45	234	45	248,85	45	245,6	45
299,75	60	249,85	60	234,7	60	249,43	60	246,45	60
300,45	75	250,45	75	235,9	75	249,85	75	247,08	75
301,01	90	251,07	90	235,95	105	250,3	90	247,65	90
301,40	105	251,55	105	236,4	120	250,65	105	248,19	105
301,83	120	252,21	120	236,78	135	251	120	248,69	120
302,49	150	252,7	135	237,2	150	251,32	135	249,22	135
308,33	1050	253,12	150	237,5	165	251,63	150	249,7	150
308,97	1350	253,5	165	250,1	1035	251,9	165	250,2	165
309,60	1650	253,88	180	250,7	1095	261,57	1035	250,54	180
310,86	2500	254,67	195	251,15	1140	264,32	1410	251,5	210

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		255,09	225	251,8	1200	264,7	1470	252,2	240
		255,39	240	252,17	1260	265,18	1530	254,83	360
		271,45	1470	253,5	1380	265,52	1590	256,03	420
						270,54	2415	257,14	480
								258,15	540
								259,12	600
								271,34	2880

На основании полученных данных были построены графики (рисунок).

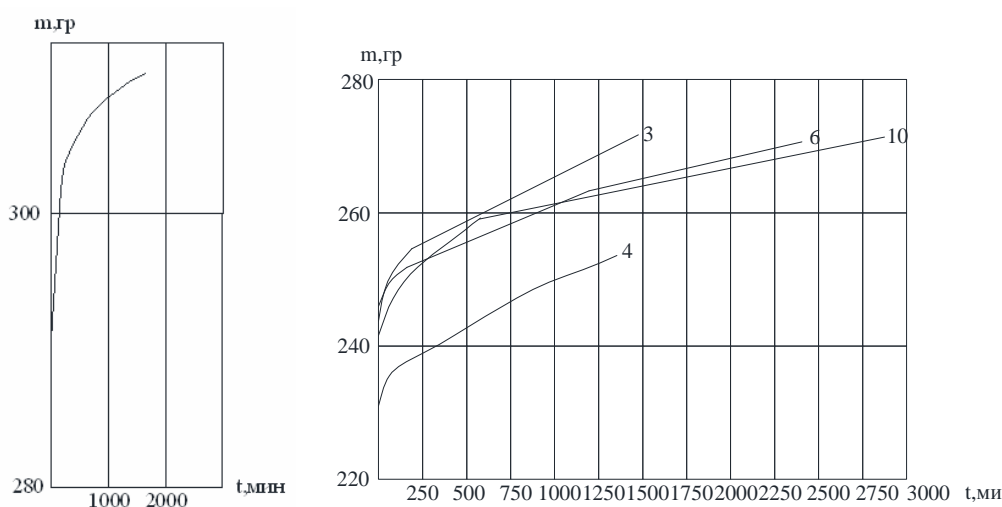


Рис. Динамика капиллярного всасывания:
а – образца на природных материалах; б – образцов со шлаком

У материалов с различной структурой скорость капиллярного всасывания различна. Полученные данные позволяют сделать вывод, что активные минеральные добавки изменяют структуру силикатного бетона.

Показатели скорости капиллярного всасывания позволяют судить о целесообразности применения тех или иных материалов в ограждениях. Материалы с меньшей скоростью капиллярного всасывания должны применяться для ограждений с минимальной начальной влажностью, увеличения которой не следует допускать в дальнейшем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белов, В.В. Капиллярное структурообразование сырьевых композиций на основе минеральных вяжущих веществ / В.В. Белов // ALINFORM : Междунар. аналит. Обзорение. – 2010. – № 6 – С. 63–75.
2. Белов, В.В. Компьютерное моделирование дисперсных структур, образованных в результате капиллярного взаимодействия частиц [Электронный ресурс] / В.В. Белов // Sunspire. – 2008. – Режим доступа: <http://www.sunspire.ru/articles/part25/>. – Дата доступа: 20.09.2016.
3. Виткуп, А.Б. Бетоны высокой структурной плотности, непроницаемости и стойкости в агрессивных средах / А.Б. Виткуп, Т.А. Волженцева, А.И. Васильева // Сб. науч. тр. ; Харьков. промстройниипроект. – Киев, 1970. – Вып. : Повышение долговечности строительных конструкций промышленных объектов. – С. 83–89.

УДК 658.562.64

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАГИ
В КАПИЛЛЯРНО-ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЕ

С.А. ТЕРЕХОВ, В.А. ХВАТЫНЕЦ

(Представлено: канд. техн. наук Д.Н. ШАБАНОВ)

Целью исследования являлось определения степени завершенности структурообразования как функции приращения пористости, а так же получение зависимости между водонасыщением от сложившейся капиллярно-поровой структуры и ее влияние на механические характеристики.

Введение. Эксплуатационные характеристики материалов зависят от показателя капиллярного всасывания и могут быть определены прямым (высушиванием) и косвенным (диэлькометрическим, кондуктометрическими) методами [1–3].

Попеременное увлажнение и высыхание материала как при положительных, так и при отрицательных температурах вызывает в материале дополнительные напряжения, которые в ряде случаев могут оказывать разрушающими (развитие трещин и пр.)

Результаты опытов [4–7] влияния характера высыхания образцов на их усадку. Опыты проводились на бетонных призмах сечением площадью 25 см² длиной 11,5 см, часть которой высыхала с боковой поверхности при гидроизолированных торцах, а часть – с открытых торцов при гидроизолированной боковой поверхности [8–11].

Деформации, развивающиеся на поверхности образцов, высыхающих с поверхности, вследствие неравномерного распределения влажности по их поперечному сечению [12, 13], существенно искажают ход развития и величины усадочных деформаций. Различными оказываются также предельные величины усадки сравниваемых образцов.

Реальное пористое тело имеет поры и капилляры различных диаметров, поэтому жидкость по ним течет с различными скоростями. Кроме того, капилляры в реальном пористом теле имеют разную извилистость, форму и шероховатость.

Экспериментальное определение зависимости $p = f(r)$ позволяет рассчитать функцию распределения пор по размерам в пористом теле.

Для учета неправильной форме капилляров [14, 15] вводят коэффициент извилистости ξ . Пористость пористого тела или порозность порошка с учетом коэффициента извилистости представляют следующим соотношением:

$$\Pi = \frac{V_n}{V_{\text{общ}}} = \frac{\pi N s r^2 l \xi}{s l} = \pi N r^2 \xi, \quad (1)$$

где N – число пор (капилляров) на единицу поверхности пористого тела (порошка);

s – сечение образца;

r – радиус пор (капилляров);

l – длина образца;

$\xi = 1,4–1,6$ – для неуплотненных слоев порошка при порозности от 0,35 до 0,43.

В других случаях, коэффициент извилистости δ рассчитывается из следующего выражения:

$$\xi = P \left\{ \frac{1}{2} + \sin \left[\frac{\arcsin(2P-1)}{3} \right] \right\}^{-2}, \quad (2)$$

где P – вес образца.

Поскольку пористость Π определяется количеством испаряемой воды [16, 17], то рассмотрим, нельзя ли выразить степень завершенности структурообразования η через влажностные характеристики системы. Выразим сперва через испаряемую воду конечную пористости Π_k затвердевшего камня. Для этого мы должны довести его до максимального насыщения [18]. При максимальном насыщении капиллярно-пористого тела влагой его влагосодержание и соответствующее (равновесное) этому влагосодержанию значение потенциала оводнения определяется общим относительным давлением равновесного пара воды $\phi = 1,12$.

Следовательно,

$$\Pi_k = \Pi_{\alpha\theta\tau_0} = \Pi \cdot u_a = \Pi \cdot u_{\text{мн}}. \quad (3)$$

Приращение пористости определится избытком влагосодержания исследуемой системы над влагосодержанием типичного капиллярно-пористого тела.

Следовательно, поставленная задача – выразить степень завершенности структурообразования через влажностные характеристики – решена. В полученном соотношении переменной величиной является избыток влагосодержания u_{η} . Так как именно вода, содержащаяся в структурообразующей системе и образующая этот избыток влагосодержания (как следует из полученного соотношения), управляет процессом структурообразования, то ее можно называть структурной водой. Эта структурная вода участвует в создании переменной части пространства.

Капиллярная диффузия имеет место при частичном заполнении капилляра, когда влага сосредотачивается в боковых, наиболее узких местах. Перемещение влаги происходит лишь по микроскопическим открытым каналам (рис. 1). Это явление называется капиллярной диффузией в отличие от капиллярного всасывания, при котором влага перемещается по капилляру, заполняя все его пространство.

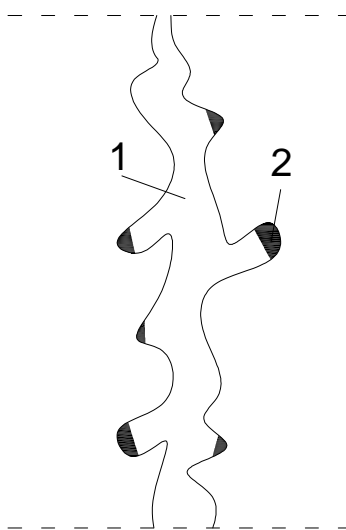


Рис. 1. Схема частичного заполнения капилляра при капиллярной диффузии:
1 – капилляр; 2 – вода

Капиллярная диффузия в материалах неорганического происхождения протекает более интенсивно, чем в органических материалах. Если показатель капиллярной диффузии силикатного бетона – 0,5. Так, бетон имеет относительно высокие показатели всасывания и диффузии влаги в капиллярах, а это свидетельствует также и об интенсивности процесса высыхания бетона, обусловленного скоростью перемещения влаги в его капиллярах.

Изменения, вызванные адсорбцией и десорбцией паров воды в кристаллической структуре искусственного камня, приводят к изменению микrorазмеров всей структуры. При адсорбции паров воды структурные элементы набухают, а вследствие десорбции они претерпевают усадку. При этом только 20% микродеформаций кристаллов превращаются в макродеформацию, остальная часть гасится внутри. Отсутствие прямой пропорциональности между количеством адсорбированной воды и деформаций искусственного камня является следствием изменения пористости структуры в процессе усадки и набухания.

Долговечность бетонов, эксплуатируемых в условиях воздействия влажной среды, в значительной степени обусловлены капиллярными явлениями, имеющими место в тонких порах этих материалов. Явление капиллярного впитывания жидкости можно оценить, используя коэффициент сорбции воды, характеризующий способность материала впитывать воду при контакте с ней, который для каждого конкретного материала определяется по экспериментальным данным. Процесс увеличения влагосодержания образцов с некоторыми погрешностями может быть описан уравнениями двух прямых, имеющих разные тангенсы угла наклона и соответственно разделен на два основных этапа. На первом основном этапе изучаемого процесса, имеющего практическое значение, происходит довольно быстрое капиллярное поднятие жидкости, которое прекращается после того, как фронт воды достигает верхней грани образца. При этом масса воды, поглощенная единицей объема сухого материала, в результате капиллярного подсоса распределяется в нем и займет объем, который будет характеризовать активную прочность, участвующую в капиллярном всасывании воды. Несложно предположить, что образцы материала, имеющие одинаковую пористость и различные значения коэффициентов сорбции воды (A), будут иметь различную долговечность.

Немаловажную роль в формировании оптимальной структуры играет регулирование режимов автоклавной обработки, позволяющее получать материал высокого качества за счет направленного синтеза продуктов гидратации, характеристик твердой фазы и межпорового пространства.

Основной определяемой эмпирически числовой характеристикой структуры капиллярно-пористого материала является функция распределения объема пор по радиусу.

Для оценки коэффициента влагопроводности были использованы опытные данные о кинетике одномерного водопоглощения, полученные на образцах в виде прямоугольного параллелепипеда с размерами 4x4x16 см из материала, в котором вместо кварцевого песка использовалась отработанная формовочная смесь и ваграночный шлак. Использовались образцы с плотностью $\rho_0 = 1690 \text{ кг/м}^3$, у которых боковые стороны были покрыты водонепроницаемой замазкой. Вертикально подвешенный образец нижней гранью соприкасался с поверхностью воды, и с помощью весов отслеживалось изменение его массы во времени $m(t)$.

Постановка задачи состоит в определении коэффициента влагопроводности материала $\beta(\omega)$ (таблица).

Таблица

Численные значения высоты поднятия жидкости в образце H и коэффициента ξ .

H , см	t_c , с	ξ
8,11	126960	2,347
7,628	144060	2,344
8,126	181500	2,414
8,02	126960	2,330
8,69	384000	2,448
8,80	110940	2,228
8,98	216000	2,138
8,342	138240	2,246
8,18	912600	2,427
11,03	486000	2,245

Анализ результатов таблицы позволяет оценить влияние поровой структуры образцов на кинетику водопоглощения.

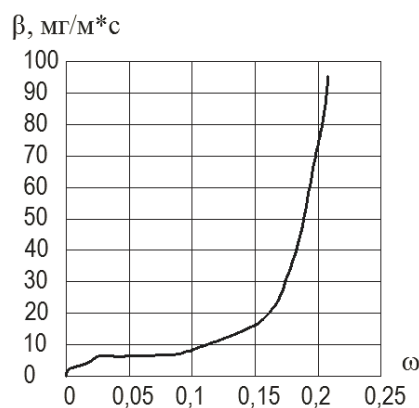


Рис. 2. Коэффициент влагопроводности материала с плотностью 1690 кг/м^3 в зависимости от его весовой влажности, полученной в результате численного анализа

При небрежении сорбционным увлажнением эта зависимость имеет вид:

$$\beta(\omega) = \frac{\rho_0 \sigma \cos \varphi \omega_v^3}{\rho_{ж} \xi(\omega_v) S_v^2(r_\omega) f_v(r_\omega) r_w^2}, \tag{4}$$

- где ρ_0 – объемная масса материала;
 $\rho_{ж}$ – плотность жидкости;
 σ – коэффициент поверхностного натяжения жидкости;
 ν – вязкость жидкости;

φ – краевой угол смачивания материала жидкостью;

ω_v – объемная влажность материала;

ξ – коэффициент извилистости;

S_v – удельная поверхность соприкосновения жидкости с веществом материала;

f_v – дифференциальная функция распределения объема пор по радиусам;

r_ω – критический радиус (радиус капилляров, содержащих мениски).

Величины ω_v и $\xi(\omega_v)$ определяются из соотношений:

$$\omega_v = \int_0^{r_\omega} f_v(r) dr, \quad (5)$$

$$\xi(\omega_v) = \omega_v \left\{ \frac{1}{2} + \sin \left[\frac{\arcsin(2\omega_v - 1)}{3} \right] \right\}^{-2}, \quad (6)$$

Таким образом, мы смогли выразить степень завершенности структурообразования через влажностные характеристики, исследовали зависимость коэффициента стойкости материала от коэффициента сорбции. Проследили влияние характера высыхания образцов на их усадку. Проследили закономерность влияния водонасыщения на прочность образцов. Чем больше водонасыщение, тем меньше прочность. Также мы отметили, что после проведения испытаний масса образцов уменьшается, что может существенно повлиять на качество готового изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. De Donder Th, von Rysselbeghe P.L' Affinite. – Paris, 1938.
2. Цимерманис, Л.Б. Термодинамическое развитие открытой системы, в которой химическая реакция сопряжена с процессами структурообразования / Л.Б. Цимерманис, Д.И. Штакельберг, А.Р. Генкин // Изв. АН ЛатвССР. Сер. физико-техническая. – 1974. – № 6. – С. 55–63.
3. Горчаков, Г.И. Повышение морозостойкости бетона в конструкциях промышленных и гидротехнических сооружений / Г.И. Горчаков, М.М. Капкин, Б.Г. Скрамтаев. – М.: Стройиздат, 1965. – 195 с.
4. Горчаков, Г.И. Специальные строительные материалы для теплоэнергетического строительства / Г.И. Горчаков. – М.: Стройиздат, 1972. – 304 с.
5. Вяжущие вещества, бетоны и изделия из них / Г.И. Горчаков [и др.]. – М.: Высш. шк., 1976. – 145 с.
6. Состав, структура и свойства цементных бетонов / Г.И. Горчаков [и др.]. – М.: Стройиздат, 1976. – 145 с.
7. Миронов, С.А. Теория и методы зимнего бетонирования / С.А. Миронов. – М.: Стройиздат, 1975. – 700 с.
8. Шейкин, А.Е. Структура, прочность и трещиностойкость цементного камня / А.Е. Шейкин. – М.: Стройиздат, 1974. – 191 с.
9. Powers, T.C. Studies of the Physical Properties of Hardend Portland Cement Paste / T.C. Powers, T. L. Brownyard // ACSJ Journal. – Vol. 43. – March, 1947.
10. Дибров, Г.Д. Изменения объема (усадка) цементного камня / Г.Д. Дибров, М.С. Остриков, Т.П. Петренко. – ДАН СССР, 1963. – С. 648.
11. Цимерманис, Л.Б. Термодинамические и переносные свойства капиллярно-пористых тел / Л.Б. Цимерманис. – Челябинск: Ю.-У. кн. изд-во, 1970.
12. Бабушкин, В.И. Термодинамика силикатов / В.И. Бабушкин, Г.М. Матвеев, О.П. Мчедлов-Петросян. – М.: Стройиздат, 1972. – 351 с.
13. Бабушкин, В.И. Физико-химические процессы коррозии бетона и железобетона / В.И. Бабушкин. – М.: Стройиздат, 1968. – 187 с.
14. Бабушкин, В.И. Термодинамика в процессах гидротации и коррозии цемента: автореф. дис. ... д-ра техн. наук / В.И. Бабушкин. – Харьков: ХПИ, 1972.
15. Шабанов, Д.Н. Оценка параметров влажопроводности строительных материалов для теплотехнических расчетов / Д.Н. Шабанов, А.В. Афонин, В.И. Никитин // Вестн. Брест. гос. техн. ун-та. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика, экология. – 2003. – № 2. – С. 98–100.
16. Александровский, С.В. Производство железобетонных ферм / С.В. Александровский. – М.: Стройиздат, 1968. – 188 с.
17. Мчедлов-Петросян, О.П. Термодинамика и термохимия цемента / О.П. Мчедлов-Петросян, В.И. Бабушкин // VI Междунар. конгресс по химии цемента. – М.: Стройиздат, 1976. – Т. II, кн. I. – С. 6–16.
18. Брунауэр, С. Адсорбция газов и паров / С. Брунауэр. – М.: ИЛ, 1948. – Т. I. – 784 с.

УДК 691-419.8

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКОВОЙ АРМАТУРЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ АРМАТУРНОГО ИЗДЕЛИЯ

С.А. ТЕРЕХОВ, В.А. ХВАТЫНЕЦ
(Представлено: канд. техн. наук Д.Н. ШАБАНОВ)

Рассматриваются вопросы технологии изготовления изделий стеклопластиковой арматуры периодического профиля с использованием существующих технологий и с использованием 3D-принтера. Дается описание подхода по оценке эффективности использования 3D-принтера при производстве стеклопластиковой арматуры периодического профиля и печати изделий на ее основе, по отношению к уже существующим технологиям.

Применение 3D-принтеров в современном строительстве дает преимущества, такие как сокращение трудоемкости, ранний ввод объекта в эксплуатацию. Главные из них являются высокая скорость строительства автомобильных и аэродромных дорог и полная роботизация процесса армирования покрытия [1]. Это позволяет в более короткие сроки, а, следовательно, и более эффективно возводить, реконструировать и ремонтировать существующие автомобильные дороги.

Благодаря своим высоким механическим характеристикам волокнистые композиты находят широкое применение в технике в качестве конструкционного материала [2, 3]. Существенным преимуществом создания стеклопластиковой арматуры периодического профиля с использованием 3D-принтера является то, что технологический процесс получения конечного продукта совмещен по времени и включает в свой состав несколько одновременно протекающих процессов с изготовлением изделия из стеклопластиковой арматуры на основе волокнистых композитов [4, 5]. Основу волокнистых полимерных композиционных материалов составляют армирующие волокнистые наполнители, объединенные в монолитный композиционный материал полимерной матрицей. Элементы конструкций из композиционных материалов состоят обычно из однонаправленных армирующих слоев стеклонитей, уложенных в определенной последовательности, поэтому в основе методов расчета и проектирования таких конструкций лежат механические характеристики однонаправленного армированного слоя, которые требуется определить экспериментально или расчетным путем. Механическое поведение таких композитов значительно зависит от времени, что обусловлено ярко выраженными вязкоупругими свойствами полимерных связующих и некоторых типов волокон [6, 7].

Анализ выше изложенной информации позволил предложить 3D-принтер, принцип работы которого основан на технологии 3D-печати волокнистым композитом. Данный принтер предназначен для производства стеклопластиковой арматуры периодического профиля. Новизна заключается в использовании механизма, работающего по принципу машины челночного типа, что позволит создавать арматуру с различной высотой рифа и шагом завивки. Заявляемая модель 3D-принтера отличается тем, что позволяет создавать не хрупкое изделие, а сетку из прочной волокнистой стеклопластиковой арматуры. Использование заранее создаваемой 3D-модели позволяет печатать стеклопластиковые изделия любой номенклатуры (плоские каркасы, пространственные каркасы и сетки). 3D-печать изделия происходит по следующей схеме: деталь переплетает нити с бобин со стеклоровингом. Нити проходят пористые валики, с помощью которых происходит их пропитка смолой. Излишек смолы стекает в лоток б. Под воздействием ультрафиолетовых лучей или другого способа отверждения в зависимости от применяемой смолы для пропитки происходит отверждение и превращение, сначала в элемент арматурного изделия, из которого путем печатания с использованием 3D-принтера на выходе получаем готовое изделие в виде каркаса, сетки или отдельных стержней прямых или изогнутых. Ниже представлена пошаговая схема работы механизма для создания профиля будущего изделия (рис. 1).

Описание процесса формирования профиля.

Позиция 1: 1) деталь 3 поднялась; 2) носик челнока пересекает деталь 3, находится в точке А1; 3) ровинг с катушки провис.

Позиция 2: 1) кончик детали 3 еще приподнимается; 2) носик детали 2 в точке А2; 3) нить сильно провисает; 4) выполняется формирование периодического профиля.

Позиция 3: 1) кончик детали 3 еще приподнимается; 2) носик детали 2 в точке А3; 3) нить провисла на максимум.

Позиция 4: 1) деталь 3 в верхней точке; 2) верхняя нить натянута; 3) носик детали 2 в точке А4.

Позиция 5: 1) деталь 3 в верхней точке; 2) носик детали 2 в точке А4, под углом 45 градусов; 3) нить натянута.

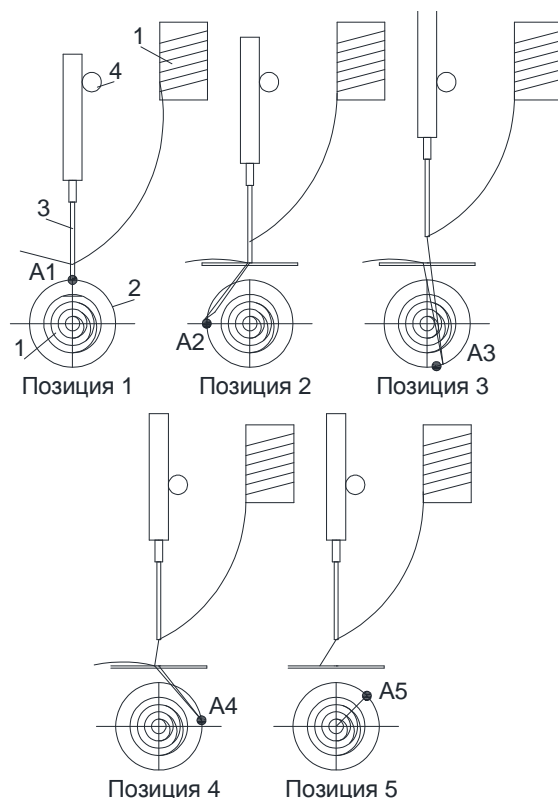


Рис. Принцип образования профиля:

1 – катушки со стекловолином; 2 – деталь с катушкой стекловолига внутри;
3 – деталь для создания периодического профиля; 4 – деталь обеспечивающая поступательные движения

Главное в этой технологии увязать объемы работ по печатанию самого изделия со временем отвердевания элемента арматурного изделия. Таким образом, печатание заключается в изменении пространственного положения элемента арматурного изделия когда он находится в пластичном состоянии, т.е. имеет возможность деформироваться без последствий на прочностные, эксплуатационные характеристики готового изделия.

В Республике Беларусь отсутствует производство композитных изделий на одной строительной площадке, позволяющее снизить затраты на освоение данных видов продукции. В дальнейшем проектируемый принтер предполагается использовать в комплексе машин и механизмов, включающих 3D-принтер для укладки бетонных смесей с уплотнением при промышленном, гражданском, аэродромном и автодорожном строительстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грахов, В.П. Влияние развития 3D-технологий на экономику строительства [Электронный ресурс] / В.П. Грахов, С.А. Мохначев, О.В. Бороздов // *Фундаментальные исследования*. – 2014 – Режим доступа: <http://www.fundamental-research.ru/ru/article/view?id=36044>. – Дата доступа: 23.03.2016.
2. Моралес, С. Студент сконструировал принтер, печатающий волокнистым композитом [Электронный ресурс] / С. Моралес // *Print expo*. – 2013. – Режим доступа: <http://3d-expo.ru/ru/student-skonstruiroval-printer-pachatayushchiy-voloknistym-kompozitom>. – Дата доступа: 23.03.2016.
3. Любвин, Дж. Справочник по композиционным материалам / Дж. Любвин. – М. : Машиностроение, 1988. – 584 с.
4. Васильев, В.В. Композиционные материалы : справ. / В.В. Васильев, Ю.М. Тарнопольский. – М. : Машиностроение, 1990. – 512 с.
5. Зарубин, В.С. Влияние взаимного расположения волокон на теплопроводность однонаправленного волокнистого композита [Электронный ресурс] / В.С. Зарубин, Г.Н. Кувыркин, И.Ю. Савельева // *КиберЛенинка*. – 2014. – Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-vzaimnogo-raspolozheniya-vozkon-na-teploprovodnost-odnapravlenno-go-vozkonistogo-kompozita>. – Дата доступа: 23.03.2016.
6. Вустер, У. Применение тензоров и теории групп для описания физических свойств кристаллов / У. Вустер. – М. : Мир, 1977. – 384 с.
7. Выставка научно-технических работ студентов и молодых ученых [Электронный ресурс] / Н.Н. Попок [и др.]. – 2014. – Режим доступа: <http://cent.metolit.by/ru/node/1000>. – Дата доступа: 02.02.2016.
8. Положительное решение по заявке № а20130798 от 24.06.2013 / Н.Н. Попок [и др.].

УДК 691.327:502

**ОСОБЕННОСТИ ПРОТЕКАНИЯ ПРОЦЕССОВ БИОКОРРОЗИИ
ЦЕМЕНТНЫХ БЕТОНОВ****А.А. ШАУРО***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.М. ПАРФЁНОВА)*

Отмечается комплексность воздействия биоорганизмов на цементные бетоны, включая механическое разрушение за счет разрастающегося мицелия, изменение упруго-прочностных свойств за счет выделения продуктов метаболизма агрессивных к бетону, использование микроорганизмами компонентов бетона в качестве источника энергии. Обобщены материалы исследований, посвященных рассмотрению особенностей протекания процессов биокоррозии цементных бетонов. Отмечено, что сульфат-редуцирующие бактерии приносят наибольший вред, поскольку сульфаты образуют этtringит и таумасит, ускоряющие разрушение цементных бетонов.

Введение. Поражение плесневыми грибами не только старых, но и новых зданий является актуальной современной проблемой. Характерными проявлениями плесени является затхлый запах в помещениях, темные пятна на стенах и потолке в ванных комнатах, на оконных откосах, за шкафами и стенками, под подоконниками. Появление плесени может быть вызвано как объективными причинами (строительными дефектами, установкой пластиковых стеклопакетов в старых домах, нарушающих вентиляцию), так и неправильной эксплуатацией (искусственное создание высокой влажности, неправильный температурный режим отопления и плохое проветривание).

Идеальные условия для развития микроорганизмов на материалах – повышенная влажность воздуха выше 95%, относительно высокие температуры плюс 20° С и более, отсутствие вентиляции, обилие пыли и загрязнений органической природы. Основным фактором, способствующим развитию микроорганизмов на материалах, является вода. Причем влага может вноситься за счет самих микробных клеток, которые содержат ее 80% и более. При попадании спор на сырую поверхность они начинают интенсивно прорастать тончайшими нитями, образуя грибной мицелий.

Бетон является потенциально благоприятной средой обитания для микроорганизмов (бактерий, грибов, лишайников и т.д.), что оказывает влияние как декоративные свойства, так и на физико-механические свойства и срок их службы. Проблема борьбы с биокоррозией бетонов на сегодняшний день важна и актуальна. В связи с этим рассмотрение особенностей протекания процессов биологического разрушения бетонов является важной составляющей в поиске наиболее эффективных средств защиты.

Основная часть. При воздействии биоорганизмов разрушение строительных материалов носит более сложный характер, чем при воздействии чисто химических сред. Так, например, в результате действия грибов может происходить механическое разрушение за счет разрастающегося мицелия, изменение упруго-прочностных свойств за счет выделения продуктов метаболизма агрессивных к строительному материалу, использование микроорганизмами компонентов материалов в качестве источника энергии (пищи) [1].

Как особо активные коррозионные элементы себя проявляют тионовые и нитрифицирующие бактерии, в результате жизнедеятельности которых создаются агрессивные среды за счет накопления продуктов их метаболизма: серной и азотной кислот. Они реагируют с цементным камнем бетона, полностью разрушая его [2]. А также сульфаторедуцирующие бактерии, образующие коррозионноактивные метаболиты (NH₃, H₂S, CO₂, органические кислоты). Для мицелиальных грибов характерными метаболитами являются органические кислоты, окислительно-восстановительные и гидролитические ферменты. Наиболее существенно страдают бетонные и стальные конструкции подземных сооружений. Наблюдается снижение прочности и полной деструкции бетона в поверхностном слое, повышение водопоглощения, снижение pH жидкой фазы, вплоть до 1 [2].

В работе [3] выявлены отличия и особенности протекания биокоррозии цементных бетонов в сравнении с известными видами коррозионных процессов. Наиболее существенными отличиями являются следующие. При биокоррозии повышение температуры среды может приводить как к ускорению, так и замедлению или прекращению разрушения материала. Высокие температуры убивают многие микроорганизмы, а соответственно и источники продуцирования агрессивных сред.

Если давление среды оказывает большое влияние на скорость химических реакций и на этом основании даже разработаны специальные способы изменения структуры, а соответственно и свойств цементных бетонов, то на скорость их биокоррозии влияние давления незначительно. Микроорганизмы в отличие от других сред могут стимулировать коррозию в широких интервалах температур и относитель-

ной влажности. Они могут создать местные условия, например локально повышать влажность, температуру, что ускоряет коррозию материала. Обычная химически активная среда такими свойствами не обладает.

Авторами работы [3] показано, что особенностью биокоррозии является также ее избирательность к материалу и возможность адаптации микроорганизмов в случае его совершенствования. Появление защищенных от биокоррозии цементных бетонов ускоряет эволюцию микроорганизмов. Они совершенствуют свой аппарат по выработке ферментов и усиливают агрессивность продуктов метаболизма, в результате чего защита материала также должна с течением времени совершенствоваться.

Отмечается особенность микробиологических трансформаций по сравнению с химическими реакциями и процессами. Трансформации осуществляются, как правило, действием нескольких ферментов. В результате жизнедеятельности микроорганизмов продуцируется сочетание агрессивных сред (например, органических кислот). Грибы на загрязненных цементных материалах могут образовывать биоценозы, т.е. сообщества разных видов грибов или совместно с бактериями. Известно, что эти сообщества оказывают на цементные материалы более разрушительное действие, чем каждый вид в отдельности [3].

Если скорость обычной химической реакции при определенном соотношении взаимодействующих веществ непрерывно уменьшается с течением времени, так как эти вещества постепенно расходуются и концентрации их становятся все меньше и меньше. При биокоррозии, в результате развития микроорганизмов и выделения продуктов их жизнедеятельности концентрации агрессивных реагентов могут пополняться.

Одним из отличительных признаков грибов как среды является наличие мицелия. Отдельные его участники могут превращаться в специальные образования, служащие для сохранения или для размножения вида. При этом росте развивается высокое давление, а поскольку цементный бетон имеет капиллярно-пористое строение, то мицелий может проникать на значительное расстояние в материал, при этом нарушая его целостность и приводя к разрушению. Сделано предположение [3], что в этом случае должно происходить специфическое разрушение цементного бетона в начальный период времени. Отмечается, что в результате нарушения поверхностной целостности материала, а соответственно уменьшения его поверхностной энергии, предсказуемо значительное снижение прочности.

Приведенные в работе [3] отличительные признаки, позволили сделать вывод, что биокоррозия является самостоятельным, особым видом коррозии. Выделение биокоррозии цементных бетонов в особый отдельный вид определяет и особые меры защиты материала (механические, физические, химические, биологические), которые по своей сути в корне отличаются от мероприятий, используемых для борьбы с коррозией I, II и III видов.

Разрушение цементных бетонов при биокоррозии, как и при других видах, определяются процессами массопереноса и химических реакций [3]. Для оценки и прогнозирования сопротивления цементных бетонов при действии на них микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности можно применить выражение:

$$R_{б.с} = f(V_m, V_p, L, t), \quad (1)$$

где $R_{б.с}$ – функция биологического сопротивления;
 V_m – скорость массопереноса микроорганизмов и продуктов их жизнедеятельности;
 V_p – скорость химических реакций составляющих материала и среды;
 L – характерный размер тела;
 t – время.

Механизм воздействия микроорганизмов на бетон, по мнению Б.Л. Исаченко [4], можно представить следующим образом. При твердении бетон покрывается защитной пленкой, образованной углекислым кальцием. Пока пленка цела, она препятствует диффузии воды внутрь бетонной кладки и тем самым защищает бетон от разрушения. Тионовые бактерии, поселяющиеся на поверхности карбонатного слоя, разрушают его, изменяя pH прилегающей воды за счет образуемой ими кислоты. Кроме того, тионовые бактерии приносят вред продуцированием сульфатов, поскольку последние образуют этtringит и таумасит, ускоряющие разрушение данного материала.

Коррозия бетона в морской воде детально изучалась Л.И. Рубенчиком и И.И. Колкером [5]. Из образцов поврежденного бетона портов Черного моря ими был выделен широкий спектр микроорганизмов: сульфатредуцирующие, тионовые, нитрифицирующие, денитрифицирующие, уролитические, гнилостные, целлюлозоразлагающие бактерии. Л.И. Рубенчик, пришел к выводу, что нитрифицирующие и маслянокислые бактерии способствуют выщелачиванию кальция из цемента и снижению вследствие этого механической прочности исследуемых цементных образцов. Разрушающее действие на цемент он объяснял тем, что в результате жизнедеятельности микроорганизмов образуются органические и неорганические

ские кислоты, растворяющие защитную карбонатную пленку на поверхности бетона и открывающие сульфатам доступ вглубь бетона, где происходит образование гидросульфатоалюмината кальция.

Наибольший успех достигнут микробиологами в изучении механизма коррозии бетонных канализационных труб. Это, пожалуй, единственный случай, когда ведущим фактором в коррозии строительных материалов единодушно признаются микроорганизмы. К. Паркер [4, 6] предложил двухступенчатую схему коррозии бетонных канализационных труб. Согласно этой схеме, первичным коррозионным агентом является H_2S , образуемый главным образом сульфатредуцирующими бактериями. На второй стадии действуют аэробные тионовые бактерии, окисляющие сероводород и другие серосодержащие соединения (тиосульфат, политионаты, серу) до серной кислоты. Из продуктов коррозии К. Паркер выделил три вида тиобацилл, принимающих участие в коррозионных процессах. На первой стадии при $pH = 11... 9$ действуют факультативные автотрофы, и затем в пределах $pH = 9... 5$ интенсивно развиваются виды *Thiobacillus*. На конечном этапе коррозии образуется серная кислота, таким образом, коррозия бетонных канализационных труб наступает в результате функционирования специфического биоценоза: микрофлоры, минерализующей органическую серу до сульфатов и других неорганических соединений; сульфатредуцирующих бактерий, восстанавливающих сульфат-ион до сероводорода; автотрофных тионовых бактерий, окисляющих сероводород до серной кислоты, разрушающей бетон [4].

Выводы. Микроорганизмы в отличие от других сред стимулируют коррозию в широких интервалах температур и относительной влажности, легко адаптируются и эволюционируют к средствам защиты цементных бетонов от биокоррозии и усиливают агрессивность продуктов метаболизма с течением времени. Особо опасными для цементных бетонов являются тионовые и нитрифицирующие бактерии, которые разрушают защитную карбонатную пленку на поверхности бетона, продуцируют образование сульфатов, тем самым ускоряя разрушение бетона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фатыхова, Ю.Н. Экологические аспекты биокоррозии строительных силикатных материалов в условиях урбанизированных территорий / Ю. Н. Фатыхова // Молодой ученый ; Ин-т экономики и менеджмента Балт. федер. ун-та им. И. Канта. – 2015. – № 21. 1 (101.1). – С. 55.
2. Злочевская, И.В. Биоповреждения каменных строительных материалов микроорганизмами и низшими растениями в атмосферных условиях / И.В. Злочевская // Биоповреждения в строительстве. – М., 1984. – С. 257–271.
3. Биокоррозия цементных бетонов, особенности ее развития, оценки и прогнозирования / В.Т. Ерофеев [и др.] // Фундам. исслед. Техн. науки. – 2014. – № 12-4. – С. 708–716.
4. Биологическое сопротивление материалов / В.И. Соломатов [и др.]. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2001. – С. 196.
5. Сураева, Е.Н. Разработка сухих строительных смесей с биоцидными свойствами : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / Е.Н. Сураева. – Саранск, 2015. – С. 170.
6. Андреюк, Е.И. Микробная коррозия подземных сооружений / Е.И. Андреюк, И.А. Козлова, Ж.П. Коптева // Биоповреждения и биокоррозия в строительстве : материалы Второй Междунар. науч.-техн. конф. – Саранск : Изд-во Мордов. ун-та, 2006. – С. 79–99.

УДК 691:035.267

**К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ СОЛОМЫ И КОСТРЫ В КАЧЕСТВЕ
ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ****А.В. ДОЛЖОНОК, С.А. РОМАНОВСКИЙ**
(Представлено: Н.В. ДАВЫДЕНКО)

Приведены сведения по применению соломы зерновых культур и костры льна в производстве стеновых строительных материалов. Рассмотрены результаты исследований основных физико-механических характеристик арболита на основе композитного заполнителя из смеси соломы и костры льна. В качестве связующего использована цементно – известковая композиция. Полученные составы возможно использовать для изготовления стеновых блоков или возведения монолитных ограждающих конструкций.

Растительные компоненты в производстве строительных материалов используются человеком на протяжении многих веков своего исторического развития. Применение растительного сырья обусловлено распространенностью и невысокой стоимостью. Растительные материалы характеризуются низкой плотностью при достаточно высокой прочности и малой теплопроводности. Перечисленные положительные факторы обеспечивают востребованность и большие возможности для применения в строительстве.

В настоящее время актуальность использования растительных отходов приобрела новое переосмысление, обусловленное экологической чистотой материалов и быстрой возобновляемостью сырья. В связи с этим большое внимание уделяется научным исследованиям по рациональной утилизации отходов растениеводства, увеличивающихся в объемах с каждым годом. Значительных успехов удалось достичь в производстве строительных материалов с использованием соломы различных злаковых культур. Наиболее простой технологией является возведение ограждающих конструкций зданий из соломенных тюков.

При строительстве домов из соломенных тюков существует два конструктивных решения. Наиболее распространенной является конструкция здания из несущего деревянного каркаса с заполнением соломенными тюками наружных стеновых проемов. Второй вариант предусматривает использование соломенных тюков в качестве сборных элементов несущих стен. Тюки укладываются с перевязкой швов как в кирпичной кладке, а для дополнительной жесткости и устойчивости стен в тюки вертикально вбивают деревянные колья. При устройстве стропильной системы по верху стены предварительно укладывают распределительные балки [1].

Существует технология производства соломенных панелей «Экобуд» и «Есососоп». Панели состоят из ржаной соломы, поскольку она очень плотно запрессовывается. Солома на производстве прессуется в деревянном каркасе с помощью гидравлического пресса. Поэтому со временем она не даст усадку. Материал имеет теплопроводность 0,05–0,065 Вт/м·°С, коэффициент шумопоглощения 0,9 и высокую пожаробезопасность, так как солома в панелях спрессована настолько сильно, что в ней нет воздуха, который нужен для горения. Для производства соломенных щитов «Есососоп» используют солому с уровнем влажности лишь до 15 %. При прессовании соломы в щите удерживается степень сжатия 10–120 кг/м³, благодаря чему сохраняется многонаправленная структура соломы, обеспечивающая более хорошее тепловое сопротивление соломенного щита. Теплопроводность соломенного щита равна 0,054–0,059 Вт/м·°С [2, 3].

Известна технология получения соломенных плит под торговой маркой «Stramit». Уникальная технология придает материалу ряд качественных преимуществ, включая прочность, огнестойкость. Соломенные плиты «Stramit» производятся в мире в соответствии с Британским Стандартом BS4046. Стандартные характеристики панелей «Stramit» следующие: длина – 2500 мм, ширина – 1200 мм, толщина – 58 мм, масса около 67 кг, плотность – 398 кг/м³. Плиты могут быть использованы как самостоятельные несущие перегородки и наружные стены без конструктивных каркасов. Огнестойкость составляет 59 мин, класс по огнеупорности – 0, что обусловлено плотностью основы соломенной плиты, которая не содержит достаточно кислорода для того, чтобы поддерживать горение. Материал также не содержит смолу, спиртовые компоненты или другие химические вещества, способствующие процессу горения. Экологически чистые панели «Stramit» изготавливаются из пшеничной соломы под высоким давлением и при высокой температуре, без использования искусственных добавок, вредных для здоровья [4].

В качестве основного структурообразующего компонента для изготовления теплоизоляционного арболита крупнопористой структуры предлагается использовать гречишную солому, обработанную ком-

плексным минерализатором, с максимальным размером частиц до 30–40 мм, что препятствует значительному конвективному переносу тепла в сообщающихся порах. Мелким пористым заполнителем в разработанных составах являлась овсяная лузга. Теплоизоляционный материал обладает следующими характеристиками: плотность 544–617 кг/м³, предел прочности на сжатие 0,39–1,32 МПа, коэффициент теплопроводности 0,06–0,084 Вт/м·°С. Полученный материал по своим качествам можно отнести к эффективным утеплителям, отличающимся малой энергоемкостью и теплопроводностью. Отмечается, что одной из главных проблем при проектировании и производстве арболитовых изделий на цементе является низкая адгезионная прочность на границе заполнитель – вяжущее, что обусловлено большими влажностными деформациями растительного заполнителя и выделением водорастворимых производных сахарозы, являющихся вредными для нормальной гидратации цемента [5].

Возможно применение соломы в виде гранулированного заполнителя в легком бетоне. Применяя в качестве заполнителя гранулы из соломы, получают материал со следующими физико-механическими характеристиками: плотность 810 кг/м³, предел прочности на сжатие 5,2 МПа, теплопроводность 0,28 Вт/м·°С. В результате легкий бетон на гранулированном растительном заполнителе по усадке и сжимаемости находится на уровне обычных легких бетонов на керамзитовом гравии и золошлаковой смеси, а также имеет существенные резервы восприятия нагрузки по сравнению с арболитом. Проявление эффекта смягчения способствует восприятию всех эксплуатационных воздействий и нагрузок без трещинообразования [6].

Разработана технология производства кострбетона для малоэтажного монолитного домостроения. В качестве основных компонентов использовались гипсоцементное вяжущее, костра, вода. Время укладки кострбетона регламентировано из-за ограничений по жизнеспособности смеси. Для решения данной проблемы потребовалось увеличение водовяжущего соотношения и введение воздухововлекающей добавки СДО с целью повышения подвижности смеси. Данная технология позволяет получить кострбетон с плотностью 630–980 кг/м³, пределом прочности на сжатие 0,8–4,4 МПа. В результате получен гипсосодержащий кострбетон с широким диапазоном прочностных свойств, что позволяет использовать материал в различных по назначению конструкциях зданий [7].

В Харьковском университете рассматривается вопрос об использовании костры льна в качестве заполнителя для изготовления эффективных стеновых изделий. Основными компонентами являются цемент, льняная костра, хлористый кальций или жидкое стекло, вода. Химические добавки позволили использовать костру льна без предварительной выдержки, так как благодаря им, имеющиеся сахара нейтрализуются и качество изделия улучшается. Разработаны составы арболитовых смесей с плотностью 480–735 кг/м³, прочность 0,98–5,4 МПа. После проведенных лабораторных исследований, установлено, что из костры льна можно изготовить арболитовые изделия с высокими теплоизоляционными свойствами, позволяющими заметно снизить стоимость строительства [8].

В проводимых исследованиях на кафедре строительного производства предпринята успешная попытка по совместному использованию соломы и костры в качестве заполнителей для стеновых материалов. Крупным и мелким заполнителем является солома фракцией 20–40 мм и мелким - костра льна размером до 10 мм. В качестве комплексного вяжущего применяется цементно – известковая композиция. Образцы формируются под давлением. Выдержка в форме составляет 1 – 4 суток. Результаты представлены в таблице.

Таблица

Физико-механические характеристики арболита

№ состава	Расход компонентов на 1 м ³ в долях от единицы					Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С	Время выдержки в форме, сут.
	солома	костра	цемент	известь	вода				
1	0,2	0,14	0,17	0,17	0,32	753	3,1	0,12	4
2	0,17	0,13	0,18	0,18	0,34	672	2,9	0,098	3
3	0,16	0,11	0,19	0,19	0,35	631	2,7	0,09	2
4	0,27	-	0,19	0,19	0,35	631	2,2	0,095	2
5	0,14	0,1	0,21	0,21	0,35	585	2,4	0,086	1
6	0,11	0,09	0,23	0,23	0,34	529	2	0,08	1
7	0,2	-	0,23	0,23	0,34	529	1,6	0,09	1

Анализ результатов составов 6 и 7 показал, что замена части соломы кострой при одинаковой плотности арболита позволяет увеличить прочность на 25% и уменьшить коэффициент теплопроводности на 0,01 Вт/м·°С. Также наблюдается увеличение прочности на 23% и снижение коэффициента теплопроводности на 0,005 Вт/м·°С у состава 3 по сравнению с характеристиками состава 4. При сопоставле-

нии результатов составов 6, 7 и 3, 4 плотность повышается на 19%, прочность на сжатие – на 35–38%, время выдержки в форме увеличивается до двух дней. Эффект от использования костры обусловлен формированием из крупного и мелкого заполнителя двух взаимопроникающих структурных систем, образующих прочную структуру «каркас в каркасе». Костра заполняет пустотное пространство, образуемое в каркасе из соломы, и формирует второй каркас, препятствующий перемещению воздуха в композиции и тем самым, уменьшает теплопроводность материала.

