СОДЕРЖАНИЕ

УЧЕБНАЯ, НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И ОБЩЕСТВЕННАЯ ЖИЗНЬ УНИВЕРСИТЕТА
Камчатнов Л.П. Кафедре ТОМС - 40 лет!....3
НАУЧНЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРЫ И ДИЗАЙНА
Айдарова Г.Н., Куликов Д.А. К понятию «Ресурсосберегающая архитектура»....5
Балакина Л.А. Первые жилища человека в библейской истории....8
Зейферт М.Г. Концепция развития застройки исторически сложившихся городов....12
Копсова Т.П., Бурова Т.Ю. Основы формирования теоретической модели озеленения исторического центра (на примере г. Казани)....15
Копсова Т.П., Короткова С.Г. О проблемах организации жилой среды для семей с детьми, имеющими психофизические нарушения....17
Кузнецова В.А. Neo-romanticism in architecture: synagogues in central and eastern russian provinces (Неоромантизм в архитектуре: синагоги в центральных и восточных губерниях Российской империи)....20
Мубаракшина Ф.Д., Тугулёва А.Н. Блокированные жилые дома с объектами малого бизнеса....23
Шавалиева Н.М., Савельева Е.В. Роль символа в формировании образа современного православного храма....26
СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ
Колобердин В.И., Ковалёв В.А. Производство минеральных вяжущих материалов на основе термомеханической обработки их сырьевых компонентов....29
ТЕОРИЯ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ И СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ
Ахметзянов Ф.Х. К использованию вариационного принципа и моделей повреждаемости для оценок прочности и долговечности бетонных и железобетонных элементов....31
Богданович А.У. Метод структурно-пластических ослаблений при расчётах сжатых стержней на устойчивость....34
Богданович А.У., Абдюшев А.А. Устойчивость стержня переменного эллиптического сечения при продольном сжатии....38
Драновский А.Н., Латыпов А.И. Автоколебания напряженно-деформированного состояния грунтовых анкеров....42
Лукашенко В.И. Исследование сходимости решений при интеграции различных АРС на ПЭВМ для оценки остаточного ресурса сооружений....45
Манапов А.З. Расчет надежности конструкции с использованием усеченных распределений прочности и напряжения....48
Манапов А.З., Майстренко И.Ю. Расчет остаточного ресурса стальной конструкции с использованием регрессионных математических моделей....52
Мирсаяпов Илшат Т. Классификация железобетонных изгибаемых элементов, воспринимающих поперечные силы при многократно повторяющихся нагружениях....59
Мирсаяпов Илшат Т., Дябин Ю.П., Галиуллин Р.Р. Определение зон концентрации напряжений в железобетонных конструкциях методом теплового контроля....63
Мустакимов В.Р. Проблемы геотехники в современном строительстве и реконструкции зданий и сооружений Казани....66
Сафин Д.Р., Хасанов Р.Р. Экспериментальные значения коэффициента жесткости гвоздевых соединений....69
ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
Кудашов Е.А., Рахман И.И., Романова А.И., Терентьев А.Р., Данилушкин М.К., Юнусов И.И., Богатырева З.А., Кудашов А.Е., Рудская И.А. Новая философия управления инвестиционными ресурсами в системе национальных приоритетов....71
Миронова М.Д. Использование теории игр в повышении эффективности управления предприятием ЖКХ....82
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ И САНИТАРНАЯ ТЕХНИКА
Адельшин А.Б., Заббаров А.Н., Сундукова Е.Н., Шешегова И.Г. Исследования промывных вод станции обезжелезивания....85
Бройда В.А. Оценка эффективности утилизации теплоты воздуха, удаляемого системами вентиляции....88
Еремин С.А., Садыков Р.А. Энергоаудит теплогенерирующих установок....92
Мишуков Б.Г., Адельшин А.Б., Селюгин А.С., Соловьева Е.А., Адельшин А.А. Опытно-промышленная линия для биологической очистки сточных вод с денитрификацией и дефосфатированием....94
Нигматуллин В.С., Нигматуллин И.В. Роль автомобилизации в экологической безопасности города....97
НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПРЕПОДАВАНИЯ
Бурова Т.Ю., Шавалиева Н.М. Организация учебного процесса на 1-2 курсах специальности 270114....99
Мубаракшина Ф.Д., Рачкова О.Г. К проблеме комплексного проектирования на специальности 270114....101
Мубаракшина Ф.Д., Фатыхова Г.М., Чемерчева Е.А. Особенности графического оформления дипломного проекта на специальности 270114 - проектирование зданий....104
Степанчук А.В., Мубаракшина Ф.Д. Некоторые проблемы архитектурного формирования школ с художественным уклоном....107
Шавалиева Н.М., Бурова Т.Ю. Методические основы графического процесса изображения архитектурного рисунка, оформляющего чертеж, в рамках курса архитектурной графики для специальности 270114....109
ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ
Заболотников В.С. Вероятность столкновения метеорных частиц с Землей....114
Кириллин К.В., Филиппов С.И. Обтекание кругового цилиндра над линией раздела двухслойной жидкости при наличии крышки и дна....116
Семенов А.В. Термодиффузия в газовой смеси аргон-гелий....121

Л.П. Камчатнов, заведующий кафедрой технологии, организации и механизации строительства, канд. техн. наук, проф.

КАФЕДРЕ ТОМС - 40 ЛЕТ!

Кафедра технологии, организации и механизации строительства (ТОМС) берет своё начало от кафедры технологии и механизации строительства (ТМС), созданной в 1966 г., при разделении кафедры строительного производства на две новые: кафедру ТМС и кафедру экономики и организации строительства (ЭОС). Разделение кафедры строительного производства имело принципиально важное значение для института в целом. Необходимость образования кафедры ТМС была вызвана не столько ростом численности студентов и преподавателей кафедры строительного производства, сколько необходимостью создания материально-технической базы учебного процесса и повышения уровня профессиональной подготовки специалистов. Рост объемов строительства, внедрение передовой технологии и средств механизации требовали более углубленной профессиональной подготовки выпускников вуза. Вновь образованной кафедре были переданы дисциплины технического и производственного профиля: детали машин и ТММ, строительные и дорожные машины, технология строительных процессов, технология возведения зданий и сооружений, дисциплины спецкурсов. Кафедре было поручено также проведение производственной практики.

Одним из решающих условий, способствующих образованию кафедры ТМС, было наличие подготовленных преподавателей. В те годы заведующий кафедрой строительного производства Соловаров Константин Николаевич сумел успешно решить сложный кадровый вопрос, направив часть преподавателей в целевую аспирантуру ведущих вузов страны. Его особой личной заслугой было то, что он, хорошо зная выпускников вуза, сумел пригласить из них тех, кто имел способности к преподавательской деятельности, не только на кафедру, но и направить их в целевую аспирантуру. Молодые преподаватели и аспиранты, имеющие производственный опыт, впоследствии составили профессиональные кадры кафедры ТМС и ЭОС, что позволило быстро организовать учебно-методический процесс, начать выполнение научных исследований.