Значительные изменения физико-механических характеристик отмечается при сравнении составов 1 и 6. Так, для состава 1 плотность возросла на 42%, прочность на сжатие на 55%, коэффициент теплопроводности на 50%, однако время выдержки в форме возросло до четырех дней. В процессе исследований установлено, что чем выше плотность арболита, тем больше время выдержки в форме, а это существенно снижает количество циклов оборачиваемости форм. Если произвести распалубку раньше минимально необходимого срока, то происходит деформирование образца в объеме, то есть разуплотнение арболита, за счет упругих деформаций соломы и недостаточной прочности вяжущего на момент распалубки. Применение извести позволяет снизить негативное влияние сахаров на процесс формирования структуры цементного камня. Также присутствие извести обеспечивает возрастание объема вяжущего, в результате чего увеличивается зона контакта цементного камня с соломой и кострой, что повышает прочностные сцепления между заполнителем и вяжущим.

Адгезия образцов арболита со штукатурным цементно – известковым раствором изучалась визуально (рисунок). Цементно-известковый раствор наносили вручную на боковую грань образца (состав 6).



Рис. Поверхность арболита, оштукатуренная цементно-известковым раствором марки 50

При осмотре образцов через 28 суток после нанесения раствора отслоение штукатурного слоя не зафиксировано. При ударных воздействиях молотком по штукатурке отслоение раствора от поверхности арболита не установлено. В дальнейших исследованиях планируется определить прочность сцепления штукатурных растворов с арболитом, а также прочность сцепления кладки из арболитовых блоков. Результаты визуальных исследований образцов дают основание предположить, что арболитовые стеновые блоки должны обладать высокой прочностью сцепления со строительными растворами.

Основываясь на полученных данных и исходя из требований по обеспечению необходимых значений физико-механических характеристик и времени оборачиваемости форм, составы 5 и 6 являются наиболее оптимальными. Стеновые блоки из арболита (составы 5, 6) обладают достаточной прочностью для возведения несущих стен высотой до 2,5 м в одноэтажных зданиях, а также несущих наружных стен в каркасных зданиях и при толщине стены 300–350 мм обеспечивают требуемое сопротивление теплопередаче.

ЛИТЕРАТУРА

1. Широков, Е.И. Экотехнология биопозитивных ограждающих конструкций из соломенных блоков в Беларуси. В 2 ч. Ч. 1. Экодома из соломы: технология строительства / Е.И. Широков. – Минск : Адукацыя і выхаванне, 2007. – 40 с.
2. Интернет портал [Электронный ресурс] / Пр-во и стр-во каркасных домов из соломенных панелей. – Режим доступа: <http://eco-bud.com/>. – Дата доступа: 26.01.2016.
3. Интернет портал [Электронный ресурс] / Соломенные щиты «Есососон». – Режим доступа: <http://www.ecosocoon.lt/russian/>. – Дата доступа: 26.01.2016.

4. Интернет портал [Электронный ресурс] / Энергоэффективное строительство. – Режим доступа: <http://straw.z42.ru/node/449>. – Дата доступа: 26.01.2016.
5. Солдатов, С.Н. Создание и исследование свойств утеплителей на основе местного сырья : дис. ... канд. тех. наук : 05.23.05 / С.Н. Солдатов. – Пенза, 2001. – 67 л.
6. Авраменко, В.В. Легкие бетоны на основе растительного сырья и минеральных вяжущих для стеновых ограждений : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.05 / В.В. Авраменко. – Новосибирск, 2010. – 89 л.
7. Гаврикова, Т.А. Совершенствование технологии малоэтажного монолитного домостроения из костробетона : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.08 / Т.А. Гаврикова. – Нижн. Новгород, 2006. – С. 10–12.
8. Лобанова, А.В., Казимагомедов И.Э. Стеновые изделия из арболита на основе костры льна / А.В. Лобанова, И.Э. Казимагомедов // Коммунальное хозяйство міст. – 2015. – № 124. – С. 18–20.

УДК 691:676.034

**ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ДРОБЛЕННОГО БАМБУКА
В КАЧЕСТВЕ КРУПНОГО ЗАПОЛНИТЕЛЯ ДЛЯ АРБОЛИТОВОЙ СМЕСИ****А.В. ДОЛЖОНОК, С.А. РОМАНОВСКИЙ**
(Представлено: А.А. БАКАТОВИЧ)

Рассмотрены результаты исследований арболита с применением в качестве крупного заполнителя дробленого бамбука. Приведены и проанализированы полученные показатели по прочности, плотности, водопоглощению и теплопроводности арболита. Изучена структура поверхности дробленого бамбука с применением микроскопии.

Использование производственных отходов, экономия материалов, совершенствование строительных конструкций становятся в настоящее время особенно актуальными. Производство арболита не должно ограничиваться только использованием заполнителей на основе древесины, так как в ряде стран лесные ресурсы значительно ограничены или отсутствуют. Значительный интерес с позиции расширения сырьевой базы заполнителей для производства и повышения физико-механических характеристик арболита могут представлять отходы растениеводства и природные материалы растительного происхождения различных регионов мира.

Традиционно в качестве органических заполнителей на основе древесных отходов для производства арболита используют дробленку из хвойных или твердолиственных пород, получаемую при переработке отходов лесопиления и деревообработки, мелкую технологическую щепу, крупные и мелкие опилки, станочную щепу и стружку [1].

Опилки хвойных пород фракцией 1–5 мм применяют для изготовления опилкобетона. Для нейтрализации сахаров, содержащихся в древесине, уменьшения водопоглощения материала, повышения прочности и огнестойкости опилок, улучшения связи между органическими и неорганическими составляющими опилкобетона необходимо проводить предварительную обработку опилок. Минерализацию древесных опилок выполняют несколькими способами: насыщают опилки известковым молоком, затем высушивают, погружают в раствор жидкого стекла (1:7 – жидкое стекло : вода) и повторно высушивают; последовательно обрабатывают водными растворами сульфата тяжелых металлов, альгината натрия и хлорида бария и после выдержки в течение 18–24 ч сливают; пропитывают опилки раствором сульфата железа в течение 30–120 мин; обрабатывают известковым молоком; проводят консервацию 0,3–0,5% раствором фторида натрия для предохранения материала от заражения грибом [2]. Улучшить теплоизоляционные свойства опилкобетона можно увеличением содержания опилок по отношению к песку.

Исследования по оптимизации структуры арболита на основе щепы хвойных и лиственных пород древесины проведены в Полоцком государственном университете. Щепа длиной до 40 мм выполняет функцию крупного заполнителя, а в качестве мелкого заполнителя вводятся опилки в количестве до 20%. Для создания оптимальной структуры арболита используется горизонтальное виброуплотнение с амплитудой 10 см и вертикальное с частотой 50 Гц. В результате обеспечивается направленная укладка щепы в арболите, позволяющая улучшить физико-механические характеристики материала. Применение разработанной технологии обеспечивает плотность арболита равную 550 - 600 кг/м³, прочность на сжатие 3,–4 МПа и теплопроводность 0,12–0,14 Вт/м·°С [3].

Альтернативой древесной щепе может являться дробленый бамбук, представляющий собой быстро возобновляемый сырьевой ресурс в странах Азиатского и Африканского регионов, вырастающий за сутки на 10 см. Традиционно стволы бамбука применяют в качестве несущих строительных элементов при возведении каркасных домов до 3 этажей в странах с теплым климатом [4].

Исследователи из британского Центра по инновационным строительным материалам, в сотрудничестве с командой инженеров из университетов Ковентри и Кембриджа, в настоящее время работают над улучшением характеристик бамбука для широкого использования в строительной индустрии. Бамбук имеет ряд недостатков, которые сегодня препятствуют широкому использованию этого материала в строительстве. Среди них можно отметить ограниченную стойкость к воздействию ультрафиолетовых лучей и влажности, а из-за относительно тонких стенок бамбук имеет низкую огнестойкость. Изучая структурные особенности бамбука, британские исследователи ищут возможности преодоления этих недостатков, стараясь сохранить его уникальные механические свойства [5].

В настоящее время в Сингапуре проводятся исследования по использованию стволов бамбука, как альтернативной замене стальной арматуре [6]. Однако в процессе эксперимента выявлены основные недостатки, связанные со слабой адгезией цементного камня с гладкой поверхностью ствола бамбука и с изменением размеров бамбука при водопоглощении и высыхании.

В научно-исследовательской лаборатории кафедры строительного производства также ведутся работы по использованию бамбука для получения стенового строительного материала. На подготовительном этапе гладкую поверхность бамбуковых стволов диаметром 10–25 мм обрабатывали с помощью абразивов для придания шероховатой фактуры, а затем дробили на фрагменты для получения крупной и мелкой фракции. Дробленый бамбук использовали в экспериментальных составах в виде крупного заполнителя, а для заполнения пустотного пространства применяли опилки. Вяжущим компонентом являлся цемент. В составы дополнительно вводился ускоритель твердения $CaCl_2$ в количестве 2,5% от массы цемента, что позволило увеличить скорость твердения цемента и, таким образом, нейтрализовать вредное воздействие сахаров на вяжущее. Для проведения исследований физико-механических свойств стеновых материалов на основе бамбука изготавливали образцы – кубы размером 150×150×150 мм (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид образца арболита на основе бамбука и опилок

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические характеристики арболита

№ состава	Расход компонентов на 1 м ³ в долях от единицы							Плотность, кг/м ³	Прочность, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С
	Бамбук				Опилки	Цемент	Вода			
	крупная фракция		мелкая фракция							
	шероховатая фактура	гладкая фактура	шероховатая фактура	гладкая фактура						
1	–	0,36	–	–	–	0,41	0,23	660	0,8	0,16
2	0,36	–	–	–	–	0,41	0,23	660	1,2	0,16
3	–	0,24	–	–	0,12	0,29	0,35	800	1,4	0,13
4	0,24	–	–	–	0,12	0,29	0,35	800	1,6	0,13
5	–	–	–	0,35	–	0,4	0,25	660	1,2	0,16
6	–	–	0,35	–	–	0,4	0,25	660	1,7	0,16
7	–	–	–	0,25	0,11	0,29	0,35	800	1,9	0,13
8	–	–	0,25	–	0,11	0,29	0,35	800	2,3	0,13

При сопоставлении результатов испытаний образцов составов 1 и 2 на крупной фракции бамбука, установлено, что прочность на сжатие образца 2 возросла на 44%. Увеличение прочности обусловлено повышением адгезии цементного камня к шероховатой поверхности бамбука. Использование мелкой фракции бамбука с шероховатой поверхностью (состав 6) позволяет увеличить прочность на сжатие на 39% по сравнению с составом 5 на мелкой фракции с гладкой фактурой. Анализ данных по образцам 1 и 5 показывает, что за счет дополнительного измельчения бамбука, несмотря на его гладкую фактуру, прочность возросла на 53 %. Повышение прочности происходит за счет увеличения геометрической площади боковых граней с шероховатой поверхностью, образующихся при расщеплении вдоль волокон в процессе получения мелкой фракции бамбука. Аналогичная зависимость отмечается и для составов 2, 6 с шероховатой поверхностью. Так для состава 6 прочность возросла на 48 % по сравнению с составом 2.

Для заполнения пустот каркаса из дробленого бамбука вводили древесные опилки, обладающие высокой теплоизолирующей способностью. Поэтому, несмотря на увеличение плотности арболита с 660 до 800 кг/м³ за счет введения опилок, произошло снижение коэффициента теплопроводности с 0,16 до

0,13 Вт/м²·°С. Кроме того, присутствие древесных опилок повысило связность структуры композитного материала, что повлияло на прочность при сжатии. При анализе данных испытаний составов 1–4 на крупной фракции бамбука, установлено, что введение опилок обеспечивает увеличение прочности арболита на 33–75% независимо от фактуры поверхности крупного заполнителя. Такая же зависимость прослеживается и для составов 5–8 на мелкой фракции бамбука, где присутствие опилок позволяет повысить прочность на 35–58%.

Выполнение комплекса технических решений связанных с введением опилок в качестве мелкого заполнителя, обработкой поверхности стволов для придания шероховатости и применением мелкой фракции бамбука оказывает существенное влияние на физико-механические характеристики арболита. В результате при увеличении плотности на 21%, повышается прочность на сжатие арболита в 2,9 раза и уменьшается коэффициент теплопроводности на 0,03 Вт/м²·°С. Арболит на основе бамбука возможно использовать в виде блоков для кладки стен, а также при возведении монолитных стен из арболитовой смеси изготавливаемой непосредственно на объектной строительной площадке.

Одним из важных условий практического применения арболита является требование по обеспечению эксплуатационных свойств заполнителя во влажных условиях. Водопоглощение определяли на образцах дробленого бамбука с гладкой и шероховатой фактурой. Показатели водопоглощения по массе бамбука приведены в таблице 2.

Таблица 2

Изменение водопоглощения заполнителя в зависимости от времени выдержки в воде

№ п/п	Вид материала	Водопоглощение по массе (%), после						
		1	2	3	4	5	6	7
		суток						
1	Дробленый бамбук с гладкой фактурой	43	48,9	53,4	55,4	58,2	63,3	64,7
2	Дробленый бамбук с шероховатой фактурой	42,3	46,4	52,6	54,6	57,7	61,9	62,9

Из анализа данных следует, что резкое увеличение водопоглощения на 42,3–43% происходит в первые сутки нахождения дробленого бамбука во влажных условиях. В дальнейшем отмечается существенное снижение интенсивности водопоглощения. В результате со 2 по 7 сутки прирост показателей составляет только 20,6–21,8%. Показатели водопоглощения образцов с гладкой и шероховатой фактурой наружной поверхности практически идентичны, что указывает на то, что процесс водонасыщения происходит через поперечные разрезы волокнистой структуры на торцевых гранях дробленого бамбука. Таким образом придание шероховатости не повышает водонасыщение бамбука и не приводит к дополнительному увеличению геометрических размеров. Водопоглощение бамбука в 1,5–2 раза ниже показателей древесины, что позволяет сократить расход воды при изготовлении арболитовой смеси и снизить усадочные деформации арболита.

Для установления факторов, обуславливающих прочностные характеристики арболита, изучена структура крупного заполнителя – дробленого бамбука с применением микроскопии. В процессе исследования получены изображения внешней поверхности бамбука на атомно-силовом микроскопе NT – 206.

Поверхность ствола бамбука имеет шероховатую фактуру с продольной ориентацией возвышенностей и впадин, т.е. является ребристой (рис. 2).

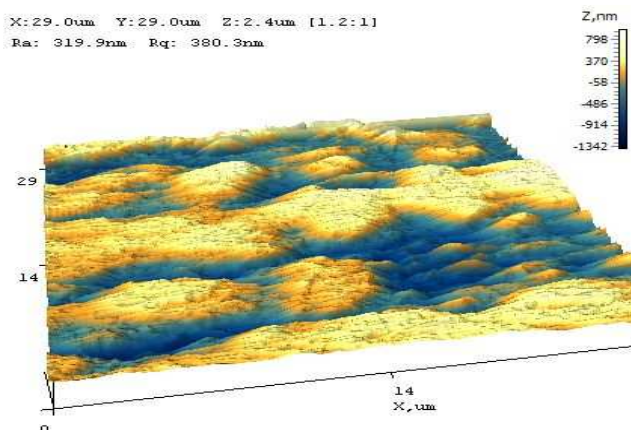


Рис. 2. 3D-изображение скана с наружным покрывным слоем бамбука

Изучена поверхность бамбука после обработки абразивным материалом. С помощью наждачного абразива удалялся наружный покрывной слой с восковым налетом, и получали поверхность в виде оголенной волокнистой структуры с нарушенной целостностью строения поверхностных волокон (рис. 3).

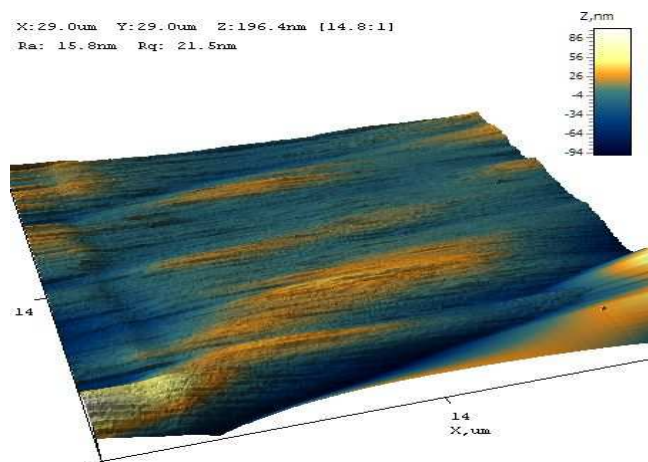


Рис. 3. 3D-изображение скана со снятым наружным покрывным слоем бамбука

Проанализировав полученные результаты, следует отметить, что покрывной слой бамбука имеет восковый налет, что негативно влияет на прочность сцепления с цементным камнем или жидким стеклом. Удаление воскового налета с бамбука при воздействии абразивом позволяет увеличить сцепление вяжущего с заполнителем. После проведения технологической операции по снятию наружного слоя, поверхность приобретает при меньшем перепаде высот большую частоту колебаний рельефа, что положительно влияет на прочность сцепления с вяжущим. При воздействии абразивом частично срезается верхняя оболочка волокон и открывается их пористая капиллярная структура, в результате увеличивается шероховатость поверхности бамбука и геометрическая площадь контакта, что способствует обеспечению высокой адгезии вяжущего к бамбуковому заполнителю.

Основной областью применения арболита на основе бамбука является возведение стеновых ограждений на высоту одного этажа до 3м. Арболит на основе бамбука возможно использовать в виде блоков для кладки стен, а также при возведении монолитных стен из арболитовой смеси изготовленной непосредственно на объектной строительной площадке. При этом арболит из бамбука выполняет не только функцию стенового ограждения, но и одновременно обеспечивает высокие звуко- и теплоизолирующие свойства наружных стен, что также актуально для стран с теплым климатом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Руководство по проектированию и изготовлению изделий из арболита. – М. : Стройиздат, 1974. – 67 с.
2. Цепяев, В.А. Легкие конструкционные бетоны на древесных заполнителях / В.А. Цепяев, А.К. Яворский, Ф.И. Хадорова. – Орджоникидзе : Ир, 1990. – 134 с.
3. Ягубкин, А.Н. Технология получения стеновых блоков из арболита с направленной укладкой заполнителя / А.Н. Ягубкин, В.В. Бозылев // Строительная наука и техника. – 2011. – № 6. – С. 66–69.
4. Интернет портал [Электронный ресурс] / Стебель бамбука: особенности строения и роста. – 2014. – Режим доступа: <http://probambuk.ru/properties/53-stebelbambukastroenieirost>. – Дата доступа: 05.01.2016.
5. Интернет портал [Электронный ресурс] / Бамбук – новый конструкционный материал. – Режим доступа: <http://www.vzavtra.net/materialy/bambuk-novyj-super-konstrukcionnyj-material.html>. – Дата доступа: 21.02.2016.
6. Интернет портал [Электронный ресурс] / Бамбук – жизнеспособная альтернатива стальной арматуры. – М., 2014. – Режим доступа : http://www.proektstroy.ru/news/stroitelnye_materialy/bambuk_zhiznesposobnaya_alternativa_stalnoy_armatury/. – Дата доступа: 08.01.2016.

УДК 624.012.45

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
ПОПЕРЕЧНОГО ОБЖАТИЯ БЕТОНА НА ПРОЧНОСТЬ СЦЕПЛЕНИЯ АРМАТУРЫ
С БЕТОНОМ****О.А. СТРОГАНОВ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Е.Д. ЛАЗОВСКИЙ)*

Анализируются теоретические данные о влиянии поперечного обжатия бетона сечения на прочность сцепления арматуры с бетоном, а также приводятся результаты экспериментальных исследований прочности сцепления арматуры с бетоном при различном поперечном обжатии бетона.

В настоящее время железобетон является одним из самых востребованных строительных материалов. Он отличается прочностью, долговечностью, а способность изготавливать изделия различных форм и размеров способствуют его популярности. Долговечность железобетонных изделий делает их перспективными и более экономичными. Однако, как и все строительные материалы, железобетон имеет свои особенности и свойства.

Одним из главных преимуществ использования сочетания стали и бетона является схожее изменение в длине и объеме с изменением температуры. А главным фактором, влияющим на прочность и надежность железобетонных изделий, является их совместная работа, обусловленная сцеплением арматуры с бетоном.

Под сцепление арматуры с бетоном понимается непрерывная связь между арматурой и бетоном, обеспечивающая их совместную работу. В основном сцепление арматуры с бетоном определяется следующими факторами:

- характеристикой бетона;
- характеристикой арматурной стали;
- технологией приготовления бетона;
- напряженным состоянием железобетонных элементов, вызывающем передачу и распределение усилий между арматурой и бетоном.

Вместе с тем, изгибаемые железобетонные элементы зачастую работают в условиях, обеспечивающих поперечное обжатие бетона сечения элемента в приопорных зонах (платформенные стыки плит перекрытий, места опирания железобетонных балок каркаса и т.д.). Однако, влияние эффекта поперечного обжатия бетона сечения элемента на прочность сцепления арматуры с бетоном в современных нормах проектирования при расчете требуемой длины анкеровки арматуры не учитывается.

Вопросами влияния поперечного обжатия бетона сечения элемента на прочность сцепления арматуры с бетоном занимались различные зарубежные и отечественные ученые. Проведя значительный объем экспериментальных и теоретических исследований, в своих работах Н.М. Мулин [1] получил зависимость, показывающую, что с увеличением интенсивности обжатия бетона в пределах $0,1 - 0,4R$ (где R – средняя прочность бетона элемента) прочность анкеровки при выдергивании возрастает. При этом, чем сцепление на начальном этапе ниже (гладкая арматура, отсутствие адгезии и т.д.), тем больший эффект на повышение сцепления дает обжатие поперечного сечения. Однако, при более высокой степени обжатия прочность анкеровки начинает снижаться из-за развития неупругих деформаций в бетоне (появление трещин на границе заполнителя и цементного камня, соединение микротрещин и т.д.). Исходя из этого, в опорных участках элементов не следует допускать сжимающих напряжений в бетоне, превышающих $0,5R$ при расчетных нагрузках.

Экспериментальные данные исследования Н.М. Мулина, а также аппроксимирующие кривые приведены на рисунке. Стоит отметить, что изменение прочности анкеровки при увеличении степени обжатия бетона может быть представлено линейной зависимостью линейной на участке $0,1 - 0,4R$. В среднем, исходя из данных проведенных экспериментов, при поперечном обжатии бетона сечения элемента можно повысить прочность анкеровки арматуры периодического в 1,3 раза, а гладкой – в 1,5.

Вместе с тем в Республике Беларусь все большей популярностью для изготовления сборных железобетонных элементов пользуется стальная проволочная арматура периодического профиля класса S1400 [3]. Влияние поперечного обжатия бетона сечения элемента на прочность сцепления арматуры данного вида с бетоном не изучено.

Для изучения прочности сцепления проволочной арматуры класса S1400 с бетоном, а также для исследования влияния эффекта поперечного обжатия бетона сечения элемента на прочность сцепления арматуры с бетоном были проведены экспериментальные исследования, включающие испытание 4-х се-

рий образцов, по 3 образца-близнеца в каждой серии. В качестве варьируемого фактора была выбрана степень поперечного обжатия бетона образца при определении усилия выдергивания арматуры.

В испытательной лаборатории Полоцкого государственного университета были изготовлены образцы, в качестве арматуры была выбрана проволочная арматура класса S1400 номинальным диаметром 5 мм. При этом одновременно с изготовлением образцов, для контроля прочности бетона, были залиты образцы-кубики размером 100x100x100мм [2].

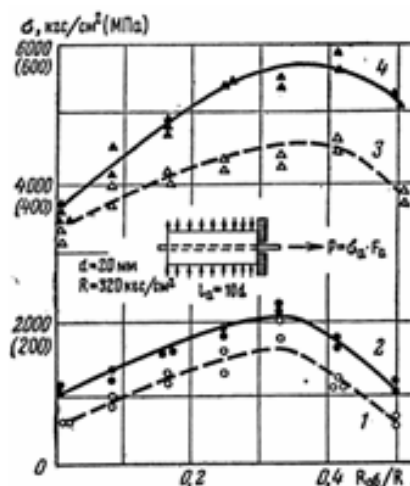


Рис. Результаты экспериментальных исследований и аппроксимирующие зависимости [1]

Опытные образцы испытывались в лаборатории Полоцкого государственного университета с использованием поверенного оборудования и приборов. На момент проведения испытаний средняя прочность бетона образцов составляла $R = 29,663$ МПа. Нагрузка обжатия на образец прикладывалась при помощи прессы ПР-100, через выравнивающие прокладки и слой гипсового раствора. Для создания и определения усилия вырыва арматуры использовался проходной гидравлический домкрат с максимальным усилием 5 т.с, объединенный в гидравлическую систему с насосной станцией и манометром. Для определения усилия поперечного обжатия использовался силоизмеритель прессы, для определения усилия вырыва — манометр насосной станции.

Испытания проводились на вырыв арматуры из бетонных образцов без поперечного обжатия, и с обжатием равным: $0,15R$; $0,45R$; $0,6R$. В результате эксперимента были получены следующие средние значения усилия вырыва арматуры из образцов:

- образцы без обжатия: 2,76кН;
- образцы с обжатием равному $0,15R$: 6,093кН;
- образцы с обжатием равному $0,45R$: 13,397кН;
- образцы с обжатием равному $0,6R$: 8,824кН.

Заключение. В результате проведенных теоретических и экспериментальных исследований можно сделать вывод о том, что поперечное обжатие бетона сечения элемента оказывает существенное влияние на прочность сцепления с бетоном проволочной арматуры номинальным диаметром 5 мм класса S1400. Можно утверждать, что обжатие бетона значительно повышают силу сцепления арматуры с бетоном в пределах $0,15 - 0,45R$, а затем, при увеличении обжатия, наблюдается снижение прочности анкеровки, что подтверждает исследования [1]. Вместе с тем, несмотря на наличие периодического профиля на поверхности проволочной арматуры диаметром 5 мм класса S1400, по своему поведению и влиянию поперечного обжатия на прочность сцепления арматуры с бетоном, исходя из полученных данных, ближе к гладкой арматуре, чем к арматуре периодического профиля. Исследования в данной области будут продолжены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мулин, Н.М. Стержневая арматура железобетонных конструкций / Н.М. Мулин. – М. : Стройиздат, 1975. – 233 с.
2. ГОСТ 24452-80. Бетон. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 18 с.
3. ГОСТ 12004-81. Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 45 с.

УДК 69.058.5

**ВЛИЯНИЕ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ НА ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЙ
ПО КОНТРОЛЮ ПРОЧНОСТИ БЕТОНА НЕРАЗРУШАЮЩИМИ МЕТОДАМИ***Л.В. САВЕНОК, Е.С. СМОЛЯКОВА**(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.И. КОЛТУНОВ)*

Представлен анализ контроля прочности бетона неразрушающими методами, показано, какие факторы сказываются на показателях прочности бетона, а также, какое они оказывают влияние на результаты при проведении испытаний.

Введение. При рассмотрении особенностей использования методов неразрушающего контроля прочности бетона были выделены критерии, которые существенно сказываются на результатах и не зависят от качества проведения испытаний и самих приборов. Среди таких факторов можно отметить влияние неоднородности структуры бетона, категории поверхности, а также типа опалубки.

Проведение испытаний. Важным фактором при выполнении испытаний по контролю прочности бетона неразрушающими методами является неоднородность структуры бетона по сечению образца или изделия. Неоднородность свойств чаще всего проявляется по направлению от наружных слоев конструкции к её внутренней зоне, а также по высоте сечения. Вместе с тем отмечается снижение одного из главных свойств бетона, как строительного материала, его прочности. Испытания проводились на конструкциях заводского изготовления прибором ИПС-МГ 04.03, измерения производились в разных местах конструкций (верх, середина и низ) [1]. Результаты испытаний представлены на рисунке 1.

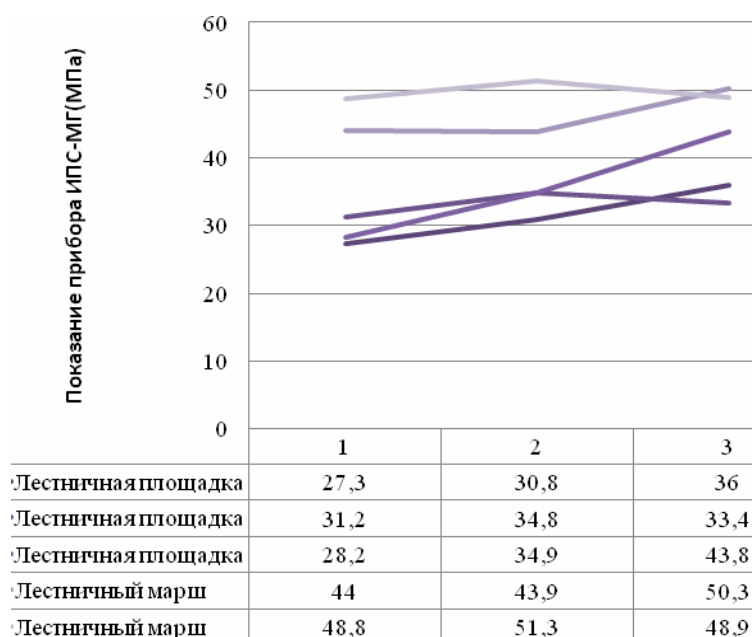


Рис. 1. Результаты испытаний прибором ИПС-МГ

Как видно из графика, изменение прочности бетона по сечению, подтверждает высказанное положение. Кроме того, структура и свойства бетона могут колебаться в незначительных пределах в разных изделиях и образцах, даже изготовленных из одного и того же состава. Неоднородность структуры и свойств требуют применения к оценке бетона вероятностно-статистических методов и должна учитываться при проектировании и организации производства бетонных и железобетонных конструкций.

Для более точного контроля прочности бетона при испытаниях выполнялась подготовка поверхности, удалялся поверхностный слой бетона (цементное молоко, зернистость).

Однако при испытании методами, основанными на механическом воздействии на поверхность бетона, необходимо учитывать тот факт, что при попадании на зерно щебня из плотной прочной породы диаметр отпечатка и высота отскока изменяются, тем самым увеличивается прочность изделия.

Для уточнения результатов испытаний была зачищена грань кубика различными абразивными материалами (мелкозернистой и крупнозернистой наждачной бумагой, а так же фрезой) с категорией поверхности А6 до категории поверхности А2 и проведены испытания методом ударного импульса (таблица).

Таблица

Влияние категории поверхности на прочность бетона

Вид обработки поверхности	Средняя прочность бетона на осевое сжатие	Среднее арифметическое отклонение профиля R_a	Класс шероховатости
Торцевая алмазная чашка+шлифовальная машинка FD 339	0,87	60	1-III
Торцевая алмазная чашка+шлифовальная машинка FD340	0,94	65	2-III
Механизированная обработка наждачной бумагой зернистостью 60 ед.	0,79	90	1-III
Механизированная обработка наждачной бумагой зернистостью 200 ед.	1,15	40	3-III
Ручная обработка наждачной бумагой зернистостью 60 ед.	0,96	15	1-III
Полировка вручную 400 ед.	1,25	10	1-III

По результатам испытаний бетонных кубов 100x100 была построена градуировочная зависимость. Из рисунков видно, как изменяется поверхность бетона при подготовке ее различными способами (рис. 1–3).



Рис. 1. Зачистка мелкозернистой наждачной бумагой

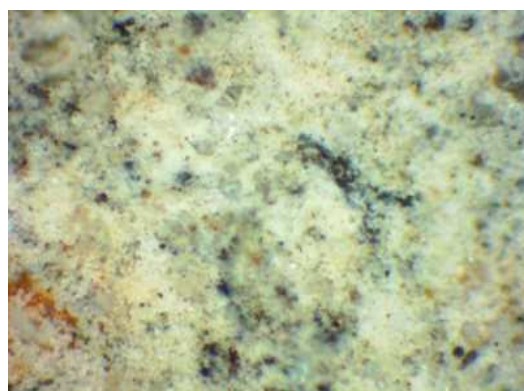


Рис. 2. Зачистка крупнозернистой наждачной бумагой

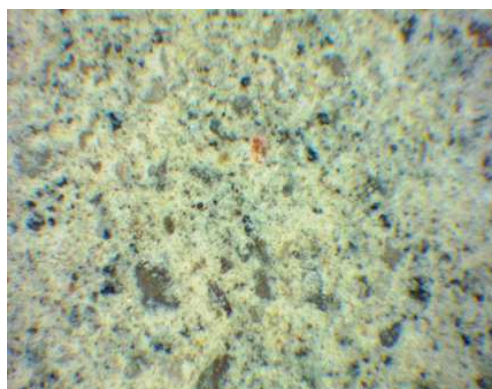


Рис. 3. Зачистка фрезой

Также был проведен анализ влияния качества бетонной поверхности в зависимости от примененной опалубочной системы, а также типа смазки, используемой для предотвращения примыкания опалубки к бетону на стадии монтажа [2].

Величина сцепления бетона с опалубкой достигает нескольких кгс/см². Это затрудняет работы по распалубке и ухудшает качество бетонных поверхностей. На сцепление бетона с опалубкой оказывают влияние адгезия и когезия бетона, его усадка, шероховатость и пористость формирующей поверхности опалубки. Так же на качество бетонной поверхности влияет снятие опалубки. При снятии опалубки может быть три варианта отрыва. При адгезионном отрыве опалубка снимается легко, поверхность ее остается чистой, а поверхность бетона имеет хорошее качество. Вследствие этого необходимо стремиться к обеспечению адгезионного отрыва. Материал опалубки также влияет на качество бетонной поверхности. Деревянная опалубка обладает невысокой прочностью и склонностью к деформациям при намокании, усушке и транспортировке, следствием чего является коробление, растрескивание досок и раскрытие швов между ними, что ведет к ухудшению поверхности бетона. Металлическая опалубка обеспечивает ровную, гладкую поверхность бетона. Фанерная опалубка наряду с металлической обеспечивает необходимое качество поверхности. Также следует отметить, что средняя оборачиваемость опалубки составляет до 100 циклов (на практике гораздо меньше). Опалубочные щиты быстро приходят в негодность, что сказывается на категории поверхности бетона. На категорию поверхности бетона оказывает влияние: распалубка, материал опалубки, оборачиваемость опалубки.

Выводы. Выделены несколько факторов, от которых зависят показатели прочности бетона. Неоднородность структуры бетона по сечению образца или изделия. [3]. Неоднородность структуры и свойств требует применения к оценке бетона вероятностно-статистических методов. Влияет на результаты испытания и шероховатость поверхности бетона. С увеличением прочности бетона глубина вмятин и ее изменение в связи с ростом прочности уменьшаются и соответственно понижается точность испытаний, зачистка поверхностей до эталона (категория А1) сказывается на контроле прочности бетона такими методами как ударный импульс и пластическая деформация. На категорию поверхности бетона оказывает влияние: распалубка, материал опалубки и оборачиваемость опалубки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля : ГОСТ 22690-88. – 10 с.
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.modostr.by/>.
3. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные : ГОСТ 13015.- 83. – С. 8–9.

УДК 69.058.2

**ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДОВ
НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА БЕТОНА****Л.В. САВЕНОК, Е.С. СМОЛЯКОВА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.И. КОЛТУНОВ)*

Представлен развернутый анализ контроля прочности бетона неразрушающими методами, оценка достоинств и недостатков каждого из приведенных методов, а так же особенности проведения испытаний по контролю качества бетона вне и на строительной площадке.

Введение. Согласно постановлению министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь «О проведении контроля и оценки прочности бетона» от 11.09.2015г.: «На строительных площадках, объектах строительства РБ сложилась устойчивая практика проведения контроля прочности бетона в конструкциях по контрольным образцам-кубам, изготовленным из бетонной смеси, поставляемой на объект. Многочисленные исследования показывают, что не обеспечивается идентичность уплотнения, и выдерживания, условий твердения, ухода за бетоном изготовленных контрольных образцов бетона и непосредственно в конструкциях. В связи с этим, руководствуясь п. 3 Указа Президента Республики Беларусь от 14.01.2014, № 26, Минстройархитектуры считает необходимым указать на обязательность соблюдения требований ГОСТ 18105-2010 «Бетоны. Правила контроля и оценки прочности» в части контроля прочности бетона монолитных железобетонных конструкций при проведении производственного контроля прочности бетона. Настоящий стандарт регламентирует при контроле прочности монолитных конструкций проведение сплошного неразрушающего контроля прочности бетона всех конструкций контролируемой партии. Контроль и оценку прочности бетона необходимо производить непосредственно в конструкциях приборами неразрушающего контроля с привлечением специалистов аккредитованной лаборатории[1]. Исходя из этого, анализ методов контроля прочности бетона неразрушающими методами является актуальным на сегодняшний день и позволяет оценить потенциал каждого из методов и целесообразность их использования на строительной площадке.

Проведение испытаний. При исследовании методов контроля прочности бетона неразрушающими методами были рассмотрены наиболее известные и часто применяемые, а именно: метод ударного импульса, ультразвуковой метод, метод пластических деформаций [2], метод отрыва со скалывание и метод скалывания ребра.

Испытания были проведены на кубиках размерами 100×100 мм и классом бетона С25/30, фундаментных блоках (ФБС) С 25/30 и конструкции монолитного фундамента С30/37. Число контролируемых участков при испытаниях назначалось выборочно.

Были испытаны кубы 100х100 из одной партии: бетонная поверхность верхних граней имела местные наплывы и впадины, и соответственно категория поверхности А6, боковые грани и нижние не имели значительных дефектов, и соответственно категория поверхности А2 (рис. 1).



Рис. 1. Образец для испытания (кубик 100х100)

После проведения экспериментов кубики были испытаны при помощи пресса для определения их истинной прочности на сжатие и класса бетона (С 25/30). При этом испытания проводились на всех гранях кубиков без зачистки. После испытаний на не зачищенной поверхности образцы были зачищены до шероховатости класса 2-Ш и испытания повторились. Кроме этого, была испытана серия фундаментных блоков (ФБС) в лабораторных условиях и конструкций монолитного фундамента на объекте (рис. 2).

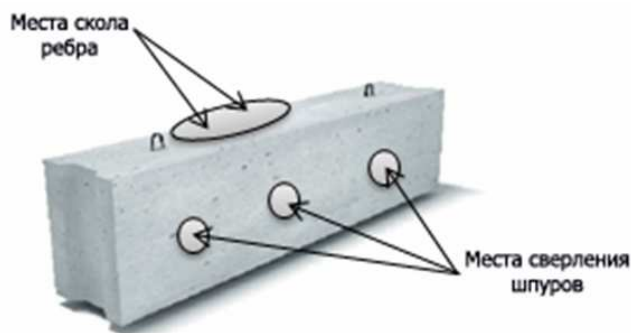


Рис. 2. Образец для испытания (ФБС)

В лабораторных условиях кубиковая прочность бетона на сжатие определялась методами пластических деформаций, ударного импульса, отрыва со скалыванием, скалыванием ребра и ультразвуковым методом. При этом после проведения испытаний боковая поверхность зачищалась 2 раза: наждачной бумагой и фрезой.

На строительной площадке конструкции были разделены на контролируемые участки. На 30 участках средняя фактическая кубиковая прочность бетона на сжатие определялась методом отрыва со скалыванием. На 9 участках, где имеются многочисленные раковины на поверхности конструкций, а также шаг расположения арматурных стержней составляет менее 150 мм, использовался метод ударного импульса.

Результаты. Из серии проведенных испытаний можно сделать вывод, что наиболее точными методами неразрушающего контроля прочности бетона являются методы отрыва со скалыванием и скалывание ребра. Такие методы как ультразвуковой и метод ударного импульса позволяют ориентировочно оценить прочность бетона (рис. 3–5).

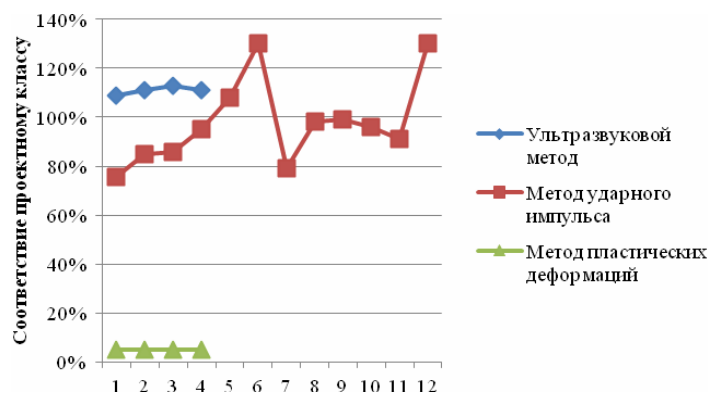


Рис. 3. Испытание кубиков 100×100

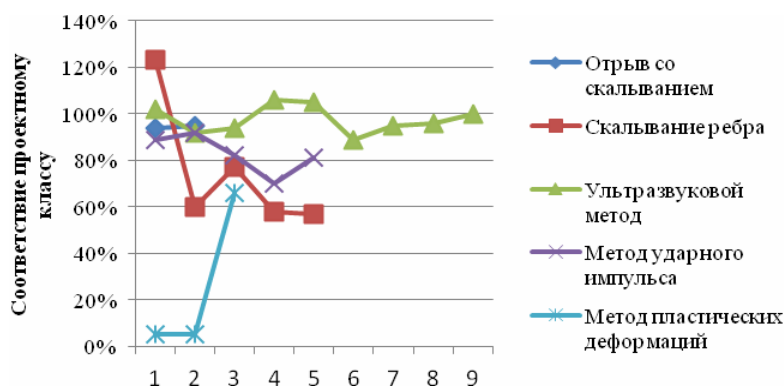


Рис. 4. Испытание ФБС в лабораторных условиях

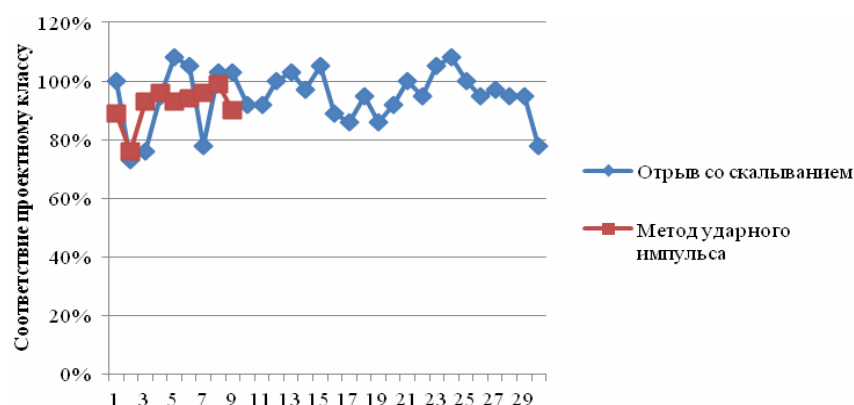


Рис. 5. Испытание монолитных конструкций фундамента

В результате оценки стоимости и трудозатрат методов [3] (табл. 1, 2), а также сравнения их действительной и допустимой погрешности (табл. 3) были выделены достоинства и недостатки каждого (табл. 4).

Таблица 1

Стоимость и трудозатраты методов неразрушающего контроля бетона согласно

№	Метод неразрушающего контроля	Трудоемкость, чел.-дн	Стоимость, руб.
1	Ультразвуковой метод	0,061	78 400
2	Метод ударного импульса	0,066	84 900
3	Метод пластических деформаций	0,066	84 900
4	Метод отрыва со скалыванием	0,27	346 950
5	Метод скалывания ребра	0,27	346 950

Примечание: стоимость работ, которая приходится на 1 чел.-дн. равна 1 285 тыс. руб.

Таблица 2

Стоимость приборов для методов неразрушающего контроля бетона [4, 5]

№	Метод неразрушающего контроля	Прибор	Стоимость, руб.
1	Ультразвуковой метод	Пульсар-2.1(2.2,2М)	2370–3060
2	Метод ударного импульса	ИПС-МГ 4.03(01,04)	1410–1740
3	Метод пластических деформаций	Молоток Кашкарова	от 180
4	Метод отрыва со скалыванием	ПОС-50МГ4 «Скол»	2160–2880
5	Метод скалывания ребра	ПОС-50МГ4 «Скол»	2160–2880

Таблица 3

Сравнение действительной и допустимой погрешности методов неразрушающего контроля бетона

№	Метод неразрушающего контроля	Действительная погрешность	Допустимая погрешность
1	Ультразвуковой метод	2–15%	+/-2%
2	Метод ударного импульса	10–30%	+/-8%
3	Метод пластических деформаций	50–100%	+/-12%
	Метод отрыва со скалыванием	5–10%	+/-2%
5	Метод скалывания ребра	10–15%	+/-2%

Таблица 4

Достоинства и недостатки методов неразрушающего контроля прочности бетона

Методы неразрушающего контроля бетона				
ультразвуковой	ударного импульса	пластических деформаций	отрыва со скалыванием	скалывания ребра
Достоинства				
1. Позволяет осуществлять испытания изделий любой формы многократно, вести непрерывный контроль нарастания	1. Приборы отличаются небольшим весом и компактностью. 2. Определение прочности является	1. Дешевизна оборудования. 2. Возможность использования в полевых условиях, где невозможно приме-	1. Отличается наибольшей точностью. 2. Градуировочные зависимости прописаны в стандартах	1. Не требует никаких подготовительных работ. 2. Отличается наибольшей точностью. 3. Градуировочные

или снижения прочности. 2. Контролирует прочность не только в поверхностных слоях бетона. 3. Применяется для дефектоскопии. 4. Прибор компактен и удобен в использовании. 5. Небольшие трудовые затраты	простой операцией, результаты выдаются единицах измерения прочности на сжатие. 3. Позволяет определять класс бетона, производить измерение прочности под разными углами. 4. Исключаются ошибки, связанные с человеческим фактором. 5. Трудозатраты невелики	нить другой метод		зависимости прописаны в стандартах
Недостатки				
1. Метод нельзя использовать для контроля качества высокопрочных бетонов (диапазон контролируемых прочностей 10...40 МПа). 2. Погрешность при переходе от акустических характеристик к прочностным. 3. Градуировочную зависимость определяют для конкретного состава бетона т.к. применение градуировочных зависимостей для неизвестного состава бетона приводит к ошибкам определения прочности. 4. Высокая стоимость прибора	1. Определяет прочность в поверхностном слое бетона (до 50 мм). 2. Погрешность измерений +/- 8%. 3. Удар наносится строго перпендикулярно поверхности. 4. На проведение испытания влияет влажность бетона	1. Точность испытания бетона молотком невысока. 2. Износ ударных устройств в работе, что приводит к изменению силы удара. 3. Необходимость тарировки. 4. Удар наносится строго перпендикулярно поверхности. 5. На проведение испытания влияет влажность бетона	1. Наибольшая трудоемкость испытаний (подготовка шпуров для испытания). 2. Невозможность использования метода в густоармированных и тонкостенных конструкциях. 3. Частично повреждает поверхность конструкции. 4. Прибор не компактен и имеет сравнительно немаленький вес. 5. Необходимость определения глубины залегания арматуры	1. Используется главным образом для линейных конструкций. 2. Невозможность использования метода в густоармированных и тонкостенных конструкциях. 3. Частично повреждает поверхность конструкции. 4. Трудоемкость испытаний. 5. Прибор не компактен и имеет сравнительно немаленький вес. 6. Необходимость определения глубины залегания арматуры

Выводы. Оценив стоимость и трудовые затраты методов, сделан вывод, что самым дешевым по трудовым затратам является ультразвуковой метод, самым дорогим – отрыв со скалыванием и скалывание ребра, что впоследствии влечёт за собой ещё и оштукатуривание места отрыва или скола. По стоимости прибора, самый дешевый – молоток Кашкарова (метод пластических деформаций), самый дорогой – Пульсар – 2.1(2.2,2М) (ультразвуковой метод).