Первым заведующим кафедрой технологии и механизации строительства был избран доцент Шелковский Вольф Моисеевич – высококвалифицированный специалист, имеющий большой производственный опыт и широкую эрудицию. Мягкий и уважительный в общении с преподавателями и студентами, он сумел направить усилия всего коллектива кафедры на решение задач не только учебного характера, но и укрепления материально-технической базы. Кафедре при ее создании был передан небольшой полигон строительных машин. Все машины были действующими. Студенты в период учебной практики изучали конструкции машин, приобретали навыки работы на них.

Примечательным является то, что многие строительные организации, испытывающие в те годы острую потребность в машинах, находили возможность передать кафедре ТМС действующие строительные машины в дар, внося тем самым свой вклад в подготовку высококвалифицированных специалистов. Надо отметить и тот факт, что учебную практику по строительным машинам проводили непосредственно преподаватели. Многие из них имели личный опыт управления машинами, что свидетельствовало об их высоком профессиональном уровне.

В состав вновь образованного коллектива кафедры вошли Реутин П.Д., Рыкова Н.Н., Оревков Ю.С., Сагадеев Р.А., Соколов Г.М., Григорьев А.А., Карпов Ю.М, Азимов Ф.И., ранее работавшие на кафедре строительного производства, а также прибывший из аспирантуры Саратовского политехнического института Камчатнов Л.П.

С первых дней работы кафедры постоянно увеличивался объем учебной работы, что вызывало необходимость роста численности преподавательского коллектива. На кафедру были приглашены опытнейшие работники производства - Кунин А.Я., Газеев Н.Г., молодое пополнение из числа выпускников кафедры: Антипов А.Е., Медяник В.В., Исмагилова Т.С., также имеющие опыт работы на производстве, и др. Общая численность преподавателей в 70-х годах достигла 25 человек.

В разные годы кафедру возглавляли доценты Камчатнов Л.П., Реутин П.Д., Соколов Г.М., Яшин В.Р.

Усилиями коллектива кафедры на высокий уровень был поставлен учебный процесс, получили развитие методическая работа, научные исследования. С первого же года своего существования кафедра стала выпускающей, что потребовало выполнения серьезной методической работы по дипломному проектированию.

Основным направлением научных исследований стала разработка новых и усовершенствование существующих технологий производства строительно-

монтажных работ в промышленном и гражданском строительстве. Одним из результатов научной работы явилась защита кандидатских диссертаций ведущими преподавателями кафедры: Рыковой Н.Н., Реутиным П.Д., Антиповым А.Е., Медяником В.В., Оревковым Ю.С. Позднее защитили кандидатские диссертации Павлов В.В. и Медяник Ю.В. – представители молодого поколения преподавателей кафедры, бывшие аспиранты университета.

Роль кафедры в подготовке высококвалифицированных специалистов постоянно возрастала. С целью повышения уровня профессиональной подготовки выпускников кафедре ТМС в 2002 году была передана дисциплина «Организация, планирование и управление в строительстве», и кафедра получила новое название - Технологии, организации и механизации строительства. В связи с этим сформировался учебно-методический блок профессиональной производственной подготовки специалистов, что позволило существенно усовершенствовать методику обучения на основе взаимосвязи производственных дисциплин.

На базе кафедры в 1996 году были организованы курсы повышения квалификации и инженерного образования специалистов строительного комплекса. Открытие и работа КПКиИО благотворно сказались на развитии самой кафедры. Существенно обновилась материально-техническая и методическая база, в обучении студентов и слушателей курсов стала широко применяться компьютерная техника. На кафедре появились новые формы обучения с применением учебно-методических и учебных пособий в электронном виде.

Курсы повышения квалификации и инженерного образования по отдельным специальностям строительного профиля могут рассматриваться как одна из форм последипломного образования. Обучение слушателей проводится по семи направлениям и специальностям, в частности, по строительству зданий и сооружений, проектированию зданий и сооружений, инженерным изысканиям для проектирования зданий и сооружений, техническому надзору за качеством строительства объектов и др.

Только за последние три года повысили квалификацию более трех тысяч человек. Эту работу можно рассматривать как существенный вклад кафедры ТОМС в решение острой кадровой проблемы, сложившейся в строительной отрасли в последние годы, а также как положительный результат сотрудничества нашего университета с Филиалом Федерального лицензионного центра на территории Республики Татарстан.

40-летие кафедры коллектив встретил с хорошим деловым настроем. С помощью ректората проведен ремонт закрепленных помещений, модернизировано лабораторное оборудование. Кафедра принимает активное участие в подготовке бакалавров и магистров. В последние годы решается проблема омоложения кадрового состава, что, несомненно, положительно скажется на повышении научного потенциала кафедры и активности в учебно-методическом процессе.

Сегодня сотрудники кафедры с чувством глубокой благодарности вспоминают имена В.А. Воскресенского, К.Н.Соловарова, В.М. Шелковского и всех, кто стоял у истоков создания кафедры ТМС (ТОМС).

УДК 72.01

Г.Н. Айдарова, Д.А. Куликов

К ПОНЯТИЮ «РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ АРХИТЕКТУРА»

Архитектура до XX века использовала традиционные ресурсы, такие как: дерево, камень, металл и многие другие материалы естественного происхождения. В XX столетии мы стали свидетелями небывалого развития архитектурной науки, когда пространство создается путем изощренной компиляции естественных, синтетических, информационных ресурсов. Слияние всех возможных способов получения информации становится главной характеристикой пространства каждодневного пребывания человека.

Театр становится виртуальным, зарывается глубоко под землю, играет представления на улице и без зрителей. Третьяковская галерея путешествует по миру, находясь одновременно в нескольких точках земного шара. Пространство теряет свою идентификацию, становится универсальным полем перемещения людей как предметов потребления. Мы не мыслим магазина одежды без трансляции премьер коллекций от Paco Rabanne, кофейни без доступа к виртуальному общению. Каждая вещь несет в себе отпечаток Культуры Потребления.

Мир изменился. Архитектура сегодняшнего дня вынуждена использовать иные ресурсы, чтобы быть востребованной обществом. Она, как никакая другая область деятельности, использует множество новых ресурсов, чтобы быть адекватной обществу. Что такое архитектура XXI века? Что можно считать ресурсами архитектуры нового дня? Определимся с понятиями.

Понятие «ресурс» появилось, когда возникла необходимость широкого использования природных богатств и объектов окружающей среды. *«Ресурсы - от франц. ressource - вспомогательное средство, денежные средства, ценности, запасы, возможности; источники дохода в государственном бюджете»*. БСЭ трактует «ресурс» как «вещь» или возможность. Более общим является определение, данное А.Минцем [1]: *«…ресурсы… тела и силы природы, которые на данном уровне развития производительных сил и изученности могут быть использованы для удовлетворения потребностей человеческого общества в форме непосредственного участия в материальной деятельности, могут быть использованы в качестве средств производства и предметов потребления»*. А.Минц вводит временную и социологическую составляющую понятия – этап развития.

В современности «ресурсы» трансформировались, большинство из них уже не являются естественными. Но откуда тогда берутся ресурсы? Они повсюду: все элементы цивилизации одновременно являются и становятся ресурсами. Кошка, дом, газон, мусоросборочная машина, ее водитель и содержимое, беспилотное средство передвижения, утренняя газета, где написано о его появлении. Этот список связей можно продолжать до бесконечности, главное его отличие - вторичность.

Определение: ресурсы – естественные и искусственные объекты потребления, имеющие наиболее высокий потенциал восполнения.

В XXI веке архитекторы вынуждены использовать ресурсный потенциал пространства с учетом его сбережения и развития. Сегодня все возможности находятся во власти крупнейших капиталистических компаний, а это мир «ресурсоемкой архитектуры», которая использует всю систему ресурсов без учета их утилизации, возобновления и конечности. Она обладает разрушающим свойством – порождает отходы в количестве, несоизмеримо большем в сравнении с ее продуктом. Ресурсоемкая архитектура – система, разрушающая внутренний потенциал пространства, её продуктом является сверхпотребляющее здание, в основе которого лежат ресурсоемкие строительные технологии, нарушающие экологическое равновесие. Ресурсоемкая архитектура опирается на современные методы обучения, принятые в обществе стандарты, стереотипы и амбиции архитектора. Суммарная оценка такой архитектуры заключена в уровне комфорта – базовом понятии культуры сверхпотребления.

Ресурсоемкая архитектура – определенный этап эволюции архитектуры. Сейчас формируется тенденция к увеличению процента так называемых «зеленых зданий» и изменению способов потребления. Закономерен вопрос о новых принципах архитектуры.

Переходя к определению ресурсосберегающей архитектуры, необходимо остановиться на существующих точках зрения. Давиденко П.Н. дает следующую трактовку: «Ресурсосберегающие жилые образования – это жилая застройка и здания, в которых используются возобновляемые источники энергии, экономятся расходы электроэнергии, воды, газа, твердого и жидкого топлива, при этом экономятся расходы энергии не только на эксплуатацию, но и на производство строительных материалов и изделий, применяются безотходные

или малоотходные инженерные технологии» [2]. В науке складывается представление о ресурсосбережении как о наборе инженерных решений. Табунщиков Ю.А. дает определения существующим концепциям [3], среди которых он выделяет наиболее важные:

- энергоэффективное здание: с низким энергопотреблением, с ультранизким энергопотреблением, с нулевым использованием энергии;
- пассивное здание;
- биоклиматическая архитектура;
- здоровое здание;
- интеллектуальное, «умное» здание;
- здание высоких технологий;
- экологически нейтральное здание;
- жизнеудерживающее здание.

Во всех приведенных концепциях подчеркивается инновационность технологических и конструктивных решений, применяемых для обеспечения микроклимата здания, снижения эксплуатационных затрат, снижения экологической нагрузки на город.

Ни одна из них не оперирует ни комплексным ресурсосберегающим пространством, ни новыми стандартами жизни человека, ни альтернативной иконографией и эстетикой. Именно такой подход видится наиболее жизнеспособным и нравственным в условиях ресурсного кризиса и подавляющего влияния ресурсоемкой архитектуры.

Поиски новой иконографии, архитектуры и эстетики, их принципов и методологии только начинаются. Многие исследования [4] показывают: единственный шанс выживания Человека – в становлении именно альтернативной культуры – посттехногенного общества: «*Альтернативой ресурсоемкой архитектуры должна стать ресурсосберегающая архитектура… – это искусственная среда, потребляющая минимум природных ресурсов при максимуме эксплуатационного и эстетического эффекта. Движение к ней повлечет изменение модели потребления современного человека, стереотипов его мышления, жизненных стандартов, пересмотр этических норм, духовных и физических возможностей*». Сейчас, впервые за историю современной цивилизации, только альтернативная культура вырабатывает иммунитет нового общества.

Таким образом, единого и устоявшегося определения ресурсосберегающей архитектуры на данный момент не существует. С одной стороны, ресурсосбережение видится как набор инженерных решений, с другой – ресурсосбережение – это альтернативная культурологическая парадигма. Критерии научного знания требуют ввести базовое понятие для создания ресурсосберегающих прототипов, моделей и экспериментальных городских пространств. Такое понятие должно стать главной установкой для дальнейших теоретических построений, в которых город выступает как основной объект преобразования. В формировании ресурсосберегающей ткани, поля, первоосновы, сберегающего фрактала, плазмы, ультрановой экзистенции города видится задача нового архитектурного потребления.

Определение: Ресурсосберегающая архитектура – универсальная структура-поле, единое сберегающее архитектурное пространство, преобразующее социальные и материальные отношения, развитие и взаимодействие Человека, Города и Природы. В основе функционирования ресурсосберегающей архитектурной системы лежат принципы сбережения ресурсов, соответствующие ее внутреннему потенциалу.

В приведенном определении архитектура трактуется как система, суперструктура, поверхность организации сообщества. Забота о рациональном использовании ресурсов становится имманентным действием архитектора и градостроителя. Вследствие этого должны изменятся и профессиональное сознание, и методики проектирования. Ресурсосберегающая архитектура потребляет альтернативные строительные материалы с заданными свойствами: свободная утилизация, неограниченность и возобновимость, цикличность.

Пока же противоположные концепции работают независимо друг от друга, находясь в процессе коммуникации. В среде архитекторов возникает вопрос о новой фундаментальной стратегии. «*Если бы такая парадигма существовала, она была бы отражением глобальных изменений в науке, религии и политике*, - пишет Чарлз Дженкс в статье «Новая парадигма в архитектуре» [5]. *Однако, уже сегодня можно разглядеть ряд достаточно радикальных перемен в архитектуре, которые, с одной стороны, связаны с серьезными трансформациями в научной сфере, и с другой стороны, должны, по моему убеждению, постепенно распространиться на все другие области жизни*». Можно ли говорить о тенденции к сбережению ресурсов в архитектуре?

Анализ развития ресурсоэффективных зданий показывает, что архитектура и строительство вступают в новый этап своей истории. Пока не ясно, будет ли это революционный путь или же медленный эволюционный. Главным понятием XX века является **«потребление»**. Научные данные позволяют говорить о связи между архитектурой и культурой потребления. Возможно ли, что смена парадигмы связана с трансформацией процесса потребления в планетарном масштабе? В XXI веке мы видим одну и ту же тенденцию ускорения потребления, изменения его способов, функций и формы.

Архитекторам необходимо предпринять решительные действия, чтобы адаптироваться к

новым условиям ресурсосберегающего потребления.

Литература

1. Минц А.А. Экономическая оценка естественных ресурсов. – М., 1972.
2. Давиденко П.Н., Петрова З.К. О проектировании ресурсосберегающей и экологической жилой среды. // Жилищное строительство, 2003, №9.
3. Табунщиков Ю.А.Строительные концепции зданий XXI века в области теплоснабжения и климатизации. // АВОК, 2005, №4.
4. Айдарова Г.Н. Альтернативная архитектура. Культурологический аспект. / В сб.: Искусство и этнос: новые парадигмы. – Казань: Изд-во «Дом печати», 2002. – 168 с.
5. Дженкс Ч. Новая парадигма в архитектуре. Перевод: Ложкин А., Ситар С. // Проект International, №5.