Были рассмотрены 5 методов неразрушающего контроля прочности бетона [6].

Из серии проведенных испытаний можно сделать вывод, что наиболее точными методами неразрушающего контроля прочности бетона являются методы отрыва со скалыванием и скалывание ребра.

Такие методы как ультразвуковой и метод ударного импульса позволяют лишь ориентировочно оценить прочность бетона.

Можно отметить, что опыт человека, проводящего испытания существенно сказываются на результатах.

ЛИТЕРАТУРА

1. О проведении контроля и оценки прочности бетона : Письмо м-ва арх. и стр-ва Респ. Беларусь от 11 сент. 2015 г. № 02-1-05/10168.
2. Рекомендации по определению прочности бетона эталонным молотком Кашкарова по ГОСТ 22690.2-77/ НИИУОС при МИСИ им. В.В. Куйбышева. – М. : Стройиздат, 1985. – 24 с.
3. Сборник норм затрат трудовых ресурсов НЗТ 8.02.02-2014.
4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interpribor.ru/>.
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.stroypribor.com/>.
6. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля : ГОСТ 22690-88. – 10 с.

УДК 624.014

**К ВОПРОСУ О РАЗВЕРТКАХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ШАРОВЫХ ГАЗГОЛЬДЕРОВ
ОБЪЕМОМ 800М³****А.О. КУХАРЕНКО***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Е.Г. КРЕМНЁВА)*

Приводятся виды раскроя оболочек шаровых газгольдеров. Дается анализ раскроя оболочек объемом 800м³ из листов, их преимущества и недостатки. Выбирается наиболее экономический вид раскроя.

Шаровые газгольдеры предназначены для хранения под давлением сжиженных углеводородных газов и жидких продуктов химических производств, а также инертных газов, воздуха и относятся к газгольдерам постоянного объема, повышенного давления газа.

В общем случае оболочка шарового резервуара сооружается из лепестков двойной кривизны. Выбор вида раскроя оболочки имеет принципиальное значение не только для экономного использования металла, но и для уменьшения трудоемкости и сокращения продолжительности строительно-монтажных работ. Лепестки должны быть по возможности крупными, однотипными и взаимозаменяемыми. При сборке оболочки из лепестков должна быть обеспечена ее проектная геометрическая форма без подгонных операций в процессе монтажа, что требует высочайшую квалификацию специалистов.

При выборе наиболее экономичного вида раскроя оболочки ставят следующие задачи:

- изготовление лепестков из листов одинаковой ширины и длины;
- снижение потерь на отходах;
- сокращение протяженности все типов сварных швов;
- уменьшение числа и видов монтажных элементов;
- обеспечение удобства монтажных работ.

В настоящее время в мировой практике известно достаточно много видов раскроя оболочки шаровых резервуаров:

- раскрой по «телам Платона» или иначе раскрой по типу «футбольного мяча» - все листы имеют одинаковую конфигурацию, их ребра и углы равны между собой (тетраэдр, гексаэдр или октаэдр) (рис. 1, а);
- меридиональный раскрой (рис. 1, б);
- экваториально-меридиональный раскрой (рис. 1, в);
- смешанный раскрой – употребляется редко (рис. 1, г).

Виды раскроя шаровых газгольдеров представлены на рисунке 1.

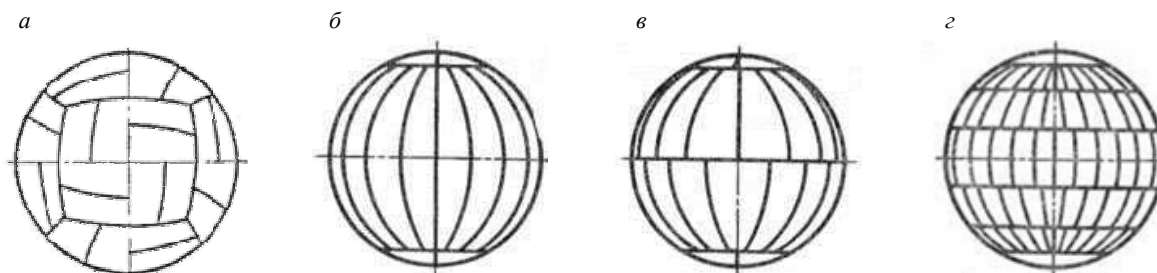


Рис. 1. Виды раскроя шаровых газгольдеров:
а – раскрой по «телам Платона»; б – меридиональный раскрой;
в – экваториально-меридиональный раскрой; г – смешанный раскрой

Особое значение уделяется разновидностям меридионального вида раскроя в связи с массовым использованием газгольдеров различных объемов (рис. 2, а–г).

Поэтому задача исследования заключается в определении наиболее рационального раскроя, включающего:

- минимальное количество отходов металла;
- минимальные затраты на сварку.

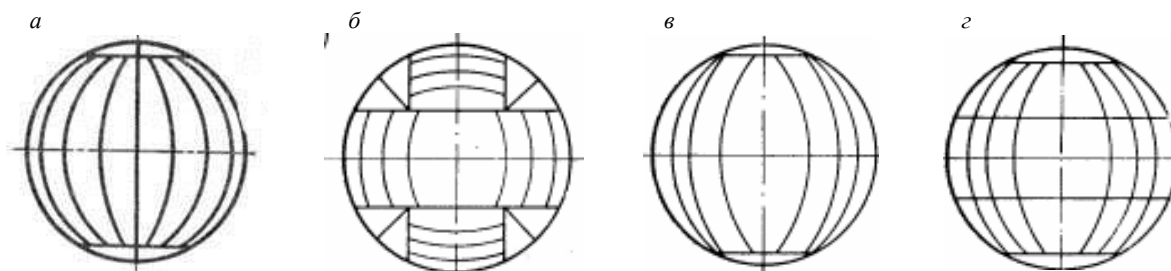


Рис. 2. Виды меридионального раскроя оболочек:
a – однопоясной вид; *б* – однопоясной смешанный вид; *в* – двухпоясной вид; *г* – трехпоясной вид

В частности, для шарового газгольдера объемом 800 м^3 , для сравнения принимались меридиональные и экваториально-меридиональные виды раскроя.

Рассмотрим данные виды раскроя оболочек с целью выявления преимуществ и недостатков:

1. Меридиональный раскрой

Преимущества:

- при данном виде раскроя шаровой резервуар не делится до пояса;
- наиболее удобен для осуществления автоматической сварки;
- одинаково направленные швы;
- отсутствуют экваториальные и кольцевые швы (за исключение кольцевых швов днища и купола);
- все лепестки взаимозаменяемые.

Недостатки:

- большой расход металла на изготовление лепестков (требуются листы металла большого размера для выкройки лепестков – большой удельный вес отходов металла);
- большая протяженность швов.

2. Экваториально-меридиональный раскрой

Преимущества:

- возможность использования раскроя при сооружениях шаровых резервуаров большого диаметра;
- дискретное расположение сварных швов по меридиану оболочки (прерывистое положение сварных швов);
- возможность смещения лепестка относительно экватора оболочки.

Недостатки:

- разделение сферы на пояса (приводит к значительному увеличению количества сварных швов);
- сварной шов проходит по экватору сферы (в экваториальном пояском шве возникает нежелательный эффект в виде дополнительного напряжения);
- у экваториально – меридионального раскроя при смещении лепестков возрастает количество монтажных стыков, чем без смещения (усложняется процесс монтажа с технологической точки зрения).

Исследуемые виды экваториально - меридионального раскроя:

- экваториально-меридиональный без смещения лепестков;
- экваториально-меридиональный со смещением лепестков (рис. 1, *в*).

Исследуемые виды меридионального раскроя:

- однопоясной смешанный вид (рис. 2, *б*);
- двухпоясной вид (рис. 2, *в*);
- трехпоясной вид (рис. 2, *г*).

Результаты исследования раскроя оболочки шарового газгольдера объемом 800 м^3 отражены в таблице 1.

Таблица 1

Вариант раскроя	Количество листов для изготовления одного лепестка (количество лепестков в оболочке)	Размеры листов, мм	Отходы стали при раскрое, %	Протяженность сварного шва, м
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Однопоясной меридиональный смешанный вид раскроя	1 (32)	2600x5500	14,040	329,161
		2000x7000		
Двухпоясной меридиональный вид раскроя	2 (18)	2000x7000	23,575	310,545

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
Трехпоясной- меридиональный вид раскроя	2 (16)	2300x6000	19,168	311,445
		2000x8000		
	2 (16)	2300x6000	25,193	311,445
		2300x8000		
	2 (16)	2300x8000	17,507	303,363
		1800x6000		
	2 (16)	2300x8000	25,193	303,363
		2300x6000		
	2 (18)	2000x6000	18,943	338,184
		1800x8000		
2 (18)	2000x8000	16,410	330,307	
	1600x6000			
Экваториально- меридиональный (без смещения лепестков)	2 (16)	2300x7000	25,193	283,805
Экваториально- меридиональный (со смещением лепестков)	2 (16)	2300x7000	25,193	283,805

По проделанному исследованию для шарового газгольдера объемом 800 м³ можно сделать следующий вывод:

- отходы стали при однопоясном смешанном меридиональном раскрое меньше, чем у экваториально-меридиональных методов;
- протяженность сварного шва у трехпоясного меридионального вида – наибольшая, но отсутствуют экваториальные швы;
- протяженность сварного шва у экваториально-меридиональных методов – наименьшая, но сварной шов проходит по экватору сферы; и со смещением лепестков, возрастает количество монтажных стыков. По конструкционным характеристикам такие резервуары хуже работают под давлением.

Поэтому наиболее оптимальным вариантом является трехпоясной меридиональный вид раскроя из 16 лепестков с размерами листов 2300x8000, и 1800x6000 мм с минимальным количеством листов, так как в этом случае отличие в длине сварных швов не существенное, но имеется наиболее оптимальный расход стали.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лессиг, Е.Н. Листовые металлические конструкции / Е.Н. Лессиг, А.Ф.Лилеева, А.Г.Соколов. – М.: Изд-во литературы по стр-ву, 1970. – 489 с.
2. Вережкин, С.И. Газгольдеры / С.И. Вережкин, В.А. Корчагин. – М.: Стройиздат, 1966. – 160 с.
3. Металлические конструкции. Общий курс : учеб. для вузов / Е.И. Беленя [и др.] ; под общ. ред. Е.И. Беленя. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.
4. Вариантное проектирование и оптимизация стальных конструкций. – М.: Стройиздат, 1979. – 319 с.
5. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции.
6. Дикун, В.Н. Сооружения шаровых резервуаров / В.Н. Дикун, Я.И. Шейнблит. – М.: Недра, 1987. – 192 с.
7. Виноградов, С.Н. Конструирование и расчет элементов тонкостенных сосудов : учеб. пособие / С.Н. Виноградов, К.В. Таранцев. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. – 136 с.
8. Землянский, А.А. Проектирование шаровых емкостей для углеводородов / А.А. Землянский, С.А. Ращепкина, И.В. Захарченко. – Саратов : Саратов. гос. техн. ун-т, 2010. – 81 с.

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

УДК 539.374

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАВНОВЕСНОЙ ФУНКЦИИ ОТКЛИКА
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТЯХ НАГРУЖЕНИЯ****И.О. КОРНИЛОВА, В.А. ЛОВШОВА***(Представлено: доц. А.Г. ЩЕРБО)*

Задачи настоящей работы – исследование характера и степени нарастания пластических деформаций с течением времени и выработка методики для их определения при проведении экспериментов. Все испытания проводились на специальной установке, которая позволяла создать в образцах растяжение и кручение путем непосредственного нагружения. Измерение деформации на каждом этапе нагружения прекращалось лишь после снижения ее скорости до 10^{-5} 1/мин.

Скорость деформации определялась как отношение приращения деформации за некоторый промежуток времени Δt (обычно за Δt принималось 5 мин_ к величине этого промежутка. Тензометры Мартенса дают возможность не только с большой точностью регистрировать деформации, но и визуально наблюдать процесс пластического деформирования во времени. На рис. 1 приведены кривые, полученные для образцов при различной скорости нагружения 6,5 МПа и разных уровнях напряжений. Аналогичная картина наблюдается во всех экспериментах.

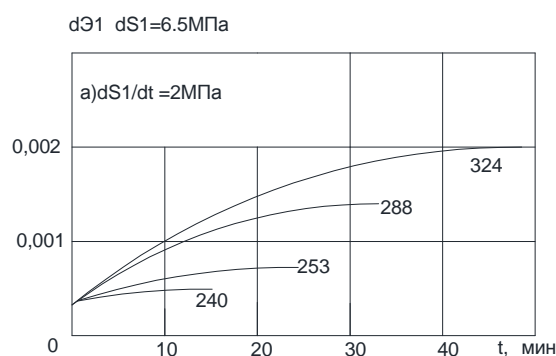


Рис. 1. Кривые, полученные для образцов при различной скорости нагружения

Скорости нагружения и уровни напряжений указаны непосредственно на графике. Из графика видно, что «мгновенная» деформация, т.е. деформация, выделяющаяся сразу после приложения гири, для всех скоростей нагружения составляет лишь 8–10 часть всей деформации, отвечающей данному приращению напряжений. Ползучесть на каждом этапе нагружения протекает длительно: только через 40–50 мин скорость ее снижалась до величины 10^{-5} 1/мин. Из анализа графиков также следует, что доля деформации, выделяющейся в начальный период времени по сравнению со своей деформацией, выделяющейся на данном этапе нагружения, зависит от скорости нагружения и достигнутого уровня напряжений.

Как следует из кривых напряжение-деформация, отношение деформации, выделяющейся в начальный период времени, ко всей деформации, возникшей на данном этапе нагружения, возрастает с увеличением скорости нагружения и уменьшается с ростом напряжений. Так, например, при одном и том же растягивающем напряжении $S_1 = 310$ МПа в начальный период времени при скорости нагружения, равной 2 МПа·с, выделяется 50% всей деформации, отвечающей данному этапу нагружения, а при скорости нагружения 4 МПа·с – уже 75%. При одинаковой скорости нагружения, скажем, равной 4 МПа·с, за этот же период времени при напряжении $S_1 = 285$ МПа выделяется 80% всей деформации, отвечающей этому этапу нагружения, а при $S_1 = 330$ МПа – лишь 70%.

С увеличением времени, принятого за начальный период t_0 , различие между отношениями отвечающими разным уровням напряжений, уменьшается. Так, если в последнем примере за начальный период времени взять 28 мин, то для указанных напряжений в этот период выделится соответственно

98 и 90% всей деформации, отвечающей соответствующим этапам нагружения. Аналогичная картина наблюдается и в зависимости отношений от скорости нагружения: с увеличением времени, принятого за начальный период, они уменьшаются.

Для иллюстрации отсутствия влияния различных скоростей нагружения на общую конфигурацию кривых $\delta_T - \epsilon_i$ последние (для закручиваемых образцов) приведены на рис. 2.

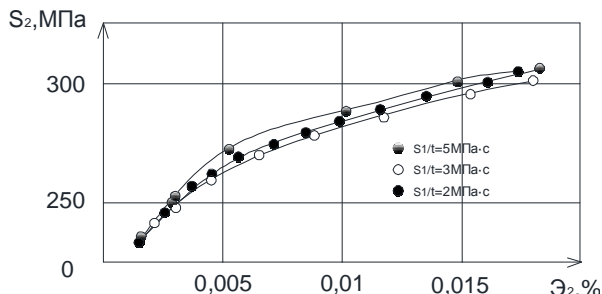


Рис. 2. Влияние различных скоростей нагружения на общую конфигурацию кривых $\delta_T - \epsilon_i$

Из рисунка видно, что даже в наиболее контрастных случаях скоростей нагружения (2 и 5 МПа·с) кривые расходятся: в напряжениях на 2%; в деформациях на 10%, что вполне укладывается в пределы допустимой неоднородности образцов.

Изложенные результаты, как нам представляется, дают основания для следующих выводов.

Разделение деформации на «мгновенную» деформацию и логарифмическую ползучесть нецелесообразно; последнюю следует включать в пластическую деформацию. Этот вывод основывается на том, что основную часть всей пластической деформации составляет деформация, полученная за счет логарифмической ползучести (которая, кстати, и по своей природе идентична пластической деформации), да и практически отделить от последней так называемую мгновенную деформацию не представляется возможным.

Применявшаяся некоторыми экспериментаторами методика определения пластических деформаций по постоянному допуску на время, от момента окончания нагружения до момента замера деформации, некорректна. Действительно, в этом случае отношение Δ_{90}/Δ_5 будет различным при разных уровнях напряжений, т.е. будут получаться неадекватные результаты. Следовательно, пластическую деформацию целесообразно определять по допуску на ее скорость.

Последний вывод подтверждается зависимостью от времени и скорости нагружения отношения деформации, выделившейся к моменту достижения ползучестью заданной скорости U_0 , ко всей деформации, отвечающей данному этапу нагружения.

График (рис. 3) получен для растягиваемых образцов при $U_0 = 3 \cdot 10^{-5}$ 1/мин, а график (рис.4) - также для растянутых образцов, но при $U_0 = 10^{-4}$ 1/мин. Видно, что графики представляют собой прямые, параллельные оси t. Причем при заданной скорости U высота их расположения над осью абсцисс зависит лишь от скорости нагружения. Аналогичные графики получаются и для закручиваемых образцов. Отсюда следует, что при определении деформации по допуску на их скорость независимо от уровня напряжений будет регистрироваться одинаковая по сравнению со всей выделившейся на данном этапе, величина деформации.

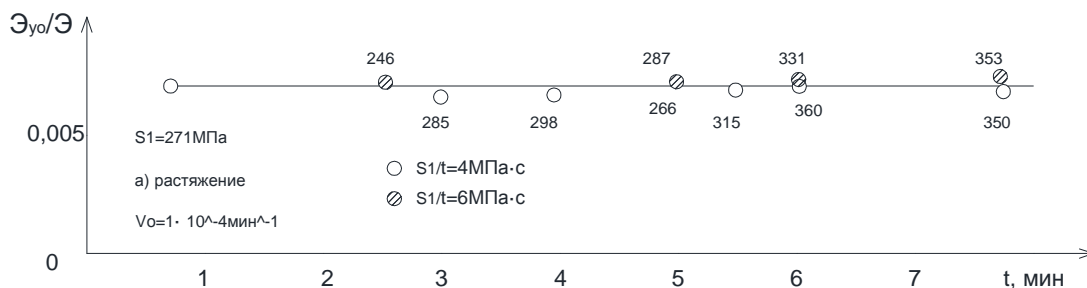
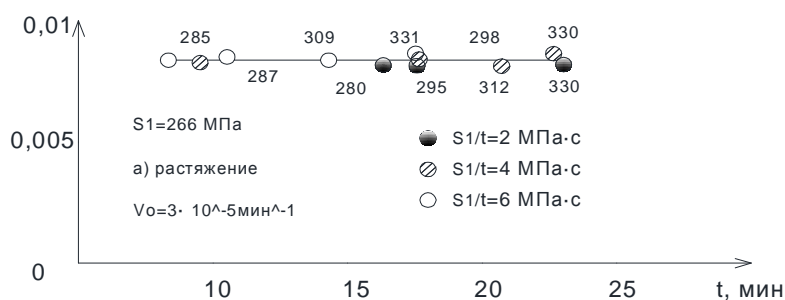


Рис. 3. График для растягиваемых образцов при $U_0 = 3 \cdot 10^{-5}$ 1/мин

Рис. 4. График для растянутых образцов при $U_0 = 10^{-4}$ 1/мин

ЛИТЕРАТУРА

1. Ильюшин, А.А. Пластичность. Основы общей математической теории / А.А. Ильюшин. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 271 с.
2. Щербо, А.Г. Экспериментальная проверка постулата изотропии для траектории нагружения с разгрузками / А.Г. Щербо // Прикладная механика. – 1990. – № 1. – С. 26.
1. Shishmarev, O.A. Variation of elastic constants of metal during plastic deformation / O.A. Shishmarev, A.G. Shcherbo // Arch. Mech. – 1990. – 42, 1/ – Pp. 43–52.
3. Поддубная, М.А. Изменение упругих свойств материала и определение ядра упругих деформаций при пластическом деформировании / М.А. Поддубная, А.Г.Щербо // Перспективные направления инновационного развития строительства и подготовки инженерных кадров : материалы XX междунар. науч.-метод. семинара. (Гродно, 17–19 февр. 2016). – Гродно : ГрГУ им. Я. Купалы, 2016. – С. 154–156.

УДК 624.012.45.04

ОСНОВЫ РАСЧЕТА ТОНКОСТЕННЫХ ХОЛОДНОГНУТЫХ СТЕРЖНЕЙ ПО МЕТОДИКЕ ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5 НА ЦЕНТРАЛЬНОЕ СЖАТИЕ

Р.В. КИБИСОВ, В.И. НАУМЕНКО

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.Н. КИСЕЛЁВ)

Методику расчета рассмотрим на примере стержня С-образного профиля и найдем его расчетные размеры. При нахождении расчетного значения несущей способности стержня сравним коэффициент продольного изгиба φ , определяемый по отечественным нормам СП 53-102-2004, и соответствующий ему коэффициент χ – по ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5. Сравним их. Определим эффективную (редуцированную) площадь сечения стержня, разбив стержень на пластины и исключив неработающие участки сечения.

Введение. В соответствии с ТКП ЕН 1993-1 различают четыре класса поперечных сечений тонкостенных стержней. В поперечных сечениях Класса 4 местная потеря устойчивости будет происходить перед достижением предела текучести в одной или более частях поперечного сечения. При этом для определения необходимых допусков при снижении несущей способности от допусков местной потери устойчивости должна использоваться эффективная ширина. Тонкостенные холодногнутые стержни открытого профиля относятся к Классу 4. Проведем расчет такого стержня на центральное сжатие.

Определение расчетных характеристик поперечного сечения стержня. Для определения эффективной площади поперечного сечения тонкостенный профиль расчленяют на отдельные пластинки. При этом необходимо учитывать при вычислении геометрических характеристик криволинейные участки сечений. При ручном счете возможна замена фактического профиля только прямоугольниками, исключая криволинейные участки, соблюдая инженерную точность вычислений.

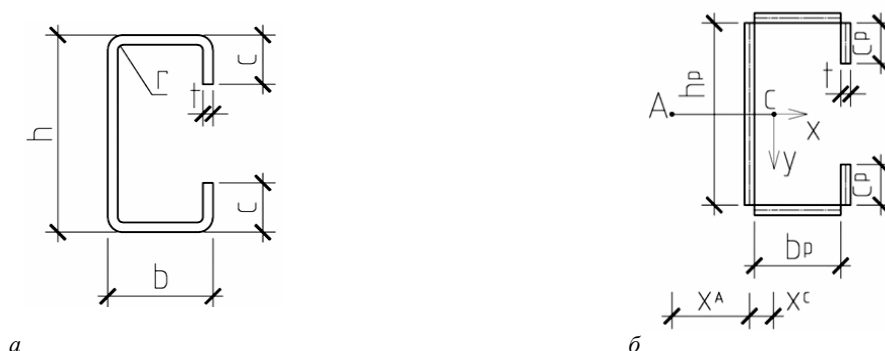


Рис. 1. Заданная (а) и расчетная (б) формы поперечного сечения стержня

Исходные размеры:

$$h, b, c, r;$$

расчетные размеры поперечного сечения:

$$h_p = h - 2t; b_p = b - 2t; c_p = c - t;$$

геометрические характеристики расчетного сечения:

– площадь сечения

$$A = t(h_p + 2 \cdot b_p + 2 \cdot c_p);$$

– момент инерции при кручении

$$J_{kp} = 0,373 \cdot t^3 \cdot (h_p + 2 \cdot b_p + 2 \cdot c_p);$$

– осевые моменты инерции

$$J_x = t \cdot h_p^3 \cdot \left[\frac{1}{12} + \frac{1}{2} \left(\frac{b_p}{h_p} \right) + \left(\frac{b_p}{h_p} \right) \left(\frac{t}{h_p} \right) + \frac{2}{3} \left(\frac{c_p}{h_p} \right)^3 + \left(\frac{c_p}{h_p} \right) - \left(\frac{c_p}{h_p} \right)^2 \right];$$

$$J_y = t \cdot b_p^3 \cdot \left[\frac{1}{6} + \left(1 + \frac{t}{b_p} \right)^2 \left(\frac{1}{4} + \frac{c_p}{b_p} \right) - A \cdot x_c^2 \right];$$

– положение центра тяжести сечения

$$x_c = \frac{t(b_p + t)(b_p + 2c_p)}{A};$$

– положение центра изгиба

$$x_A = 2 \cdot h_p \frac{\left(\frac{1}{8}\alpha_1^2 + \frac{1}{4}\alpha_1\alpha_2 - \frac{1}{3}\alpha_1\alpha_2^3\right)}{\left(\frac{1}{12} + \frac{1}{2}\alpha_1 + \frac{2}{3}\alpha_2^3 + \frac{1}{2}\alpha_2 - \alpha_2^3\right)},$$

где $\alpha_1 = \frac{b_p}{h_p}; \alpha_2 = \frac{c_p}{h_p};$

– секториальный момент инерции

$$J_w = 2 \cdot t \left\{ \frac{1}{12} h^5 \left(\frac{1}{2} \gamma_1^2 + \gamma_1^3 + \gamma_2^3 \right) + H \left[\frac{1}{2} \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{3} \gamma_3 \right) + \left(\frac{1}{2} + \gamma_3 \right) \left(\frac{1}{2} + \frac{2}{3} \gamma_3 \right) \right] \right\},$$

где $\gamma_1 = \frac{x_A}{h_p}; \gamma_2 = \frac{b_p - x_A}{h_p}; \gamma_3 = \frac{c_p}{h_p} \frac{(b_p + x_A)}{(b_p - x_A)}; H = \frac{1}{2} c_p \cdot h_p (b_p - x_A)^2.$

Физические характеристики стали:

$E = 2,06 \times 10^4$ кН/см² – модуль упругости;

$G = 0,79 \times 10^4$ кН/см² – модуль сдвига;

$\nu = 0,3$ – коэффициент Пуассона;

$\sigma_r = 25 \dots 35$ кН/см² – предел текучести.

$\delta \geq 16\%$ – относительное удлинение после разрыва.

Расчет несущей способности стержня. Расчетное значение несущей способности стержня при потере устойчивости для поперечных сечений 4 класса определяется по формуле:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A_{eff} \cdot \sigma_r, \quad (1)$$

где χ – понижающий коэффициент для соответствующей формы потери устойчивости, аналогичный отечественному коэффициенту продольного изгиба φ ;

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \text{ и } \chi \leq 1,0,$$

где $\Phi = 0,5 \cdot [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]; \bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{eff} \cdot \sigma_r}{N_{cr}}};$

α – коэффициент отклонения, учитывающий профиль сечения стержня для С-образного профиля $\alpha = 0,49$;

N_{cr} – критическая сила для соответствующей формы общей потери устойчивости в упругой стадии, зависящей от характеристики поперечного сечения брутто (изгибная, крутильная, изгибно-крутильная – минимальная из них).

Критическая сила общей изгибной потери устойчивости:

$$N_{cr,x} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A}{\lambda_x^2}; N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot A}{\lambda_y^2}; \quad (2)$$

где $\lambda_x = \frac{l_{ef,x}}{\sqrt{J_x/A}}; \lambda_y = \frac{l_{ef,y}}{\sqrt{J_y/A}}; l_{ef,x}, l_{ef,y}$ – соответственно, расчетные длины стержня относительно оси

х и у.

Критическая сила общей крутильной формы потери устойчивости:

$$N_{cr,f} = \frac{1}{i_0^2} \left[G \cdot J_{kr} + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J_w}{l_{ef,1}^2} \right], \quad (3)$$

где $i_0 = \sqrt{i_x^2 + i_y^2 + (x_A + x_c)^2}, l_{ef,1}$ – расчетная длина крутильной формы потери устойчивости.

Критическая сила общей изгибно-крутильной формы потери устойчивости:

$$N_{cr,et} = \frac{1}{2\beta} \left[N_{cr,x} + N_{cr,t} - \sqrt{(N_{cr,x} + N_{cr,t})^2 - 4 \cdot \beta \cdot N_{cr,x} \cdot N_{cr,t}} \right], \tag{4}$$

где $\beta = 1 - \left(\frac{x_A + x_C}{i_0} \right)^2$.

Принимается минимальное значение критической силы из определяемых по формулам (2)–(4) N .

При сравнении величин коэффициента продольного изгиба ϕ , определяемым по отечественным нормам СП 53-102-2004, и коэффициента χ – по ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5 (рис. 2) максимальная разница около 5% наблюдается при гибкости стержня примерно равной 10. Это относится к кривой c ($a = 0,49$), которая характерна для одиночных несимметричных профилей, т.е. для С-образного сечения.

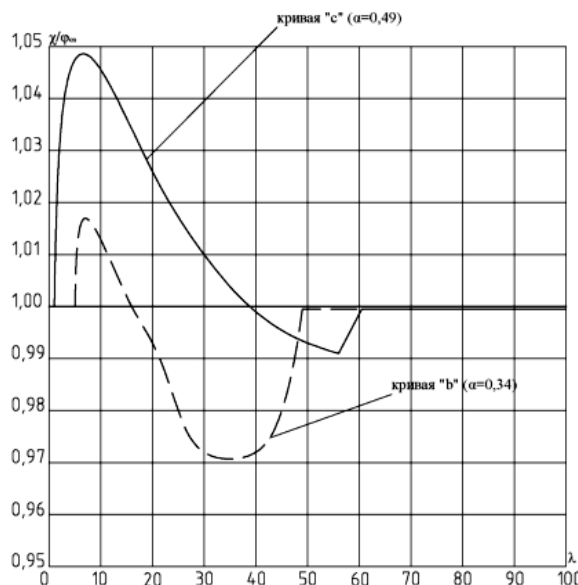


Рис. 2. Сравнение коэффициентов продольного изгиба ϕ по отечественным нормам с соответствующим коэффициентом χ – по ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5

Основная формула для определения несущей способности центрально сжатого стержня (1) содержит величину эффективной (редуцированной) площади поперечного сечения A_{eff} (рис. 3).

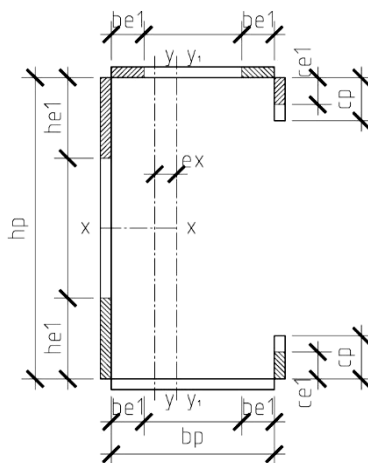


Рис. 3. Эффективная площадь поперечного сечения A_{eff}

С-образный профиль состоит из стенки, двух полков и двух отгибов. Каждый из этих элементов профиля под воздействием нормальных напряжений может находиться в закритической стадии, т.е. терять устойчивость. При этом часть сечения элемента исключается из работы. Участки сечения профиля,

примыкающие к граням стержня и заштрихованные на рис. 3 составляют эффективную площадь сечения A_{eff} . Для определения эффективной площади сечения в целом рассматривают каждую грань (пластинку) отдельно.

Находим условную гибкость.

$$\lambda_c = \frac{c_p}{t \cdot \pi} \sqrt{\frac{12(1-\nu^2) \cdot \sigma_\tau}{E \cdot K_\sigma}}$$

Редукционный коэффициент:

$$\rho_w = \begin{cases} 1,0, & \text{если } \lambda_w \leq 0,673; \\ \frac{1}{\lambda_w} - \frac{0,22}{\lambda_w^2}, & \text{если } \lambda_w > 0,673. \end{cases}$$

Эффективную площадь:

$$A_{eff} = 2 \cdot t(I t_{e1} + 2 \cdot b_{e1} + 2 \cdot c_{e1}).$$

Ось y -у на рис. 3 соответствует полному сечению профиля. Редуцированное сечение профиля имеет свою ось y_1 - y_1 . Поэтому у редуцированного сечения центр тяжести смещается на величину e , и продольное усилие приобретает эксцентриситет. Стержень становится внецентренно сжатым.

$$A_{i,red} = \chi_d \cdot A_x \cdot \frac{\sigma_r}{\sigma_\tau} \leq A_i,$$

где $A_y = t \cdot (b_{c1} + c_{c1})$; χ_d – коэффициент снижения несущей способности с учетом потери устойчивости формы сечения,

$$\chi_d = 1,0 \quad \text{при } \bar{\lambda}_d \leq 0,65;$$

$$\chi_d = 1,47 - 0,723 \cdot \bar{\lambda}_d \quad \text{при } 0,65 < \bar{\lambda}_d \leq 1,38;$$

$$\chi_d = \frac{0,66}{\bar{\lambda}_d} \quad \text{при } \bar{\lambda}_d \geq 1,38.$$

При определении геометрических характеристик эффективного поперечного сечения уменьшенная эффективная площадь $A_{s,red}$ должна быть определена с учетом уменьшенной толщины для всех элементов, включенных в A_s .

Эффективная площадь всего сечения определяется по формуле

$$A'_{eff} = 2 \cdot t(h_{e1} + b_{e1}) + 2 \cdot t_{red}(b_{e1} + c_{e1}).$$

Проверка. Проверяем стержень на устойчивость, как внецентренно сжатый по формуле

$$\left(\frac{N}{N_{b,Rb}} \right)^{0,8} + \left(\frac{\Delta M}{M_{b,Rd}} \right)^{0,8} \leq 1, \quad \text{где } \Delta M = N \cdot e; M_{b,Rb} - \text{изгибающий момент.}$$

Заключение. При расчете стержней по методике ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5 следует, что при вычислении геометрических характеристик криволинейные участки сечений следует учитывать, но при ручном счете возможна замена фактического профиля только прямоугольниками, исключая криволинейные участки, соблюдая инженерную точность вычислений. Также, при сравнении величин коэффициента продольного изгиба φ , определяемым по отечественным нормам СП 53-102-2004, и коэффициента χ – по ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5, наблюдается максимальная разница около 5%. Также при расчетах составляют эффективную площадь сечения A_{eff} , т.к. часть сечения исключается из работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Ч. 1-1. Общие правила и правила для зданий : технический кодекс установившейся практики ТКП ЕН 1993-1-1-2009 (02250) / Мин-во архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2009.
2. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Ч. 1-3. Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов : технический кодекс установившейся практики ТКП ЕН 1993-1-3-2009 (02250) / Мин-во архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2009.
3. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Ч. 1-5. Пластинчатые элементы конструкций : технический кодекс установившейся практики ТКП ЕН 1993-1-5-2009 (02250) / Мин-во архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2009.

УДК 624.012.45.04

ОСНОВЫ РАСЧЕТА ТОНКОСТЕННЫХ ХОЛОДНОГНУТЫХ СТЕРЖНЕЙ ПО МЕТОДИКЕ ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5 НА ПЛОСКИЙ ИЗГИБ И ВНЕЦЕНТРЕННОЕ СЖАТИЕ

Р.В. КИБИСОВ, В.И. НАУМЕНКО

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.Н. КИСЕЛЁВ)

Методику расчета тонкостенных стержней в соответствии с ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5 рассмотрим на примере стержня С-образного профиля. Определим общую устойчивость стержня при изгибе. Стержень рассчитаем на плоский изгиб и внецентренное сжатие.

Введение. В соответствии с ТКП ЕН 1993-1 различают четыре класса поперечных сечений тонкостенных стержней. В поперечных сечениях Класса 4 местная потеря устойчивости будет происходить перед достижением предела текучести в одной или более частях поперечного сечения. При этом для определения необходимых допусков при снижении несущей способности от допусков местной потери устойчивости должна использоваться эффективная ширина. Тонкостенные холодногнутые стержни открытого профиля относятся к Классу 4. Проведем расчет такого стержня на плоский изгиб и внецентренное сжатие.

Определение общей устойчивости стержня при изгибе (с закручиванием). Общая устойчивость стержня при изгибе (с закручиванием) проверяется по формуле

$$\frac{M}{M_{b,Rd}} \leq 1,0,$$

где $M_{b,Rd}$ - расчетный критический момент потери устойчивости плоского изгиба с закручиванием;

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_{eff,x} \cdot \sigma_T(R_y), \tag{1}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}},$$

где $\alpha_{LT} = 0,76$ для поперечного сечения 4 класса;

$$\Phi_{LT} = 0,5 \cdot \left[1 + \alpha_{LT} (\overline{\lambda_{LT}} - 0,2) + (\overline{\lambda_{LT}})^2 \right].$$

Условная гибкость

$$\overline{\lambda_{LT}} = \sqrt{\frac{W_x \cdot \sigma_T(R_y)}{M_{cr}}},$$

где M_{cr} – упругий критический момент потери устойчивости плоского изгиба с закручиванием поперечного сечения брутто.

При пользовании формулой (1) наиболее сложными моментами является:

- определение момента сопротивления эффективного сечения $W_{eff,x}$;
- определение упругого критического момента с закручиванием M_{cr} .

На примере С-образного сечения рассмотрим процедуру вычисления этих величин.

Определение момента сопротивления эффективного сечения $W_{eff,x}$. Вначале для полного сечения следует вычислить нормальные напряжения по осям полку, принимая в крайних волокнах напряжения равные пределу текучести.

Нормальные напряжения по осям полков:

$$\sigma_{fl} = \sigma_T \frac{h_p + t}{h_p + 2t}.$$

Для каждого элемента сечения определяется эффективная ширина.

$$\lambda_{p,w} = \frac{h_p}{t \cdot \pi} \sqrt{\frac{12(1 - \nu^2) \cdot \sigma_{w,l}}{E \cdot K_\sigma}}.$$

В сечении образуется новый центр тяжести (рисунок).

Размер отгиба значительно меньше соответствующих размеров стенки. При этом краевой элемент, смежный с отгибом, не равноценен по устойчивости с краевым элементом, примыкающим к стенке. Поэтому краевой элемент с отгибом потеряет устойчивость раньше, и будет происходить искажение сечения аналогично тому, что рассмотрено при центральном сжатии.

Также как и при центральном сжатии уточняется редуцированная толщина t_{red} элемента жесткости.

С учетом уточнения толщины элемента жесткости определяется эффективный момент сопротивления сечения W .

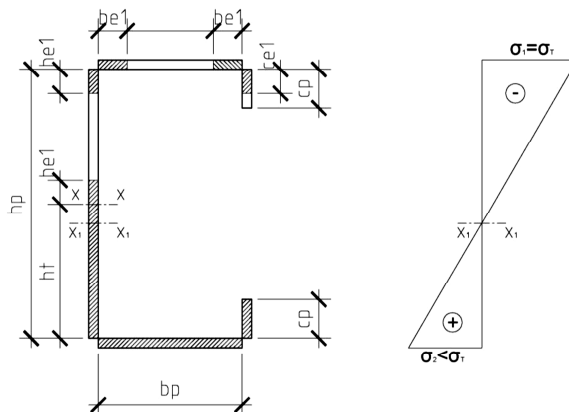


Рис. Редуцированное сечение стержня с новым центром тяжести

Определение упругого критического момента с закручиванием M_{cr} .

M_{cr} определяется на основе характеристик полного сечения и учитывает условия нагружения, фактические распределения момента и поперечные закрепления. Более никаких указаний по определению M_{cr} в ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5 не приводится. Проектировщик должен выводить формулу для M_{cr} , на основании основополагающих принципов. Однако в некоторых случаях нагрузок теоретического решения для M_{cr} не существует и рекомендуются различные эмпирические и аппроксимирующие формулы. Для частного случая, когда изгибающий момент по длине балки постоянен, при свободном опирании на концах балки, M_{cr} определяется по формуле

$$M_{cr} = \frac{\pi}{l} \sqrt{E \cdot J_y \cdot G \cdot J_{cr}} \cdot \sqrt{1 + \pi^2 \frac{E \cdot J_w}{l^2 \cdot G \cdot J_{cr}}},$$

где G – модуль сдвига;

$J_{кр}$ – момент инерции при кручении;

J_w – секториальный момент инерции;

L – пролет балки.

Для учета изменения изгибающего момента между элементами бокового раскрепления, понижающий коэффициент χ_{LT} можно скорректировать следующим образом, где для стоек:

$$\chi_{LT,mod} = \frac{\chi_{LT}}{f},$$

где $f = 1 - 0,5(1 - K_c) \left[1 - 2 \cdot (\overline{\lambda}_{LT} - 0,8)^2 \right] \leq 1,0$,

где $K_c = \frac{1}{1,33 - 0,33\psi}$,

где $\psi = \frac{M_2}{M_1}$.

Внецентренное сжатие. Внецентренно сжатые стержни проверяют на устойчивость по приближенной формуле без учета взаимодействия продольной силы и момента:

$$\frac{N}{N_{b,Rd}} + \frac{M + \Delta M}{M_{b,Rd}} \leq 1,0,$$

где $\Delta M = N \cdot e_x (e_y)$.

Возможна также проверка внецентренно сжатых стержней по формуле

$$\left(\frac{N}{N_{b,Rd}} \right)^{0,8} + \left(\frac{M + \Delta M}{M_{b,Rd}} \right)^{0,8} \leq 1,0 .$$

Заключение. При нахождении общей устойчивости стержня при изгибе (с закручиванием) наиболее сложными моментами являются:

- определение момента сопротивления эффективного сечения $W_{eff,x}$;
- определение упругого критического момента с закручиванием M_{cr} .

При расчете каждого элемента сечения требуется определение эффективной ширины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Ч. 1-1. Общие правила и правила для зданий : технический кодекс установившейся практики ТКП EN 1993-1-1-2009 (02250) / Мин-во архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2009.
2. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Ч. 1-3. Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов : технический кодекс установившейся практики ТКП EN 1993-1-3-2009 (02250) / Мин-во архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2009.
3. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Ч. 1-5. Пластинчатые элементы конструкций : технический кодекс установившейся практики ТКП EN 1993-1-5-2009 (02250) / Мин-во архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Минск, 2009.

УДК 624.012.45.04

**ОПТИМИЗАЦИЯ РАЗМЕРОВ ЛЕГКОГО ТОНКОСТЕННОГО ХОЛОДНОГНУТОГО СТЕРЖНЯ
ПРИ ЦЕНТРАЛЬНОМ СЖАТИИ С УЧЕТОМ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ
В ВИДЕ ИСКАЖЕНИЯ СЕЧЕНИЯ****Р.В. КИБИСОВ, В.И. НАУМЕНКО***(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.Н. КИСЕЛЁВ)*

Сравнение жесткого и нежесткого C-образных профилей, для определения более выгодного сечения с целью экономии материалов. Методика расчета сечений. Сравнение результатов. Анализ влияния элемента жесткости на стенке профиля на его несущую способность.

Введение. Локальная форма потери устойчивости стенки и/или полки профиля не приводит к исчерпанию несущей способности конструктивного элемента. После потери устойчивости по этой форме профиль продолжает нести возрастающую нагрузку, хотя и с меньшей жесткостью.

Учитывая это обстоятельство, было решено рассмотреть вопрос оптимизации сечений тонкостенных профилей с учетом потери устойчивости в виде искажения сечения. В основу оптимизации положено отыскание максимальных напряжений при потере устойчивости в виде искажения сечения и соответствующих им параметров сечения профиля.

Методика ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5, основывающаяся на теории закритической работы пластин, применима для расчета на внецентренное сжатие сечений простой формы без элементов жесткости на полках и стенках. При наличии в сечении элементов жесткости трудоемкость расчета значительно возрастает.

Кроме того, эта методика не имеет четких алгоритмов оценки критических напряжений потери устойчивости в виде искажения сечения, а также игнорирует взаимодействие смежных элементов сечения и его влияние на устойчивость сечения в целом.

Метод прямого определения несущей способности лишен вышеперечисленных недостатков. Он имеет ясную методику оценки формы потери устойчивости в виде искажения сечения, которая является определяющей для большинства профилей с элементами жесткости. В расчет вводится полная площадь поперечного сечения. В то же время учитывается взаимодействие элементов сечения профиля. После определения критических сил потери устойчивости методом конечных полос можно напрямую определить расчетную несущую способность стержня при центральном сжатии и изгибе, и использовать ее в стандартной формуле Североамериканского стандарта.

Таким образом, метод прямого определения несущей способности является на сегодняшний день оптимальным для расчета стержней из тонкостенных холодногнутох профилей на внецентренное сжатие.

Расчет следует производить в формате LRFD, являющимся аналогом метода расчета по предельным состояниям, применяемого в отечественных нормах и ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5.

Условия и методика расчета. В качестве метода решения задачи был выбран «Метод прямого определения несущей способности». Этот метод обладает рядом преимуществ, делающих его применимым для оптимизации сечений тонкостенных профилей.

Были смоделированы сечения профилей со следующими геометрическими параметрами:

- высота сечения $h = 200; 250; 300$ мм;
- ширина полки $b = 50-130$ мм;
- размер отгиба $c = 15; 20; 25$ мм;
- толщина профиля $t = 1,0; 1,5; 2,0; 2,5$ мм.

Исследовалось два вида сечений профилей: с элементом жесткости (жесткое) и без него (нежесткое) (рисунки).

Анализ упругой стадии работы производился в пакете CUFSM. Следуя методике «Прямого метода определения несущей способности» для случая внецентренного сжатия определялись отдельно номинальная несущая способность при центральном сжатии P_{nd} и номинальная несущая способность при изгибе M_{nd} . Для этого сначала в пакете CUFSM определялись критическая сила для потери устойчивости при искажении сечения P_{crd} и критический момент для потери устойчивости при искажении сечения M_{crd} . Затем по известным формулам в пакете MathCAD производилось вычисление величин P_{nd} и M_{nd} .

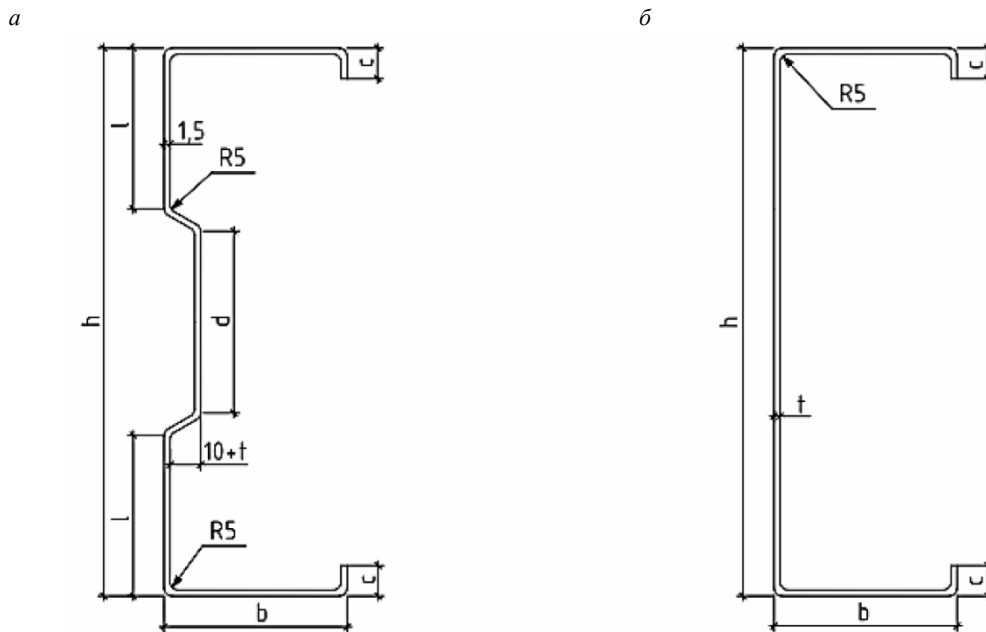


Рис. Сечения жесткого(а) и нежесткого(б) С - образного профилей

На основании полученных результатов для выявления оптимальных параметров сечения профилей строились графики следующего вида:

$$\sigma_{nd} = f\left(\frac{b}{t}\right), \quad \sigma_{nd} = f\left(\frac{b}{h}\right), \quad \sigma_{nd} = f\left(\frac{c}{b}\right),$$

где σ_{nd} – напряжение при потере устойчивости в виде искажения сечения.

Интенсивность прироста геометрических характеристик профиля опережает прирост несущей способности для всех исследованных величин полок. Учитывая это, а также то обстоятельство, что при исследовании максимальных значений несущей способности для случаев центрального сжатия и изгиба, соответствующие геометрические параметры сечений профилей были близки, было решено далее при оптимизации сечений профилей опираться на результаты расчета только для случая центрального сжатия.

Согласно нормам Eurocode 3, ч. 1–3, и AISI Specification, для профилей с одиночным отгибом должно выполняться условие $\frac{b}{t} \leq 60$.

В таблице 1 приведены значения оптимальных параметров b/t и b/h .

Таблица 1

Максимальные значения напряжений потери устойчивости в виде искажения, сечения и соответствующие им параметры b/t и b/h

h , мм	c , мм	t , мм	Несущая способность при центр. сжатии P_{nd} , кН	Напряжения по сечению σ_{nd} , $\frac{\text{кН}}{\text{см}^2}$	b , мм	$\frac{b}{t}$	$\frac{b}{h}$
1	2	3	4	5	6	7	8
		1,0	57,72	16,70	55	55	0,275
200	15	1,5	110,11	20,70	60	40	0,3
		2,0	169,00	23,94	60	30	0,3
		1,0	42,58	11,96	65	65	0,325
200*	15	1,5	78,63	15,46	70	47	0,35
		2,0	129,20	18,36	65	33	0,325
		1,0	58,90	13,83	60	60	0,24
250	20	1,5	113,20	17,60	70	47	0,28

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8
		2,0	179,90	20,78	70	35	0,28
		1,0	45,64	10,74	70	70	0,28
250*	20	1,5	92,14	13,84	80	53	0,32
		2,0	144,10	16,30	80	40	0,32
		1,5	115,30	15,23	80	53	0,267
300	20	2,0	181,20	18,01	80	40	0,267
		2,5	255,00	20,32	80	32	0,267
		1,5	89,35	11,37	95	63	0,317
300*	20	2,0	145,10	13,63	100	50	0,333
		2,5	207,30	15,65	100	40	0,333

Примечание: 200*, 250*, 300* – профили без элемента жесткости на стенке.

При малой величине полки жесткость соединения полка/стенка мала, что и обуславливает низкие значения напряжений. При чрезмерно большой ширине полки важное значение имеет размер отгиба, обеспечивающего ее устойчивость. Если величина отгиба недостаточна, то большая ширина полки также обуславливает низкие напряжения потери устойчивости.

При увеличении высоты профиля величина напряжений потери устойчивости в виде искажения сечения уменьшается. Очевидно, более гибкая стенка обеспечивает и меньшую крутильную жесткость соединения стенка/полка.

Согласно нормам Eurocode 3, ч. 1–3, и AISISpecification для обеспечения достаточной жесткости и предотвращения преждевременной потери устойчивости отгибов должно соблюдаться соотношение

$$0,2 < \frac{c}{h} < 0,6.$$

Данные, иллюстрирующие эффект увеличения размера отгиба для исследованных профилей, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Прирост несущей способности при увеличении размера отгиба

Наименование профиля	Размер отгиба c , мм	c/b	Площадь сечения, см ²	Прирост площади, %	Несущая способность P_{nd} , кН	Прирост несущей способности, %
1	2	3	4	5	6	7
200-1,0	15	0,273	3,46	2,9	57,72	0,43
	20	0,364	3,56		57,97	
200-1,5	15	0,25	5,32	2,8	109,98	0,12
	20	0,333	5,47		110,11	
200-2,0	15	0,25	7,06	2,8	169,00	0,47
	20	0,333	7,26		169,80	
200-1,0*	15	0,23	3,56	2,8	42,58	16,70
	20	0,308	3,66		49,72	
200-1,5*	15	0,214	5,46	2,7	84,40	13,50
	20	0,286	5,61		95,82	
200-2,0*	15	0,231	7,04	2,8	129,20	11,90
	20	0,308	7,24		144,60	
250-1,0	15	0,25	4,06	2,5	57,13	0,70
	20	0,333	4,16		57,52	

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7
250-1,5	15	0,214	6,37	2,4	112,34	0,74
	20	0,286	6,52		113,17	
250-2,0	15	0,214	8,46	2,4	175,20	2,68
	20	0,286	8,66		179,90	
250-1,0*	15	0,188	4,16	2,2	40,84	11,80
	20	0,286	4,25		45,64	
250-1,5*	15	0,188	6,51	2,3	79,73	-
	20	0,25	6,66		116,82	
250-2,0*	15	0,188	8,64	2,3	125,75	14,60
	20	0,25	8,84		144,06	
300-1,5	20	0,25	7,57	2,0	115,30	0,43
	25	0,312	7,72		115,80	
300-2,0	20	0,25	10,06	2,0	181,20	1,00
	25	0,312	10,26		183,00	
300-2,5	20	0,25	12,55	2,0	255,00	1,00
	25	0,312	12,80		257,60	
300-1,5*	20	0,21	7,86	1,9	89,35	13,30
	25	0,263	8,00		101,20	
300-2,0*	20	0,2	10,64	1,9	145,10	12,00
	25	0,25	10,84		162,50	
300-2,5*	20	0,2	13,75	1,9	207,30	11,20
	25	0,25	13,50		230,60	

Анализируя данные таблицы 2 можно заключить, что прирост несущей способности в процентах за счет увеличения размера отгиба больше для профилей без элемента жесткости на стенке. В среднем для исследованных нежестких профилей увеличение площади на 2–3% вследствие увеличения отгиба приводило к увеличению несущей способности на 12–17%. Для жестких профилей при той же величине прироста площади сечения прирост несущей способности был несущественным и составлял 0,12–2,7%.

Для большинства профилей оптимальная величина отношения $\frac{c}{b}$ находится в пределах от 0,2 до 0,31.

Также следует отметить, что в силу положительного влияния увеличения размера отгибов на несущую способность при искажении сечения рационально было бы применять отгибы больших размеров, чем применяются производителями профилей сегодня, но с соблюдением нормируемого отношения:

$$\frac{c}{t} \leq 50.$$

Влияние элемента жесткости на стенке профиля на его несущую способность. Сравним несущую способность жестких и нежестких профилей. Значения несущей способности взяты в соответствии с точками максимумов на графиках $\sigma_{nd} = f\left(\frac{b}{t}\right)$ для жестких профилей, т.е. для профилей с одинаковой высотой сечения, шириной полки и размером отгиба.

Наличие элементов жесткости на стенке профиля обеспечивает существенное повышение несущей способности и позволяет экономить сталь, причем, чем меньше толщина металла профиля, тем более выражен эффект от элемента жесткости. Расход стали за счет наличия на стенке элемента жесткости больше в среднем на 2–3%.

Следует отметить, что для профилей без элементов жесткости при максимальных величинах полки не достигается несущая способность, которую имеют жесткие профили с минимальными по размеру полками. Если исходить из условия равнопрочности, можно привести пример: несущая способность профиля высотой 250 мм с полкой 110 мм толщиной 1,5 мм составляет 98,8 кН, что равно несущей способности аналогичного жесткого профиля с полкой размером 50 мм.

Расход стали на жесткий профиль в данном случае меньше на 22%.

Заключение. На основании предыдущих таблиц можно составить сортамент, который позволяет рационализировать выбор сечения в соответствии с требуемой несущей способностью. Так, вместо нежесткого профиля 300-100-2,0 (300 мм – высота сечения профиля, 100 мм – ширина полки, 2,0 – толщина профиля) с несущей способностью 162,5 кН при меньшем на 35 % расходе металла можно применить профиль высотой 200-60-2,0 с несущей способностью 169 кН; вместо профиля 300-95-1,5 с $P_{nd} = 101,2$ кН профиль 200-60-1,5 с $P_{nd} = 110,1$ кН при расходе стали меньше на 33,5% и т.д.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Требуемые оптимальные размеры полки и отгиба для нежестких профилей больше, чем для жестких. Оптимальная ширина полки для жестких профилей составляет $(0,24-0,3)h$, для нежестких – $(0,28-0,33)h$. Оптимальные размеры отгиба $(0,22-0,3)b$.

2. Эффект увеличения несущей способности при увеличении размера отгиба более выражен для нежестких профилей. При прочих равных размерах сечения эффективным способом повышения несущей способности нежестких профилей является увеличение размера отгиба. Рационально было бы выпускать профили с отгибами больших размеров, чем применяются в практике проектирования сегодня.

3. При прочих равных размерах сечения наличие элемента жесткости на стенке профиля обеспечивает существенное повышение несущей способности, причем, чем меньше толщина металла профиля, тем более выражен этот эффект. Экономия стали по сравнению с нежесткими профилями составляет порядка 20%, несущая способность выше на 30–45 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Ч. 1-1. Общие правила и правила для зданий : технический кодекс установившейся практики ТКП EN 1993-1-1-2009 (02250) / Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь. – Минск, 2009.
2. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Ч. 1-3. Общие правила. Дополнительные правила для холодноформованных элементов и профилированных листов : технический кодекс установившейся практики ТКП EN 1993-1-3-2009 (02250) / Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь. – Минск, 2009.
3. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Ч. 1-5. Пластинчатые элементы конструкций : технический кодекс установившейся практики ТКП EN 1993-1-5-2009 (02250) / Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь. – Минск, 2009.

УДК 624.15

**ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ОСАДОК ФУНДАМЕНТОВ
ПО НОРМАМ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ И EUROCODE 7 «GEOTECHNICAL DESIGN»****Т.С. ВЕЛЮГА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. А.П. КРЕМНЁВ,
канд. техн. наук, доц. Н.Г. ЛОБАЧЕВА)*

Приведены особенности расчета фундаментов согласно действующим нормативным документам Республики Беларусь и EUROCODE 7 «Geotechnical design» (part 1, 2). Представлен сравнительный анализ осадок фундамента по данным статического зондирования при использовании европейских и национальных методик расчета.

Введение. Существует много методов расчета осадки как в национальных (метод послойного суммирования, метод линейно-деформируемого слоя конечной толщины, метод эквивалентного слоя [1]), так и в европейских нормах (формула Менарда [4], скорректированный упругий метод [3] и т.д.). Однако расчетные величины деформаций при равных условиях имеют различные значения. Поэтому на данный момент является актуальной задача о «гармонизации» европейских норм с нормами Республики Беларусь.

Национальные нормативные документы [1, 2] также как и Еврокод 7 [3] предписывают проектирование различных объектов именно по двум группам предельных состояний (по несущей способности и деформациям) и имеют единую терминологию и обозначения, так что в принципиальном отношении отставания национальных норм РБ от европейских тенденций нет.

При расчетах плитных фундаментов [1] рекомендуется применять следующие расчетные схемы основания:

- линейно-деформируемого полупространства с условным ограничением глубины сжимаемой толщи H_s ;
- линейно-деформируемого слоя;
- предельного равновесия среды.

При этом в [1] четко оговорены области их применений, методика расчета, скорректированы расчетные формулы, введены правила по определению модуля деформации. Методы расчета осадок, приведенные в [1]: метод элементарного суммирования, метод эквивалентного слоя, метод линейно-деформируемого слоя конечной толщины.

В Еврокоде 7 [3, 4] отсутствует единый подход в определении осадок основания фундаментов. Для определения предельных эксплуатационных состояний и предельных значений перемещений фундамента представлены общие требования и рекомендации. В качестве предельной расчетной величины для результата воздействия (осадки) – S_d в европейских нормах [3, 4] принимают сумму трех компонентов осадки: $S_d = S_e + S_c + S_s$:

– S_e – мгновенная осадка. Возникает сразу после строительства. По мнению европейских геотехников данная осадка является главенствующей для крупных и средних песков. Несколько методов определения данной осадки:

- применяют решения теории упругости (приложение F [3]);
- формула Janbu et al (1956) применяется для определения осадки при недренированных условиях;
- метод Schmertmann's применяется для расчета осадки в песчаных грунтах;

– S_c – консолидационная осадка. Данная осадка является главенствующей для глинистых грунтов. Ее обычно рассчитывают, используя предпосылку об одномерном сжатии. Деформационную характеристику грунта допустимо определять по эмпирическим зависимостям по одномерной теории консолидации Терцаги [9], учитывая среднюю степень консолидации U_m в соответствии от времени T_v ;

– S_s – осадка ползучести. Данная осадка является главенствующей для грунтов с органическими включениями.

В данной работе рассмотрены нормы Республики Беларусь по проектированию ТКП 45-5.01-67-2007 «Фундаменты плитные», ТКП 45-5.01-254-2012 «Основания и фундаменты» и Технический кодекс Еврокод 7 «Геотехническое проектирование» и приведен сравнительный анализ различий методов расчета осадки фундаментов мелкого заложения.

В лекции [6, 7] приводятся примеры расчета осадки фундаментов мелкого заложения. В работе [10] приведен пример осадки фундамента мелкого заложения с учетом консолидации на многослойном основании. Авторы [5, 9] объясняют и комментируют статьи Еврокода 7, содержащие новые подходы к проектированию, приводят примеры расчета осадки фундаментов по европейским нормам.

Цель работы. Проведение сравнения расчета осадок оснований фундаментов мелкого заложения по данным статического зондирования по национальным и европейским нормам.

Основная часть.

Дано: статическое зондирование проводилось в Витебской области Республика Беларусь. Для данного расчета принимаем, что основание является однородным. Расчет ведем в предположении, что в основании фундамента находится только один слой грунта – песок средний средней прочности.

Грунт: песок средний средней прочности. Характеристики: удельный вес грунта в естественном состоянии $\gamma = 19,0 \text{ кН/м}^3$, удельное сопротивление грунта под наконечником зонда (q_s) = 6,05 МПа, модуль деформации $E = 32 \text{ МПа}$.

Фундамент столбчатый, глубина заложения фундамента 1,5 м, соотношение длины и ширины фундамента равно 1.

Вертикальная нагрузка на обрез фундамента $N = 1500 \text{ кН}$ (задана условно).

Первый этап расчета. Расчет по европейским нормам.

Если данные по сопротивлению сжатию и осадке фундамента мелкого заложения получают из результатов СРТ, то следует использовать как полуэмпирические, так и аналитические методы расчета [4]. Применяем для расчета формулу расчета упругой осадки приложение F [3].

$$S = \frac{Pbf}{E_m}, \quad (1)$$

где P – приложенное к грунту давление;

E_m – расчетная величина модуля упругости (модуля Юнга);

b – ширина подошвы фундамента;

f – коэффициент осадки:

$$f = (1 - \nu^2) I, \quad (2)$$

где $\nu = 0,3$ (для песков);

$I = 1,12$ (соотношение длины и ширины фундамента равным 1 и определения максимальной осадки под центром фундамента).

Возникает некоторая неопределенность при определении величины E_m по данным СРТ испытаний. Еврокод 7 приложение D [4] предлагает определять двумя методами: по табличным данным и с применением коэффициента $\alpha = 2 \dots 4$.

$E_{m1} = 30 \text{ МПа}$ (по табличным данным);

$E_{m2} = \alpha q_c = 24,2 \text{ МПа}$.

Как было отмечено выше, что при осадка, вычисленная по формуле (1) является главенствующей для крупных и средних песков. Следовательно для данного случая можно записать $S_d = S_e$.

Второй этап работы. Расчет осадки по национальным нормам.

Были произведены расчеты осадки столбчатого фундамента с использованием метода послойного суммирования с использованием расчетной схемы линейно-деформируемого полупространства формула 5.29 [1] и использовании метода эквивалентного слоя формула 5.45 [1].

Таблица

Результаты расчетов осадки фундамента

Размеры подошвы фундамента	1*1	2*2	3*3	4*4
Величина осадки по евронормам, м	0.063	0.03	0.02	0.016
Величина осадки по методу послойного суммирования, м	0,037	0,014	0,008	0,001
Величина осадки по методу эквивалентного слоя, м	0,05	0,023	0,014	0,009

Результаты выполненных исследований

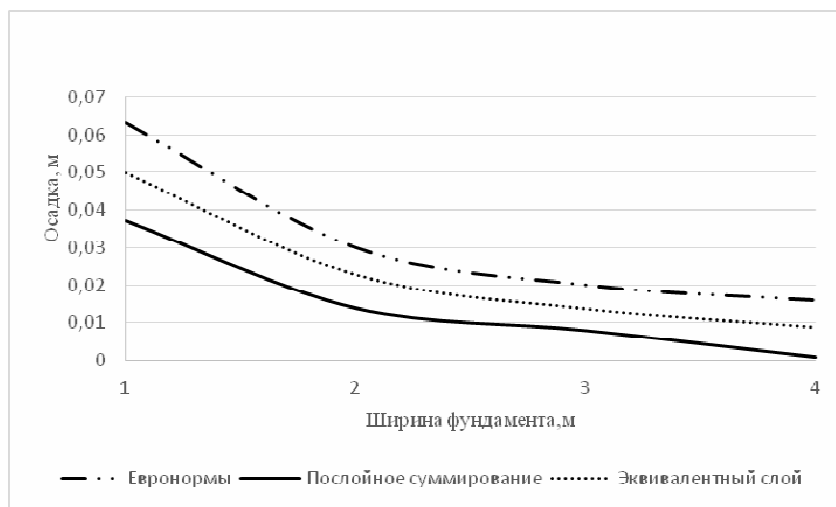


Рис. 1. График осадок основания

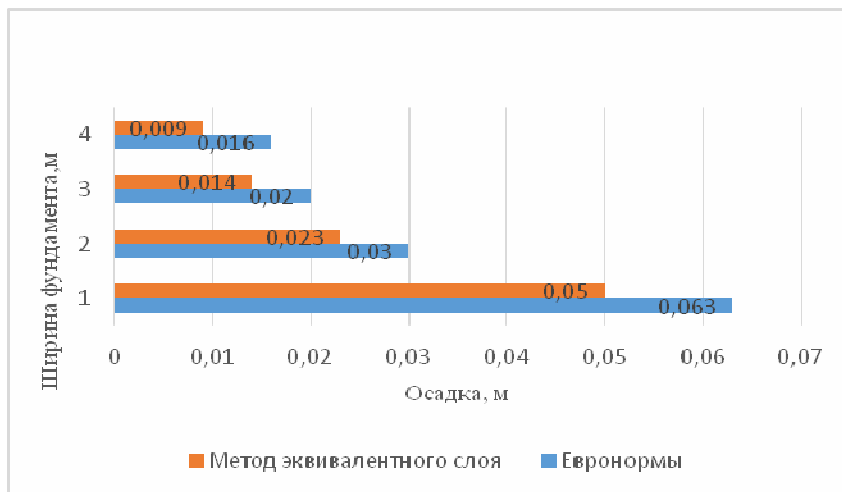


Рис. 2. Количественное отношение величин осадок по европейским нормам и методу эквивалентного слоя

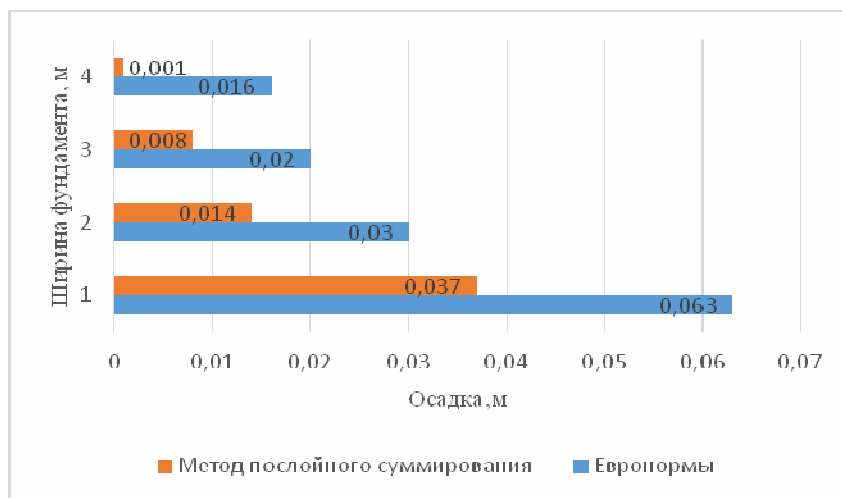


Рис. 3. Количественное отношение величин осадок по европейским нормам и методу послойного суммирования

Выводы

1. Расчет осадки оснований фундаментов мелкого заложения как по европейским, так и по национальным нормам основаны на одинаковых принципах распределений напряжений в грунтовом массиве. Однако, величина осадок при расчете по европейским нормам превышает в почти 2 раза величину расчета по методу послойного суммирования и превышает на 25–30% величину расчета по методу эквивалентного слоя.

2. Значения модуля упругости при расчете по евро нормам были определены или по таблицам или при помощи коэффициента корреляции, которые не учитывают грунтовые условия Республики Беларусь. Целесообразно разработать региональные корреляционные зависимости для определения модуля упругости от удельного сопротивления грунта под наконечником зонда. Вероятно, тогда не будет такого расхождения величины осадок по национальным и европейским нормам.

3. Следует отметить, что формула упругой осадки, предложенная в приложении F [3], полностью соответствует формуле V.4 [11].

4. Максимальная предельная осадка фундаментов зданий и сооружений по Еврокод 7 принята 50 см. Поэтому, полученные значения величины осадки фундамента не противоречат европейским нормам.

5. Еврокод 7 носит рекомендательный характер, поэтому общую осадку фундамента можно определять не только по формулам, приведенным в данной работе. В дальнейшем работа авторов будет направлена сравнение других формул расчета осадки по европейским нормам с расчетом осадки по национальным нормам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фундаменты плитные. Правила проектирования : ТКП 45-5.01-67-2007 (02250). – Введ. 02.04.2007. – Минск : Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь, 2008. – 137 с.
2. Основания и фундаменты зданий и сооружений. Основные положения. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-5.01-254-2012(02250). – Введ. 01.07.2012. – Минск : Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь, 2012. – 102 с.
3. Еврокод 7. Геотехническое проектирование. Ч. 1. Общие правила : ТКП EN 1997-1-2009 (02250). – Введ. 10.12.2009. – Минск : Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 121 с.
4. Еврокод 7. Геотехническое проектирование. Ч. 2. Исследования и испытания грунта : ТКП EN 1997-2-2009 (02250). – Введ. 10.12.2009. – Минск : Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 153 с.
5. G. Scarpelli. Shallow foundations – design of spread foundations. Geotechnical Design with worked examples: Dublin, 13–14 June, 2013. – 36 p.
6. Frank, R. Geotechnical aspects of building design (EN 1997) / R. Frank. – Brussels, 20–21 October, 2011. – 55 p.
7. Trevor, L.L.Orr. Eurocode 7. Workshop / L.L.Orr, Trevor. – Brussels, 18–20 February, 2008. – 26 p.
8. Никитенко, М.И. Основные принципы геотехнического проектирования и исследования свойств грунтов в соответствии с ТКП EN 1997. Отличия при проектировании плитных фундаментов / М.И. Никитенко, С.В. Игнатов // Вопросы перехода на европейские нормы проектирования строительных конструкций : науч.-техн. семинар. – Минск : СФ БНТУ, 2010. – С. 82–94.
9. Руководство для проектировщиков к Еврокоду 7. Геотехническое проектирование / Р.Франк [и др.] ; под науч. ред. А.З. Тер-Мартинянца. – М. : МГСУ, 2013. – 360 с.
10. Andrew, J. Bond et al. Eurocode 7: Geotechnical Design. Worked examples. Support to the implementation, harmonization and further development of the Eurocodes. – Dublin, 13–14 June, 2013. – 172 p.
11. Цытович, Н.А. Механика грунтов / Н.А. Цытович. – М. : ВШ, 1983. – 280 с.

УДК 624.072

К ВОПРОСУ О РАСЧЕТЕ ФЕРМ С УЧЕТОМ ЖЕСТКОСТИ УЗЛОВ

В.С. ГАРУНОВИЧ, Е.Г. ЗАКРЕВСКАЯ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.С. ТУРИЩЕВ)

Исследуется влияние жесткого соединения стержней в узлах фермы на параметры ее напряженно-деформированного состояния. Рассматривается узловая схема нагружения фермы. Получены аналитические выражения для внутренних усилий и нормальных напряжений стержней фермы с учетом жесткого соединения стержней в узлах. Численная оценка влияния жесткости узлов на параметры напряженно-деформированного состояния фермы осуществляется в среде MathCAD.

Вопрос о законности использования шарнирной расчетной схемы фермы при узловом нагружении впервые был поставлен в конце XIX – начале XX вв. и был предметом исследования таких ученых, как Мор, Мандерла, Энгессер, Мюллер-Бреслау, Е.О. Патон, Г.П. Передерий, Н.В. Некрасов, М.П. Даниловский. В работах [1, 2] были приведены результаты экспериментальных исследований влияния жесткого соединения стержней в узлах ферм. В этих исследованиях было показано, что в ряде случаев в стержнях фермы могут возникать существенные дополнительные напряжения, причиной которых является жесткое соединение стержней в узлах.

В работе проводится теоретическое исследование влияния жесткого соединения стержней в узлах фермы на параметры ее напряженно-деформированного состояния. Рассматривается двухстержневая ферма с жестким соединением в узле под действием произвольной узловой нагрузки (рис. 1).

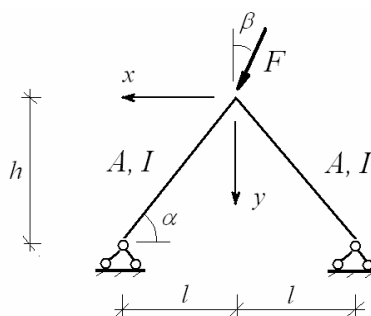


Рис. 1. Двухстержневая ферма

Конструкционный материал считается однородным изотропным упругим телом, поведение которого описывается модулем упругости E одинаковым при растяжении и сжатии.

Расчет фермы осуществляется методом сил. В качестве основной системы берется ферма с шарнирным соединением стержней в узле (рис. 2).

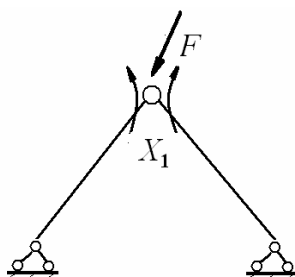


Рис. 2. Основная система метода сил

Каноническое уравнение метода сил имеет вид

$$\delta_{11} X_1 + \Delta_{1P} = 0. \tag{1}$$

Основным неизвестным в уравнении (1) является изгибающий момент, возникающий в узле вследствие жесткого соединения стержней фермы.

Входящие в (1) коэффициент и свободный член вычисляются по формуле Максвелла – Мора, которая с учетом влияния изгибных и продольных деформаций имеет следующий вид:

$$\Delta_i = \sum_k \int_l \frac{m_i M}{EI_z} ds + \sum_k \int_l \frac{n_i N}{EA} ds$$

Внутренние усилия единичного состояния, связанные с вычислением коэффициента и свободного члена, в безразмерной форме имеют вид:

– изгибающие моменты

$$m_1(x, l) = (1 - \frac{x}{l}); \quad m_2(x, l) = (1 - \frac{x}{l});$$

– продольные силы

$$n'_1(\alpha) = \cos \alpha; \quad n'_2(\alpha) = \cos \alpha.$$

Продольные силы грузового состояния, связанные с вычислением свободного члена, в безразмерной форме имеют вид:

$$N'_1(\alpha, \beta) = -0.5 \frac{\cos \beta}{\sin \alpha} (1 + \frac{tg \beta}{tg \alpha}), \quad N'_2(\alpha, \beta) = 0.5 \frac{\cos \beta}{\sin \alpha} (\frac{tg \beta}{tg \alpha} - 1),$$

а изгибающие моменты в грузовом состоянии не возникают.

С учетом вычисления коэффициента и свободного члена изгибающий момент, возникающий в жестком узле фермы, в безразмерной форме имеет вид:

$$X'_1(\alpha, \beta, \lambda) = 1.5 \frac{\cos \beta}{\cos^2 \alpha (3 + \lambda^2 tg^2 \alpha)},$$

где λ – гибкость стержня фермы.

Зависимость величины полученного узлового изгибающего момента от параметров фермы α , β , λ представлена на графиках (рис. 3).

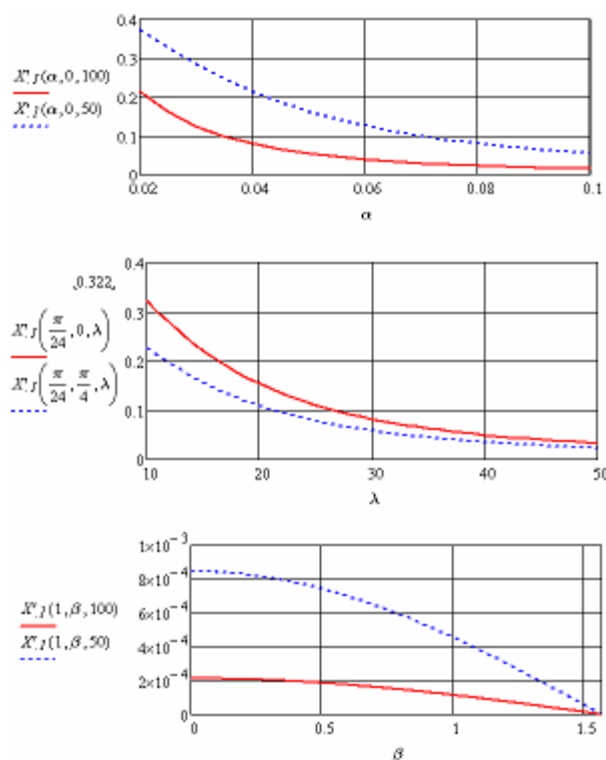


Рис. 3. Графики зависимости величины узлового изгибающего момента от параметров фермы

Из представленных графиков следует, что величина узлового изгибающего момента увеличивается с уменьшением угла α , гибкости стержней λ и угла β .

Безразмерные приращения продольных сил в стержнях фермы, возникающих вследствие появления узлового изгибающего момента, описываются следующими формулами:

$$\Delta N_1(\alpha, \beta, \lambda) = 1 - k_1(\alpha, \beta, \lambda),$$

$$\Delta N_2(\alpha, \beta, \lambda) = 1 - k_2(\alpha, \beta, \lambda),$$

где

$$k_1(\alpha, \beta, \lambda) = 1 - 1.5 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{(3 + \lambda^2 \operatorname{tg}^2 \alpha)(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)},$$

$$k_2(\alpha, \beta, \lambda) = 1 + 1.5 \frac{\operatorname{tg} \alpha}{(3 + \lambda^2 \operatorname{tg}^2 \alpha)(\operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \alpha)}$$

– коэффициенты влияния жесткости узла на продольные силы в стержнях фермы. Зависимость приращений продольных сил от параметров фермы α, β, λ представлена на графиках рис. 4.

Из представленных графиков следует, что величина приращения продольных сил увеличивается с уменьшением угла α , гибкости стержней λ и угла β .

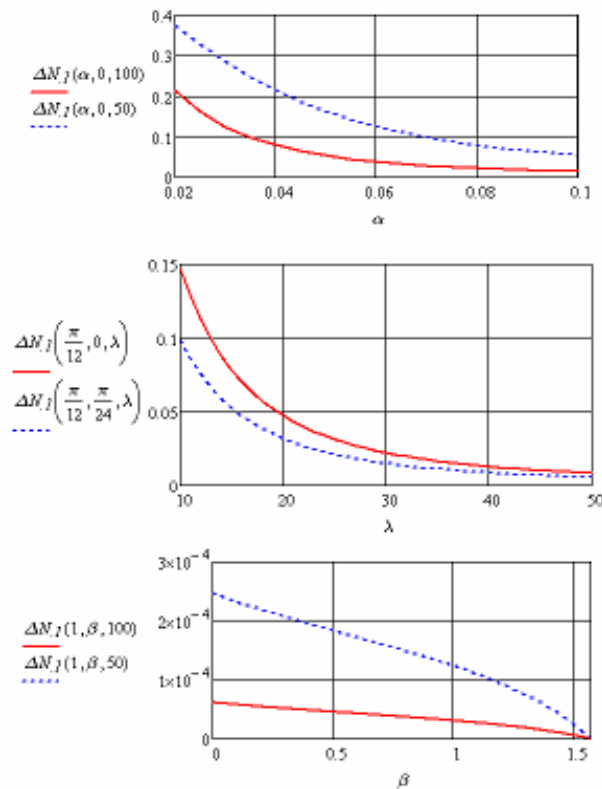


Рис. 4. Графики зависимости величины приращения продольных сил от параметров фермы

Безразмерные приращения нормальных напряжений в стержнях фермы, возникающих вследствие появления узлового изгибающего момента, описываются следующими формулами:

$$\Delta \sigma_1(\alpha, \beta, \lambda) = 1 - k_{1\sigma}(\alpha, \beta, \lambda),$$

$$\Delta \sigma_2(\alpha, \beta, \lambda) = 1 - k_{2\sigma}(\alpha, \beta, \lambda),$$

где

$$k_{1\sigma}(\alpha, \beta, \lambda) = k_1(\alpha, \beta, \lambda) + \lambda \cos \alpha \frac{X'_1(\alpha, \beta, \lambda)}{N'_{1p}(\alpha, \beta)},$$

$$k_{2\sigma}(\alpha, \beta, \lambda) = k_2(\alpha, \beta, \lambda) + \lambda \cos \alpha \frac{X'_1(\alpha, \beta, \lambda)}{N'_{2p}(\alpha, \beta)}$$

– коэффициенты влияния жесткости узла на нормальные напряжения в стержнях фермы. Зависимость величины приращений нормальных напряжений от параметров фермы α , β , λ представлена на графиках (рис. 5).

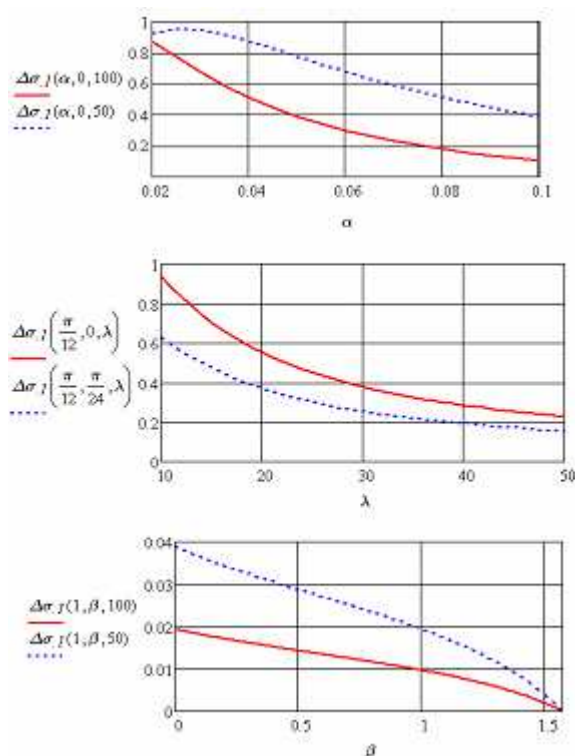


Рис. 5. Графики зависимости величины приращения нормальных напряжений от параметров фермы

Из представленных графиков следует, что величина приращения нормальных напряжений увеличивается с уменьшением угла α , гибкости стержней λ и угла β .

ЛИТЕРАТУРА

1. Патон, Е.О. Дополнительные напряжения мостовых ферм / Е.О. Патон. – М. : Транспечать, 1930. – 98 с.
2. Даниловский, М.П. Влияние жесткости узлов на напряженное состояние железобетонных ферм / М.П. Даниловский // Тр. Хабар. ин-та железнодорожного трансп. – 1956. – Вып. 9. – С. 47–63.

УДК 624.072

**ВЛИЯНИЕ РАЗНОМОДУЛЬНОСТИ МАТЕРИАЛА
НА ПАРАМЕТРЫ НДС ФЕРМ С ЖЕСТКИМИ УЗЛАМИ****В.С. ГАРУНОВИЧ, Е.Г. ЗАКРЕВСКАЯ***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Л.С. ТУРИЩЕВ)*

Изучается влияние разномодульности конструкционного материала на параметры напряженно-деформированного состояния ферменных конструкций с жестким соединением стержней в узлах при узловой схеме нагружения. Для описания зависимости между напряжениями и деформациями материала стержней фермы используется билинейная диаграмма. Получены аналитические выражения для внутренних усилий и нормальных напряжений стержней фермы с учетом влияния разномодульности материала. Численная оценка влияния разномодульности конструкционного материала на параметры напряженно-деформированного состояния фермы осуществляется в среде MathCAD.

В линейной теории расчета стержневых конструкций конструкционный материал, как правило, считается однородным изотропным упругим телом, поведение которого описывается модулем упругости E одинаковым при растяжении и сжатии. Однако как показывают экспериментальные исследования [1], [2] модули упругости при растяжении E^+ и сжатии E^- для ряда современных конструкционных материалов существенно различаются.

Более того, явление разномодульности в той или иной степени присуще практически всем традиционным конструкционным материалам. Так, согласно [3] разномодульность установлена для многочисленных сталей и сплавов. Для них коэффициент разномодульности (E^+/E^-) меньше единицы и изменяется в пределах от 0.75 до 0.97.

Существенно разномодульным материалом являются бетоны [4]. Так, коэффициент разномодульности тяжелых бетонов больше единицы и изменяется в пределах от 1.07 до 1.82. В то же время коэффициент разномодульности легких бетонов может как больше, так и меньше единицы.

Исходя из экспериментальных данных, полученных для различных материалов, разносопротивляющихся растяжению и сжатию, была построена феноменологическая теория [5], описывающая поведение разномодульного материала и предлагающая общие методы решения задач теории упругости из такого материала. Согласно этой теории диаграмма напряжение-деформация для материалов с разными модулями упругости при растяжении и сжатии представляется в виде билинейной диаграммы с разрывом значения угла наклона касательной в точке О (рис. 1).

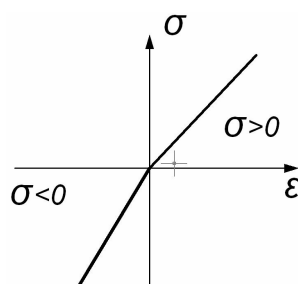


Рис. 1. Диаграмма напряжение-деформация

Разномодульность конструкционного материала в этом случае характеризуется соотношением модулей упругости

$$\mu = \frac{E^-}{E^+}.$$

В настоящей работе изучается влияние разномодульности материала на внутренние усилия и нормальные напряжения в стержнях ферм с жестким соединением стержней в узлах при узловой схеме нагружения. Рассматривается двухстержневая ферма с жестким соединением в узле под действием произвольной узловой нагрузки (рис. 2).

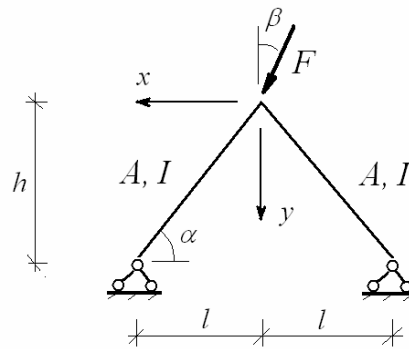


Рис. 2. Двухстержневая ферма

Расчет фермы осуществляется методом сил. В качестве основной системы берется ферма с шарнирным соединением стержней в узле (рис. 3).

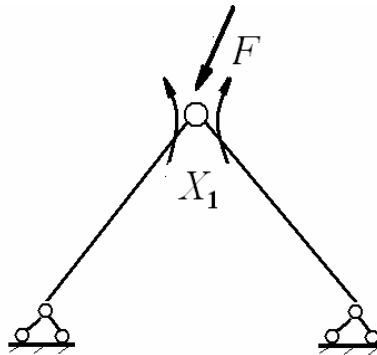


Рис. 3. Основная система метода сил

Каноническое уравнение метода сил имеет вид

$$\delta_{11} X_1 + \Delta_{1p} = 0. \quad (1)$$

Основным неизвестным в уравнении (1) является узловой изгибающий момент.

Входящие в (1) коэффициент и свободный член вычисляются по формуле Максвелла-Мора, которая для разномодульного материала в случае учета изгибных и продольных деформаций имеет вид [6]:

$$\Delta_i = \sum_k \int_l \frac{m_i M}{D} ds + \sum_k \int_l \frac{n_i N}{E^- A} ds + \sum_k \int_l \frac{n_i M}{E^+ A} ds,$$

где D – изгибная жесткость поперечного сечения для разномодульного материала или приведенная изгибная жесткость. Для симметричного поперечного сечения произвольной формы приведенная изгибная жесткость определяется по формуле

$$D = E^- I^- + E^+ I^+,$$

где величины I^- и I^+ характеризуют моменты инерции, соответственно, сжатой и растянутой частей поперечного сечения относительно нейтральной оси.

Внутренние усилия единичного состояния, связанные с вычислением коэффициента и свободного члена, в безразмерной форме имеют вид:

– изгибающие моменты

$$m_1(x, l) = \left(1 - \frac{x}{l}\right); \quad m_2(x, l) = \left(1 - \frac{x}{l}\right);$$

– продольные силы

$$n'_1(\alpha) = \cos \alpha; \quad n'_2(\alpha) = \cos \alpha.$$

Продольные силы грузового состояния, связанные с вычислением свободного члена, в безразмерной форме имеют вид

$$N'_1(\alpha, \beta) = -0.5 \frac{\cos \beta}{\sin \alpha} \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha}\right); \quad N'_2(\alpha, \beta) = 0.5 \frac{\cos \beta}{\sin \alpha} \left(\frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha} - 1\right),$$

а изгибающие моменты в грузовом состоянии не возникают.

С учетом вычисления коэффициента и свободного члена узловой изгибающий момент для разномодульного материала в безразмерной форме имеет вид:

– в случае $\beta \leq \alpha$

$$X'_{1\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) = 1.5 \frac{\zeta \cos \beta}{\cos^2 \alpha (3\zeta + \lambda^2 \mu g^2 \alpha)};$$

– в случае $\beta \geq \alpha$

$$X'_{1\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) = 0.75 \left[(1+\mu) + (1-\mu) \frac{\operatorname{tg} \beta}{\operatorname{tg} \alpha} \right] \frac{\zeta \cos \beta}{\cos^2 \alpha (3\zeta + \lambda^2 \mu g^2 \alpha)}.$$

Зависимость величины полученного узлового изгибающего момента от параметров фермы $\alpha, \beta, \lambda, \mu$ представлена на графиках (рис. 4).

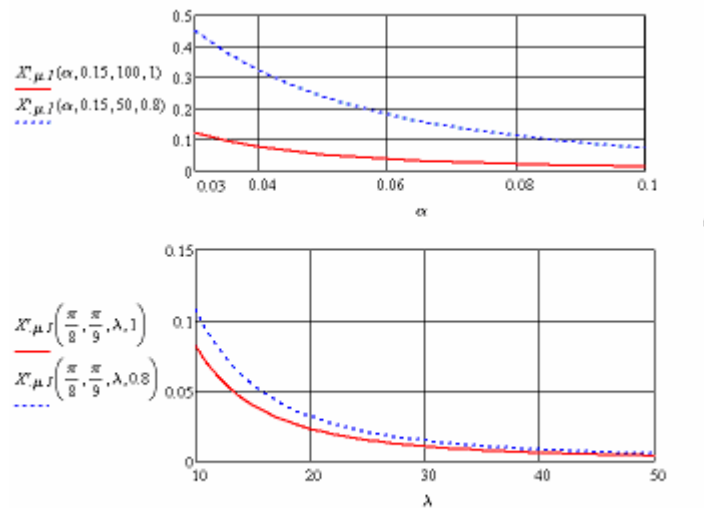


Рис. 4. Графики зависимости величины узлового изгибающего момента от параметров фермы

Из представленных графиков следует, что величина изгибающего момента увеличивается с уменьшением угла α , гибкости стержней λ и это увеличение существенным образом зависит от разномодульности материала.

Безразмерные приращения продольных сил в стержнях фермы, возникающих вследствие появления узлового изгибающего момента, для разномодульного материала описываются формулами:

$$\Delta N_{1\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) = 1 - k_{1\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu),$$

$$\Delta N_{2\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) = 1 - k_{2\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu),$$

где

$$k_{1\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) = 1 + \frac{n'_1 X'_{1\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu)}{N'_{1P}},$$

$$k_{2\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) = 1 + \frac{n'_2 X'_{1\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu)}{N'_{2P}}$$

– коэффициенты влияния жесткости узла на продольные силы в стержнях фермы с учетом разномодульности материала.