УДК 728.03:27-235

Л.А. Балакина

ПЕРВЫЕ ЖИЛИЩА ЧЕЛОВЕКА В БИБЛЕЙСКОЙ ИСТОРИИ

Для понимания развития архитектуры велико значение первобытного зодчества. Все известные в настоящее время типы жилищ упоминаются уже в первых книгах Ветхого Завета, и сведения о них встречаются во всех 66 канонизированных книгах Библии. В первой книге Ветхого Завета «Бытие» появляются сведения о самых первых постройках и становятся известны предпосылки появления жилищ. Первыми типами жилищ человека были: шалаш, шатер, яма, пещера (именно в такой последовательности они встречаются в первых главах книги «Бытие»). В настоящей статье автор намерен рассказать о примитивных жилищах, где были использованы природные формы, средства и материалы. Шатры как мобильные жилища постоянного пребывания, более сложные по своей конструкции, сооружаемые посредством использования рукотворных деталей и материалов покрытия, в данной статье не рассматриваются.

В Райском саду Богом были созданы идеальные условия обитания для сотворенных Им людей. Когда первые люди согрешили перед Богом, то лишились Его благословения. Изгнание Адама и Евы из Райского сада было отлучением от Бога, им пришлось самостоятельно заботиться о своем пропитании и проживании. «В поте лица» они стали добывать себе пищу (возделывать землю, сеять и жать злаковые культуры, растить плодовые культуры, собирать урожай, молоть зерно, печь хлеб, пасти скот, готовить мясо на огне). Первыми типами жилищ человека были: шалаш, шатер, яма, пещера (именно в такой последовательности они встречаются в первых главах первой библейской книги «Бытие»). Автором рассматриваются эти типы жилищ в соответствии с типологической иерархией усложнения их устройства.

Пещера – углубление, полое пространство в горном массиве или в земле, имеющее выход наружу [1].

В текстах 13 книг Ветхого Завета и Нового Завета встречаются упоминания о пещерах. Они не ставят целью описать пещеру как жилище человека. Однако, прочитав и проанализировав их, можно многое узнать об их местонахождении, назначении, вместимости, особенностях благоустройства.

Из текстов Библии следует, что во все времена библейской истории пещеры служили кратковременным укрытием [«вошел…в пещеру, и ночевал в ней» 3Цар.19(9), « (народ) ночует в пещерах» Ис.65(4)] и долговременным жилищем [«Лот…жил в пещере и с ним две дочери его» Быт.19(30)]. Люди различного происхождения использовали пещеры [«пять царей…скрылись в пещере» И.Нав.10(16), «(народ) ночует в пещерах» Ис.65(4), «и цари земные,…и всякий раб, и всякий свободный скрылись в пещеры» От.6(15)]. Они также использовались и как место погребения умерших людей [«Авраам похоронил Сарру…в пещере поля» Быт.23(19), «похороните меня с отцами моими в пещере» Быт.49(29)]. Пещеры находились в горах и на полях [«Лот…стал жить в горе, и …жил в пещере» Быт.19(30), «поле и пещера, которая на нем» Быт.23(17), «Авраам похоронил Сарру… в пещере поля в Махпеле,…так достались Аврааму…поле и пещера, которая на нем» Быт. 23(19,20). Они были естественного и искусственного происхождения [«сделали себе …пещеры» Суд.6(2)] и имели достаточно большие размеры внутреннего пространства [«…Давид…убежал в пещеру Адолламскую,…и было с ним …около четырехсот человек» 1Ц.(1,2,4)]. Вход в пещеру закрывали камнем (в зависимости от ее назначения) [«…приходит ко гробу. То была пещера, и камень лежал на ней» Иоанн.11(38)]. Пещеры были предметом купли-продажи [«…отдал мне пещеру Махпелу,…в собственность для погребения» Быт.23(9), «…в пещере, которая на поле,…купил Авраам в собственность для погребения,…это поле» Быт.49(29,30,32)]. Климатические условия позволяли людям жить в пещерах, но это было вынужденное существование, так как условия проживания в пещерах не были комфортными [«скитались… по пещерам» Евр.11(38)]. В природных условиях в пещерах обитали звери, животные. Львы в них устраивали свои логовища [«лев…наполняющий добычею пещеры свои» Наум.2(12)]. Здесь находили пристанище и дикие ослы, и стада домашних животных [«будут служить вместо пещер, убежищем диких ослов и пасущихся стад» Ис.32(14),65(4)]. И птицы гнездились во входах в пещеры [«голуби, которые делают гнезда во входе в пещеру» [Иер.48(28)].

Пещера представляет интерес как исторический прообраз жилого дома. Естественная пещера использовалась первобытным человеком без какого-либо усовершенствования. Искусственная пещера уже требовала от человека определенных умственных и физических усилий, а также навыков для ее создания (вырыть, расширить, углубить, сделать удобный вход, обеспечить надежность и безопасность укрытия). В Священном Писании упоминается о многих замечательных пещерах, как, например: Адолламская [1Цар.22(1),2Ц.23(13)], Энгедди [1Цар.24(1-3)], в Македе [И.Нав.10(16], Махпела [Быт.23(9)]. Некоторые из Палестинских пещер имели огромные размеры: так, например, пещера Адолламская была убежищем

более чем для 400 человек, пещера Энгедди – для 600 человек, которые даже не были замечены Саулом. Многие из сохранившихся в Палестине пещер отличаются большой величиной. Иудея того времени изобиловала пещерами. Они были не только временным пристанищем, тайным убежищем, а также, возможно, и безопасным местом во время землетрясений [«И войдут люди в расселины скал и в пропасти земли от страха Господня…, когда Он восстанет сокрушить землю» Ис.2(19,21)].

Внутренняя планировка пещер была разнообразной в соответствии с особенностями ее естественной структуры и функционального назначения. В середине пещеры размещался очаг, который имел не только утилитарное назначение, но и служил смысловым центром этого жилища [3]. Таким образом, пещера как прообраз жилого дома представляла собой простейшее укрытие от дождя, ветра, солнца, зверей для первобытного человека. Пещера как жилье – это пространство, ограниченное сверху, снизу и с боковых сторон горизонтальными и вертикальными плоскостями. Пещеры были каменными (в горах) и земляными (в земле). Они располагались на уровне земли, выше и ниже уровня земли. Пещеры имели естественное и искусственное происхождение. Искусственные пещеры человек делал для усовершенствования внутреннего пространства (расширения, благоустройства) путем выдалбливания, откалывания горных пород, прокапывания земли. Внутреннее пространство пещер имело как простую, так и сложную структуру, то есть пещера состояла из одного или нескольких помещений, разделенных по горизонтали и вертикали. Размеры пещер были различными: от минимального, соответствующего габаритам одного человека (примерно полтора-два куб.метра), до максимального (1,5х400=600 куб.метров). Пещеры имели вход или входы, естественные или искусственные, боковые или верхние, открытые или прикрытые каменной глыбой. Возможно, имелись боковые и верхние проемы в стенах и потолках, через которые проникал свет и воздух, а также удалялся дым от костра. Внутренняя планировка пещер была разнообразной в соответствии с особенностями ее естественной структуры и функционального назначения. В середине пещеры размещался очаг, который имел не только утилитарное назначение, но и служил смысловым центром этого жилища [3]. Пол пещер, вероятно, устилался листьями, травой, шкурами животных в местах длительного пребывания (сон, отдых, общение). Потолок, видимо, подвергался какой-либо поверхностной обработке только при необходимости изменения его конфигурации или высоты. Стены имели шероховатую поверхность, на которой первобытные люди наносили примитивные изображения, что свидетельствует о зарождении декора в доисторический период (хотя они явно носили информационный характер). В пещерах проживали (ночевали) как в одиночку, так и семьями и родами из нескольких семей.

В Библии не дается каких-либо конкретных описаний пещер, однако информация в подтексте подтверждает общепринятое представление о них. Упоминаемые в Библии географические названия местонахождения пещер дали возможность получения достоверной информации о них как о жилищах. Долговечность камня позволила сохранить материальные свидетельства существования единственного типа древнего жилища. Археологи о пещерах как о жилищах имеют достоверные данные раскопок, так как сохранились материальные свидетельства о них (например, древнейшие пещеры Ляско и Нио во Франции, Хорнос де ла Пенья и Сан-Изабель в Испании) [4].

Пещера важна не только как первое жилище человека, но и как неотъемлемый символ Христа Спасителя, который родился в пещере [Лк.2(7)] (здесь упоминаются лишь ясли - кормушка для скота, содержащегося в пещере или специальном загоне, хлеве). Пещера Рождества Христова в Вифлееме – одна из древнейших христианских реликвий, на месте которой был построен Храм Рождества. Две лестницы ведут в маленькую темную пещеру Рождества, освещаемую лампадами. За мраморными плитами и гобеленами можно увидеть грубые камни известняка. По свидетельству Дженни Робертса, археолога-библеиста, многие старые дома в городе построены над вырубленными в известняке пещерами, где содержатся животные. Эти пещеры находятся вровень с дорогой. Вероятно, в такой же пещере родился Иисус Христос, а не в строении, похожем на сарай, каким многие представляют хлев [6].

Яма – углубление в земле [1].

В библейских текстах в 9 книгах Ветхого Завета неоднократно упоминаются ямы различного происхождения и назначения. Из них извлечены следующие сведения. В Библейских текстах ничего не говорится о том, что ямы служили жилищем свободных людей. Они предназначались для содержания пленников: «освобожден будет пленный и не умрет в яме, не будет нуждаться в хлебе» [Ис.51(14)], «бросили его в яму,…опустили…на веревках; в яме той не было воды, а только грязь,…тридцать человек взял, старых негодных тряпок,…лоскутьев и опустил их на веревках в яму,…вытащили на веревках из ямы» [Иер.38(6,10,11,13]. Они также были ловушкой для диких зверей: «скрыли … яму – сеть свою» [Пс.34(7), «(лев) пойман был в яму их» [Иез.19(4)]. Ямы имели большую глубину, на дне ям была грязь или их заполняли воды [Иер.38(6,10,11,13), Суд.15(19), Плач.Иер.3(53,54)]. Сверху ямы могли иметь покрытие, которое предохраняло от попадания в них людей и животных «если кто раскроет яму, или выроет яму и не покроет ее и упадет в нее вол или осел, то хозяин ямы должен заплатить» [Исх.21(33)]. Ямы имели естественное и

искусственное происхождение [Исх.21(33)]. Ямы могли быть собственностью [Исх.21(34)]. Из текстов Библии неясно, какого происхождения смола смоляных пещер (в некоторых переводах их называют «нефтяными колодцами»), упоминается «земляная смола вместо извести» [Быт.11(3)], «осмоли его (ковчег) смолою» [Быт.6(14)], «корзинку… осмолила… смолою» [Исх.2(3)], «превратятся реки его в смолу,… будет земля его горящею смолою» [Ис.34(9)].

Известно, что минеральная смола (или иначе асфальт) добывается в жидком или мягком виде из копей или на поверхности Мертвого моря, отчего греки называют его Асфальтовым озером. Эта смола на воздухе становится сухой и твердой, как известковый раствор. Это свойство смолы подтверждается библейскими описаниями: «И стали у них кирпичи вместо камней, и смола вместо извести» [Быт.11(3)], «взяла корзинку из тростника, осмолила ее асфальтом» [Исх.2(3)]. Минеральная смола в древности употреблялась не только для осмоления судов и как связующее при кладке каменных стен, но и в медицине, по свидетельству Иосифа Флавия. Особенно ею изобиловала долина Сеннаар, как отмечает Страбон в 16-ой книге своей Географии.

В Библии встречаются упоминания о яме только как о месте принудительного пребывания. Яма как жилище была крайне дискомфортна и поэтому предназначалась для изоляции провинившихся, содержания пленников и диких зверей. Ямы были глубокими, сырыми, лишенными каких-либо удобств. Иносказательно образ ямы соответствует злоумышленной ловушке. Тем не менее, этот тип примитивного жилища не изжил себя. В экстремальных условиях человек и по сей день вынужденно использует яму в качестве жилища: примером тому могут служить землянки военного времени, убежища лиц без определенного места жительства как в сельской местности (лесные ямы, прикрытые ветками), так и в городе (ямы при инженерных коммуникациях, приспособленные для ночлега бомжей).

Шалаш – легкая постройка из жердей, покрытая ветками, соломой, травой [1], навес из сучьев и ветвей, со стенами или без них [2].