Безразмерные приращения нормальных напряжений в стержнях фермы, возникающих вследствие появления узлового изгибающего момента, для разномодульного материала описываются формулами

$$\Delta\sigma_{1\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) = 1 - k_{1\sigma\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu),$$

$$\Delta\sigma_{2\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) = 1 - k_{2\sigma\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu),$$

где

$$k_{1\sigma\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) = k_{1\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) + \lambda \cos \alpha \frac{X'_{1\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu)}{N'_{1P}(\alpha, \beta)},$$

$$k_{2\sigma\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) = k_{2\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu) + \lambda \cos \alpha \frac{X'_{1\mu}(\alpha, \beta, \lambda, \mu)}{N'_{2P}(\alpha, \beta)}$$

– коэффициенты влияния жесткости узла на нормальные напряжения в стержнях фермы. Зависимость приращений нормальных напряжений от параметров фермы $\alpha, \beta, \lambda, \mu$ представлена на графиках (рис. 5).

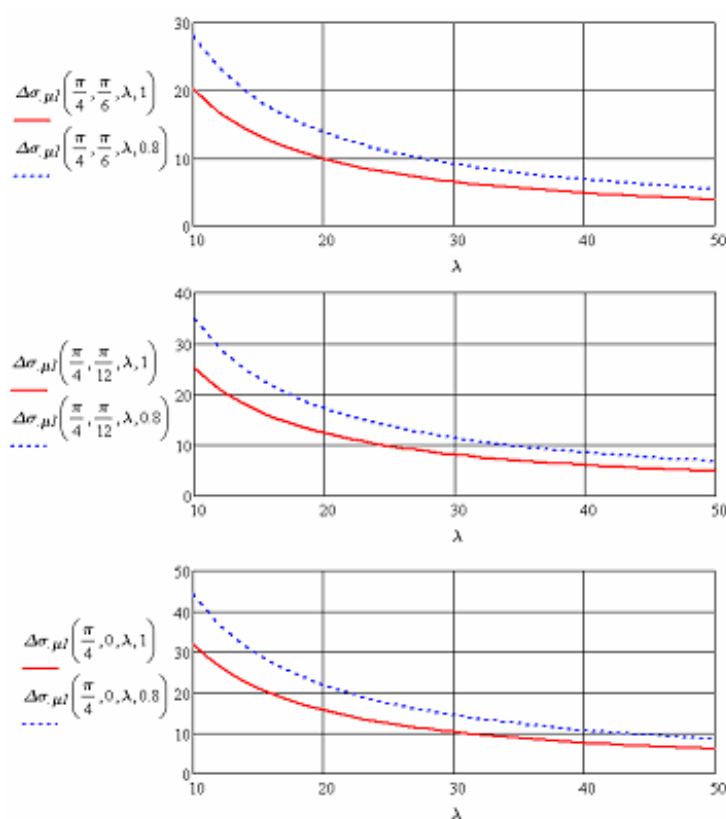


Рис.5. Графики зависимости величины приращения нормальных напряжений от параметров фермы

Из представленных графиков можно сделать следующие выводы.

Во-первых, учет разномодульности конструкционного материала стержней фермы может оказывать заметное влияние на увеличение приращения нормальных напряжений вследствие появления узлового изгибающего момента. Относительная погрешность определения нормальных напряжений без учета разномодульности может составлять до 45%.

Во-вторых, существенное влияние на проявление эффекта разномодульности оказывает изменение параметров расчетной схемы фермы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Земляков, И.П. О различии модулей упругости полиамидов при различных видах деформации / И.П. Земляков // Механика полимеров. – 1965. – № 4.

2. Гольдман, А.Я. Исследование механических свойств тканевых стеклопластиков при растяжении и сжатии нормально к плоскости армирования / А.Я. Гольдман, Н.Ф. Савельева, В.И. Смирнова // Механика полимеров. – 1968. – № 5.
3. Иванов, Г.П. Исследование несовершенной упругости металлов : автореф. дис. ... канд. техн. наук / Г.П. Иванов. – Минск, 1973.
4. Авхимков, А.П. Об уравнениях обобщенного закона упругости материалов, разнсопротивляющихся растяжению и сжатию и некоторых их приложениях : автореф. дис. ... канд. техн. наук / А.П. Авхимков. – М., 1975.
5. Амбарцумян, С.А. Разномодульная теория упругости / С.А. Амбарцумян. – М. : Наука, 1982.
6. Турищев, Л.С. К расчету стержневых конструкций с учетом влияния разномодульности материала / Л.С. Турищев // Вестн. ПГУ. Сер. В, Промышленность. Прикладные науки. – 2011. – № 11.

УДК 666.97.031:693.542

ВЫБОР СХЕМЫ ИСПЫТАНИЙ СОСТАВНЫХ БЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОЧНОСТИ КОНТАКТНОГО ШВА

В.В. КАЛИТУХА, А.А. ИВАНОВ

(Представлено: канд. техн. наук, доц. Е.Г. КРЕМНЁВА)

Показывается значимость контактных швов в строительстве. Анализируются возможные схемы испытаний составных бетонных конструкций. Определяется схема испытаний для проверки прочности контактного шва. Оценивается прочность контактных швов составных конструкций по результатам проведённого эксперимента.

В области строительства контактные швы имеют огромное значение. От их прочности и деформативности зависит дальнейшая надежная работа всей конструкции и здания либо сооружения в целом. Контактные швы имеются как в новом строительстве – в сборно-монолитном, в монолитном строительстве (при перерывах бетонирования, вплоть до долгостроя) – так и при усилении существующих конструкций монолитным бетоном. Также контактные швы образуются в сталежелезобетонных конструкциях, стальных элементах и бетоне в закладных деталях.

Одним из наиболее важных и сложных вопросов является оценка сопротивления контактных швов действию сдвигающих сил. При сдвиге работа контактных швов имеет весьма сложный характер, зависящий от многих факторов. В то же время от правильности оценки сдвиговой прочности контактного шва зависит совместная работа примыкающих к контактному шву элементов конструкции и несущая способность конструкции в целом [1].

Исследованию прочности и деформативности контактных швов сборно-монолитных конструкций посвящено большое количество работ отечественных и зарубежных исследователей, таких как А.А. Гвоздев, Б.Л. Городецкий, Д.Е. Мерш, С.В. Поляков, И.Н. Ахвердов, В.И. Коноводченко, А.Е. Кузьмичев, А.Б. Гольшев, А.В. Харченко, А.А. Адаменков, Я.Г. Сунгатуллин, Г.Г. Шорохов, В.П. Полищук, В.Г. Евстифеев, Г.Н. Запругин, В.Г. Кваша, В.А. Гутковский, В.Ш. Фатхуллин, В.С. Еськов, А.А. Оатул, А.В. Яшин, С.Н. Медведев, Г.С. Валеев, Н.Г. Мартынова, С.А. Корейба, И.Н. Коровин, Д.Н. Лазовский, А.П. Васильев, А.Н. Mattock, Р.Н. Kaar, J.C. Saemann, G.W. Washa, K. Furtak и многих других [2].

Несмотря на большое количество исследований, проведение испытаний на чистый срез встречает некоторые затруднения в части выбора надлежащей формы образца и схемы испытаний.

В соответствии с [3] предлагается следующая условная классификация схем испытаний (рис. 1):

- а) схема испытаний, предложенная А.А. Гвоздевым, А.П. Васильевым и С.А. Дмитриевым;
- б) схема испытания Д. Хагера;
- в) схема испытания Д.Е. Мерша.

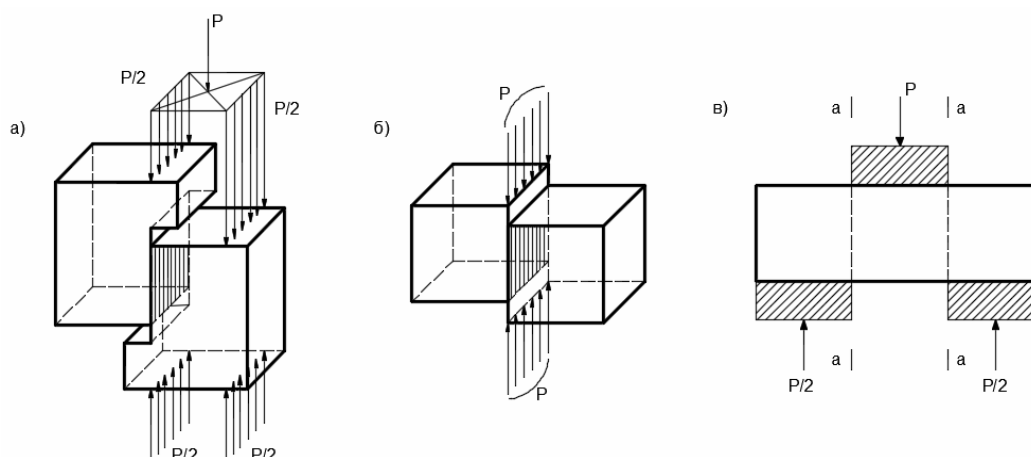


Рис.1. Схема испытания составных бетонных конструкций:
а – А.А. Гвоздева, А.П. Васильева и С.А. Дмитриева; б – Д. Хагера; в – Д.Е. Мерша

Схема испытаний, предложенная А.А. Гвоздевым, А.П. Васильевым и С.А. Дмитриевым (рис. 1, а), обеспечивает чистый срез в изучаемом сечении, однако при этом весьма материальнозатратна. Схема испытаний, применявшаяся Д. Хагером (рис. 1, б), хотя и дает чистый срез в изучаемом сечении, однако

образцы не обладают устойчивостью и требуют весьма большой точности установки. Схема испытания Д.Е. Мерша (рис. 1, в), примененная им для изучения сопротивления срезу, не дает чистого среза по сечениям а-а, так как усилия, передающиеся от средней части образца к крайним, пересекают изучаемое сечение наклонно, однако имеет большую по сравнению со всеми площадь поверхности контакта [3, с. 25].

В Полоцком государственном университете проводится исследование по проверке прочности контактных швов составных бетонных конструкций. В основу схемы испытаний, принятая для проведения эксперимента, положена схема Д.Е. Мерша с некоторыми изменениями с учетом схем Д. Хагера и А.А. Гвоздевым, А.П. Васильевым и С.А. Дмитриевым. Такая схема позволяет добиться более точных результатов благодаря большой площади контактного шва между старым (сборным) и новым (бетоном намоноличивания) бетонами [4]. Немаловажными достоинствами такой схемы также являются простота сооружения и экономия материалов (рис. 2).

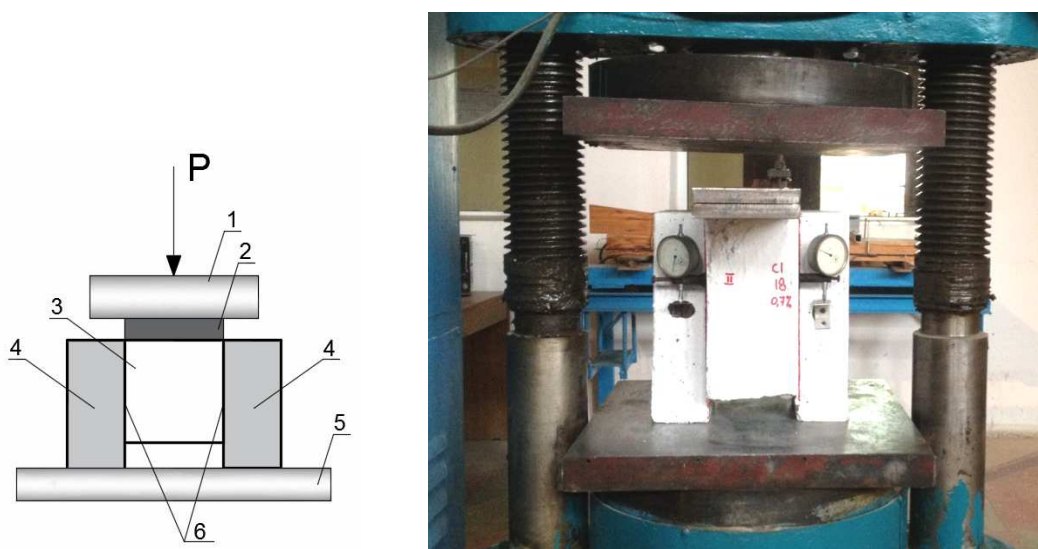


Рис. 2. Схема испытаний, принятая в эксперименте:

1 – рабочий шток пресса, создающий сжимающее усилие; 2 – металлическая пластина, передающая нагрузку на среднюю часть образца; 3 – старый бетон; 4 – новый бетон; 5 – опорная площадка пресса; 6 – плоскости среза

По выбранной схеме испытаний были проведены исследования по определению прочности контактного шва модифицированных гиперпластификатором СТАХЕМЕНТ-2000 составных конструкций. Вместе с тем изучался характер разрушения опытных образцов. Испытываемые образцы представляли собой комбинацию старого бетона (в центре) и нового модифицированного (по краям). Состав старого бетона для каждого образца был одинаков. Предварительно с поверхности старого бетона была снята цементная плёнка. Серии отличались составом. Первый состав нового бетона был без добавки, второй – с добавлением гиперпластификатора СТАХЕМЕНТ-2000, третий – с добавлением гиперпластификатора СТАХЕМЕНТ-2000 и прослойки Тайфун Мастер №100: поверхность контакта старого (сборного) бетона предварительно была огрунтована (таблица).

Таблица

Прочностные характеристики составных бетонных элементов

№ серии		Использование добавки	Процент добавки, %	R, МПа	$f_{c,cube}^G$, МПа нового бетона	Условный класс нового бетона
Без добавки	C2-12-0%	–	0	11,25	39,45	C' 31,56 / 39,45
С добавкой	C2-12-0,7%	Стахемент-2000	0,7	121,6	58,67	C' 46,94 / 58,67
С добавкой и прослойкой	C2-12-0,7*%*	Стахемент-2000 и Тайфун Мастер №100	0,7	84,7	58,67	C' 46,94 / 58,67

Исходя из вышеприведенного с учетом испытаний можно сделать выводы, что:

- существует достаточное количество схем испытаний составных бетонных конструкций на срез, однако не выявлена единая схема проведения испытаний;
- в Полоцком государственном университете определена схема испытаний составных бетонных конструкций (с учетом всех трех схем, приведенных выше);
- по результатам испытаний сделан вывод о наилучшей прочности контактного шва при дозировке добавки в количестве 0,7% от веса цемента.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скворцов, А.Г. Сопротивление контактных швов железобетонных конструкций при действии сдвигающих сил : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / А.Г.Скворцов. – М., 2000. – 126 с.
2. Хасанов, Р.Р. Прочность и выносливость плоских контактных швов сборно-монолитных железобетонных конструкций в зоне действия изгибающих моментов и поперечных сил : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Р.Р.Хасанов. – Казань, 2002. – 193 с.
3. Гвоздев, А.А. Изучение сцепления нового бетона со старым в стыках железобетонных конструкций и рабочих швах / А.А. Гвоздев, А.П. Васильев, С.А. Дмитриев. – М. : ОНТИ, 1936. – 54 с.
4. Головнев, С.Г. Сцепление бетона в зоне технологического шва / С.Г. Головнев, С.Б. Коваль, М.В. Молодцов // Вестн. Южно-Уральс. гос. ун-та. Сер. Строительство и архитектура. – 2005. – Вып. №13(53). – С. 71–75.

УДК 666.97.031:693.542

ПРОЧНОСТЬ КОНТАКТНОГО ШВА В БЕТОННЫХ СОСТАВНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ГИПЕРПЛАСТИФИКАТОРОМ СТАХЕМЕНТ-2000**В.В. КАЛИТУХА***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Е.Г. КРЕМНЁВА)*

Рассматривается возможность использования модифицированных бетонов в сборно-монолитном, монолитном строительстве и при реконструкции. Оценивается влияние гиперпластификатора СТАХЕМЕНТ-2000 на прочность контактного шва составных бетонных конструкций. Проведён анализ полученных экспериментальных данных о прочности контактного шва и сделан вывод о возможности использования гиперпластификатора в составных бетонных конструкциях.

Обеспечение прочного и надежного соединения бетонных и железобетонных составных конструкций весьма актуальный вопрос, возникающий как при новом строительстве (при изготовлении сборно-монолитных элементов, в монолитном строительстве при перерывах в бетонировании, вплоть до долго-строя), так и при реконструкции (при усилении железобетонных конструкций намоноличиванием) [1].

В настоящее время широкое применение во всем мире нашли добавки для бетона. Они позволяют повысить подвижность бетонной смеси, увеличить прочность и водонепроницаемость бетона, а также снизить расход цемента, повысить морозостойкость, коррозионную стойкость, регулировать подвижность бетонной смеси и скорость набора прочности, многое другое.

Бетоны с добавками обладают высокими технологическими и эксплуатационными свойствами и могут увеличивать окончательные прочностные характеристики, снижать усадку твердеющего бетона, тем самым имеется возможность получить высокопрочные бетонные и железобетонные изделия. При использовании добавок весьма важно экономить не только строительные материалы, но и энергоресурсы, трудовые ресурсы.

Однако не ясно, как повлияют добавки в бетоне на несущую способность составной конструкции и будет ли обеспечиваться при этом надежная совместная работа такого элемента. Недостаточная изученность применения модифицированных бетонов в составных конструкциях диктует необходимость проведения исследований, целью которых становится оценка надёжного сцепления в зоне контактного шва и совместная дальнейшая работа составных бетонных и железобетонных элементов, вплоть до разрушения [2].

Для осуществления заданных целей было проведено исследование прочности контактного шва старого и нового бетонов с гиперпластификатором СТАХЕМЕНТ-2000.

Испытания проводились на П-образных составных элементах. В бетонную смесь нового бетона добавлялся СТАХЕМЕНТ-2000, который на данный момент широко используется в Витебском регионе и не один год применяется на заводе ПРУП «Новополоцкжелезобетон». Старый бетон был бездобавочным. Схема образцов показана на рис. 1.

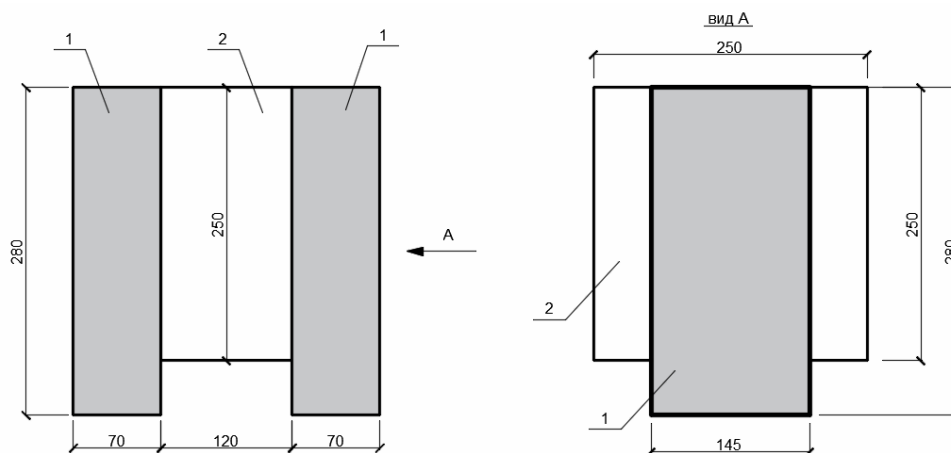


Рис. 1. Схема образцов:
1 – новый бетон; 2 – старый бетон

Образцы предназначались для определения составов нового бетона, который обеспечивал бы наиболее высокую прочность контактного шва. Эксперимент был приближен к реальным условиям. В связи с этим старый бетон во всех образцах был одного класса и его возраст к моменту испытания составлял 1,5 года. Один состав нового бетона был без добавки гиперпластификатора (эталонный образец С1-6-0%, С2-12-0%), другой – с содержанием гиперпластификатора СТАХЕМЕНТ-2000 (0,7% от веса цемента) и вариацией воды таким образом, чтобы осадка конуса изменялась (С2-12-0,7%, С1-18-0,7%) (табл. 1).

Таблица 1

Составы новых бетонов

№ серии		Подвижность	Цемент, кг/м ³	Песок, кг/м ³	Щебень, кг/м ³	Вода, л/м ³	Используемая добавка	Процент добавки, %
С добавкой	С2-12-0,7%	ПЗ	399	780	1110	160	Стахемент-2000	0,7
	С1-18-0,7%	П4	399	780	1110	165	Стахемент-2000	0,7
Без добавки	С1-6-0%	П2	399	780	1110	120	–	0
	С2-12-0%	ПЗ	399	780	1110	180	–	0

Технология изготовления составных конструкций всех серий была одинакова и заключалась в следующем: к сборному бетону (старый бетон) на подготовленную поверхность контакта намоноличивался новый бетон. Опалубка устанавливалась так, что при бетонировании участков контактная поверхность находилась в вертикальном положении. Предварительно поверхность в зоне контакта зачищалась путём снятия цементной пленки [3] (рис. 2). Зона контакта перед намоноличиванием увлажнялась. Бетон укладывали на влажную поверхность с послойным уплотнением штыкованием. Это связано с тем, что зачастую в условиях реконструкции, при усилении намоноличиванием невозможно использовать вибраторы из-за стесненных условий, либо состояния конструкции.

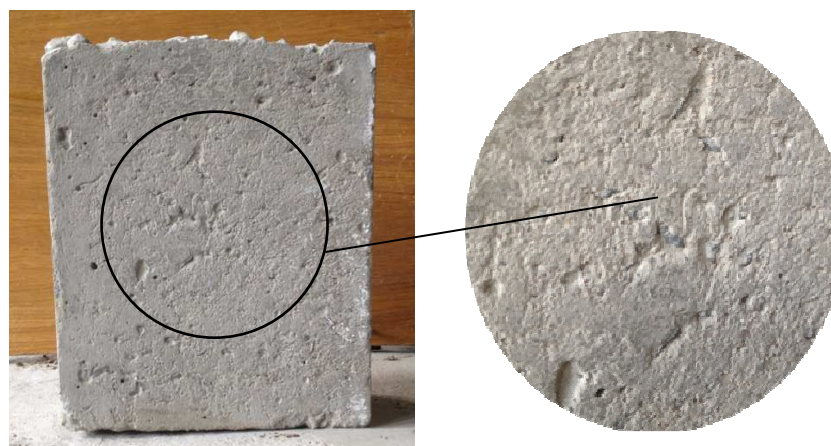


Рис. 2. Контактная поверхность образцов старого (сборного) бетона

При проведении исследований определялась прочность контактного шва, а также изучался характер разрушения опытных образцов. Результаты испытаний представлены в таблице 2. Испытания проводились в соответствии с нормативными документами после набора прочности бетона намоноличивания в естественных условиях. Конструкции испытывались на сдвиг при помощи гидравлического прессы П-125 по общепринятому ступенчатому кратковременному режиму нагружения. На каждом этапе нагружения проводились измерения взаимного смещения составных элементов конструкции индикаторными тензодатчиками [4, 5].

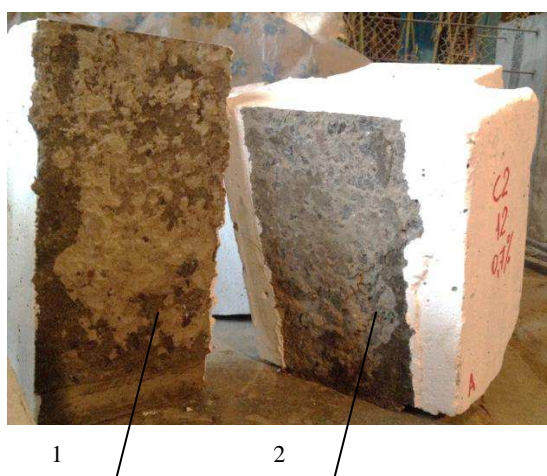
Анализ характера разрушения показывает, что все образцы разрушились по контакту сборного бетона и бетона намоноличивания. Разрушение носило резкий и хрупкий характер. У образцов с добавлением гиперпластификатора поверхность сборного бетона имела приставшие частицы бетона намоноличивания, у бездобавочных – поверхность, по которой происходило разрушение, была относительно чистой и гладкой (рис. 3).

Таблица 2

Прочностные характеристики составных элементов

Образец		Экспериментальное сопротивление сдвигу стыкового соединения, МПа	$f_{c,cube}^G$, МПа нового бетона	Условный класс нового бетона
С добавкой	C2-12-0,7%	121,6	58,67	C ^{46,94} / _{58,67}
	C1-18-0,7%	69,94	46,75	C ^{37,4} / _{46,75}
Без добавки	C1-6-0%	18,75	45,75	C ^{36,6} / _{45,75}
	C2-12-0%	11,25	39,45	C ^{31,56} / _{39,45}

а



б

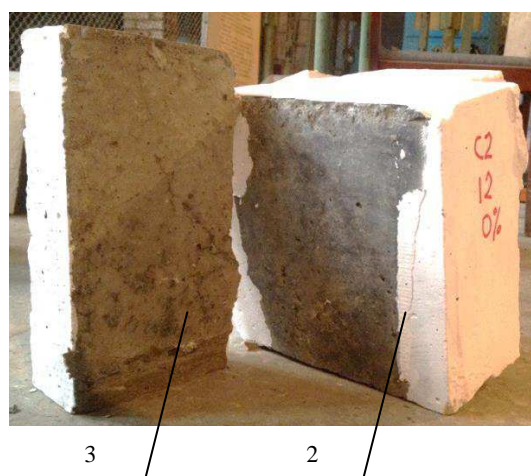


Рис. 3. Общий вид разрушения образцов:

а – с использованием добавки; б – без использования добавки;

1 – новый модифицированный бетон; 2 – старый бетон; 3 – новый бетон без добавки

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

- Прочность контактного шва при добавлении гиперпластификатора СТАХЕМЕНТ-2000 в процентном соотношении 0,7 от массы цемента намного выше, чем у эталонных образцов (без применения добавки).
- Прочность контактного шва при добавлении гиперпластификатора СТАХЕМЕНТ-2000 выше у образца с осадкой конуса 12 см.
- При введении гиперпластификатора СТАХЕМЕНТ-2000 в новый бетон намоноличивания прочность контактного шва возрастает в 3 и более раза, что обеспечивает прочное и надёжное сцепление старого и нового бетонов, а также гарантирует совместную работу составных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чикалина, О.П. Усиление железобетонных конструкций намоноличиванием с применением модифицированных бетонов : автореф. магистр. дис. ... магистра техн. наук : 05.23.01 / О.П. Чикалина. – Новополюк, 2003. – 77 с.
5. Головнев, С.Г. Сцепление бетона в зоне технологического шва / С.Г. Головнев, С.Б. Коваль, М.В. Молодцов // Вестн. Южно-Уральск. гос. ун-та. Сер. Строительство и архитектура. – 2005. – Вып. №13(53). – С. 71–75.
2. Хаменок, Е.В. Особенности подготовки контактных швов в строительстве / Е.В. Хаменок // Тр. молодых специалистов Полоц. гос. ун-та. Строительство. – 2007. – Вып. № 22. – С. 64–66.
3. ГОСТ 8829-94. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления. Методы испытаний нагружением.
4. ГОСТ 10180-2012. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам.

УДК 624.04:620.37

РАСЧЕТ ПЛИТЫ НА УПРУГОМ ОСНОВАНИИ
С УЧЕТОМ ОДНОСТОРОННЕЙ СВЯЗИ С ОСНОВАНИЕМ

В.Н. ЖЕЛНОВ

(Представлено: В.Н. КИСЕЛЁВ)

Для количественной оценки напряженного состояния плиты, имеющей неполный контакт с основанием, был выполнен тестовый пример расчета плиты на упругом основании с учетом односторонней связи плиты и основания, который подтверждает значимость учета данного вида связи в расчете.

Введение. При расчете железобетонных конструкций на упругом основании (проектирование не равномерно загруженного ленточного фундамента, балки, лежащей на кирпичной кладке, плиты аэродромного покрытия и др.) может потребоваться учет односторонней связи с основанием.

Вид и характеристики расчетной модели. В качестве расчетной модели была принята плита марки ПАГ-14 длиной 600 см, шириной 200 см и толщиной 14 см; бетон плиты класса В30 с начальным модулем упругости $E_b = 2,5 \cdot 10^5$ кг/см² и коэффициентом Пуассона $\mu = 0,12$. Основание плиты принято в виде модели Винклера с модулем деформации $E = 600$ кг/см² и $\mu = 0,1$. Нагрузка приложена в центре плиты в виде сосредоточенной силы $F = 1000$ кг.

Рассмотрено два варианта: первый (рис. 1) - плита имеет полный контакт с основанием; второй (рис. 2) – между плитой и основанием существует зазор размером 40×30 см (площадь зазора 1200 см², т.е. 1% от общей площади плиты) или между плитой и основанием существует зазор размером 80×60 (площадь зазора 4800 см², т.е. 4% от общей площади плиты).

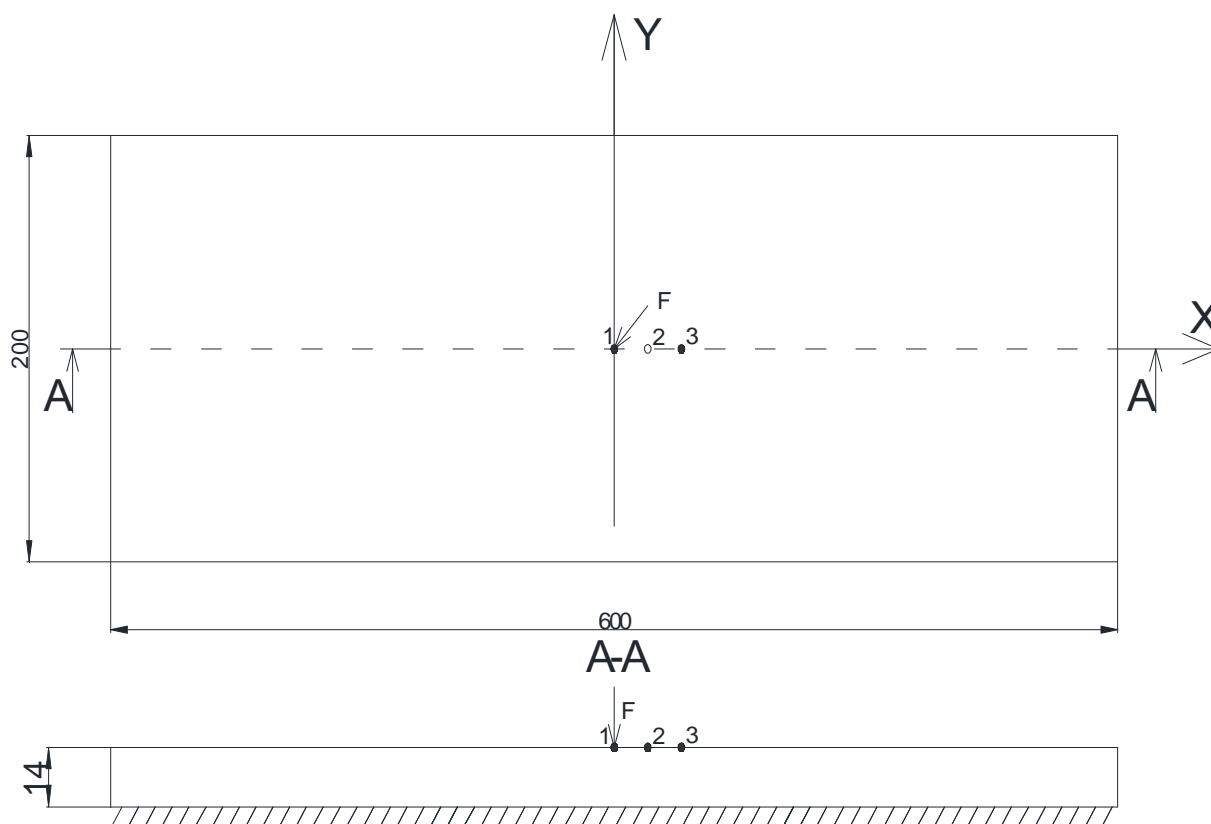


Рис. 1. Расчетная модель плиты

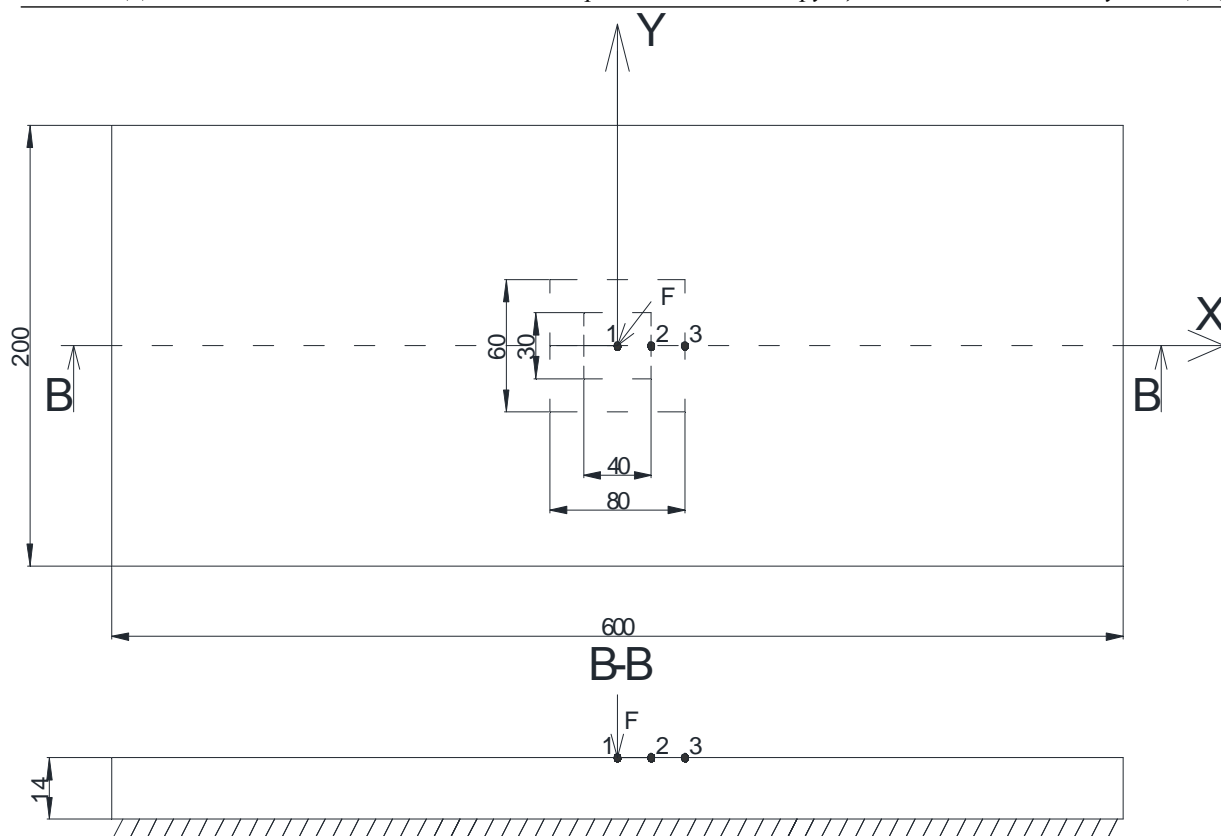


Рис. 2. Расположение зон отрыва плиты от основания

Расчет плиты, используя программный комплекс SCAD. Расчет произведен методом конечных элементов, используя программный комплекс SCAD. Результаты расчета для точек 1, 2, 3 (рис. 2) сведены в таблицу.

Таблица

№ варианта	Прогиб в точках 1, 2, 3	Напряжение в точке					
		1		2		3	
		Ось X	Ось Y	Ось X	Ось Y	Ось X	Ось Y
1	0,0752	-6,652	-7,095	-5,878	-6,625	-5,983	-6,832
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
2	0,0805	-7,123	-7,426	-6,162	-7,086	-	-
	107%	107,1%	104,7%	104,8%	107%	-	-
3	0,0865	-7,383	-7,624	-6,481	-7,377	-6,754	-7,588
	115%	111%	107,5%	110,3%	111,4%	113%	111%

Алгоритм расчета плиты при отрыве в любой ее точке. Если не задавать участок отрыва, а рассмотреть случай нахождения участка отрыва плиты от основания, используя данный программный комплекс, то следует использовать следующий алгоритм:

1. Задаем плиту определенных размеров, для это в расчетной схеме задаем координаты плиты, после чего объединяем эти точки.
2. Разбиваем плиты на элементы, для того, чтобы расчет в конечном итоге получился более точным.
3. Задаем жесткость пластины, т.е. материал из которого она сделана и толщину плиты соответственно.
4. Прикладываем нагрузки, сосредоточенный или распределенные к плите.
5. Назначаем связи. Так как принято упругое основание, то связями по вертикальному направлению будут коэффициенты постели.
6. Для того, чтобы их рассчитать, используется утилита КРОСС, она входит в комплекс SCAD.
7. Задаем размеры нашей плиты и грунтовые условия в утилите.

8. Экспортируем плиты из SCAD в KPOCC, чтобы рассчитать искомые коэффициенты.
9. Производим расчет в программе и сохраняем данные для SCAD.
10. Приняв коэффициенты, производим расчет в SCAD, тем самым делая первую итерацию.
11. Производим то количество итераций, насколько необходимый по точности хотим получить

Заключение. Разработка более точных расчетных схем и методов решения задачи плиты на упругом основании поможет не допустить перерасхода материалов уже на этапе проектирования. Также это позволит быть уверенным, что проектные решения приняты правильно и отвечают требованиям технологичности, минимальной материалоемкости. Предложенный в этой работе метод расчета плит на упругом основании позволяет учесть односторонний характер связи между ними. Что позволяет получить более точные значения внутренних усилий в теле плиты и реактивного давления грунта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Манвелов, Л.И. Расчет прямоугольной плиты на упругом основании / Л.И. Манвелов, Э.С. Бартошевич // Строительная механика и расчет сооружений. – 1963. – № 5.
2. Горбунов-Посадов, М.И. Расчет конструкций на упругом основании / М.И. Горбунов-Посадов, Т.А. Маликова, В.И. Соломин. – 1984.
3. Киттовер, К.А. К расчету прямоугольных плит на упругом основании / К.А. Киттовер. – М.-Л. : ОНТИ, 1936.
4. Власов, В.З. Балки, плиты и оболочки на упругом основании / В.З. Власов, Н.Н. Леонтьев. — М. : Физматгиз, 1960. – 491 с.
6. Шулькин, Ю.Б. Теория упругих стержневых конструкций / Ю.Б. Шулькин. – М. : Наука, 1984. – 271 с.

ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

УДК 622.245.17

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ И РАЗРАБОТКА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ СПОСОБОВ СОЕДИНЕНИЯ ТЯГОВОГО ТРОСА СО СТЕНКОЙ ТРУБОПРОВОДА ДЛЯ ЛИКВИДАЦИИ ТРУБОПРОВОДОВ, ПРОЛОЖЕННЫХ МЕТОДОМ НАКЛОННО-НАПРАВЛЕННОГО БУРЕНИЯ

Д.А. КИСЕЛЁВ

(Представлено: канд. тех. наук, доц. А.Г. КУЛЬБЕЙ)

Рассматривается проблема соединения тягового троса со стенкой трубопровода. В статье проанализированы применяемые на сегодняшний день методы соединения. Авторами приведен их анализ и сформулированы преимущества и недостатки каждого из методов. Предложены альтернативные способы соединения.

Введение. В современном мире существуют ситуации, при которых необходимо соединение тела трубопровода с тяговым тросом. Например, при эксплуатации буровых скважин, а также при ликвидации буровых скважин проложенных методом наклонно-направленного бурения. При эксплуатации буровых скважин соединение трубопровода с тяговым тросом осуществляется посредством труболовок и овершотов, которые в свою очередь слабо приспособлены для использования при ликвидации трубопроводов проложенных методом наклонно-направленного бурения. Так как существует проблема доставки труболовок и овершотов к месту соединения с трубопроводом.

Таким образом, формулируется проблема: существующие методы соединения стенки трубопровода с тяговым тросом малоэффективны для применения их в случае ликвидации трубопровода, проложенного методом наклонно-направленного бурения.

Целью данной работы является анализ существующих и разработка альтернативных способов соединения тягового троса со стенкой трубопровода.

Основная часть. Существующие методы соединения стенки трубопроводов с тяговым тросом подразделяются на две группы: труболовки (для захвата за внутреннюю поверхность трубопровода), овершоты (для захвата за наружную поверхность трубопровода).

Труболовки (рис. 1) предназначены для захвата за внутреннюю поверхность и последующего извлечения трубных элементов.



Рис. 1 Труболовка

Труболовка состоит из корпуса, кангового захвата, наконечника и распепного кольца. Труболовка комплектуется сменными канговыми захватами, отличающимися наружным диаметром. Процесс захвата труболовкой осуществляется за счет наличия конических спиральных поверхностей, выполненных на наружной поверхности корпуса и взаимодействующей с ней внутренней поверхности канги.

Труболовки подразделяются на ТВ (труболовки внутренние) и ТВМ (труболовки внутренние осевообождающегося типа) [1, 2].

Овершоты (рис. 2) предназначены для захвата цилиндрических элементов в скважине за наружную поверхность, с последующим их извлечением.



Рис. 2 Овершот

Овершот состоит из корпуса, воронки, переводника, набора спиральных или цанговых захватов с направляющими втулками.

Спиральные захваты используются при извлечении колонн, верхняя часть которых имеет максимальный диаметр для применяемого типоразмера овершота. В остальных случаях применяются цанговые захваты. Также, цанговые захваты можно использовать совместно с фрезерующими направляющими, которые позволяют очищать захватываемый объект от различных отложений и заусениц.

Захват овершотом осуществляется благодаря наличию конических, спиральных поверхностей на внутренней поверхности корпуса, и наружной поверхности цангового или спирального захвата, которая с ней взаимодействует.

Овершоты с короткими захватами предназначены для захвата трубчатых элементов аварийного оборудования, при ограниченном доступе к ним в затрубном пространстве.

В отличие от обычных овершотов, процесс сборки рабочих элементов осуществляется через верхний переводник. Возможность извлечения элементов колонн с коротким участком, пригодным для захвата, обеспечивает близкое расположение цангового захвата к нижнему торцу овершота.

Захват овершотом осуществляется благодаря наличию конических, спиральных поверхностей на внутренней поверхности корпуса, и наружной поверхности цангового или спирального захвата, которая с ней взаимодействует [3].

Для ликвидации трубопроводов проложенных методом наклонно-направленного бурения целесообразнее использовать труболочки по нескольким причинам:

- 1) исключаются дополнительные земляные работы по очистке тела трубопровода для установки овершота;
- 2) труболочки можно приспособить для ликвидации протяженных трубопроводов в виде цепи из нескольких труболочек.

Овершоты не приемлемы для ликвидации протяженных трубопроводов.

Альтернативные методы. В виду несовершенства способов соединения тягового троса со стенкой трубопровода таких как труболочки и овершоты. А также сложность использования труболочек для ликвидации протяженных трубопроводов. Возникает необходимость в изобретении принципиально новых способов соединения тягового троса со стенкой трубопровода. В качестве новых способов будут представлены магнитный способ и соединение при помощи контактной сварки.

Метод 1 – соединение магнитами. Суть данного метода заключается в соединении тягового троса со специальным оборудованием, которое в свою очередь с помощью магнитов крепиться к стенке трубопровода. В качестве магнитов будут применяться неодимовые магниты из редкоземельного магнитного сплава неодим-железо-бор (NdFeB). Неодимовые магниты по качеству и своим магнитным свойствам превосходят привычные нам ферритовые магниты. Также важным преимуществом неодимовых магнитов является то, что из сплава неодим-железо-бор можно изготовит магниты самой различной формы (стержень, диск, цилиндр, кольцо, куб, шар и т.д.) и силы притяжения. Сила притяжения магнита прямо пропорциональна его весу и геометрическим размерам. Сила притяжения неодимовых магнитов колеблется от 0,05 до 350 кг/см².

Метод 2 – соединение сваркой. Суть метода заключается в соединении стенки трубопровода со вспомогательной конструкцией посредством контактной, термитной и другими видами сварки. Главным недостатком данного метода является обеспечение дистанционного способа приварки конструкции к внутренней стенки трубопровода.

Заключение. В данной работе был выполнен анализ существующих методов соединения тягового троса со стенкой трубопровода. Были выявлены преимущества и недостатки каждого из существующих методов. Также были предложены альтернативные методы соединения тягового троса со стенкой трубопровода.

ЛИТЕРАТУРА

1. НПФ Завод «Измерон» [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: http://www.izmeron.ru/cat/cat03/cat03_15.html. – Дата доступа: 25.09.2016.
2. «Сиб Трейд Сервис» [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.sts-samara.ru/production/fishing-tools/releasing-spears-type-t.html>. – Дата доступа: 25.09.2016.
3. Все о бурении [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://vseoburenii.com/overshot/>. – Дата доступа: 25.09.2016.

УДК 006.036.05

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОБЛЕМЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ НОРМАТИВНОЙ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Д.А. КИСЕЛЁВ, А.А. ГРИНЕВИЧ

(Представлено: канд. тех. наук, доц. Л.М. СПИРИДЁНОК)

Рассматривается проблема изменения пространственного положения трубопровода под действием эксплуатационных нагрузок и вследствие естественных изменений ландшафта. В статье описываются магистральные трубопроводы, проходящие по территории Республики Беларусь. Приведены факторы влияющие на процесс всплытия трубопроводов.

Республика Беларусь обладает развитой системой магистральных газопроводов и нефтепроводов. В настоящее время поставку газа в Республику Беларусь и его транзит в третьи государства осуществляет ОАО «Газпром трансгаз Беларусь». По территории страны проходят магистральные газопроводы пересекающие страну с севера –востока и на юго –запад. Газопроводы проходят по разнообразным ландшафтам (болотные ландшафты, возвышенности и пересечение водных объектов) [1].

Трассы магистральных нефте- и продуктопроводов проложены в 6 технических коридорах общей протяженностью 1233 км. Общая протяженность всех магистральных нефтепроводов в одниточном исчислении составляет около 4000 км. Для магистральных нефтепроводов, которые проходят в северной и северо-восточной части республики (Унеча – Полоцк, Полоцк – Скрудалиена, Полоцк – Мажейкяй и Сургут – Полоцк) характерно большое разнообразие ландшафтов, комплексность почвенного покрова и наличие значительного количества водных объектов. Для магистральных нефтепроводов, которые проходят в южной части республики (Унеча – Мозырь, Мозырь – Брест и Мозырь – Броды) характерно однообразие ландшафтов.