В Библии встречаются упоминания о шалашах в 4 книгах, о кущах в 6 книгах. Из текстов книг Ветхого Завета известно, что шалаши предназначались для пастухов, сторожей и животных: «А Иаков…для скота своего сделал шалаши» [Быт.33(17)], «Также и пастушеские шалаши разорили» [2Пар.14(15)], «и, как сторож, делает себе шалаш» [Иов.27(18)]. Они были временным и ненадежным пристанищем: «и осталась… как шалаш в огороде» [Ис.1(8)], «жилище мое уносится от меня, как шалаш пастушеский» [Ис.38(12)]. Данные о размерах, вместимости, конструктивном решении шалашей в Библии можно лишь предположительно выяснить из контекста. В текстах Библии упоминается также куща, которая по устройству то же, что и шалаш, однако имеет иное, особенное значение: «Скажи сынам Израилевым … праздник кущей семь дней Господу» [Лев.23(34)], «в кущах живите семь дней …чтобы знали роды ваши, что в кущах поселил Я сынов Израилевых, когда вывел их из Египта» [Лев.23(42-43)]. Есть и сведения о материалах, из которых следовало делать кущи: «пойдите на гору, и несите ветви маслины садовой, и ветви маслины дикой, и ветви миртовые, и ветви пальмовые, и ветви других широколистных дерев, чтобы сделать кущи по написанному. И пошли, и принесли, и сделали себе кущи, каждый на своей кровле, и на дворах своих, и на дворах дома Божия, и на площади у Водяных ворот, и на площади у Ефремовых ворот. Все общество возвратившихся из плена сделало кущи, и жило в кущах» [Неем.8(15-17)]. Интересно заметить, что евреи во время сорокалетнего скитания по пустыне жили именно в шатрах, а не в шалашах, о чем многократно упоминается в книгах «Исход» «Левит», «Числа». О шалашах вообще ничего не сказано в описаниях этого события (возможно, они тоже сооружались по мере необходимости, например, для пастухов, охранников). В этом случае нет однозначного ответа на вопрос, что же подразумевается под кущей: шатер или шалаш? Видимо, можно отнести этот факт на счет неточностей переводов, поскольку в Священном Писании акценты делаются на его духовную суть, а не на материальную. В Новом Завете, события которого происходят в начале 1 века после Р.Х., сохранился шалаш как тип жилища, о чем свидетельствуют слова Апостола Петра: « …и возвел их на гору высокую…При сем Петр сказал Иисусу: Господи! хорошо нам здесь быть; если хочешь, сделаем здесь три кущи: Тебе одну, и Моисею одну, и одну Илии» [Мф.17(1,4)]. В соответствии с назначением шалаши располагались на поле, в огороде, а кущи на городских площадях у ворот, кровлях жилых домов и дворцов, на дворах Иерусалимского Храма, на горе.

Ввиду отсутствия археологических и исторических данных о первых шалашах первобытного человека можно предположить, что они имели простейшую форму объема и, соответственно, планировку внутреннего пространства (прямоугольник, круг). Габариты шалашей, очевидно, определялись природными конструктивными элементами и были соразмерны человеку. Их покрытия могли быть односкатными, двускатными, коническими.

Из вышесказанного следует, что библейские тексты в 19 книгах Ветхого Завета и в 6 книгах Нового Завета содержат сведения о первых типах жилищ первобытных людей: пещерах, ямах, шалашах. Первые упоминания о жилищах появляются после изгнания людей из Рая, очевидно, условия существования в природной среде стали менее комфортными. Причины появления жилищ явно прослеживаются из первой книги Библии «Бытие». Это духовный разрыв с Создателем вследствие грехопадения и, как следствие, изменение условий существования в природной среде и необходимость

защиты от внешних воздействий.

Пещеры как жилища были временным пристанищем для людей, поскольку охота побуждала к перемене места жительства. В них также содержался мелкий рогатый скот. Пещеры имели чисто утилитарное назначение. Они были несовершенным жилищем для человека, но вполне пригодным для его существования. В настенных изображениях пещер проявляются эстетические потребности человека.

Яма как жилище была крайне дискомфортна, и поэтому предназначалась для изоляции провинившихся, содержания пленников и диких зверей. Пещеры и ямы использовались также для погребения умерших людей. Пещеры и ямы имели как естественное, так и искусственное происхождение.

Шалаш как жилище был первым рукотворным временным укрытием, обусловленным образом жизни первобытных людей. Шалаш – это легкое сооружение утилитарного назначения: временное жилище, укрытие для людей и мелкого рогатого скота. Шалаши сооружались по месту из естественных материалов (деревянные колья, сучья, прутья, ветви деревьев и кустарников). Куща по устройству то же, что и шалаш, однако она предназначена исключительно для людей, для избранных людей, и имеет глубокий символический смысл, определенный Самим Богом: евреи должны ежегодно в праздник Кущей семь дней жить в этих кущах в воспоминание об освобождении из вавилонского плена. Этот праздник сохранился и по сей день.

Эти примитивные типы жилищ еще нельзя отнести к архитектурным сооружениям: первые попытки создать жилище были утилитарны, с простым использованием элементов природного ландшафта. Конструктивно-техническим достижением стали землянки и шалаши – они явились прототипами последующих архитектурных форм, обогатившись эстетическими качествами, приобрели эмоциональное и идеологическое значение. [4] Земляная яма и шалаш как архетипы жилища впоследствии нашли генетическое продолжение во всех существующих типах жилищ.

Литература

Канонические книги Библии цитируются по русскому переводу, перепечатанному с издания Московской Патриархии по благословению Святейшего Патриарха Московского и всея Руси Алексия Второго. – М., 2001 и 2004; и сверенному с оригиналами Ветхого Завета на иврите и Нового Завета на греческом языке. – М., 2001 и 2004.

Принятые сокращения названий книг:

Бытие – Быт., Исход – Исх., Левит – Лев., Числа – Чис., Второзаконие – Втор., Иисуса Навина – И.Нав., Судей – Суд., Первая Царств – 1Цар., Третья Царств – 3Цар., Вторая Паралипоменон – 2Пар., Неемии – Неем., Иова – Иов., Псалтирь – Пс., Исайи – Ис., Иеремии – Иер., Плач Иеремии – Плач Иер., Иезекииля – Иез., Ионы – Ион., Наума – Наум., Евангелие от Матфея – Мф., Евангелие от Луки – Лк., Евангелие от Иоанна – Иоан., Послание к евреям – Евр., Откровение Иоанна Богослова – Откр.

1. Ожегов С.И., Шведова Н.Ю.Толковый словарь русского языка. – М.,1992.
2. Брокгауза и Ефрона энциклопедический словарь. – Петербург, 1890-1907.
3. Павлов Н.Л. Алтарь. Ступа. Храм. – М., 2001. – С. 22.
4. Циркунов В.Ю. Об эстетической природе зодчества. – М.,1969. – С. 75, 76, 125, 127, 137.
5. Там же. – С.137.
6. Робертс Д. Библейские земли. Пер. с англ. – М., 2004. – С. 51.

УДК 711.585:69.059.25.38

М.Г. Зейферт

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ЗАСТРОЙКИ ИСТОРИЧЕСКИ СЛОЖИВШИХСЯ ГОРОДОВ

…Гибель или потеря
каждой старинной книги,
каждой картины, каждого
здания делает нас как бы
…немного сиротами,
что ли, обедняет нас.

Артуро Перис-Реверте

В последнее время на смену экстенсивной градостроительной политике с освоением свободных территорий и расширением городов приходит интенсивная политика с приоритетом преобразования сложившихся центральных городских территорий. В Казани эта тенденция стала особенно очевидной в последние два года перед празднованием тысячелетия и в настоящее время.

При интенсивном методе градостроительства наиболее сложной проблемой является реконструкция центральной части города. Процесс этот неизбежен в связи с увеличением численности населения городов, объемов транспортных и людских потоков, размещением в центре города основных общественных учреждений культуры, управления, торговли и т.д.

В связи с этим задачей данного исследования является проблема сохранения исторического города в процессе его обновления.

За основной критерий сохранения индивидуальности города принимается максимально возможный временной вектор, а именно наличие сооружений различных эпох.

Главным принципом развития города является четкая градостроительная политика, соответствующая основному документу – генеральному плану.

Первый генеральный план г. Казани был составлен В.И. Кафтыревым в 1768 г. По этому плану город делится на зоны. В первой зоне, включающей центральную часть, размещались только каменные постройки, а также деревянные с нижним каменным этажом. Во второй зоне, на периферии, разрешалось возводить деревянные дома. Город рекомендовалось застраивать образцовыми (типовыми) домами, часто сблокированными по фасаду. Площади и улицы города должны были застраиваться «сплошной фасадью», однородными смежными домами, что создавало единство городского ансамбля и вносило в застройку упорядоченность. Однако составленный В.И. Кафтыревым проект не охватывал всей территории города, был разработан только для центральной части. В реальности город застраивался не всегда в соответствии с данным проектом.

Второй генеральный план г. Казани был составлен в 1838 г. губернским архитектором Ф.И. Петонди. План предусматривал укрупнение и увеличение количества жилых кварталов, дальнейшее развитие застройки на свободных территориях. Казань развивалась по проекту Петонди вплоть до 1917 г.

После революции генеральный план Казани начал разрабатываться в 1924-26 гг. архитекторами строительного Управления инженеров ТАССР Ф.П. Гавриловым и П.Г. Даниловым. С 1935 г. к разработке генплана подключился институт «Ленгипрогор». Проект был утвержден 19 июня 1941 г. С 1917 г. в Казани значительно увеличилась численность населения (от 200 тыс. чел. до $\approx$700 тыс. чел). Город активно развивался при отсутствии какого-либо плана. Недостатками строительства этого периода является отсутствие ансамблевой застройки, в центре города возводились отдельные дома взамен утраченных, надстраивались старые здания (Гостиный двор на Кремлевской и др.).

В 1949 г. был утвержден эскиз нового генплана г. Казани, разработанный также институтом «Ленгипрогор». Этот генплан дополнялся вплоть до 1965 г.: вместе с ростом города увеличивалась расчетная численность населения, увеличивался процент зданий повышенной этажности, рекомендовались новые территории для застройки. В 1972 г. институт «Ленгипрогор» закончил разработку проекта детальной планировки центра города.

В 2006 г. появился новый проект генерального плана г. Казани, развития города вплоть до 2050 г. Проект разработан специалистами Управления архитектуры и градостроительства г. Казани и выполнен только на 70%.

Проект начали разрабатывать в 1992 г., а в 2002 г. ужесточились требования Градостроительного и земельного кодексов РФ. Поэтому велика вероятность, что через несколько лет город получит очередной устаревший документ.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что разработка градостроительного проекта проводилась непрерывно с 1768 г., однако отставала от

роста и развития города. Десятилетиями город застраивался стихийно, без четкой градостроительной политики, как это происходит и в настоящее время, в ожидании очередного генерального плана.

Второй проблемой застройки г. Казани, как и многих других исторически сложившихся городов, является практически отсутствие заботы о состоянии зданий а, следовательно, большой процент их физического износа. Это относится к застройке разных периодов.

До 40-х гг. памятниками архитектуры, подлежащими сохранению, считались лишь отдельные здания и ансамбли. После Великой Отечественной войны во многих европейских странах поняли, что с разрушенными кварталами и городами исчез отрезок истории и что бережного отношения требуют не только памятники истории и архитектуры, но и рядовая не столь ценная застройка. На конгрессе специалистов по консервации и реставрации памятников архитектуры в 1964 г. в Венеции впервые в международном законодательстве об охране памятников зодчества появилось понятие о среде города, о фрагменте исторической застройки как о комплексном наследии, хотя отдельные сооружения этого фрагмента могли и не представлять собой ценности как памятники архитектуры.

Центр города до 90-х гг. оставался нетронутым, но под сохранением исторически сложившейся застройки подразумевается процесс, поддерживающий жизнеспособность, обновление, реставрацию, ремонт и благоустройство, а вовсе не бездействие. Часть неплохо сохранившейся исторической застройки, находящейся на территории, отведенной под новое строительство, подверглась разрушению. В связи с тем появился даже термин «искусственное руинирование». В результате этого процесса появились целиком разрушенные квартала в центре города. В данной ситуации возможно использование послевоенного опыта восстановления и реконструкции исторических городов Европы и СССР. Было выработано несколько концепций реконструкции в зависимости от степени разрушений.

Первая концепция представляет собой полное градостроительное воссоздание ансамблей и зданий разрушенных городов, с воспроизведением планировочной системы застройки, объемно-планировочных и композиционных решений зданий. В Казани этот подход, используемый в Варшаве, правомерен для разрушенных и разрушающихся в настоящее время памятников архитектуры и истории (при наличии проектов и обмерных чертежей).

Вторая концепция реконструкции застройки – воссоздание объема здания, повторяющего размеры и пропорции своего исторического прототипа, но в упрощенной форме - без претензий на полную имитацию исторической формы. Подобный метод используется в Варшаве, Гданьске, Праге, Кельне. В Казани этот подход возможен для застройки, находящейся в непосредственной близости к памятникам архитектуры, для создания утраченной архитектурной среды.

Третья концепция реконструкции застройки – создание современной трактовки фасадов в пределах традиционных объемных решений исторической структуры города. Использование характерной периметральной застройки кварталов, решенных в едином стиле, сохранение объемных членений и контурных линий исторической застройки при современном решении фасадов. То есть проектирование современных зданий с использованием исторических традиций застройки города. Такой прием широко используется в реконструкции городов Германии, Шотландии, Англии (См. рис.). В Казани этот подход возможен для воссоздания кварталов и отдельных зданий в центре при утерянной малоценной застройке.

Четвертая концепция реконструкции состоит в том, что новые комплексы создаются на свободных территориях. В пределах красных линий, но эти линии не закрепляются объемами застройки, характер которой определяется новыми функциональным содержанием и композицией комплекса.

На основе вышесказанного можно сделать следующие рекомендации по сохранению индивидуальности городской среды в процессе ее интенсивного обновления:

1. Наличие четкой градостроительной политики, препятствующей случайной застройке, особенно в исторически сложившемся центре города.

2. Проведение нового строительства в центральных районах города, что неизбежно, с соблюдением преемственности архитектурной структуры, согласованности с окружающей средой.

3. Исключение механического переноса на новые сооружения элементов прошлых веков, что способствует принижению подлинных старинных памятников архитектуры (это было отмечено в 1958 г. в Москве на V Конгрессе Международного союза архитекторов по проблемам строительства и реконструкции городов).

4. Использование при реконструкции исторических городов традиций функциональных и архитектурных особенностей:

- соблюдение существующих линий застройки;
- строгое регулирование этажности;
- сохранение масштаба застройки;
- поддержание архитектурно-стилевых особенностей застройки, имеющих архитектурно-художественную и историческую ценность.