Надежность и безопасность эксплуатации объектов магистральных газо-нефтепроводов определяется комплексами мер по диагностике, обслуживанию и реконструкции объектов газо- и нефтетранспортной системы, автоматизации и телемеханизации производственных процессов, комплексным подходом, основанным на взаимосвязи таких факторов как обеспечение качества проектных работ; обеспечение качества строительства; организация системы в эксплуатации объектов.

По мере увеличения возраста трубопроводов усиливается тенденция к снижению их надёжности и повышению вероятности аварий. При этом следует отметить, что фактический срок эксплуатации большинства магистральных трубопроводов (МТ) в Республике Беларусь приближается к тому периоду, когда значительно возрастает интенсивность отказов и аварий. Старение трубопроводов сопровождается как изменением пространственного положения самого трубопровода под действием эксплуатационных воздействий, так и изменением ландшафта, вследствие естественных и антропогенных воздействий.

Следует учитывать, что для действующего трубопровода возможны отклонения эксплуатационных параметров от проектных, связанные с изменением его пространственного местоположения в результате взаимодействия с окружающим грунтом. Возникающие при этом напряженно-деформационные изменения способны привести к аварийным ситуациям, что влечет за собой значительный материальный ущерб и губительно воздействует на окружающую среду.

Трубопроводная система способна оказывать влияние на окружающий грунт посредством постоянно действующей нагрузки (вес трубы, давление и т.д.) либо переменных нагрузок, обусловленных продольной силой в трубопроводе и изменением температуры и давления перекачиваемого продукта по длине трубопровода. Следует отметить, что на стадии создания проекта подземных трубопроводов в основном учитывается только постоянное воздействие трубопровода на грунт, в то время как воздействие переменной составляющей учитывается не всегда либо в заметно меньшей степени. В то время как в сложных климатических, гидрогеологических либо геокриологических условиях не менее важным становится учет и переменных нагрузок при проектировании, строительстве и эксплуатации подземных трубопроводов.

Существенное влияние на различные виды взаимодействия трубопроводов с грунтами играют следующие природные процессы:

- промерзание талых грунтов в холодный период времени года;
- динамика изменения толщины снежного покрова в этот же период;
- оттаивание мерзлых грунтов в теплый период времени;
- скорость и интенсивность паводковых явлений при таянии снега;
- характер и направление движения паводковых вод;
- осадки в виде дождя в теплый период времени;
- изменение уровня грунтовых вод.

Такие эксплуатационные процессы как изменение рабочего давления, объем перекачиваемой жидкости, температурный режим, изменение свойств перекачиваемых продуктов оказывают влияние на характер взаимодействия грунтов с подземным трубопроводом и могут приводить к изменению пространственного положения последнего. Возникающие при этом дополнительные продольные напряжения изгиба могут вызывать перестройку напряженно-деформированного состояния стенки трубопровода с уменьшением его эксплуатационной надежности и долговечности [2].

В условиях эксплуатации МТ на территории Республики Беларусь наиболее актуальным является оценка указанного взаимного влияния при пересечении МТ с различными инженерными сетями и сооружениями, естественными препятствиями и при расположении МТ на землях с высокой хозяйственной деятельностью человека.

Из вышесказанного следует, что наиболее опасный вариант изменения пространственного положения обусловлен таким изменением его пространственного положения, при котором трубопровод оказывается недостаточно заглубленным, что влечет за собой увеличение эксплуатационных и экологических рисков как для трубопровода, так и для окружающей среды. Особенно это актуально для Республики Беларусь, которая является транзитной страной по доставке нефтегазового сырья в Европу

ЛИТЕРАТУРА

1. ПАО «Газпром трансгаз Беларусь» [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://belarus-tr.gazprom.ru/>. – Дата доступа: 25.09.2016.
2. РД-75.200.00-КТН-015-09. Технология ремонта трубопроводов в местах недостаточной глубины залегания. Методика расчета технологических параметров заглубления трубопроводов. – М. : ОАО ВНИИСТ, 2008.

УДК 697:721.011.25

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛОГО ЧЕРДАКА ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ ИСКЛЮЧЕНИЯ КОНДЕСАЦИИ ВЛАГИ

А.С. ЛАПЕЗО

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.И. ЛИПКО, О.Н. ШИРОКОВА)

В процессе эксплуатации зданий с теплыми чердаками внутри чердаков зачастую происходит выпадение конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждений, что способствует намоканию верхней части здания, разрушению и снижению теплозащитных свойств. В работе выполнены аналитические исследования по определению конструктивных размеров теплового чердака, исключающих появление конденсата с учетом тепломассообменных процессов вентилируемых теплых чердаков.

Введение. Целью теплотехнического расчета ограждающих конструкций теплового чердака с учетом исключения конденсации влаги на их внутренних поверхностях является определение конструкций наружных стен и покрытия таким образом, чтобы температура на внутренних поверхностях в условиях эксплуатации не снижалась ниже температуры точки росы, которую определяют по $J-d$ диаграмме для воздуха, поступающего в пространство теплового чердака из каналов вытяжных вентиляционных систем.

Основная часть. Для вентиляционного воздуха, удаляемого из жилых и вспомогательных помещений по условиям комфортности и санитарных норм при температуре $t_{\text{уд}} = 20^\circ\text{C}$ и $\varphi_6 = 60\%$, температура точки росы, при которой возможна конденсация влаги, составляет $t_{\text{м.р.}} = 12,5^\circ\text{C}$.

Таким образом, в целях исключения конденсации влаги из воздуха, его температура в теплом чердаке не должна снижаться ниже температуры точки росы и не контактировать с поверхностями наружных ограждений, имеющих более низкую температуру, т.е. должно выдерживаться первое условие

$$\tau_{\text{в.н.м.ч}} \geq t_{\text{м.р.}} > 12,5^\circ\text{C}. \quad (1)$$

По условиям воздушного отопления, работающего в режиме рециркуляции, количество теплоты, которое возможно использовать для отопления теплового чердака в соответствии с первым условием исключения конденсации влаги, определится из выражения

$$Q_{\text{в.о.}} = L_{\text{ф}} \cdot c_{\text{в}} \cdot (t_{\text{н}} - t_{\text{в.м.ч}}), \quad (2)$$

где $L_{\text{ф}}$ – суммарный воздухообмен изолированной части (секции) теплового чердака, м³/ч;

$c_{\text{в}}$ – объемная теплоемкость воздуха, Вт/м³;

$t_{\text{н}}$ – температура воздуха, поступающего из вытяжных каналов в пространство теплового чердака, $t_{\text{н}} = 20^\circ\text{C}$;

$t_{\text{в.м.ч}}$ – температура внутреннего воздуха теплового чердака, $t_{\text{в.м.ч}} = 12,5^\circ\text{C}$.

По условиям теплового баланса для обеспечения внутренней температуры $t_{\text{в.м.ч}} = 12,5^\circ\text{C}$ вся поступающая теплота $Q_{\text{в.о.}}$ должна расходоваться на компенсацию теплопотерь через наружные ограждающие конструкции теплового чердака, включая теплопотери через наружные стены $Q_{\text{н.с.}}$ и теплопотери через покрытие $Q_{\text{н}}$, т.е. должно выдерживаться равенство

$$Q_{\text{в.о.}} = Q_{\text{н.с.}} + Q_{\text{н}}. \quad (3)$$

В развернутом виде уравнение запишется в виде

$$Q_{\text{в.о.}} = \kappa_{\text{н.с.}} \cdot F_{\text{н.с.}} \cdot (t_{\text{в.м.ч}} - t_{\text{н}}) + \kappa_{\text{н}} \cdot F_{\text{н}} \cdot (t_{\text{в.м.ч}} - t_{\text{н}}) \quad (4)$$

или после некоторых преобразований получим:

$$Q_{\text{в.о.}} = (\kappa_{\text{н.с.}} \cdot F_{\text{н.с.}} + \kappa_{\text{н}} \cdot F_{\text{н}}) \cdot (t_{\text{в.м.ч}} - t_{\text{н}}), \quad (5)$$

$$\frac{Q_{\text{в.о.}}}{t_{\text{в.м.ч}} - t_{\text{н}}} = \frac{F_{\text{н.с.}}}{R_{\text{н.с.}}} + \frac{F_{\text{н}}}{R_{\text{н}}}. \quad (6)$$

Уравнение (5) описывает математически процессы тепломассообмена, протекающие в пространственном объеме теплового чердака при прохождении через него вентиляционного воздуха. Это уравнение, где неизвестными величинами являются значения термических сопротивлений наружных ограждений

покрытия R_n и наружных стен $R_{н.с}$, решается методом подбора конструкций наружных стен и покрытия таким образом, чтобы удовлетворялось равенство (5).

Поскольку по условиям эксплуатации зданий с теплыми чердаками наружные стены чердака должны быть такими же по конструктивному исполнению, как и наружные стены жилых помещений, для которых согласно табл. 5.1 Изменения №1 ТКП 45-2.04-43-2006 термическое сопротивление принимается равным $R_{н.с} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, а значения термического сопротивления для покрытия теплого чердака должно быть не менее $R_n = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ и тогда уравнение (5) после подстановки значений $R_{н.с} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, $R_n = 6 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ примет вид:

$$\frac{Q_{в.о.}}{t_{в.м.ч} - t_n} = \frac{F_{н.с}}{3,2} + \frac{F_n}{6}, \quad (7)$$

а после подстановки значений $t_{в.м.ч}$ и t_n получим:

$$\frac{Q_{в.о.}}{12,5 - (-25)} = \frac{F_{н.с}}{3,2} + \frac{F_n}{6}$$

$$Q_{в.о.} = 15 \cdot (F_{н.с} + F_n) = \frac{12,5}{3,2} \cdot F_{н.с} + \frac{12,5}{6} \cdot F_n = 3,9 \cdot F_{н.с} + 2,08 \cdot F_n. \quad (8)$$

Записав левую часть уравнения (8) в виде (2), получим:

$$L_\phi \cdot c_g \cdot (t_n - t_{в.м.ч}) = 3,9 \cdot F_{н.с} + 2,08 \cdot F_n. \quad (9)$$

Подставив в выражение (9) известные величины, запишем его решение относительно L_ϕ :

$$L_\phi \cdot 1,01 \cdot (20 - 12,5) = 3,9 \cdot F_{н.с} + 2,08 \cdot F$$

$$L_\phi = 0,5 \cdot F_{н.с} + 0,27 \cdot F_n. \quad (10)$$

Таким образом, получена зависимость (10) соотношения аэродинамических характеристик с конструктивными параметрами теплых чердаков в многоэтажных зданиях, обеспечивающих тепломассообменные процессы, формирующие естественную вентиляцию здания, исключая конденсацию влаги на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций теплых чердаков [1–3].

Заключение. На основании вышеизложенного можно сделать обобщающие выводы о том, что при конструировании зданий с теплыми чердаками объемные расходы удаляемого вытяжного вентиляционного воздуха во избежание выпадения конденсата на внутренних поверхностях наружных ограждающих конструкций теплого чердака в пределах одной секции здания должны соответствовать значениям L_ϕ , определяемых по выражению (10), при занижении этих объемных расходов, конденсация неизбежна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отопительно-вентиляционная система здания : пат. 1134 У Респ. Беларусь : МПК (2003) F24D7/00 / В.И. Липко ; дата публ. : 30.12.2003.
2. Теплоснабжение : учеб. для вузов / А.А. Ионин [и др.] ; под ред. А.А. Ионина. – М. : Стройиздат, 1982. – 336 с. : ил.
3. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий. В 2 т. Т. 1 / В.И. Липко. – Новополоцк : ПГУ, 2004.

УДК 697:721.011.25

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОВОЗДУХОПРОВОДОВ СИСТЕМ ВОЗДУШНОГО ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ

А.С. ЛАПЕЗО

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.И. ЛИПКО, О.Н. ШИРОКОВА)

Представлены результаты экспериментальных исследований тепловоздухопроводов, работающих в режиме воздушного отопления зданий при различных скоростях движения теплоносителя, начальных температурных условиях и протяженности по длине воздуховод для различных условий эксплуатации систем воздушного отопления зданий любой этажности, конфигурации и объема.

Введение. При движении нагретого воздуха по тепловоздухопроводам интенсивность теплообмена с наружной поверхности в окружающую среду зависит от многих факторов, изменяющихся как во времени, так и пространственном объеме вентилируемого помещения, учесть которые исследователю, как правило, одновременно не представляется возможным. В стационарных или нестационарных процессах теплообмена важным условием достоверности выполняемых экспериментальных исследований является определение критериальных зависимостей, характеризующих режимы и картину явлений, подчиняющихся общим законам физики.

На результаты исследуемых природных явлений или процессов, протекающих в технологических установках реального производства, оказывают влияние, в первую очередь, правильно выбранные теоретические положения и методы с учетом максимально возможных факторов, приборное оснащение и измерительная техника при производстве экспериментальной части, и, бесспорно, условия обработки результатов теоретических и экспериментальных исследований с возможностью привлечения современной компьютерной техники.

Все вышеперечисленные условия были выполнены при проведении исследований тепловоздухопроводов, предназначенных для транспортирования тепловой энергии и приточного воздуха в вентилируемые помещения жилых зданий в комбинированных системах воздушного отопления, совмещенного с вентиляцией.

Основная часть. Принятая методика позволила с помощью измерений или расчетным путем получить значения необходимых параметров, характеризующих процессы теплообмена, интенсивность транзитных потерь теплоты с поверхности тепловоздухопроводов, изменения температуры теплоносителя по длине и по времени, потери давления, коэффициенты теплообмена, которые положены в основу уточненной теории расчета высокоэффективных систем воздухообеспечения зданий.

Представленные в табличной форме, а затем обработанные в виде графиков, изображенных на рис.1,2, их математическая трактовка, полученная при компьютерном оформлении результатов исследований, позволяют с достаточной достоверностью судить об уровне выполненных исследований.

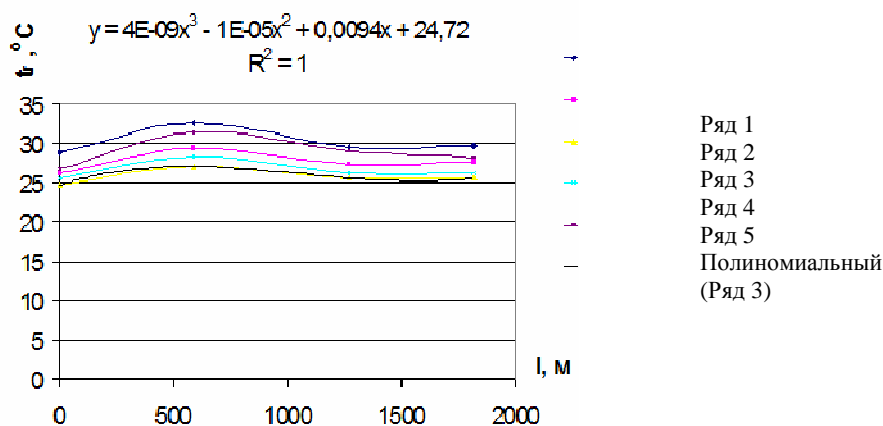


Рис. 1. Графики и математические зависимости, характеризующие интенсивность изменения температуры воздушного теплоносителя по длине тепловоздухопровода при различных скоростях и начальных температурах

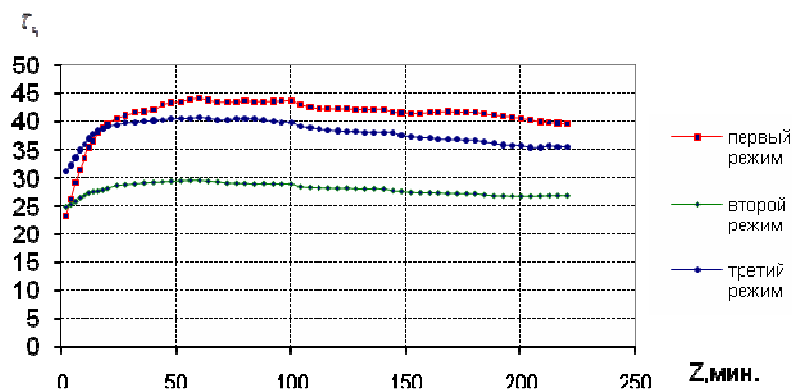


Рис. 2. Характерные режимы изменения $t_n = f(Z)$
(нагрев, стабилизация, охлаждение)

Таким образом, опытным путем подтверждены те теоретические предпосылки и математические зависимости, которые требовали уточнения при проведении стендовых испытаний и обработки эксплуатационных режимов с оптимизацией технологических параметров и конструктивных решений при создании энергоресурсоэффективных технологии и новейших технических средств тепловоздухоснабжения герметичных зданий надземного и заглубленного исполнения.

Полученные в результате обработки данных экспериментальных исследований графические материалы позволяют получать с помощью ЭВМ математические зависимости, описывающие физические процессы тепломассопередачи в реальных условиях эксплуатации: $\alpha_g = f(\text{Re})$; $t_z = f(l)$; $\tau_n = f(z)$; $\Delta P = f(\text{Re})$. Например, анализируя графики изменения температуры воздуха внутри тепловоздухопровода при различных скоростях движения и начальных температурных условиях, изображенных на рис. 1 и по математическим зависимостям, выданным компьютером, можно с высокой степенью точности до сотых долей градуса определить температуру теплоносителя на любом расстоянии и делать заключение о полноте компенсаций теплопотерь в каждом вентилируемом помещении при расчете системы воздушного отопления зданий любой этажности, конфигурации и объема.

При анализе графиков изменения температуры наружной поверхности тепловоздухопровода τ_n при различных начальных температурных условиях (рис. 2) зафиксированы три режима: начальный, продолжительностью до 50 минут, когда идет интенсивный подъем температуры, стабильный без изменения температуры в интервале от 50 до 100 минут и третий режим плавного охлаждения, при котором температура поверхности теплопровода медленно понижается, что безусловно позволит оптимизировать эксплуатационные характеристики работы системы воздушного отопления при прерывистых условиях теплоснабжения зданий в отопительный период в соответствии с графиком регулирования по совмещенной отопительно-вентиляционной нагрузке [1–3].

Заключение. На основании представленных данных можно расчетным путем по аналитическим зависимостям определять температуру поверхности теплопроводов на любом удалении от теплоисточника, а также определить зоны нагрева, стабилизации и охлаждения поверхности теплопроводов, работающих в режиме воздушного отопления зданий в условиях повышенной теплозащиты и герметичности наружных ограждающих конструкций.

ЛИТЕРАТУРА

1. Отопительно-вентиляционная система здания : пат. 1134 U Респ. Беларусь : МПК (2003) F24D7/00 / В.И. Липко ; дата публ. : 30.12.2003.
2. Теплоснабжение : учеб. для вузов / А.А. Ионин [и др.] ; под ред. А.А. Ионина. – М. : Стройиздат, 1982. – 336 с. : ил.
3. Липко, В.И. Энергоресурсоэффективное тепловоздухоснабжение гражданских зданий. В 2 т. Т. 1 / В.И. Липко. – Новополоцк : ПГУ, 2004.

УДК 614.78

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

С.Н. ЛЕМАЧКО, С.А. ГОРУНОВА
(Представлено: **Н.В. ХАРЛАШОВА**)

Исследуется проблема загрязнения воздушного бассейна города Новополоцка. Проведен сравнительный анализ системы мониторинга качества атмосферного воздуха, установлена четко выраженная тенденция снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Для Новополоцка – крупного промышленного центра Республики – одним из ведущих направлений природоохранной деятельности является охрана атмосферного воздуха. Экологическая ситуация в регионе Полоцкий район – Полоцк - Новополоцк складывается как результат взаимодействия природных факторов и техногенных воздействий. Регион подвергается негативному воздействию со стороны предприятий промышленности и энергетики, транспорта и сельского хозяйства.

Проблема охраны воздушной среды города давно вышла за рамки эколого-гигиенической и приобрела социальный характер.

Сложившаяся опасная эколого-гигиеническая ситуация диктовала безотлагательную необходимость объединения усилий органов власти и управления, промышленных предприятий и хозяйственных служб, надзорных и иных ведомств в организации их взаимодействия в целях оздоровления воздушной среды города, коренного ее улучшения.

Изначальным и базовым этапом всей воздухоохранной деятельности явились анализ сложившейся ситуации, научно - аргументированная оценка, обоснование проблем и определение приоритетных направлений деятельности, выбор оптимальных путей и условий их реализации.

В целях контроля за соблюдением природоохранного законодательства в городе функционирует Новополоцкая горрайинспекция природных ресурсов и охраны окружающей среды и работает Новополоцкая межрайонная лаборатория аналитического контроля Минприроды Республики Беларусь, обслуживающая три прилегающих к городу района.

Для слежения за состоянием атмосферного воздуха в Новополоцке оборудовано 3 стационарных поста наблюдений: пост № 1 установлен по ул. Молодежная, 135 (перекресток ул. Молодежная и ул. Дружба), пост № 2 – по ул. Молодежная, 49 (пл. Строителей), пост № 5 – ул. Молодежная, 158 (район Подкастельцы).

Наблюдения осуществляются каждые четыре часа, данные передаются городским властям, а также в информационно-аналитический центр мониторинга атмосферного воздуха и главный информационно-аналитический центр Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь. Мониторинг организован в рамках единой Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь. По данным стационарных наблюдений, в целом по городу состояние воздушного бассейна оценивается как удовлетворительное. Концентрации загрязняющих веществ в 98 % измерений не превышают 0,5 ПДК.

Средние за год концентрации оксида углерода и диоксида азота составляли 0,5 ПДК, а диоксида серы и суммарных твердых частиц были существенно ниже ПДК.

Превышения среднесуточной ПДК в районах станций № 1 и № 2 чаще всего отмечали в теплый период года, на станции № 5 – в отопительный сезон. В январе максимальная из разовых концентраций диоксида азота в районе станции № 5 превышала норматив качества в 2,1 раза. Среднесуточные и максимальные из разовых концентраций других основных загрязняющих веществ были ниже ПДК.

В 2012 г. уровень загрязнения воздуха большинством специфических веществ несколько понизился. Средняя за год концентрация формальдегида составляла 0,6 ПДК, фенола – 0,1 ПДК. Вместе с тем, средняя за год концентрация сероводорода (1,4 мкг/м³) была по-прежнему выше, чем в городах Могилев, Мозырь и Светлогорск.

Максимальная из разовых концентраций фенола превышала норматив качества в 1,2 раза, сероводорода и формальдегида – в 1,8 раза. Следует отметить, что повторяемость проб с концентрациями выше максимально разовых ПДК составляла всего 0,3%. Средние и максимальные из разовых концентраций других специфических загрязняющих веществ были существенно ниже нормативов качества. В годовом ходе рост содержания в воздухе специфических загрязняющих веществ отмечен в июле - августе, которые характеризовались дефицитом осадков и большой повторяемостью (до 60 %) слабых ветров. Летний уровень загрязнения воздуха формальдегидом, как и в других городах, был в 1,5 - 2 раза выше, чем в зимний период.

Средние и максимальные концентрации свинца, кадмия и бензапирена были по-прежнему существенно ниже ПДК.

Нестабильная экологическая обстановка эпизодически наблюдалась в районе станции № 5. Проблему загрязнения воздуха определяли повышенные концентрации диоксида азота.

В 2012 г. неблагоприятные для рассеивания метеоусловия (НМУ) наблюдались, в основном, в мае и июле-августе. В холодный период года метеоусловия способствовали сохранению низкого уровня загрязнения воздуха. В остальное время периоды с НМУ были кратковременными.

За последние 5 лет содержание в воздухе сероводорода, формальдегида и фенола понизилось на 7–14%, цианистого водорода – на 50%. Уровень загрязнения воздуха суммарными твердыми частицами, диоксидом серы, аммиаком и свинцом сохраняется стабильно низким. Вместе с тем, среднегодовые концентрации диоксида азота за этот период повысились на 18%, оксида углерода – на 81%.

Значительную долю загрязнения атмосферного воздуха вносят мобильные источники (автотранспорт). На их долю в 2012 г. в Новополоцке пришлось 4 508 тонн вредных веществ и в 2013 г. – 5 230 т. Здесь, напротив, происходит ежегодный рост выбросов загрязняющих веществ, это связано с увеличением количества зарегистрированных автомобилей. При этом надо учитывать, что за последние годы в город, как и в республику, было завезено большое количество старой изношенной техники. От автомобильного транспорта с отработанными газами в атмосферный воздух поступает более сотни различных химических веществ. Основными факторами, которые определяют содержание загрязняющих веществ в выхлопных газах, является состав топлива, тип двигателя и режим его работы.

Особая опасность выхлопных газов обусловлена тем, что они поступают от движущегося источника горячих выбросов непосредственно в приземные слои атмосферы, где скорость ветра незначительна, процесс рассеивания загрязняющих веществ затруднен. При этом образуются четко выраженные локальные зоны загрязнения.

Для решения данной проблемы необходимо создание системы контроля за токсичностью и дымностью отработанных газов автомобилей в автохозяйствах и на магистралях города. Кроме этого, надо принимать действенные меры по прекращению поступления в город автомобилей старше пятилетнего срока эксплуатации. В перспективе представляется целесообразным перевод транспорта на альтернативные экологически чистые виды топлива.

По данным Национальной системы мониторинга окружающей среды в г. Новополоцк в 2012 г. чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера не выявлено. По результатам стационарных наблюдений состояние воздушного бассейна города Новополоцка оценивается как удовлетворительное.

Выводы. Комплексно-целевой подход в решении природоохранных проблем, базирующийся на научной основе и передовых приемах санитарной практики, явился одним из решающих факторов в оздоровлении воздушной среды города Новополоцка.

Внедрение системы мониторинга атмосферного воздуха, аналитический подход к работе по охране атмосферы города, тесное сотрудничество всех ведомств, предприятий, органов власти, координирующая роль санитарной службы в решении ведущих вопросов и принятие жестких решений органами власти сыграло основную роль в стабилизации загрязнения воздушного бассейна города.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доклад о состоянии окружающей среды в Донецкой области / под ред. С. Третьякова, Г. Аверина. – Донецк, 2007. – 116 с.
2. Состояние окружающей среды г. Еревана : доклад за 2004–2005 гг. – Ереван, 2006. – 107 с.
3. Проведение корректировки территориальной схемы охраны окружающей среды г. Полоцка, г. Новополоцка и прилегающего района (этап 2008 г.) : отчет о науч.-исследоват. работе РУП ; Бел НИЦ «Экология». – Минск, 2008. – 127 с.
4. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь : результаты наблюдений, 2010 г. – Минск : Бел НИЦ «Экология», 2011.
5. Состояние окружающей среды в Республике Беларусь : статист. сб. / Нац. статист. комитет Респ. Беларусь. – Минск, 2011. – 238 с.
6. Ключенович, В.И. Прогнозирование и его роль в гигиенической науке и практике / В.И. Ключенович // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. ; под ред. С.М. Соколова. – 2006. – Вып. 7. – С. 153–161.

УДК 697.341

**ВЫБОР НОРМ ПЛОТНОСТИ ТЕПЛООВОГО ПОТОКА ПРИ РАСЧЕТЕ
ИЗОЛЯЦИОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛОПРОВОДОВ
С УЧЕТОМ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК
И КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ**

О.И. МИШУТО, В.А. БРЫСИН, Ф.И. МОСКАЛЁНОК, А.Ю. СИДОРОВА
(Представлено: А.М. НИЯКОВСКИЙ)

Рассмотрена взаимосвязь плотности теплового потока с поверхности тепловой изоляции и коэффициента полезного действия тепловой сети с учетом ее геометрических характеристик и мощности теплового потребления применительно к району жилой застройки.. Предложены аналитические и графические зависимости, позволяющие осуществить выбор нормированной плотности теплового потока при проектировании теплоизоляционной конструкции, обеспечивающей наперед заданное значение коэффициента полезного действия тепловой сети.

Введение. Под эффективностью системы теплоснабжения следует понимать отношение полезного эффекта системы к общим затратам энергии на его получение. Затраты энергии в системе теплоснабжения состоят из затрат электрической энергии на привод оборудования и затрат топлива на получение теплоты.

Система теплоснабжения состоит из источника тепловой энергии, системы ее транспорта (тепловой сети) и теплоиспользующих установок на стороне потребителя тепловой энергии. По различным оценкам, в реальных условиях эксплуатации КПД этих элементов системы теплоснабжения составляет: источника теплоты – 80...96%, тепловой сети – 60...92%, теплоиспользующих установок – 80...95%. Потери энергии на источнике связаны с несовершенством преобразования энергии топлива в тепловую энергию. Потери энергии в тепловых сетях обусловлены утечками теплоты в окружающую среду. Потери энергии у потребителей вызваны термодинамическим несовершенством энергопотребляющего оборудования. В итоге суммарный КПД системы теплоснабжения представляет собой произведение КПД отдельных ее элементов и равен 40... 85%. Наиболее слабым звеном в этой цепочке являются системы транспорта тепловой энергии – тепловые сети.

Вопросам взаимосвязи КПД тепловой сети с ее геометрическими параметрами уделено много исследований. В частности в работах [1–3] показана взаимосвязь геометрических параметров тепловой сети, ее нагрузки и КПД, однако не предлагается наглядная методика учета требуемой величины КПД тепловой сети при проектировании тепловой изоляции для вновь создаваемых или оценке ее состояния для действующих систем теплоснабжения.

Целью настоящей работы является исследование связи между эффективностью тепловой изоляции и величиной нагрузки теплоснабжения, присоединенной к коллекторам источника с учетом геометрических характеристик тепловой сети. Тепловая изоляция предназначена для снижения тепловых потерь трубопроводами в окружающую среду. Основными, чаще всего применяемыми, критериями ее эффективности считаются следующие:

- нормированные значения плотности теплового потока;
- нормативные величины температур на поверхности изоляции;
- допустимые значения падения температуры теплоносителя по длине тепловой сети.

Названные критерии должны находиться в системном единстве с главным, интегральным, показателем – эффективностью всей системы теплоснабжения. Это требует проведения дополнительных исследований, которым и посвящена настоящая работа. Эффективность системы теплоснабжения и составляющих ее элементов будем оценивать коэффициентом полезного действия (КПД). Рассмотрим только топливную составляющую, связанную с генерацией тепловой энергии.

Теоретическое обоснование и разработка математической модели исследования. КПД тепловой сети, η_{mc} , представляет собой отношение количества теплоты, переданной потребителям, $Q_{номр.}$, к количеству теплоты $Q_{омн.}$, отпущенной в тепловую сеть источником:

$$\eta_{mc} = \frac{Q_{номр.}}{Q_{омн.}} = \frac{Q_{омн.} - \Delta Q_{м.п.}}{Q_{омн.}} = 1 - \frac{\Delta Q_{м.п.}}{Q_{номр.} + \Delta Q_{м.п.}}, \quad (1)$$

где $\Delta Q_{м.п.}$ – разница между отпущенной и потребленной теплотой, равная тепловым потерям при транспорте теплоты в тепловых сетях от источника к потребителям.

На рис. 1 представлена графическая зависимость КПД тепловой сети от соотношения величин тепловых потерь и количества тепловой энергии, отпущенной источником теплоты.

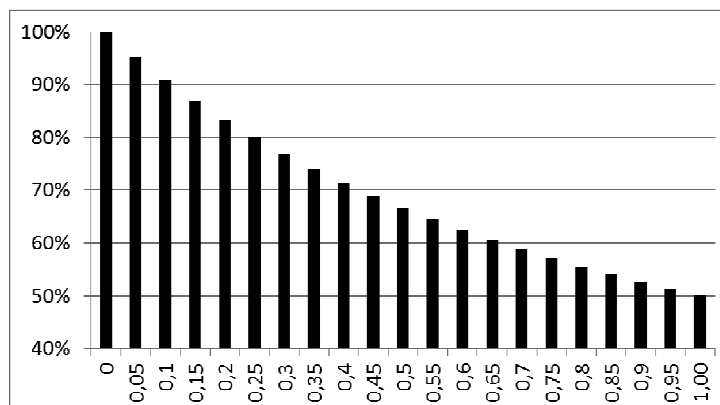


Рис. 1. Зависимость КПД тепловой сети от соотношения величин тепловых потерь и количества теплоты, отпущенной источником теплоты в сеть

Величина тепловых потерь находится в прямой зависимости от разности средних температур теплоносителя, τ_{cp} , и окружающей среды, $t_{o.c.}$, поверхности теплообмена и в обратной зависимости от термического сопротивления изоляционной конструкции, $R_{u.k.}$, осредненного по всей сети, а поверхность теплообмена пропорциональна длине, l_i , и диаметру, d_i , трубопроводов:

$$\Delta Q_{m.n.} = \frac{(\tau_{cp} - t_{o.c.})}{R_{u.k.}} \cdot \pi \sum d_i \cdot l_i. \quad (2)$$

В приведенном выше выражении можно выделить два комплекса:

$$q_F = \frac{(\tau_{cp} - t_{o.c.})}{R_{u.k.}} \text{ и } M = \sum d_i \cdot l_i. \quad (3)$$

Здесь q_F – плотность теплового потока, отнесенная к единице материальной характеристики тепловой сети, а M – материальная характеристика сети.

Произведя подстановку уравнений (3) в уравнение (2) получим:

$$\Delta Q_{m.n.} = q_F \cdot \pi \cdot M. \quad (4)$$

Входящая в уравнение (1) величина теплового потребления $Q_{номп.}$ определяется в зависимости от площади застраиваемой территории, плотности жилой застройки, удельных величин теплового потребления, продолжительности отопительного периода и других характеристик района теплового потребления.

В общем виде величина расчетного годового потребления теплоты применительно к жилой застройке населенного пункта может быть выражено на основании методики, изложенной в [4], следующим образом, Вт·ч:

$$Q_{номп.}^{200} = a \cdot F \left[q_o \cdot (1 + k_1 + k_1 \cdot k_2) \cdot \frac{t_6^p - t_n^{cp}}{t_6^p - t_{no}^p} \cdot n_o + \frac{q_{зв.}}{f} \cdot (n_o + n_{но}) \right], \quad (5)$$

а расчетная тепловая нагрузка таким образом [4]:

$$Q_{номп.}^{расч} = q_o \cdot a \cdot F \cdot (1 + k_1 + k_1 \cdot k_2) + q_{зв.} \cdot \frac{a \cdot F}{f}, \quad (6)$$

где q_o и $q_{зв.}$ – укрупненные показатели соответственно: максимального расхода теплоты на отопление жилых зданий на 1 м² общей площади, Вт/м², среднего расхода теплоты на горячее водоснабжение на одного человека, Вт/чел.;

k_1 – коэффициент, учитывающий расход теплоты на отопление общественных зданий; k_2 – коэффициент, учитывающий расход теплоты на вентиляцию общественных зданий; при отсутствии конкретных данных принимаются на основании требований [4];

a – плотность жилой застройки, м²/га, принимаемая на основании требований [5];

F – площадь застраиваемой территории брутто, га;
 f – расчетная норма общей площади на одного человека, м²/чел;
 $t_o^p, t_{no}^p, t_n^{cp}$ – температуры соответственно: расчетная внутреннего воздуха помещений, расчетная наружного воздуха, средняя наружного воздуха за отопительный период, °С;
 n_o и n_{no} – соответственно продолжительность отопительного и неотапливаемого периода, ч.
 Материальная характеристика тепловой сети при разработке математической модели может быть вычислена на основании известных соотношений [6]

$$d_i = A_d \cdot \frac{G_i^{0,38}}{R^{0,19}};$$

$$M = \sum A_d \cdot \frac{G_i^{0,38}}{R^{0,19}} \cdot l_i; \quad G_i = \frac{Q_{nomp,i}}{c \cdot (\tau_1^p - \tau_2^p)};$$

$$M = \sum A_d \cdot \frac{Q_{nomp,i}^{0,38}}{R^{0,19} \cdot [c \cdot (\tau_1^p - \tau_2^p)]^{0,38}} \cdot l_i,$$
(7)

где A_d – коэффициент, зависящий от шероховатости труб; R – удельные потери давления на трение, Па/м; τ_1^p и τ_2^p – расчетные температуры теплоносителя соответственно в подающей и обратной магистрали тепловой сети, °С.

Обобщая уравнения (1)–(7), можно получить соотношение, связывающее между собой КПД тепловой сети, плотность застройки, нормированную плотность теплового потока с поверхности тепловой изоляции и материальную характеристику сети:

$$\eta_{mc} = 1 - \left\{ 1 + \frac{a \cdot F \left[q_o \cdot (1 + k_1 + k_1 \cdot k_2) \cdot \frac{t_o^p - t_n^{cp}}{t_o^p - t_{no}^p} \cdot n_o + \frac{q_{zg}}{f} \cdot (n_o + n_{no}) \right]}{q_F \cdot \pi \cdot M \cdot (n_o + n_{no})} \right\}^{-1}.$$
(8)

Из этого уравнения следует зависимость, позволяющая принимать величину нормированного теплового потока с поверхности тепловой изоляции в зависимости от наперед заданного значения КПД тепловой сети:

$$q_F = \frac{(1 - \eta_{mc}) \cdot a \cdot F \left[q_o \cdot (1 + k_1 + k_1 \cdot k_2) \cdot \frac{t_o^p - t_n^{cp}}{t_o^p - t_{no}^p} \cdot n_o + \frac{q_{zg}}{f} \cdot (n_o + n_{no}) \right]}{\eta_{mc} \cdot \pi \cdot M \cdot (n_o + n_{no})}.$$
(9)

Исследование разработанной математической модели. На основании полученных уравнений (7)–(9) осуществлены численные исследования полученной математической модели при изменении ее отдельных параметров. Исходя из общих теоретических представлений, с ростом удельных тепловых потерь при постоянстве других параметров КПД тепловой сети должен снижаться. При увеличении протяженности сети и/или диаметров отдельных ее участков также следует ожидать снижения КПД тепловой сети. Напротив, с ростом плотности жилой застройки при неизменной материальной характеристике КПД тепловой сети должен монотонно возрастать, асимптотически приближаясь к своему максимальному значению. Плотность жилой застройки в рассматриваемой модели является масштабом объема полезно потребляемой теплоты, в то время как плотность теплового потока и материальная характеристика сети позволяет судить о величине тепловых потерь в окружающую среду.

Были проведены следующие исследования математической модели:

1) определен характер зависимости КПД тепловой сети от плотности жилой застройки при различных значениях суммарной протяженности сети, но постоянном значении удельных потерь давления R , используемом для вычисления диаметров участков;

2) выявлен характер зависимости расчетных значений удельного теплового потока, отнесенного к единице материальной характеристики сети, с поверхности тепловой изоляции в окружающую среду от плотности жилой застройки при различной протяженности сети и постоянной величине удельных потерь давления R ;

3) найдена комплексная взаимосвязь между КПД тепловой сети, плотностью жилой застройки и нормированной плотностью теплового потока с поверхности изоляции в окружающую среду.

Результаты выполненных численных экспериментов представлены в графической форме на рисунках 2–4.

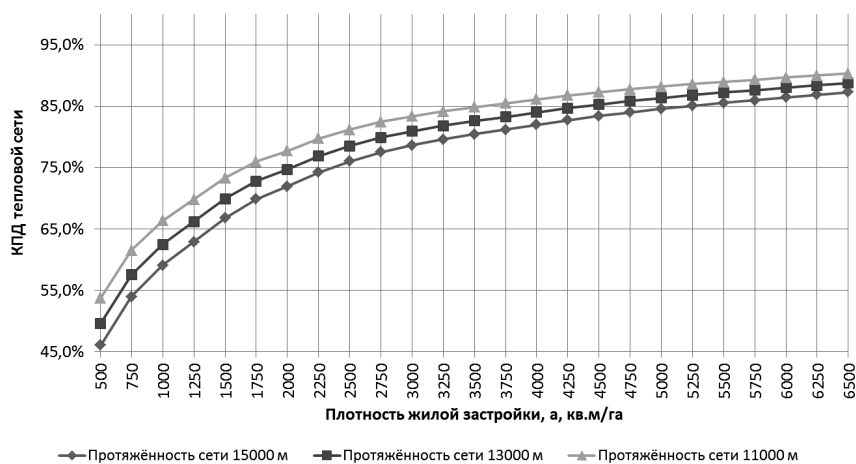


Рис. 2. Зависимость КПД тепловой сети от плотности жилой застройки, a , при различных значениях суммарной протяженности участков сети и $R = \text{const}$

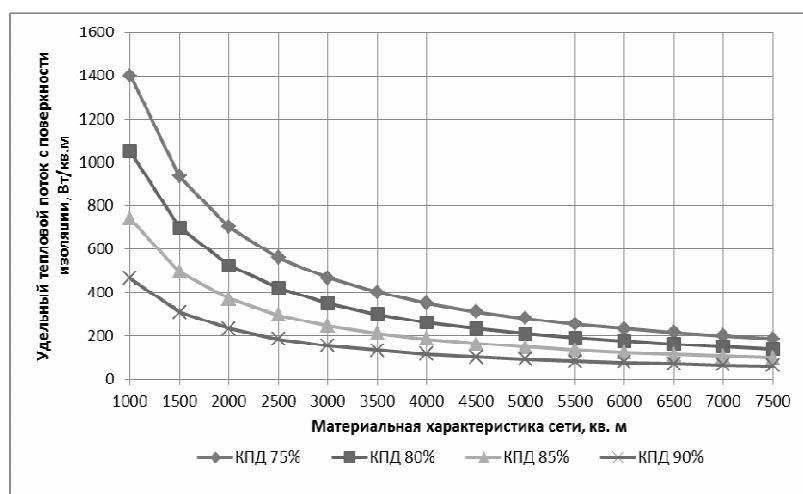


Рис. 3. Зависимость плотности теплового потока с поверхности изоляции от материальной характеристики сети при различных значениях заданной величины КПД тепловой сети

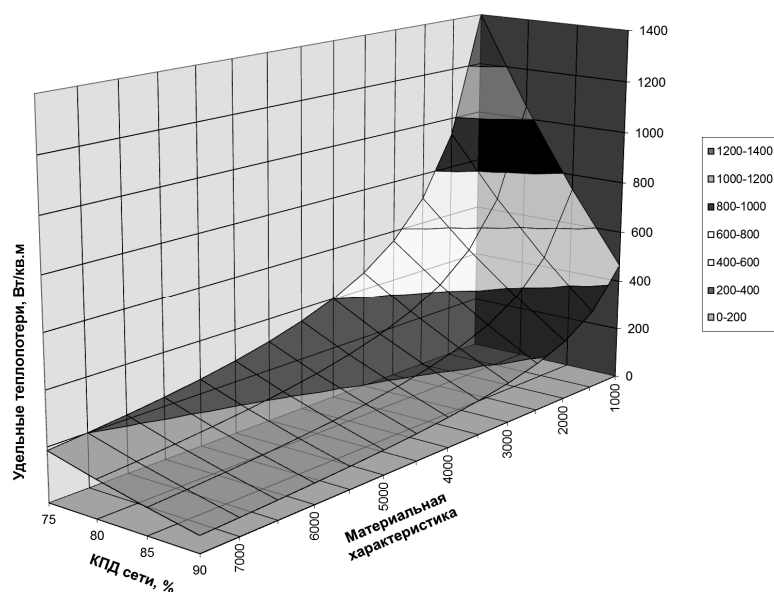


Рис. 4. Зависимость нормированного теплового потока в окружающую среду от заданного КПД тепловой сети и ее материальной характеристики при постоянной плотности жилой застройки

Заключение. Результаты выполненного исследования свидетельствуют, что для обеспечения необходимого КПД тепловой сети выбор толщины теплоизоляционного слоя необходимо производить с учетом плотности жилой застройки территории. С уменьшением плотности застройки падает полезная тепловая нагрузка сети, КПД транспорта тепловой энергии существенно снижается. Поэтому использовать для расчета изоляционной конструкции величины нормированных тепловых потоков, приведенные, в частности, в [7], можно лишь в пределах, позволяющих получить заданное значение КПД тепловой сети. Таким образом, КПД тепловой сети, наряду с нормированным тепловым потоком, становится дополнительным критерием, позволяющим оценивать качество и состояние тепловой изоляции действующих теплопроводов и дополнительным фактором при ее проектировании для вновь создаваемых сетей. Приведенный на рис. 4 обобщенный график позволяет производить корректировку принимаемой к расчету величины нормированного теплового потока с учетом наперед заданного значения КПД тепловой сети.

ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов, Е.Я. Метод определения материальной характеристики и протяженности тепловой сети в пределах площади застройки / Е.Я. Соколов, Г.А. Побегаяев // Изв. вузов. Энергетика. – 1985. – № 3.
2. Папушкин, В.Н. Радиус теплоснабжения. Хорошо забытое старое / В.Н. Папушкин // Новости теплоснабжения. – 2010. – № 10.
3. Цыганкова, Ю.С. Оценка транспортных потерь тепловой энергии через теплоизоляционные конструкции трубопроводов тепловых сетей : автореф. ... дис. канд. техн. наук : 05.14.04 / Ю.С. Цыганкова ; Сибир. федерал. ун-т. – Красноярск, 2012. – 19 с.
4. Тепловые сети. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-4.02-182-2009 (02250). – Введ. 01.07.2010. – Минск : Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 70 с.
5. Градостроительство. Населенные пункты. Нормы планировки и застройки : ТКП 45-3.01-116-2008 (02250). – Введ. 01.07.2009. – Минск : Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь, 2009. – 83 с.
6. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М. : МЭИ, 2000. – 472 с.
7. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-4.02-91-2009 (02250). – Введ. 01.07.2010. – Минск : Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 38 с.

УДК 697:721.011.25

ЭНЕРГОРЕСУРСОЭФФЕКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ТЕПЛОВОЗДУХОСНАБЖЕНИЯ МОДЕРНИЗИРОВАННЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С ТЕПЛЫМИ ЧЕРДАКАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНЫХ И ПРИРОДНЫХ ЭНЕРГОИСТОЧНИКОВ

К.Д. НИКИФОРОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. В.И. ЛИПКО, С.В. ЛАНКОВИЧ)

В целях решения проблем энергоресурсосбережения при строительстве жилых зданий предлагается применение инновационной технологии тепловоздухоснабжения модернизированных жилых зданий с использованием навесных вентилируемых светопрозрачных фасадных систем в сочетании с рекуперативными утилизаторами теплоты вытяжного вентиляционного воздуха.

В целях снижения материальных средств и энергоресурсов на тепловоздухоснабжение жилых чердачных зданий предлагается инновационная модернизация 10-этажного односекционного здания, расположенного в г. Полоцке. На первом этапе модернизации используется теплый чердак, как приточная объемная секционная вентиляционная камера, на втором этапе навесной вентилируемый светопрозрачный фасад используется как воздухозаборный щелевой канал, а на третьем этапе установка теплоутилизатора – пластинчатого рекуператора использована для отбора теплоты вытяжного воздуха, удаляемого вентиляционными системами.

В результате разработана технологическая схема с модернизированными чердаками, навесными вентилируемыми светопрозрачными фасадными системами и трехступенчатой рекуперацией вторичной теплоты и природной теплоты солнечной радиации [1, 2]. В разработанной схеме объем чердака используется в качестве не вытяжной, а приточной вентиляционной секционной камеры, которая аэродинамически связана с навесными вентилируемыми светопрозрачными фасадами и системой приточно-вытяжной вентиляции с теплоутилизатором-рекуператором теплоты вытяжного воздуха пластинчатого типа, установленного в объеме чердака. Расчетная схема отопительно-вентиляционной системы здания представлена на рисунке 1.

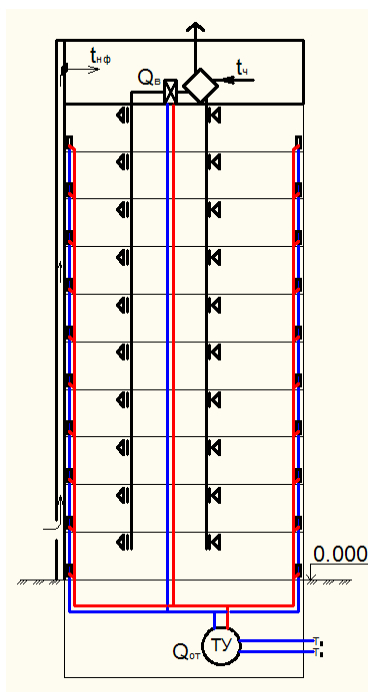


Рис. 1. Расчетная схема отопительно-вентиляционной системы здания

Результаты поэтапной модернизации отопительно-вентиляционных систем жилых зданий подтверждены инженерными расчетами, выполненными по методике, разработанной на основе теоретических положений теплотехники и аэродинамики, изложенных в работе [3, 5].

Результаты выполненных расчетов по минимизации теплотребления от внешних энергоисточников на тепловоздухоснабжение жилых модернизированных чердачных зданий при 3-ступенчатой схеме рекуперации трансмиссионной теплоты, теплоты удаляемого вытяжного воздуха и природной теплоты солнечной радиации графически представлены на рисунке 2, из которого следует, что при расчетных значениях наружных температур $t_n = -25^\circ\text{C}$ для географического района г. Полоцка при базовой нагрузке на систему отопления $Q_{om} = 149159$ Вт нагрузка на систему отопления снижается на 73,5% и составляет $Q'_{om} = 39406$ Вт, а при значениях $t_n = -3,2^\circ\text{C}$ выше средних значений за отопительный период не только полностью снимается нагрузка на обогрев и вентиляцию здания от внешних энергоисточников, но и обеспечивается значительная экономия материальных средств и энергоресурсов.

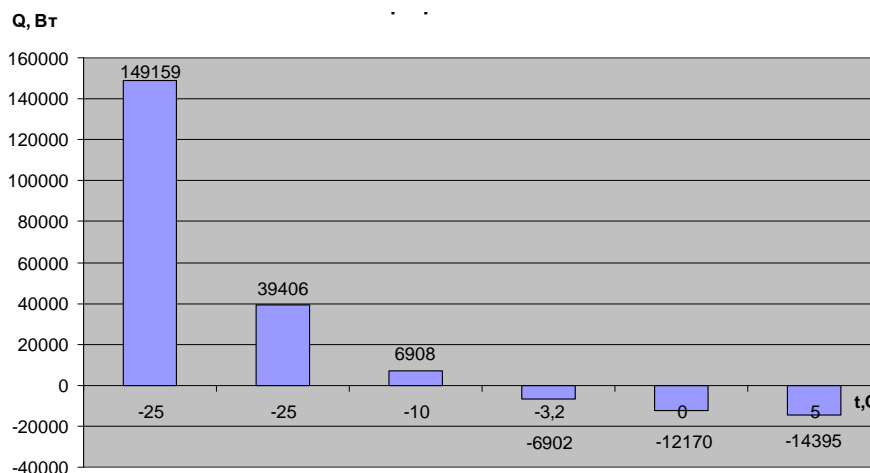


Рис. 2. Изменение нагрузки на систему отопления при модернизации здания

На основании вышеизложенного можно сделать следующие заключения:

- предлагаемая технологическая схема модернизации конструктивных решений жилых чердачных зданий повышенной теплозащиты и герметичности с использованием навесных вентилируемых светопрозрачных фасадных систем и технических чердаков, обеспечивает снижение энергопотребления от внешних энергоисточников на отопление и вентиляцию на 73,5% за счет 3-х ступенчатой схемы рекуперации трансмиссионной теплоты через вертикальные и потолочные наружные ограждения и рекуперации теплоты вытяжного воздуха при расчетных значениях наружных температур $t_n = -25^\circ\text{C}$, а при повышении наружной температуры до средних значений за отопительный период $t_n^p \geq -3,2^\circ\text{C}$ расход тепловой энергии на отопление и вентиляцию не только обнуляется, но и дает экономию энергоресурсов, существенно снижает энергоемкость при эксплуатации жилых зданий;
- снижение энергозатрат в жилищно-коммунальном секторе экономики сулит значительные экономические выгоды, т.к. по данным СовМина РБ от 28.11.14 г. [4] стоимость 1 Гкал тепловой энергии составляет 95 281 руб. (1 кВт·ч стоит 81,94 руб.) экономия материальных средств за отопительный период только для односекционного 10-этажного жилого дома составляет около 50 млн бел. руб. до деноминации;
- помимо экономической выгоды предлагаемая схема улучшает экологическую обстановку в жилой городской зоне от снижения выбросов в атмосферу от несгоревшего сэкономленного органического топлива и повышает комфортные условия проживания благодаря устойчивой работе систем отопления и вентиляции зданий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технологический чердак здания : пат. № 9618 Респ. Беларусь : МПК (2006.01) E04H1/02 / В.И. Липко, Е.С.Добросольцева, С.В.Липко, С.В.Ланкович ; дата публ. : 30.10.2013.
2. Рекуперативное устройство приточно-вытяжной вентиляции здания : пат. № 8381 Респ. Беларусь : МПК (2006.01) F24D7/00 / В.И. Липко, С.В. Липко ; дата публ. : 04.03.2012.
3. Ланкович, С.В. Инновационная модернизация технологических чердаков и разработка теоретических основ тепломассообменных процессов многоэтажных зданий : дис. ... магистра техн. наук / С.В. Ланкович. – Новополоцк, 2015.
4. Тарифы на тепловую энергию для населения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://www.energo.grodno.by/node/68>.
5. Липко, В.И. Основы теории, расчет и моделирование тепломассообменных процессов энергоэффективных систем тепловоздухоснабжения жилых чердачных зданий с пластинчатыми воздухо-воздушными теплоутилизаторами / В.И. Липко, С.В. Ланкович, К.Д. Никифорова // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания : сб. науч. ст. Междунар. науч.-практ. конф. – Воронеж, 2016. – С. 234–241.

УДК 621.641

УЧЕТ ЗАПАСА ГАЗА В ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ

И.Н. ШАЙКОВСКИЙ, С.В. БЕРЕСТНЕВ
(Представлено: А.Н. ЯНУШОНОК)

Приведен алгоритм по определению запаса газа в газотранспортной системе. Произведена оценка влияния параметров окружающей среды на оценку точности определения запаса на примере газопровода Т-М-И КС «Смоленск» - КС «Крупки».

Введение. Газотранспортная система (ГТС), пролегающая по территории Республики Беларусь, является важным транспортным звеном, интегрированным в сеть магистральных газопроводов Российской Федерации и Евросоюза (ЕС), связующим потоки газа от поставщиков к потребителям. Диспетчерский контроль ГТС подразумевает решение ряда задач, одной из которых является учет количества транспортируемого газа и в развитие этой задачи – управление запасом газа в ГТС. Как показывает практика эксплуатации учет запаса газа в газотранспортной системе балансовым методом, т.е. на основании данных узлов учета на входе и выходе из/в систему даже на относительно небольших промежутках времени (календарный месяц) ведет к значительной ошибке за счет накапливания погрешности измерений. В связи с этим в ПГУ разработан программный комплекс, позволяющий расчетным путем на основании определения режимов работы ГТС, определять запас газа по данным телеметрии. В результате внедрения данного метода определения запаса решена проблема накапливания погрешностей измерения.

Основная часть. Учет количества транспортируемого газа в газотранспортной системе является важной диспетчерской задачей. Создание программного комплекса (ПК) по расчету запаса газа в ГТС, который внедрен на белорусском участке магистральных газопроводов (МГ) позволил повысить оперативность управления и точность данных по системе магистральных газопроводов, которые пролегают по территории Беларуси. Решение данной задачи является следствием решения более общей задачи: определения режимов транспорта газа по газотранспортной системе при целом ряде определенных критериев и параметров для каждого участка МГ по вычислительному алгоритму. Одновременно необходимо учитывать наличие взаимосвязи некоторых параметров друг от друга, характер этих связей и общую структуру ГТС, определяющуюся физической конфигурацией сети, что обусловлено спецификой рассматриваемой предметной области

ГТС представляет собой совокупность соединенных между собой в соответствии с технологической схемой объектов (линейные участки (ЛУ), компрессорные цеха (КЦ), газораспределительные станции (ГРС), пункты редуцирования газа, краны регуляторы и др.). В ГТС выделяются активные элементы, т.е. такие объекты, для которых управляемыми величинами являются изменения давления и (или) температуры между их входом и выходом (КЦ, пункты редуцирования газа и т.п.). При расчете запаса газа режим работы активных элементов ГТС считается заданным и учитывается при моделировании известными замерами входных и выходных давлений и (или) температур газа в местах их расположения в схеме. Это позволяет исключить из расчета модели этих объектов.[2]

На всех входах и выходах ГТС задаются граничные условия – значения замеров давлений и температур, и только при их отсутствии — значения замеров расходов газа.

Математическая модель, описывающая стационарное движение газа по ГТС, состоит из уравнений движения газа по ЛУ и балансовых уравнений по расходу в узлах:

$$\sum_{i \in L_r^+} q_i - \sum_{i \in L_r^-} q_j = q_r, \quad (1)$$

где q_i – расход по i -му ЛУ, млн $m^3 / сут$; q_j – расход по j -му ЛУ, млн $m^3 / сут$; L_r^+ – множество ЛУ, входящих в r -й узел; L_r^- – множество ЛУ, выходящих из r -го узла; q_r – заданный приток (отбор) газа в r -й узел, млн $m^3 / сут$; r – множество промежуточных узлов.

Дополнительно для расчета задаются:

а) замеры давлений во всех узлах, где имеются замеры давлений:

$$P_{j1} = P_{j1зам} \quad j_1 = \overline{1, J_1}, \quad (2)$$

где J_1 – количество узлов с замерами давлений; P_{j1} – давление в j_1 -м узле с замерами давлений; $P_{j1зам}$ – замер давления в j_1 -м узле с замерами давлений;

б) замеры расходов во всех узлах, где имеются замеры расходов и отсутствуют замеры давлений:

$$q_{j_2} = q_{j_2 \text{ зам}} \quad j_2 = \overline{1, J_2}, \quad (3)$$

где J_2 – количество узлов с замерами расхода; q_{j_2} – давление в j_2 -м узле с замерами расходов; $q_{j_2 \text{ зам}}$ – замер расхода в j_2 -м узле с замерами расходов;

в) замеры температур во всех узлах, где имеются замеры температур:

$$T_{j_3} = T_{j_3 \text{ зам}} \quad j_3 = \overline{1, J_3}, \quad (4)$$

где J_3 – количество узлов с замерами температур; T_{j_3} – температура в j_3 -м узле с замерами температур; $T_{j_3 \text{ зам}}$ – замер температуры в j_3 -м узле с замерами температур.

Температуру газа T_x в любой точке ЛУ вычисляется по формуле [1]:

$$T_x = T_{cp} + (T_n - T_{cp})e^{-ax} - D_i \frac{P_n^2 - P_k^2}{2axP_{cp}} (1 - e^{-ax}), \quad (5)$$

где T_{cp} – температура грунта на глубине заложения оси газопровода, К; T_n – температура газа в начале линейного участка газопровода, К; d_n – наружный диаметр газопровода, мм; K_{cp} – средний на участке общий коэффициент теплопередачи от газа в окружающую среду, Вт/м²·К; C_p – средняя изобарная теплоемкость газа, кДж/кг·К; D_i – среднее на участке значение коэффициента Джоуля – Томсона, К/МПа; q – расход газа по ЛУ, млн.м³/сут.; Δ – относительная плотность газа по воздуху; x – протяженность рассчитываемого участка газопровода, км.; a – коэффициент Шухова.

Уравнение движения газа по ЛУ имеет вид:

$$P_n^2 - P_k^2 (1 + a\delta h) = \frac{\lambda \Delta T_{cp} Z_{cp} L (1 + \frac{a\delta h}{2})}{0,1060028 \cdot 10^{-10} d_{вн}^5} \cdot q \cdot |q|; \quad (6)$$

где q – расход газа по участку, млн. м³/сут.; $d_{вн}$ – внутренний диаметр трубы, мм; P_n, P_k – абсолютные давления в начале и конце участка газопровода, соответственно, МПа; Δ – относительная плотность газа по воздуху; T_{cp} – средняя по длине участка газопровода температура транспортируемого газа, К; Z_{cp} – средний по длине газопровода коэффициент сжимаемости газа, безразмерный; L – длина участка газопровода, км; λ – коэффициент гидравлического сопротивления участка газопровода, безразмерный.

Модель ЛУ включает взаимосвязанный гидравлический и тепловой расчеты. Для упрощения решения эти расчеты разделены. Укрупненный алгоритм расчета выглядит следующим образом, который разделен на следующие этапы:

1. Предполагаем известным тепловой режим (например: можно задать константой температуру газа по всей системе и т.п.).

2. Задана нелинейная систему уравнений 1-6, которая описывает гидравлический режим ГТС. Решение этой системы дает распределение расходов и давлений по участкам ГТС.

3. Во всех узлах ГТС, где есть замеры температуры, задаем температуру газа в нашу модель.

4. По формуле (5) осуществляется расчет температуры газа в конце каждого ЛУ, для которого определена температура в начале ЛУ, с одновременным пересчетом коэффициента гидравлического трения λ .

5. Выполняется пересчет температуры газа в тех узлах сети, в которых известны температуры всех входящих в него потоков газа и отсутствуют замеры температур по формуле:

$$t_r = \frac{\sum_{i \in L_r^+} t_{ir} \frac{|Q_i| + Q_i}{2} + \sum_{j \in L_r^-} t_{jr} \frac{|Q_j| - Q_j}{2} + t_{qr} \frac{|q_r| + q_r}{2}}{\sum_{i \in L_r^+} \frac{|Q_i| + Q_i}{2} + \sum_{j \in L_r^-} \frac{|Q_j| - Q_j}{2} + \frac{|q_r| + q_r}{2}}, \quad (7)$$

где t_r – температура газа r -м узле после смешивания; t_{ir} – температура в конце входящего в r -й узел i -го ЛУ; t_{jr} – температура в начале выходящего из r -го узла j -го ЛУ; t_{qr} – температура газа заданного притока (отбора) в r -й узел.

6. Вычисления на этапах 4-5 повторяются до тех пор, пока не будут рассчитаны температуры во всех узлах сети. В случае если граничные условия по температуре заданы не на всех входах, то можно применять модели температурного расчета, определяющие температуру в начале ЛУ по известной температуре в конце. Если замеров температур недостаточно для определения расчетных температур во всех

узлах ГТС – для ЛУ с неизвестными температурами в начале и конце при расчете запаса газа T_{ij}^{cp} в формуле (4) считается равной температуре грунта.

7. Остановка итерационной процедуры выполняется по критерию стабилизации с требуемой точностью давлений и температур во всех узлах системы.

8. Если критерий остановки выполнен, то решение получено, если нет, то осуществляется переход к этапу 2.

При расчетах запаса газа во многих случаях могут отсутствовать замеры давлений и температур в начале и конце ЛУ из-за их расположения в промежуточных точках МГ. В таком случае необходимо рассчитывать отсутствующие параметры в результате решения системы уравнений, описывающих движение газа по МГ. При этом движение газа считается стационарным и неизотермическим.

После определения режимов движения газа в ГТС может быть определен запас газа как сумма объемов газа, находящихся в каждом элементе ГТС.

$$Q = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{N_i} Q_{ij} \quad (8)$$

где K – число расчетных участков; N_i – число линейных участков (ЛУ), из которых состоит i -й расчетный участок; Q_{ij} – запас газа на j -м линейном участке i -го расчетного участка.

Для определения запаса газа на линейном участке при стандартных условиях используется классическая формула (млн. м³):

$$Q_{ij} = \frac{V_{ij} \cdot P_{ij}^{cp} \cdot T_{cm}}{P_{cm} \cdot Z_{ij}^{cp} \cdot T_{ij}^{cp} \cdot 10^6} \quad (9)$$

где V_{ij} – геометрический объем j -го линейного участка газопровода на i -м расчетном участке, м³; P_{ij}^{cp} – среднее давление j -го линейного участка газопровода на i -м расчетном участке, МПа; Z_{ij}^{cp} – средний коэффициент сжимаемости j -го линейного участка газопровода на i -м расчетном участке; T_{ij}^{cp} – средняя температура газа j -го линейного участка газопровода на i -м расчетном участке; K ; $T_{cm} = 293,15 \text{ K}$ – температура газа при стандартных условиях [1]; $P_{cm} = 0,101325 \text{ МПа}$ – давление газа при стандартных условиях [1].

Значительную сложность при решении данной задачи представляет собой теплотехнический расчет, так как магистральный трубопровод не является изолированной системой, и режим движения газа в общем случае является нестационарным и политропным. Теплообмен газа с окружающей средой будет определяться следующими критериями: состав грунта и его состояние (влажность), мощность и плотность снегового покрова, скорость ветра. Определение и контроль данных параметров представляет собой сложную и дорогостоящую задачу. В связи с этим нами была предпринята попытка оценки вклада данных факторов в возможную погрешность, которая может возникнуть при определении запаса газа. В качестве модельного был выбран газопровод Т-М-И КС «Смоленск» – КС «Крупки». Для данного газопровода по диспетчерским данным о давлениях и температурах в начальном и конечном пунктах определен режим движения газа и его запас для ряда случаев:

- определен эталонный запас газа по справочным данным о распределении грунтов вдоль трассы газопровода;
- определен запас газа, по известной модели, позволяющей оценить среднее значение коэффициента теплопроводности смешанного грунта;
- определены запасы газа для газопровода, пролегающего в грунтах с максимальной и минимальной теплопроводностью.[3]

Выводы. Разработанный алгоритм определения запаса газа в ГТС РБ положен в основу ПК по расчету запаса газа в ГТС. Окончательное решение по проведению точных расчетов на основе детального изучения данных о структуре и состоянии грунтов вдоль трассы газопровода должно определяться в результате экономических расчетов целесообразности проведения работ по изучению состава грунтов и разработки системы контроля их состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вегера, А.И. Трубопроводный транспорт и хранение газа : учеб.-метод. комплекс / А.И. Вегера. – Новополоцк : ПГУ, 2005. – 316 с.
2. Влияние теплофизических свойств грунтов на запас газа в магистральном газопроводе / А.П. Андриевский [и др.] // Вестн. Полоцк. гос. ун-та.
3. Борздов, А.Л. Алгоритм расчета запаса газа в газотранспортной системе / А.Л. Борздов.

УДК 621.641

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА ИЗМЕНЕНИЕ ЗАПАСА ГАЗА В ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЕ

И.Н. ШАЙКОВСКИЙ, С.В. БЕРЕСТНЕВ
(Представлено: А.Н. ЯНУШОНОК)

Приведен алгоритм по определению запаса газа в газотранспортной системе. Произведена оценка влияния параметров окружающей среды на оценку точности определения запаса на примере газопровода Торжок-Минск-Ивацевичи КС «Смоленск» - КС «Крупки».

Введение. Газотранспортная система (ГТС), пролегающая по территории Республики Беларусь, является важным транспортным звеном, интегрированным в сеть магистральных газопроводов Российской Федерации и Евросоюза (ЕС), связующим потоки газа от поставщиков к потребителям. Диспетчерский контроль ГТС подразумевает решение ряда задач, одной из которых является учет количества транспортируемого газа и в развитие этой задачи - управление запасом газа в ГТС. Как показывает практика эксплуатации учет запаса газа в газотранспортной системе балансовым методом, т.е. на основании данных узлов учета на входе и выходе из/в систему даже на относительно небольших промежутках времени (календарный месяц) ведет к значительной ошибке за счет накапливания погрешности измерений. В связи с этим в ПГУ разработан программный комплекс, позволяющий расчетным путем на основании определения режимов работы ГТС, определять запас газа по данным телеметрии. В результате внедрения данного метода определения запаса решена проблема накапливания погрешностей измерения,

Основная часть. Математическая модель ГТС представляет собой совокупность соединенных между собой в соответствии с технологической схемой объектов (линейные участки (ЛУ), компрессорные цеха (КЦ), газораспределительные станции (ГРС), пункты редуцирования газа, краны регуляторы и др.). В ГТС выделяются активные элементы, т.е. такие объекты, для которых управляемыми величинами являются изменения давления и (или) температуры между их входом и выходом (КЦ, пункты редуцирования газа и т.п.). При расчете запаса газа режим работы активных элементов ГТС считается заданным и учитывается при моделировании известными замерами входных и выходных давлений и (или) температуры газа в местах их расположения в схеме. Это позволяет исключить из расчета модели этих объектов.

Учет количества транспортируемого газа в ГТС является важной диспетчерской задачей. Создание программного комплекса (ПК) по расчету запаса газа в ГТС, который внедрен на белорусском участке магистральных газопроводов (МГ) позволил повысить оперативность управления и точность данных по системе магистральных газопроводов, которые пролегают по территории Беларуси. Решение данной задачи является следствием решения более общей задачи: определения режимов транспорта газа по газотранспортной системе при целом ряде определенных критериев и параметров для каждого участка МГ по вычислительному алгоритму. Одновременно необходимо учитывать наличие взаимосвязи некоторых параметров друг от друга, характер этих связей и общую структуру ГТС, определяющуюся физической конфигурацией сети, что обусловлено спецификой рассматриваемой предметной области [2].

Одновременно необходимо учитывать наличие взаимосвязи некоторых параметров друг от друга, характер этих связей и общую структуру ГТС, определяющуюся физической конфигурацией сети, что обусловлено спецификой рассматриваемой предметной области.

Конфигурация ГТС не является постоянной. Например, при необходимости ремонтных работ, поток газа транспортируемого по одной ветке может быть переведен на резервную. Таким образом, необходимо обеспечить поддержку разных структурных связей между узлами ГТС. При расчете режима транспорта газа должна использоваться реальная структура ГТС на данный момент времени, то есть должны учитываться фактические состояния кранов. Необходимо учитывать:

- запас газа в работающих линейных участках (ЛУ);
- неизменный запас газа в отключенных ЛУ, при этом температура газа принимается равной температуре грунта, а давление рассчитывается из условия неизменности запаса с момента отключения;
- изменение запаса газа в ЛУ, работающих как баллон, т.е. присоединенных с одной стороны к работающим ЛУ, при этом давление берется с работающего ЛУ, а температура принимается равной температуре грунта;
- изменение запаса газа, как при стравливании, так и при заполнении отключенных ЛУ [2].

Применение разработанных алгоритмов поиска неизвестных параметров ГТС в ПК позволило производить моделирование стационарного и неизотермического движения газа по всей сети ГТС, учитывая заданную для него структуру газотранспортной сети и все остальные критерии, достаточные для описания транспорта газа. На основе имитационной модели, ПК определяет все неизвестные параметры ГТС, необходимые для дальнейшего расчета запаса газа. Разработанный ПК также обеспечивает требуемую точность результатов вычислений, минимальное значение которой не превышает точность исполь-

зубых в системе температурных датчиков и датчиков давления, специфицированных их паспортными данными. Имеется возможность также изменить количество отображаемых данных существующих объектов, таких как давления, диаметры, температуры, длины, расходы, запасы и названия.

На примере газопровода Торжок-Минск-Ивацевичи КС «Смоленск» – КС «Крупки», провели учет количества транспортируемого газа в газотранспортной системе по таким внешним факторам как:

Температура грунта;

- влажность грунта;
- плотность грунта;
- скорость ветра;
- толщина снежного покрова;
- теплопроводность снега.

Расчеты были проведены для 3 типов грунтов: песок, суглинок и смешанный вид грунта.

В результате проведенных расчетов выявлены факторы, оказывающие наибольшее влияние на изменение количества газа в газотранспортной системе. Этими главными факторами являются температура грунта. Зависимости изменения запаса газа от данных факторов представлены в таблице 1, 2.

Таблица 1

Изменение количества газа в зависимости от температуры грунта

Температура грунта, °С	Песок	Суглинок	Смешанный
0	21,15746	21,18741	21,21141165
2	21,04038	21,08009	21,11872447
4	20,93769	20,96316	20,98549885
6	20,84183	20,85047	20,89129941
8	20,6968	20,69607	20,82144254
10	20,60534	20,6207	20,64250751
12	20,46669	20,47323	20,5002083
14	20,30571	20,36103	20,35386013
16	20,18639	20,20605	20,19707245
18	19,99467	20,04438	19,96359833

Анализируя изменение количества газа в зависимости от температуры грунта, можем увидеть, что при малых температурах количество газа намного больше, чем при высоких температурах. Из расчетов можно увидеть, что при изменении температуры на 18° разница составляет:

- песок $\approx 1,687$ млн м³ (5,8%);
- суглинок $\approx 1,756$ млн м³ (5,7%);
- смешанный $\approx 1,818$ млн м³ (6,25%) [1].

Таблица 2

Изменение количества газа в зависимости от влажности грунта

Влажность грунта, %	Песок	Суглинок	Смешанный
0	20,85959	20,93735	20,9328135
4	20,8993	20,96774	20,95339981
8	20,93276	20,9713	20,97569352
12	20,97862	20,9856	20,97730335
16	21,00701	20,99662	20,98545006
20	21,03526	21,01657	21,0036948
24	21,06233	21,03048	21,01660271
28	21,07589	21,09053	21,03927692
32	21,09526	21,09955	21,04243804
36	21,10477	21,11614	21,06511225

Анализируя изменение количества газа в зависимости от влажности грунта, видим, что при более высокой влажности у нас и больше само количество газа в газопроводе, а вот при абсолютно низкой влажности, т.е. 0%, видим, что у нас меньше количество газа. Разница составляет:

- песок $\approx 0,247$ млн м³(1%);
- суглинок $\approx 0,186$ млн м³(0,74%);
- смешанный $\approx 0,155$ млн м³(0,64%).

Другие факторы, такие как плотность грунта, скорость ветра, толщина снежного покрова и теплопроводность снега, не сильно влияют на количество газа в газопроводе (разница составляет максимум 0,08%) [1].

Выводы. Исходя из расчетов можно сказать, что для диспетчеров важно уделить внимание таким факторам, как температура и влажность грунта, для измерения количества газа в газотранспортной системе. Окончательное решение по выбору между использованием модели смешанного грунта и проведением точных расчетов на основе детального изучения данных о структуре и состоянии грунтов вдоль трассы газопровода должно определяться в результате экономических расчетов целесообразности проведения работ по изучению состава грунтов и разработки системы контроля их состояния.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние внешних условий на изменение запаса газа в газопроводе : материалы конф, студентов, магистрантов и аспирантов, Новополоцк, 2016 / Полоцк. гос. ун-т ; И.Н. Шайковский [и др.]. – Новополоцк, 2016.
2. Влияние теплофизических свойств грунтов на запас газа в магистральном газопроводе / А.Пандриевский [и др.] // Вестн. Полоцк. гос. ун-та.

ГЕОДЕЗИЯ

УДК 912.4+94

**АНАЛИЗ ОБЪЕКТОВ ГИДРОГРАФИИ
НА ИСТОРИЧЕСКИХ И СОВРЕМЕННЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛАХ
ТЕРРИТОРИИ ВБЛИЗИ ПОЛОЦКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ****Д.Н. КАЛУГИН***(Представлено: М.В. ВОЛОШИНА)*

Представлен анализ изменений объектов гидрографии в окрестностях г. Полоцка на основе разновременных исторических и современных картографических материалов, используя геоинформационные технологии, за период с 1790 г. по настоящее время.

На сегодняшний день географические информационные системы (ГИС) – одна из важнейших информационных сфер, связанная с координированием объектов и явлений. Качество ГИС определяется не только подробностью и актуальностью предоставляемой информации, но и точностью геопривязки.

Объекты гидрографии, пожалуй, одни из самых динамично изменяющихся во времени объектов природной среды. Но как проследить эти изменения? Для этого возможно использование картографического метода исследований на основе ГИС. Электронные исторические и современные карты предварительно привязываются, оцифровываются, создавая цифровую модель местности, и затем, накладывая слои информации, содержащие разновременные данные, используя современные ГИС-пакеты прикладных программ, и можно решать широкий спектр задач, включая качественный и количественный анализ изменений характеристик объектов.

Методы исследований. Таким образом был выполнен анализ исторических карт на территорию площадью 500 км² (20x25 км) вблизи г. Полоцка. В работе использованы карты 1790, 1861, 1910, 1939, 1989 и 2015 гг. В 1790 г. левобережье Западной Двины было частью Речи Посполитой и не представлено на имеющейся карте 1790 г., и в текущем анализе для этой даты использовано правобережье в пределах изучаемой территории. В качестве современных картографических материалов использовались данные ресурсов OpenStreetMap [1], Публичной земельно-информационной карты Республики Беларусь [2], Публичной кадастровой карты Республики Беларусь [3]. Исторические картографические материалы получены из сети Интернет [4–7]. Масштабы используемых карт XVIII–XX вв.: 1: 84 000 – 1:200 000.

Прежде чем начать привязку необходимо найти такие объекты на старых картах, которые не изменили своего местоположения и поныне. Это могут быть пересечения дорог, инженерные объекты и др. В ГИС-программе этим объектам присваиваются координаты. Для пересчета яркостей пикселей привязанной карты используется метод «ближайшего соседа». Задействовано максимально возможное количество пунктов для более точной привязки, учитывая, что неизвестно качество сканирования исходных бумажных экземпляров исторических карт. После привязки карты оцифрованы и созданы векторные модели, по которым, используя операцию оверлей (наложение), произведено описание изменений, качественный и количественный анализ объектов. Анализ изменений озер выполнен по таким показателям, отображаемым на картах, как изменение конфигурации и площади зеркал озер. Основной комплекс работ выполнен с использованием программного комплекса QGIS. На основе карт созданы цифровые векторные карты, привязанные к данным, полученных с OpenStreetMap и представляющих современные данные об объектах гидрографии в системе координат WGS84.

Результаты. Наложив векторные модели объектов гидрографии, соответствующие определенным временным срезам за последние 225 лет, заметны изменения зеркал отдельных озер. Так, например, оз. Ропно (рис. 1) согласно картам несколько изменяло свои границы. На местности можно наблюдать террасы, соответствующие старому уровню воды.

Озера Велье, Семенец, Заозерье, Бецкое и Тросно также претерпели изменения в своей конфигурации. Среди возможных причин можно отметить как естественные (природные) процессы изменения озер, так и антропогенные, в том числе мелиоративные работы и др. и, как следствие, изменение уровня воды, рельефа береговых областей озер, и соответственно площадей зеркал и конфигураций озер. Однако следует отметить, что методы составления, точность использованных разновременных картографических материалов (точность съемки, составления карт и т.п.), копирования, сканирования бумажных оригиналов, несоответствие масштабов, погрешности привязки карт влияют на результаты анализа и, к сожалению, не всегда известна величина этого влияния.

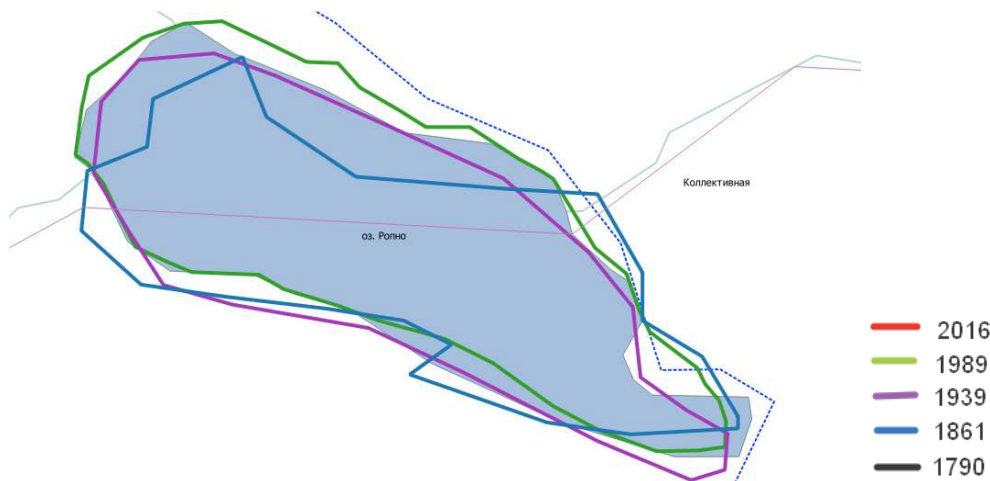


Рис. 1. Векторная модель озера Ропно

Среди наиболее стабильных в плане перемен можно отметить некоторые озера вблизи Западной Двины. Это озера Черное, Гвоздовское, Морзино, Волово.

При добыче глины недалеко от деревень Скабы и Тросница были вырыты котлованы, в дальнейшем заполненные водой (рис. 2). Первый карьер был вырыт незадолго до 1989 года, остальные же позже. Их появление значительно повлияло на водный режим окрестных территорий.

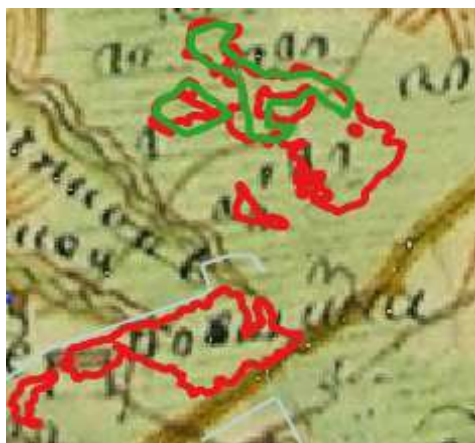


Рис. 2. Векторная модель карьеров у д. Тросница и ее наложение на карту 1790 г.

Наложение границ карьеров на карту 1790 г. показывает, что в то время на их месте располагался лес, проходила дорога, имелись постройки. При сравнении с современной картой можно заметить, что после рытья карьера исчез ручей «Янчинова».

Анализ положения р. Полоты у одноименного поселка показывает, что в XX в., скорее всего из-за хозяйственной деятельности, русло реки спрямилось. Старичные озера – яркий пример изменения русла. Река Западная Двина имеет глубоко врезанное русло, сформировавшееся много столетий назад, поэтому говорить об значимых изменениях ее положения не приходится, кроме искусственно созданных (для строительства Полоцкой ГЭС у д. Лучно вырыт фрагмент нового русла).

Река Струнка в месте своего впадения также незначительно изменила свое положение, но в остальном не изменилась.

Выводы. Таким образом, за период более 200 лет на основе геоинформационного анализа территории исследований можно отметить, что реки незначительно изменились, конфигурация и площади зеркал большинства озер изменились незначительно, конфигурация и площади некоторых озер претерпели довольно значительные изменения, а также появились карьеры, водохранилища. При этом следует учесть влияние на результаты точностных характеристик использованных картографических материалов, широкий диапазон масштабов использованных картографических материалов, а также то, что анализ выполнен без учета периодических колебаний водных объектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Openstreetmap [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.openstreetmap.org/>. – Дата доступа: 15.07.2016.
2. Публичная земельно-информационная карта Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://gismap.by/mobile/>. – Дата доступа: 15.07.2016.
3. Публичная кадастровая карта Республики Беларусь [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://map.nca.by/map.html>. – Дата доступа: 15.07.2016.
4. Былое и глобус [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://orda.of.by/map>. – Дата доступа: 15.07.2016.
5. Старая карта вашей местности [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://starayakarta.com>. – Дата доступа: 15.07.2016.
6. Знайдзі свае карані у Беларусі і Литве. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.radzima.net>. – Дата доступа: 15.07.2016.
7. Старые карты on-line. Это место.ru [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://www.etomesto.ru/belarus/>. – Дата доступа: 15.07.2016.

УДК 52.08

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРИБОРОВ И МЕТОДОВ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

О.Н. КАПИЦКАЯ, А.В. ПОДДУБСКАЯ, Я.Ю. РОМАНЮГА
(Представлено: канд. техн. наук, доц. Г.Е. ГОЛОВАНЬ)

Данная статья посвящена актуальному и развивающемуся способу получения 3D изображения – лазерному сканированию. Статья включает в себя рассмотрение новейших лазерных сканеров, а также усовершенствованных приборов, предназначенных для лазерного сканирования.

Лазерное сканирование – технология, позволяющая создать цифровую трехмерную модель объекта, представив его набором точек с пространственными координатами.

Лазерное сканирование является новым и развивающимся направлением. С его помощью можно получать объемное 3D изображение за короткий промежуток времени. Скорость сканирования может достигать более 1 000 000 точек в секунду, а плотность получаемого «облака точек» – сотни и тысячи точек на 1 м².

Наземное лазерное сканирование применяется для решения широкого спектра задач, от создания обмерных чертежей и 3D моделей до выполнения классической топографической съемки сложных промышленных объектов.

Точность определения координат точек, в зависимости от модели сканера и расстояния варьируется от нескольких миллиметров до единиц сантиметров.

В данной статье рассмотрены некоторые лазерные сканеры ведущих фирм: Trimble TX8, Trimble Faro Focus 3DX130, Leica ScanStation P30/40 (рис. 1). А также новейшие разработки: мобильный лазерный сканер Trimble MX2, летающий сканер Faro и сканер Riegl для размещения на судах.



Рис. 1. Лазерные сканеры ведущих фирм

Для начала сопоставим технические характеристики каждого из наземных сканеров.

В таблице 1 приведены основные технические характеристики рассматриваемых лазерных сканеров. По этим данным можно произвести сравнение приборов.

Trimble TX8: Данный лазерный сканер имеет наибольшее, из рассмотренных приборов, вертикальное поле зрения, имеет высокую мощность, наименьшую погрешность измерений и высокую скорость сканирования. Недостатком прибора является малый диапазон измерений и рабочих температур.

Trimble Faro Focus 3DX130: Главное преимущество прибора – компактность. Недостатки – небольшой диапазон измерений.

Leica ScanStation P30/40: Преимуществом данного лазерного сканера является широкий диапазон измерений и высокая скорость сканирования. К недостаткам относится: наименьшее вертикальное поле зрения, массивность, значительная погрешность.

Основные характеристики лазерных сканеров

Характеристики	Trimble TX8	Trimble Faro Focus 3DX130	Leica ScanStation P30/40
Вертикальное поле зрения	317°	300°	270°
Горизонтальное поле зрения	360°	360°	360°
Длина волны	1550 нм	1550 нм	1550 нм
Диаметр луча на выходе	6–10–34 мм на 10–30–100 м	2.25 мм, круг	2.5 мм
Мощность прибора	72 Вт	40 Ватт, 80 Ватт (при зарядке батареи)	< 50Ватт
Погрешность	<2 мм	±2 мм	3 мм
Температура окружающей среды	От 0 °С до +40 °С	От -20 °С до +40 °С	От -20 °С до +50 °С
Скорость сканирования	1 000 000 точек/с	976 000 точек/с	До 1 000 000 точек/с
Диапазон измерений	120 м	130 м	270 м
Размеры	33.5x38.6x24.2 см	24x20x10 см	23.8x35.8x39.5 мм
Вес	11.0 кг	5.0 кг	12.25 кг

По итогам проведенного анализа сделаем выводы. Наилучшим из рассмотренных приборов является Trimble TX8, подходящий для измерений в малом диапазоне. Если необходимо производить измерения в большом диапазоне (до 270 м), стоит отдать предпочтение Leica ScanStation P30/40. Trimble Faro Focus 3DX130 используется при диапазоне 130 м; в случае, если нужна высокая точность, при использовании этого прибора будет затрачено больше времени, т.к. скорость сканирования меньше.

Перейдем к новейшим методам съемки – мобильное сканирование, сканирование с воздуха, сканирование с судов.

Мобильное лазерное сканирование (МЛС) – один из самых высокотехнологичных, на сегодняшний день, методов съемки. МЛС во многом напоминает, уже довольно широко применяемое, наземное лазерное сканирование (НЛС), но в отличие от НЛС, мобильное сканирование производится при движении сканера, установленного на транспортное средство.

Мобильное лазерное сканирование это тренд последних лет. На выставке достижений геодезическо-картографического хозяйства Intergeo, которая проводилась в Германии. Были продемонстрированы схожие системы на разных носителях. Leica, Trimble, Topcon, Riegl, Faro разместили лазерные сканеры на автомобилях. Устройства очень схожие по параметрам, поэтому обратимся к мобильному лазерному сканеру Trimble MX2 (рис. 2).



Рис. 2. Новейшие приборы для производства лазерного сканирования

Конечно, первое, что интересует это точность. У этого устройства заявлено 10 мм на 50 м. Такая точность достигается за счет установленной инерциальной системы с 2 спутниковыми антеннами, точность которых при постобработке заявлена в пределах от 2 до 5 мм. Обзорность 360°. Дальность 250 м,

но на таком расстоянии точность упадет до 5 см. Второе, что интересует – на какой скорости можно выполнять сканирование? Рекомендовано ограничиться 40 км/ч.

Наряду с мобильным сканированием развивается и сканирование с воздуха, в качестве примера приведем летающий сканер FARO (см. рис. 2).

Данное устройство позиционируется как идеальное решение для архитектурной съемки, точностью до 10 мм. Суть в том, что предварительно тахеометром снимаются точки, определяющие контуры здания, а затем в контроллер квадрокоптера закладывается маршрут, по которому сканер делает облет. Чем это принципиально лучше наземной съемки – гарантированное покрытие мертвых зон. С земли большая проблема снять крышу и верхние элементы архитектурных деталей. При помощи такого прибора, это можно сделать. Чем это решение хуже – оно менее точное (наземный сканер может обеспечить 2-3 мм точности), а также пока незащищенное.

Самым необычным является лазерное устройство Riegl (см. рис. 2).

Эта компания пошла дальше в позиционировании сканера и предлагает его размещать не только на автомобилях, но и на железнодорожных составах (даже выполнили пилотный проект между Питером и Москвой), а также на маломерных судах. Глобальная идея состоит в том, что многие надводные конструкции: мосты, платформы, причалы – наземным сканером снять невероятно сложно (либо просто невозможно), а вот подойти на яхте со сканером – вполне обоснованное решение.

Таблица 2

Технические характеристики лазерного сканера Riegl

Характеристика	Значение
Количество лазерных сканеров	2
Частота сканирования	100 кГц – 600 кГц
Максимальный диапазон измерений	при 100 кГц – 180 м (коэф.отражения > 10%) при 100 кГц – 500 м (коэф.отражения > 80%) при 600 кГц – 75 м (коэф.отражения > 10%) при 600 кГц – 200 м (коэф.отражения > 80%)
Угол обзора сканеров	360°
Точность измерения	8 мм (на расстояние 150 м)
Количество фотокамер	4
Разрешение матрицы фотокамер	5 Мпикс (2448x2050)
Максимальная частота фотографирования	20 кад\с (4 x 5кад\с)

Теоретически два вышеперечисленных решения могут конкурировать. Т.е. можно выбрать – подлетать к конструкции или подплывать. Но у Faro решение пока незаконченное, в то время как Riegl уже готов поставлять свою продукцию.

Лазерное сканирование уже пережило этап первых экспериментов и оформилось в отдельное направление геодезических работ. Разработки ведутся по-прежнему, но если наземный сегмент уже оформился, то мобильное лазерное сканирование еще на стадии становления. Моделировать становится удобнее и быстрее, это говорит о том, что технология сканирования постепенно будет удешевляться за счет уменьшения человеко-часов, что крайне важно, так как камеральный этап в этой отрасли может достигать 80% от продолжительности всего проекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выставка достижений геодезическо-картографического хозяйства Intergeo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://geektimes.ru/post/269762/>. – Дата доступа: 19.09.2016.
2. Мастер-сервис [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.metrologi.ru/production/control/scanners/i>. – Дата доступа: 05.05.2016.
3. ООО НПП «Навигационно-геодезический центр» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ngc-geo.com.ua/product.php?sid=5&pid=705>. – Дата доступа: 15.05.2016.
4. Сергей Пушкин, Андрей Бушкин, Третьяков Егор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://3dtoday.ru/3d-scanners/trimble/trimble-tx8/>. – Дата доступа 10.05.2016.
5. Официальный сайт Trimble [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.trimble.com/3d-laser-scanning/tx8.aspx>. – Дата доступа: 25.05.2016.

УДК 52-1

МЕТОД НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ**О.Н. КАПИЦКАЯ, А.В. ПОДДУБСКАЯ, Я.Ю. РОМАНЮГА**
(Представлено: канд. техн. наук, доц. Г.Е. ГОЛОВАНЬ)

Рассмотрен метод лазерного 3D-сканирования. Особое внимание уделено рекогносцировке местности, что является первым этапом при лазерном сканировании, проведению полевых работ на запланированной территории, а также обработке результатов измерений лазерного 3D-сканирования, или, другими словами, камеральной работе, которая проводится на последнем этапе сканирования.

Суть технологии лазерного сканирования заключается в определении пространственных координат точек объекта. На стадии полевых работ необходимо предварительно определить зоны взаимного перекрытия сканов таким образом, чтобы были видны все детали снимаемого объекта (рис. 1). Для этого до начала съемки в этих зонах размещают специальные мишени. Далее по координатам этих мишеней облака точек совмещают в единую 3D-модель.

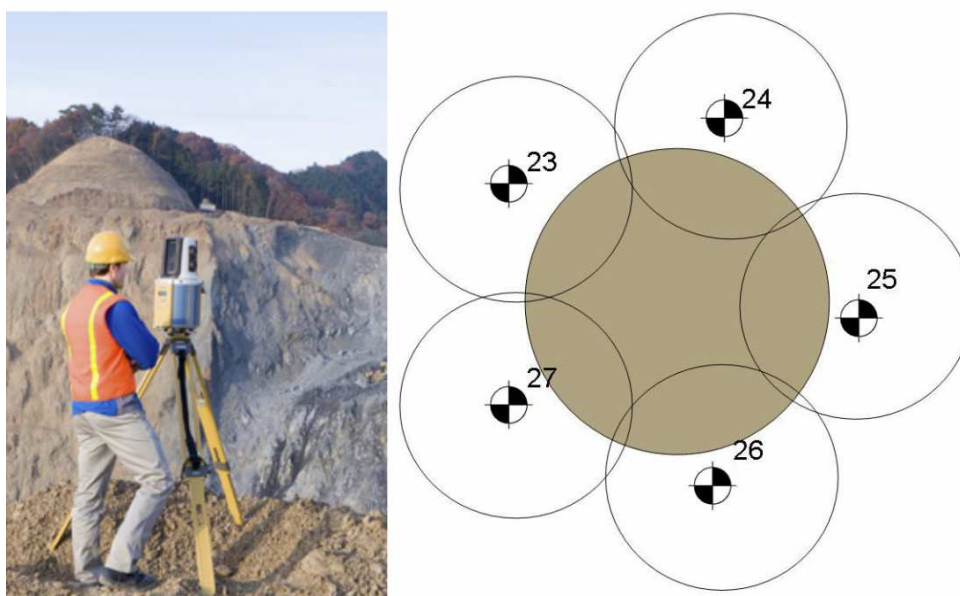


Рис. 1. Зоны взаимного перекрытия

Как правило, метод наземного лазерного сканирования применяют с целью получения топографических планов и трехмерной модели.

Работы наземного лазерного сканирования проводятся в три этапа:

- рекогносцировка;
- полевые работы;
- камеральные работы.

В результате рекогносцировки должны определяться места наилучшего расположения сканерных станций и закрепления пунктов временного съемочного обоснования, а также их количество, необходимое для объединения всех результатов сканирования в единую систему координат и получения единой трехмерной модели. По результатам рекогносцировки составляется план полевых работ.

Еще до начала проведения наземного лазерного сканирования, важно определить, с каким прибором целесообразнее выполнять съемку. Модель должна быть подобрана в соответствии с требованиями съемки. Предпочтительными являются приборы с высокой дальностью съемки, большим диапазоном рабочих температур, а так же приборам с большой степенью автоматизации, т.к. благодаря этому можно исключить человеческий фактор.

Чтобы получить полное 3D-изображение местности необходимо несколько сеансов съемки (с разных позиций). Это дает возможность отснять поверхность с разных точек и зафиксировать любые, даже

самые малейшие элементы. Расстояния между станциями могут варьироваться от 300 до 900 м (в зависимости от выбранного прибора и видимости на местности). Для объединения данных в единую систему координат и перехода в местную, применяется метод известной точки стояния и ориентирования прибора на известную точку (метод «известной станции»). В других случаях, когда сканер устанавливается не на пункт существующей геодезической сети, координирование точки стояния сканера осуществляется посредством тахеометра и прокладки теодолитных ходов. Для этого на сканер устанавливался призмный отражатель.

Результатом лазерного сканирования является массив данных в виде координат XYZ, описанных по поверхности сканируемого объекта, представленный в виде точечной трехмерной модели объекта, по-другому называемый облако точек (рис. 2).



Рис. 2. Результат наземного лазерного сканирования

Полученные облака точек совмещаются друг с другом в единое пространство в программном модуле. Все данные при этом имеют такие характеристики, как, координаты, интенсивность отраженного сигнала и реальный цвет точки.

Камеральная обработка результатов измерений, как правило, проводится в три этапа:

- фильтрация и сегментирование облака точек;
- построение трехмерной векторной модели;
- создание и оформление топографических планов.

В процессе фильтрации и сегментирования облака точек корректируются, т.е. удаляются некорректные и «шумовые» данные, полученные в результате попадания в сканируемую область растительности, осадков, облаков и т.д.

Если съемка проводится на поверхности склона, то предпочтительнее применять метод построения триангуляционной поверхности Делоне. Впоследствии полученная поверхность оптимизируется при помощи специализированных программных средств с целью удаления дублирующих данных (треугольников), «шумовых» измерений, а также для задания регулярного шага триангуляционной сети. Трехмерное моделирование инженерных объектов, попавших в границы съемки, выполняется на основе построения и вписывания в облако точек геометрических примитивов или твердотельных объектов. В результате получается совмещенная трехмерная модель склона и прилегающих инженерных объектов.

Метод лазерного сканирования в маркшейдерии хорошо зарекомендовал себя при съемке карьеров, открытых разработок, оползнеопасных склонов, расчете объемов сыпучих материалов на складах, измерении объемов земляных работ. Везде, где требуется высокая скорость съемки, где объект работ труднодоступен или недоступен вовсе, целесообразно использование ставшей популярной технологии 3D сканирования. Результат работ может быть представлен не только в виде стандартных топографических планов, но и в виде ЦМР, по которой возможно осуществлять разнообразный анализ и картирование. Таким образом, можно сделать вывод, что применение метода наземного лазерного сканирования целесообразно и экономически выгодно в горном деле и топографии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Триметари Консалтинг, 2010 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://trimetari.com/ru/proekty/inzhenerno-geodeziche>. – Дата доступа 07.09.2016.
2. ОАО ГИПРОДОРНИИ, 2000–2012 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.giprodor.ru/tech/laserscan/>. – Дата доступа 06.09.2016.
3. Лазерный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.laser-portal.ru/content_685. – Дата доступа: 10.09.2016.
4. Сообщество «Нефтянка» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://neftianka.ru/osobennosti-provedeniya-pazemnogo>. – Дата доступа 11.09.2016.
5. С.Р. Мельников, директор НПП «Геокосмос» / Р.В. Подоприхин, начальник информационно-аналитического отдела НПП «Геокосмос» / А.В. Григорьев, зам. начальника информационно-аналитического отдела НПП «Геокосмос» // Горная пром-сть. – 2001. – № 5; 2002. – № 1; 2002 – № 3.

УДК 528.46:528.88

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ УСТАНОВЛЕНИЯ ГРАНИЦ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ ЕДИНИЦ

М.В. МАКАРОВА

Рассмотрены вопросы плано-картографического обеспечению работ по нормализации границ административно-территориальных единиц Республики Беларусь с использованием данных дистанционного зондирования Земли среднего и высокого разрешения. Обосновано внедрение и использование актуальных космических снимков в качестве дополнительной информации при обнаружении и проектировании объектов учета с целью повышения эффективности работ.

Введение. Каждая административно-территориальная единица Республики Беларусь представляет собой территорию, которая должна иметь однозначно определенные границы и правовой статус, которые при необходимости могут быть изменены посредством проведения в установленном порядке процедуры изменения границ или преобразования административно-территориальных единиц. [1]

Таким образом, пространственная или территориальная организация государства является динамичным образованием. Процесс местоположения фактических границ в одних районах протекает более интенсивно, в других – менее. Поэтому важно наладить механизм уточнения границ, размеров, функций и компетенций в структуре управления административно-территориальными единицами.

Для выполнения работ по установлению границ в Республике Беларусь используются следующие картографические материалы:

- карты административно-территориального деления Республики Беларусь;
- карты землепользований района масштаба 1:50000;
- данные Единого реестра (каталог координат поворотных точек границ, дежурные кадастровые карты);
- генеральные планы населенных пунктов;
- лесоустроительные планы;
- землеустроительные планы с границами сельских населенных пунктов;
- топографические карты, планы и фотопланы масштабов 1:50000, 1:25000, 1:10000, 1:5000–1:500 последнего срока обновления [2].

Собранные документы и материалы изучаются и оцениваются с точки зрения достоверности и полноты, пригодности для использования. Практика землеустройства и ведения государственного земельного кадастра в Республике Беларусь показывает, что существуют противоречия и разночтения в материалах. Анализ результатов работ по созданию ЗИС административных районов по материалам аэрофотосъемки показывает существование проблем с единым расположением границ административных районов. Эти противоречия касаются и данных о площади районов, что представлено в таблице 1. Согласно [2] площади административно-территориальных (территориальных) единиц Республики Беларусь вычисляются с точностью до одного квадратного метра.

Таблица 1

Расхождения в площадях районов Брестской области

Район	Площадь по ЗИС, км ²	Площадь по данным Госкомимущества км ²	Разность ΔР, км ²
Ганцевичский	1708,27	1709,6	-1,33
Ивановский	1565,67	1551,4	14,27
Кобринский	2039,68	2039,8	-0,12
Пружанский	2827,22	2825,9	1,32

Сравнение картографических материалов позволяет обнаружить и подтвердить наличие проблем с границами административных районов. Во многих случаях установленные границы районов не совпадают с границами фактического использования земель. Из рисунка 1(а, б) видно, что границы Полоцкого района пересекают дороги, проходят по лесным территориям и не определяются однозначно на местности. Особенно сложным является определение границ в малообжитых районах, где границы совмещаются с естественными границами природных образований.

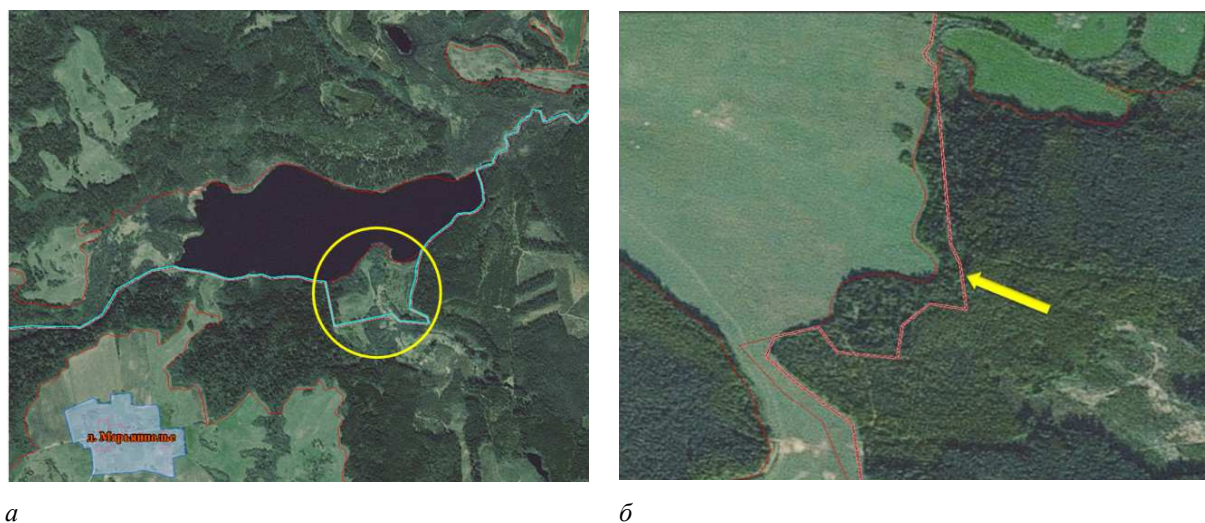


Рис. 1. а, б – Фрагменты границ Полоцкого района по ЗИС

В Республике Беларусь в 2015 г. начались работы по нормализации и установлению границ административно-территориальных единиц (АТЕ). Основная цель нормализации и установления границ АТЕ Республики Беларусь – обеспечение эффективной организации государственного регулирования и управления, в том числе в области использования и охраны земель [3].

Реализация данных работ осуществляется УП «Проектный институт Белгипрозем» и его дочерними предприятиями во взаимодействии с землеустроительными службами местных исполнительных комитетов, и иными организациями, входящими в систему Госкомимущества.

Основная часть. На начальном этапе работ производится выполнение графических работ по нормализации и установлению границ АТЕ с использованием ЗИС соответствующих районов на основе содержащейся в их базах данных информации, с использованием актуальных ДДЗ, топографических карт, схем и проектов землеустройства, генеральных планов, планов лесоустройства, почвенных карт и т.д. Таким образом, по ортофотопланам, использованным при создании или актуализации существующей ЗИС с использованием функции «пересечение» слоев ЗИС «виды земель» (lands) и «земельные участки» (lots). формируется ГИС-проект.

Главной задачей на этапе камеральных работ по нормализации является получение качественного картографического материала. Базовым масштабом для выполнения работ по нормализации и установлению границ АТЕ, предопределяющим их точность и технологию является 1:10 000 [4]. Обзорные карты границ сельсоветов и районов создаются в масштабе 1:50 000, областей – 1:200 000 [5].

Предельная допустимая погрешность местоположения точек границы района относительно их теоретических координат не должна превышать 5 м. Если граница района совмещается с границами закрепленных на местности объектов, установленных более точно, требования к точности границы района возрастают до требований к точности указанных границ данных объектов. Координаты нормализованной границы района определяются средствами ЗИС в ее системе координат и записываются с точностью до 1 м [5].

Как отмечено выше, незаменимым источником для проведения данного вида работ является применение ортофотопланов в качестве опорной подложки при определении местоположения границы с их привязкой к реальным координатам. В этом случае возникает возможность наложения имеющихся границ, проектирование предложений на жесткий пространственный каркас, которым служит ортофотоплан. При таком подходе значительно уменьшаются объемы полевых работ, материальные затраты и существенно повышается точность. Недостатком такого рода данных является не только секретность материалов, что в значительной степени усложняет возможность их использования большинством организаций, но и отсутствие актуализированных материалов на всю территорию выполняемых работ.

В настоящее время в Республике Беларусь наиболее высокоточным и актуальным источником данных о земной поверхности территории являются цифровые данные с пространственным разрешением от 5 см. до 50 см., получаемые камерой ADS100 РСХАУП «Бел-ПСХАГИ» (рис. 2). Дешифрирование данных позволяет выделить различные элементы местности на момент съемки с высокой точностью.



Рис. 2. Картограмма имеющихся актуализированных пространственных данных ДДЗ территории Республики Беларусь на текущий период [6]

Однако, одновременный облет всей территории, подлежащей нормализации невозможен, поэтому для данного вида работ необходимы альтернативные источники данных, позволяющие актуализировать информацию. В связи с этим, следует особо подчеркнуть ценность использования альтернативных ДДЗ на данном этапе работ в условиях ограниченности ресурсов времени и средств. Источником данных могут служить материалы космической съемки, полученные с различных спутников, а также имеющие различное пространственное, временное, спектральное и радиометрическое разрешение.

Актуальные ДДЗ во многих случаях фактически являются наиболее экономичными, при этом заменяя необходимость полевого обследования проблемных участков границы, позволяют объективно (документированно) разработать и обосновать предложения по их нормализации.

Возможность использования данных дистанционного зондирования предполагает необходимость оценки следующих факторов:

- доступность территории для спутниковых средств (в т.ч. и возможность получения данных на определенную дату);
- возможность выявления естественных границ и опознавание изображения этих границ на местности;
- точность определения планового положения закоординированных точек;
- определение границ в требуемой системе координат;
- затраты времени и труда для определения и уточнения границ.

Наличие открытого доступа к снимкам земной поверхности в различном разрешении и диапазонах, получаемых со спутников Ikonos, WorldView-2, QuickBird, SPOT, IRS, Landsat определяет широкие возможности их использования. Для применения космических снимков, предоставляемых свободными сервисами Яндекс, Google Earth, Google Maps, Bing Maps и т.д. используется специализированное ПО SAS. Планета. С помощью использования данных сервисов возможно получение снимков на разные даты.

Нормализуемая граница района, как правило, совмещается с твердыми линейными объектами местности, которые бесспорно распознаются на местности и на ДДЗ. К таким объектам относятся: дороги (особенно сооруженные в насыпи или выемке), реки, ручьи, каналы, дамбы, лесополосы, просеки, наи-

более стабильные границы контуров земель, покрытых лесом, застроенных земель, ограждения и другие объекты местности, являющиеся пространственными пределами (препятствиями) для соответствующих видов хозяйствования на земле или обуславливающие границы иного целевого назначения земель (границы земельных участков) и характера их использования (границы контуров видов земель) [5]. Зачастую объекты, расположенные в пределах лесных массивов, плохо читаемы ввиду наличия растительного покрова. Для обнаружения таких объектов нужен выезд на местность. В качестве альтернативы этому предлагается использовать космические снимки невегетационного периода.

Наземные опознавательные знаки и естественные границы можно обнаружить на снимках среднего разрешения. Так, по оценкам экспертов, данные американского спутника Landsat 7 (8), находящиеся в свободном доступе позволяют обеспечить геометрическую точность масштаба плана 1:25 000. В рамках исследования автором выполнен анализ читаемости объектов по космическим снимкам Landsat 7 и WorldView 1 (табл. 2).

Таблица 2

Анализ читаемости объектов по космическим снимкам

№	Объекты	Распознавание объектов	
		Landsat 7	WorldView 1
Населенные пункты и застроенные территории			
1	Границы населенных пунктов	При масштабировании снимка хорошо читаются	Хорошо читаются
Дорожная сеть			
2	Шоссе	Хорошо читаются	Хорошо читаются
3	Улучшенные грунтовые дороги	При масштабировании снимка хорошо читаются	При масштабировании снимка хорошо различимы
4	Полевые и лесные дороги	Полевые, лесные дороги трудно дешифрируются по космическим снимкам	Хорошо читаются
Растительность			
5	Контурные леса	Контурные леса, вырубки читаемы	Хорошо читаемы отдельные участки растительности
Элементы гидрографии			
6	Озера, водохранилища, реки	Хорошо дешифрируются все озера, водохранилища, реки (за исключением небольших каналов)	Хорошо дешифрируются все озера, водохранилища, реки
7	Мосты	При достаточно большой длине, читаются слабо заметными серыми линиями на темном фоне воды; при незначительной длине мосты не читаются	Хорошо читаются светлыми линиями на темном фоне воды
Виды земель			
8	Границы контуров видов земель	Можно определить в вегетационный период	Можно определить в вегетационный период

По ДДЗ определяется наиболее вероятное местоположение физической границы, о котором свидетельствует «отсечение» границей в ЗИС в пользу одной из смежных АТЕ земельных контуров (участков) в границах этих единиц, использование которых в этих границах невозможно физически или экономически (экологически) нецелесообразно.

При описании местоположения административных границ дополнительно составляется текстовое описание местоположения административной границы относительно природных и антропогенных объектов (базисов). При выборе таких объектов принимается во внимание обеспечение их долговременной сохранности. Так, при интенсивном использовании сельскохозяйственных видов земель, считается нецелесообразным проводить границу по контурам их видов [5].

Заключение. Исследование космических изображений различного разрешения, получаемых со съемочных систем, позволяет сделать вывод, что значительная часть линейных и других объектов, необходимых для определения местоположения и проектирования границ, легко различимы на снимках. Точность определения координат по этим данным может не удовлетворять требованиям масштаба 1: 10 000. Однако их можно использовать для актуализации имеющихся данных с высоким разрешением для малообжитых районов или же районов, интенсивно меняющихся за счет хозяйственной деятельности для своевременного обнаружения этих изменений.

Таким образом, при проведении работ по нормализации границ административно-территориальных единиц, интеграция всех доступных наборов данных остается одной из необходимых задач.

ЛИТЕРАТУРА

1. Об административно-территориальном устройстве Республики Беларусь : Закон Респ. Беларусь, 5 мая 1998 г., № 154-З (в ред. от 7.01.2012 г. № 346-З) // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2001. – 2/686.
2. Инструкция по установлению границ административно-территориальных и территориальных единиц Республики Беларусь.
3. Помелов, А. О нормализации границ административно-территориальных единиц Республики Беларусь / А. Помелов, В. Грищенко, А. Коробкин // Земля Беларуси. – 2014. – № 2. – С. 18–22.
4. Земельно-информационная система Республики Беларусь. Порядок создания : ТКП 055-2006. – Введ. 01.03.2007. – Минск : Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь, 2006. – 111 с.
5. Методические указания по нормализации и установлению границ административно-территориальных единиц Республики Беларусь / УП «Проектный институт Белгипрозем». – Минск, 2016. – 31 с.
6. Официальный сайт РСХАУП «БелПСХАГИ» [Электронный ресурс] / Аэрофотосъемочные работы. Картограмма выполненных работ. – Режим доступа: <http://belaerogis.by/projects/aerophotos>. – Дата доступа: 20.05.2016.

УДК 004.942

**НОРМАТИВНЫЕ ОСНОВЫ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОДЕЛИРОВАНИЯ
В СРЕДЕ ГИС ПОВЕДЕНИЯ ВОЗМОЖНОГО АВАРИЙНОГО РАЗЛИВА НЕФТИ
НА МАГИСТРАЛЬНОМ ТРУБОПРОВОДЕ****Д.А. ПОСТОЯЛКО***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Г.А. ШАРОГЛАЗОВА)*

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов наносят ощутимый вред экосистемам, приводят к негативным материальным и социальным последствиям на долгосрочный период. В связи с износом производственных фондов, таких как трубопроводы, нефтехранилища, рисков возникновения чрезвычайных ситуаций становится все больше. Ликвидация аварий – это сложный процесс, находящийся на стыке многих научных дисциплин, и геоинформационные системы выступают в роли интеграционной площадки для них.

Магистральные трубопроводы являются объектами повышенной экологической опасности. За время долгого существования трубопроводного транспорта, анализа аварий на нем и их последствий разработано большое число нормативно правовых актов по данному виду транспорта, которые регулируют его строительство, эксплуатацию и защиту природных и социально-экономических объектов. Эти нормативно правовые документы были объединены в Проекте технического регламента Таможенного союза «Безопасность магистральных нефтегазопроводов», разработанного Минэнерго России в соответствии с соглашением о единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации от 18 ноября 2010 года и п. 3.7.1 решения протокола заседания Координационного комитета по техническому регулированию, применению санитарных, ветеринарных и фитосанитарных мер Комиссии Таможенного союза от 21–22 сентября 2011 года [1]. Данный документ в наиболее полной мере отображает концепцию обеспечения безопасности магистральных трубопроводов при их строительстве и эксплуатации. В нем предусмотрено, что все нефтегазопроводы должны обеспечиваться планами ликвидаций аварий.

В современных условиях при планировании ликвидаций последствий аварий значительную роль отводят использованию геоинформационных систем, как наилучшего инструмента по систематизации информации и моделированию взаимодействия нефтегазопроводов и окружающей среды. На данный момент имеется значительное число программных решений в области моделирования разливов нефти. Одним из наиболее мощных и знаменитых продуктов является семейство программ ArcGIS института исследования систем окружающей среды ESRI. Файлы с расширением .shp являются эталонными в ГИС и поддерживаются всеми программными продуктами ГИС. Многие компании и исследовательские институты работают над созданием программных комплексов как надстройки или дополнительных инструментов для ArcGIS [2]. Для моделирования поведения нефтяного пятна на водотоках используют гидродинамические модели, построенные в гидрологических программах Aquaveo SMS, The Hydrologic Modeling System (HEC-GeoHMS). Основными данными для моделирования являются точные цифровые модели рельефа долины реки и многолетние наблюдения на водомерных постах.

Цифровые модели рельефа можно получить разными способами. Первым и одним из основных является использование данных миссии SRTM, которые свободны в доступе, и ими покрыта почти вся поверхность Земли. Но пространственное разрешение этих данных невелико (приблизительно 30 м), они недостаточно актуальны, так как съемка была произведена в 90-х годах прошлого столетия. Очень точным и в тоже время дорогостоящим способом является наземная топографическая съемка. Еще одним вариантом получения данных может быть аэрофотосъемка. В связи с бурным развитием цифровых фотокамер, и беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) можно быстро и качественно получить не только цифровую модель местности (ЦМР), но и аэрофотоснимки в разных спектральных диапазонах. Поддержка обработки снимков с БПЛА активно внедряется в ГИС. Так для ArcGIS вышло приложение Drone2Map, позволяющее ускорить обработку снимков с БПЛА.

Информация по многолетним наблюдениям берется из данных государственной сети гидронаблюдений. В настоящее время и в ближайшей перспективе основным источником гидрометеорологической информации будет оставаться государственная сеть гидрометеорологических наблюдений, представляющая собой систему взаимосвязанных стационарных и подвижных пунктов гидрометеорологических наблюдений, обеспечивающих получение первичных гидрометеорологических данных и находящихся в подчинении республиканского органа государственного управления в области гидрометеорологической деятельности.

В соответствии с рекомендациями Всемирной метеорологической организации количество гидрологических постов на территории Беларуси должно составлять 111 стоковых постов (из расчета 1 пост на 1875 км²). В настоящее время в Беларуси функционируют 106 стоковых постов (1 пост на 1958 км²). Кроме того, для увеличения количества оперативной гидрологической информации в целях предупреждения чрезвычайных ситуаций на паводкоопасных объектах к 2030 г. планируется установка еще 10-ти дополнительных автоматизированных гидрологических постов [3].

Имея необходимую структурированную базу геоданных, в среде ГИС можно выполнить моделирование и визуализацию поведения нефтяного пятна. На базе ArcGIS компания ИНПРО-ГИС разработала расчетно-демонстративный модуль для моделирования поведения пятна на водотоках[4]. Модуль позволяет просчитать вероятные сценарии заранее, чтобы во время аварии выбрать наиболее актуальный сценарий. В тоже время можно проводить текущий расчет, но это может занять много времени.

Современные ГИС технологии движутся к облачным решениям. Теперь можно проводить анализ и моделирование, имея при себе смартфон, планшет и интернет.

Примерная структура геоинформационной системы представлена на рисунке.

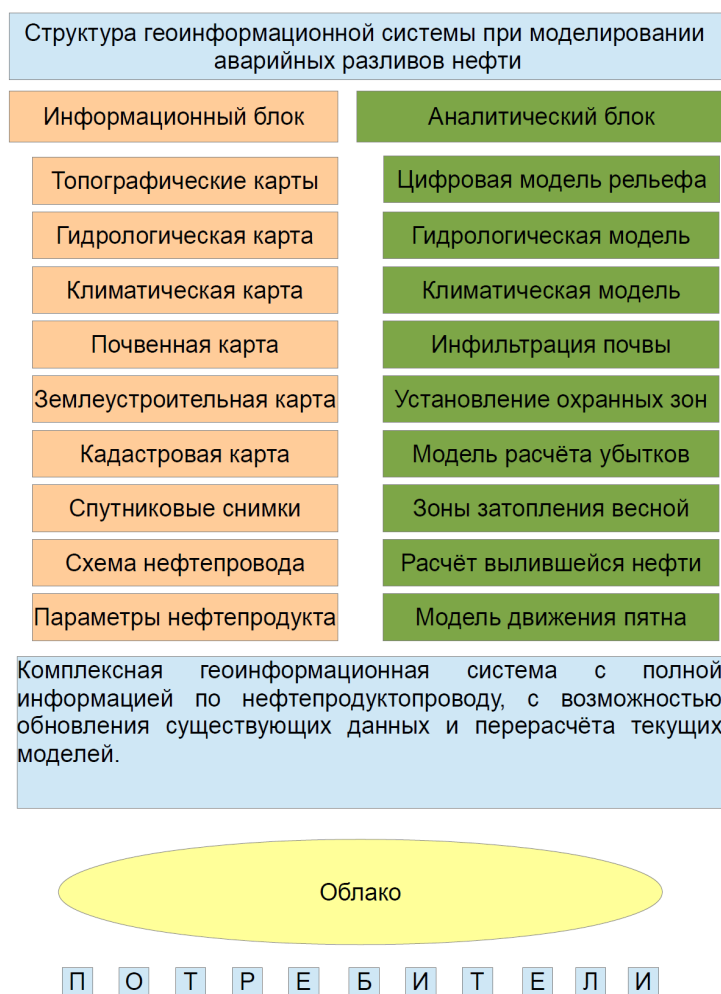


Рис. Схема структуры геоинформационной системы при моделировании аварийных разливов нефти

- Идеальным вариантом для планов ликвидаций аварий на магистральных трубопроводах является:
- единая ГИС с систематизированной географической информацией по всему протяжению трубопровода;
 - проведение моделирования аварийных разливов нефти в разных природных условиях;
 - выявление и закрепление границ возможного экологического загрязнения;
 - просчет возмещения потерь при аварии;
 - связь с природными кадастрами;
 - оценка страхового случая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безопасность магистральных нефтегазопроводов : Проект технического регламента Таможенного союза, разработанный Минэнерго России в соответствии с соглашением о единых принципах и правилах технического регулирования в Республике Беларусь, Республики Казахстан и Российской Федерации от 18 ноября 2010 г.
2. Официальный сайт Института исследования систем окружающей среды ESRI [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.esri.com/products.html>. – Дата доступа: 10.09.2016.
3. Стратегия развития гидрометеорологической деятельности и деятельности в области мониторинга окружающей среды Республики Беларусь на период до 2030 года : Решение Совета глав правительств в г. Ашхабад от 30.05.2012.
4. Официальный сайт ИНТРО-ГИС [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://introgis.ru/pointrogis.html>. – Дата доступа: 10.09.2016.

УДК 004.942

ОПЫТ МОДЕЛИРОВАНИЯ АВАРИЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТИ НА РЕКЕ ГОРЫНЬ**Д.А. ПОСТОЯЛКО***(Представлено: канд. техн. наук, доц. Г.А. ШАРОГЛАЗОВА)*

Рассмотрен вопрос разработки модели аварийного разлива нефти на подводном переходе магистрального трубопровода «Мозырь-Брест» на реке Горынь. Исходными данными для моделирования послужили статистические данные по гидрологическому режиму рек Полесья, космические снимки, физико-географические источники, схема магистрального нефтепровода, топографические карты. Программным обеспечением для моделирования явился ARCGIS. В результате составлен ГИС проект с анимационной видеопрезентацией модели движения нефтяного пятна.

Река Горынь является одним из крупных притоков р. Припять. Площадь ее бассейна – 27 700 км². Длина реки 659 км. Исток находится на Кременецкой возвышенности, далее течет по Волынской возвышенности в узкой долине с высокими и крутыми берегами, затем по Полесью в широкой заболоченной пойме; в нижнем течении протекает через Пинские болота. Устьевой участок реки, длиной 69,8 км находится на территории Беларуси. Общее направление течения реки северо-северо-восточное. Уклон – 0,29 м/км, ширина до впадения притока Полквы – 3–10 м, ниже – 25–60 м., наибольшая – 190 м. Бассейн реки Горынь, длиной 300 км, средней шириной 42 км, вытянут с юго-запада на северо-восток и расположен в двух геоморфологических областях: верхняя и средняя части его находятся на Волыно - Подольской возвышенности и ее отрогах (так называемое Волынское Полесье); нижняя – занимает часть обширной Полесской равнины (Припятское Полесье) (Приложение А2). Дно преимущественно песчаное, глубина от 5 до 11 м, на плесах – 1,5–2,5 м. Скорость течения в среднем 3 км/ч. Наиболее крупные притоки: правые - Жирак, Полква, Цветоха, Случь (Южная); левые – Вилия, Устье, Стубазка, Бережанка. Пойма изрезана рукавами и старицами. Русло извилистое, много островов. Горынь судоходна на протяжении 385 км; от Припяти до села Иванова Долина существует грузовое судоходство, а выше – до села Александрия – лишь периодическое, на малогабаритных судах [1].

Измерения уровней воды на территории Украины и Беларуси проводятся на всех гидрологических постах, расположенных в бассейне р. Горынь. Годовое изменение уровней на реках указанной территории, которая относится к областям повышенной и достаточной водности в гидрологическом районировании, характеризуется обычно высоким весенним половодьем и довольно низкой меженью, прерывающейся паводками от выпадения дождя или таяния снега.

Колебания уровней воды в разные фазы водности показывает, что максимальные уровни воды наблюдаются на большинстве постов в период половодья. Минимальные уровни, в абсолютном большинстве случаев, – в период летне-осенней межени, т.е. в период наименьшей водности.

За последние 70 лет в бассейне р. Горынь наблюдалось 5 значительных дождевых паводков, вызванных интенсивными дождями (июнь–август 1948 г., июнь–июль 1955 г. и 1962 г., июнь–август 1969 г., октябрь–ноябрь 1974 г.). Пропускная способность пойм особенно заметно уменьшается в теплый период года. Если в заросшем русле расходы воды при тех же уровнях в 1,3–1,5 раза меньше по сравнению со свободным от растительности руслом, то на пойме они уменьшаются уже в 2,0–2,5 раза. В некоторых случаях пойма может быть затоплена водой, а течение на ней совсем отсутствует. Поэтому во время паводков вода в реках удерживается на протяжении 2–3 месяцев и более на высоких уровнях, которые на (1,5–4,5) м выше обычных меженных, затапливая поймы и препятствуя понижению уровней грунтовых вод на прилегающей территории [2].

Частые ежегодные оттепели в бассейне р. Горынь нередко приводят к зимним паводкам, которые наиболее отчетливо выражены на малых реках. Как правило, по высоте эти паводки не превышают весеннее половодье за исключением тех лет, когда снеготаяние сопровождается выпадением жидких осадков (1948, 1982, 1986, 1989, 1998 гг.).

На рассматриваемой территории наибольшие дождевые паводки наблюдались в 1948, 1955, 1969, 1974, 1980, 1988, 1998 и 2001 годах.

Основными условиями формирования катастрофических дождевых паводков в рассматриваемом бассейне являются:

- выпадение обильного количества осадков высокой интенсивности и продолжительности по всей территории бассейна;
- высокая влажность почв водосбора;
- накопления влаги почвами бассейна в предпаводочный период, что способствует повышению интенсивности стеканию по поверхности водосбора [3].

Поведение реки Горынь можно отследить с помощью миссии Landsat 1–8 которая работает с 1972 г. За это время накоплено большое количество многоканальных снимков. Эти снимки невысокого разрешения (30 м), но они полезны, так как дают возможность сравнить гидродинамические модели, построенные по статистическим данным, с распространением разлива реки на местности. К сожалению, не всегда удастся найти снимок во время пика половодья. Это связано либо с облачностью, либо с периодом обращения спутника вокруг Земли. В основном приходится иметь дело либо с началом половодья, либо с его окончанием. Поэтому чаще всего гидродинамические модели по площади половодья, оказываются больше, чем площадь на снимке. В нашем случае была построена гидромодель на основании данных за весеннее половодье 1999 г., уровень воды которого составил 2% обеспеченности.[4]

Для сбора информации до 1972 г. целесообразно использовать топографические карты. Сложность заключается в приведении всех карт в единую систему координат, так как советские, польские, немецкие, имперские карты были построены в разных проекциях и на разных эллипсоидах. В нашем случае использовались карты РККА за 1928 г, советские за 1974, 1982 гг., белорусские за 2000 г.

Для создания гидродинамической модели была выбрана программа Aquaveo SMS. В данной программе на основе цифровой модели рельефа, построенной по данным миссии SRTM [5] и частичной полевой геодезической съемкой, и собранной статистической информации по гидрологическому режиму рек были построены модели на зимнюю, летнюю межень и весеннее половодье.

На основе собранных данных была сформирована база геоданных в ArcGIS для последующего моделирования аварийных разливов нефти. Все данные в базе данных приведены в единую структуру, для того чтобы «модуль разлив нефтепродуктов (суша)», разработанный компанией «ИНТРО-ГИС» [6], мог правильно понимать входные данные, и оперировать ими. После проведения моделирования были сформированы готовые сценарии, которые можно включать в планы ликвидации аварий на нефтепроводах. Большинство сценариев охватывает среднегодовое поведение реки. На этих сценариях распространение пятна очень схожи. Но на «экстремальных» сценариях, в которых моделируются редкие экстремальные условия (критическое весеннее половодье, критически минимальные уровни воды) распространение пятна выбивается из общего тренда (рисунок).

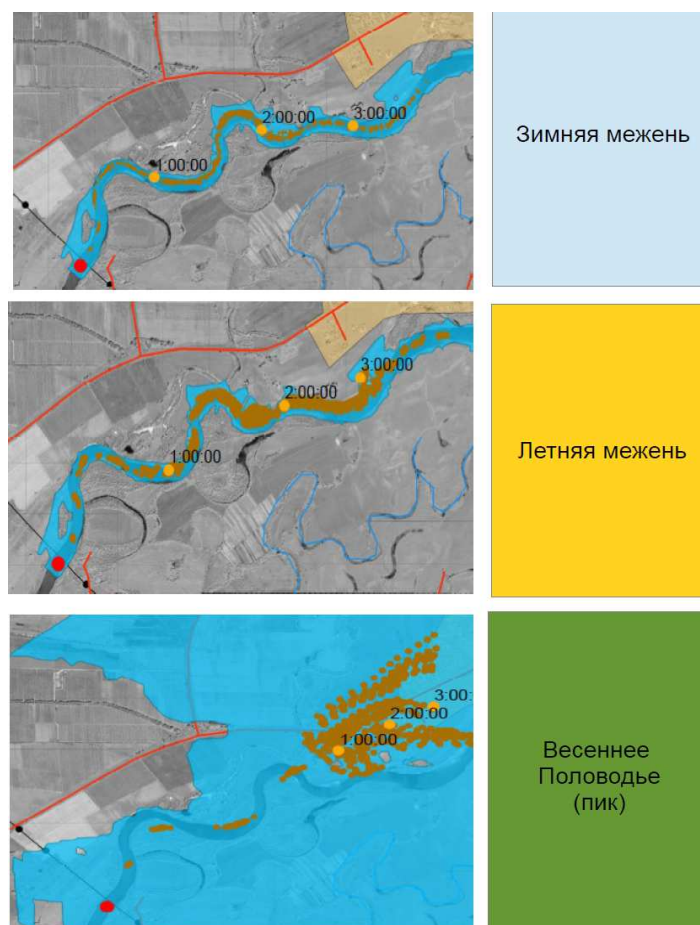


Рис. Модель движения пятна в различные поры года

Данные по экстремальным явлениям на реках Беларуси позволят более точно составлять планы ликвидации аварий, что в случае аварии снизит экологический ущерб окружающей среде.

ЛИТЕРАТУРА

1. Управление водными ресурсами бассейна р. Припять / под общ. ред. М.Ю. Калинина и А.Г. Ободовского. – Минск : Белсэкс, 2008. – 269 с.
2. Лук'янець, О.І. Річки правобережжя Прип'яті в періоди високої водності: повторюваність дошових паводків та особливості гідрологічного режиму / О.І. Лук'янець, М.М. Сусідко // Наукові праці УкрНДГМІ. – 1999. – Вип. 247. – С. 136–143.
3. Официальный сайт Гидрометцентра [Электронный ресурс]. – 2016. – <http://pinhmc.pogoda.by/automated.php>. – Дата доступа: 10.08.2016.
4. Официальный сайт миссии Landsat [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://landsat.usgs.gov.html>. – Дата доступа: 09.09.2016.
5. SRTM [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/Eurasia/. – Дата доступа: 25.04.2016.
6. Официальный сайт ИНТРО-ГИС [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://introgis.ru/pointrogis.html>. – Дата доступа: 10.09.2016.

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА

<i>Амадова М.М.</i> Особенности культовой архитектуры исламского мира	3
<i>Амадова М.М.</i> Жилая архитектура исламского Востока	6
<i>Беседина Е.А.</i> Безбарьерная среда для инвалидов по зрению	9
<i>Беседина Е.А.</i> Актуальность развития безбарьерной среды в Беларуси	11
<i>Василевская В.В.</i> Эль Лисицкий: жизнь и творчество	13
<i>Василевская В.В.</i> Вклад Эль Лисицкого в печатное искусство	16
<i>Василевская В.В.</i> Вклад Эль Лисицкого в архитектуру	19
<i>Вериго М.А.</i> Архитектурный ансамбль улицы Кирова в Витебске	23
<i>Вериго М.А.</i> Застройка улицы Ленина в городе Витебске во второй половине XX века	26
<i>Вериго М.А.</i> Понятие ансамбля в архитектуре	29
<i>Горовец А.К.</i> Цвет, форма и фактура в оснащении детской игровой площадки	32
<i>Горовец А.К.</i> Цветовое решение в интерьере детских дошкольных учреждений	35
<i>Захавай Е.А.</i> Усадьба Умястовских в д. Жемыславль Гродненской области	38
<i>Захавай Е.А.</i> Дворцово-парковый комплекс Лазенки в Варшаве	41
<i>Захавай Е.А.</i> Анализ дворцово-паркового комплекса Лазенки в Варшаве и усадебно-паркового комплекса Умястовских в Гродненской области	43
<i>Наумова Е.И.</i> Традиционные типы усадеб (дворов) на белорусском Поднепровье	46
<i>Наумова Е.И.</i> Материалы и методы строительства в традиционном народном зодчестве белорусского Поднепровья	48
<i>Соловьёва К.А.</i> Химия цвета	50
<i>Соловьёва К.А.</i> Химия цвета. Красящие вещества	53
<i>Василевская В.В., Путрина А.В.</i> Зарубежный опыт строительства эксплуатируемых кровель	56
<i>Василевская В.В., Путрина А.В.</i> Виды эксплуатируемых кровель	60
<i>Путрина А.В., Василевская В.В.</i> Устройство террас на крышах зданий	64
<i>Путрина А.В., Василевская В.В.</i> Устройство зеленых крыш на зданиях	68
<i>Хацкевич А.М.</i> Создание безбарьерной среды в метрополитенах на примере минского метрополитена	72
<i>Хацкевич А.М.</i> Актуальность создания карт-путеводителей по городу для физически ослабленных лиц на примере г. Новополоцка	75
<i>Шаўліс М.К.</i> Стылістычныя асаблівасці і тэндэнцыі будаўніцтва каталіцкіх храмаў паўночнай Гродзеншчыны	78
<i>Шаўліс М.К.</i> Касцёл св. Міхаіла Арханёла ў Смарноні: гісторыя і архітэктурныя асаблівасці	81
<i>Ярмош О.Ю.</i> Факторы определения места расположения торгово-развлекательных комплексов	84
<i>Ярмош О.Ю.</i> Актуальность строительства торгово-развлекательных комплексов	87
<i>Ярмош О.Ю.</i> Внешний облик современного торгово-развлекательного центра	90
<i>Азарко А.П.</i> Оптимизация выбора варианта управления объектами недвижимости	93

СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

<i>Наумова В.А.</i> Перспективы применения карбонатосодержащего наполнителя для получения сухих строительных смесей	96
<i>Терехов С.А., Хватынец В.А.</i> Влияния шлака на структурообразования силикатных бетонов	99
<i>Терехов С.А., Хватынец В.А.</i> Исследование распределения влаги в капиллярно-пористой структуре ..	101
<i>Терехов С.А., Хватынец В.А.</i> Технология изготовления стеклопластиковой арматуры периодического профиля для 3D-печати арматурного изделия	105
<i>Шауро А.А.</i> Особенности протекания процессов биокоррозии цементных бетонов	107
<i>Должонок А.В., Романовский С.А.</i> К вопросу применения соломы и костры в качестве заполнителей для стеновых материалов	110
<i>Должонок А.В., Романовский С.А.</i> Опыт применения дробленого бамбука в качестве крупного заполнителя для арболитовой смеси	114
<i>Строганов О.А.</i> Экспериментально-теоретическое исследование влияния поперечного обжаривания бетона на прочность сцепления арматуры с бетоном	118
<i>Савенок Л.В., Смолякова Е.С.</i> Влияние подготовки поверхности на проведение испытаний по контролю прочности бетона неразрушающими методами	120
<i>Савенок Л.В., Смолякова Е.С.</i> Особенности использования методов неразрушающего контроля качества бетона	123
<i>Кухаренко А.О.</i> К вопросу о развертках поверхностей шаровых газгольдеров объемом 800 м ³	127

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

<i>Корнилова И.О., Ловшова В.А.</i> Определение равновесной функции отклика при различных скоростях нагружения	130
<i>Кибисов Р.В., Науменко В.И.</i> Основы расчета тонкостенных холодногнутых стержней по методике ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5 на центральное сжатие	133
<i>Кибисов Р.В., Науменко В.И.</i> Основы расчета тонкостенных холодногнутых стержней по методике ТКП ЕН 1993-1-1; 1-3; 1-5 на плоский изгиб и внецентренное сжатие	137
<i>Кибисов Р.В., Науменко В.И.</i> Оптимизация размеров легкого тонкостенного холодногнутого стержня при центральном сжатии с учетом потери устойчивости в виде искажения сечения	140
<i>Велюга Т.С.</i> Особенности расчета осадок фундаментов по нормам Республики Беларусь и Eurocode 7 «Geotechnical Design»	145
<i>Гарунович В.С., Закревская Е.Г.</i> К вопросу о расчете ферм с учетом жесткости узлов	149
<i>Гарунович В.С., Закревская Е.Г.</i> Влияние разномодульности материала на параметры НДС ферм с жесткими узлами	153
<i>Калитуха В.В., Иванов А.А.</i> Выбор схемы испытаний составных бетонных конструкций для определения прочности контактного шва	158
<i>Калитуха В.В.</i> Прочность контактного шва в бетонных составных конструкциях, модифицированных гиперпластификатором Стахемент-2000	161
<i>Желнов В.Н.</i> Расчет плиты на упругом основании с учетом односторонней связи с основанием	164

ТРУБОПРОВОДНЫЙ ТРАНСПОРТ И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ

<i>Киселёв Д.А.</i> Анализ существующих и разработка альтернативных способов соединения тягового троса со стенкой трубопровода для ликвидации трубопроводов, проложенных методом наклонно-направленного бурения	167
<i>Киселёв Д.А., Гриневиц А.А.</i> Актуальность проблемы восстановления нормативной глубины залегания магистральных трубопроводов	169
<i>Ланезо А.С.</i> Методика расчета ограждающих конструкций теплого чердака здания с учетом исключения конденсации влаги	171
<i>Ланезо А.С.</i> Результаты экспериментальных исследований тепловоздухопроводов систем воздушного отопления здания	173
<i>Лемачко С.Н., Горунова С.А.</i> Загрязнение воздушной среды промышленного города	175
<i>Мишута О.И., Брысин В.А., Москалёнок Ф.И., Сидорова А.Ю.</i> Выбор норм плотности теплового потока при расчете изоляционных конструкций теплопроводов с учетом геометрических характеристик и коэффициента полезного действия тепловой сети	177
<i>Никифорова К.Д.</i> Энергоресурсоэффективная технология тепловоздухоснабжения модернизированных жилых зданий с теплыми чердаками с использованием вторичных и природных энергоисточников	182
<i>Шайковский И.Н., Берестнев С.В.</i> Учет запаса газа в газотранспортной системе	184
<i>Шайковский И.Н., Берестнев С.В.</i> Влияние внешних условий на изменение запаса газа в газотранспортной системе	187

ГЕОДЕЗИЯ

<i>Калугин Д.Н.</i> Анализ объектов гидрографии на исторических и современных картографических материалах территории вблизи Полоцка с использованием геоинформационных систем	190
<i>Капицкая О.Н., Поддубская А.В., Романюга Я.Ю.</i> Сравнительный анализ приборов и методов лазерного сканирования	193
<i>Капицкая О.Н., Поддубская А.В., Романюга Я.Ю.</i> Метод наземного лазерного сканирования	196
<i>Макарова М.В.</i> Оценка возможности использования данных дистанционного зондирования земли для установления границ административно-территориальных единиц	199
<i>Постоялко Д.А.</i> Нормативные основы и программное обеспечение моделирования в среде ГИС поведения возможного аварийного разлива нефти на магистральном трубопроводе	204
<i>Постоялко Д.А.</i> Опыт моделирования аварийных разливов нефти на реке Горынь	207