(Англия, г. Честер)

(Англия, г. Лондон)

(Шотландия, г. Глазго)

Рис. Современное решение фасадов в исторически сложившейся части города

Литература

1. Гутнов А.Э. Эволюция градостроительства. – М.: Стройиздат, 1984. – 256 с.
2. Зейферт М.Г. Градостроительные аспекты реконструкции жилой застройки. // Известия КГАСА, 2004, №1(2). – С. 21-25.
3. Основные принципы сохранения и реконструкции исторической среды городов, реставрации архитектурного наследия. / Под ред. Ю.В. Ранинского. – Труды Российской академии архитектуры и строительных наук. Архитектура, том 2. – М., 1995. – С. 92.
4. Регамэ С.К., Брунс Д.В., Омельяненко Г.Б. Сочетание новой и сложившейся застройки при реконструкции городов / Центр. Н.-и. и проект. ин-т по градостроительсту. – М.: Стройиздат, 1988. – С. 143.

УДК 711.424:712(470.41)

Т.П. Копсова, Т.Ю. Бурова

ОСНОВЫ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКОГО ЦЕНТРА (на примере г. Казани)

Город – это антропогенная экосистема, представляющая собой функциональную, эстетическую и содержательную организацию, которая объединяет человека, архитектуру и природу. Урбоэкосистема (в т.ч. и г. Казань) - глобальная структура, состоящая из элементов природы и взаимосвязанных компонентов, созданных деятельностью человека. Исторический центр (в т. ч. и центр г. Казани) является структурным элементом урбоэкосистемы. Это полифункциональная интенсивно освоенная зона. Ее характерными особенностями являются: коммуникационная и функциональная активность, пространственная ограниченность, уникальность и композиционная значимость.

Исследование особенностей и основных функций исторического центра позволило определить состояние и качество возникающих в нем проблем, влияющих на характер функционирования озелененных пространств, а так же основные принципы и приемы для организации системы озеленения в историческом центре.

В историческом центре существуют четыре уровня проблем. Первый уровень связан с постоянным изменением функциональной ориентации пространств и сооружений. Это приводит ко второму уровню проблем, связанных с изменением коммуникационной структуры, что оказывает непосредственное влияние на изменение экологической ситуации и ухудшение условий комфорта. Впоследствии это может повлечь за собой частичную или полную деградацию территории. В ряде случаев это может привести к невозможности восстановления условий комфорта на данной территории. Это третий уровень проблем, который носит экологический характер. Четвертый уровень проблем связан с сохранением композиционного статуса исторического центра. Изменение функционального состава пространств, зданий и системы транспортных коммуникаций приводит к изменению силуэта центра, перераспределению композиционных доминант, что негативно отражается на целостности ансамбля исторического центра.

В процессе функционирования исторического центра происходит нарушение естественных взаимосвязей между природным ландшафтом и урбанизированным пространством. Это приводит к изменению состояния относительного экологического равновесия в городской экосистеме. Одним из путей решения проблемы по сохранению экологического равновесия может быть процесс формирования полноценной системы озеленения. Для построения системы озеленения сформулированы следующие принципы:

Принцип "Целостности построения" определяет формирование системы зеленых насаждений в виде взаимосвязанной структуры. Тип планировочной структуры озеленения формируется в соответствии с особенностями функционирования и архитектурно-планировочной организацией города, в рамках развития его каркаса.

Принцип "Структурности элементов" определяет необходимость зонирования элементов системы озеленения и дифференциацию их по местоположению в городской структуре. Согласно данному принципу стратифицируется тип элемента и форма его функционально-пространственной организации.

Принцип "Взаимообусловленности элементов" отражает системность построения озелененных пространств (элементов). Он направлен на совершенствование взаимосвязей функциональных пространств города путем логического построения элементов системы озеленения.

Принцип "Дифференциации приемов" указывает на приоритетность выбора приема по формированию озеленения. Он позволяет организовать элементы системы озеленения в соответствии с конкретными градостроительными условиями.

Принцип "Учета современных технологий" определяет проектирование системы озеленения с применением современных технологий, способов и новых приемов биотехники с целью обеспечения роста и долговечности растений.

При решении вопросов озеленения территории в рамках системного подхода мы выделяем два основных приема по организации системы озеленения: **функционально-планировочный и композиционно-визуальный**. Приемы определяют типы планировочных структур озеленения и формы его пространственной организации.

На основе функционально-планировочного приема формируется схема, которая учитывает величину и планировочный характер посадок, а также их утилитарное и санитарно-защитное назначение. На основе композиционно-визуального приема производится расстановка композиционных доминант и организация визуальных ориентиров при корректировке видового состава растительности и формы посадок.

При формировании системы озеленения мы стратифицируем все составляющие ее элементы на зональные, узловые, связевые и фильтры.

Зональные элементы формируют пространство с целью функциональной организации территории

(рекреационная, хозяйственно-бытовая, спортивная), улучшения качества среды и создания композиционных доминант. **Узловые элементы** системы озеленения расположены в местах пересечения транспортно-пешеходных коммуникаций города и визуально-композиционных осей. **Связевые элементы** предназначены для организации взаимосвязи зональных и узловых элементов. Они, как правило, достаточно протяженны и имеют главную ось. Организация связевых элементов предпочтительна в условиях, требующих создания визуальных или аэрационных коридоров, а также при формировании средозащитного озеленения. Основу связевых элементов составляют пешеходные и транспортные пути.

Одним из особых элементов системы озеленения является зеленый фильтр. **Зеленый фильтр** – это линейный элемент, выполняющий средозащитную функцию. Его отличительной особенностью является то, что он отмечает пограничное состояние двух сред как во времени, так и в пространстве. С одной стороны, он формируется в условиях критического состояния, которое является пограничным. С другой стороны, только элемент, находящийся на границе пространств, можно отнести к категории фильтра. Основными свойствами зеленого фильтра являются *устойчивость, живучесть, гибкость и линейность*. Он способствует повышению уровня комфорта среды и позволяет установить необходимое количество гибких динамических связей между элементами города и системы озеленения.

Формирование каждого элемента озеленения при построении общей модели системы озеленения определено *типом городского пространства, требованиями*, предъявляемыми к нему, *уровнем и состоянием проблем*. При этом функциональная ориентация озеленения, формирование планировочных схем, использование приемов и форм по организации озеленения в стесненных уникальных условиях исторического центра зависит от его градостроительных и социальных особенностей.

Для построения теоретической модели озеленения спроектирован алгоритм, состоящий из пяти этапов.

I этап: определение типа и качества пространства общегородского центра, формирование требований с учетом его дальнейшего функционирования, выявление существующих проблем.

II этап: выделение территории, подходящей для озеленения, определение её функционального назначения.

III этап: формирование планировочной модели на основе общих принципов построения и функционально-планировочного приема.

IV этап: организация пространственной модели на основании полученной плоскостной модели с учетом композиционно-визуального приема.

V этап: определение типа посадки и вида растительности, с учетом объективных свойств растительности.

На основании вышеизложенных принципов и приемов нами разработана теоретическая модель системы озеленения для исторического центра г. Казани, которая представляет собой полицентрическую структуру смешанного композитного типа. Так, например, линейные элементы и фильтры могут быть организованы по основным коммуникационным направлениям центра, таким, как: ул. Баумана, Лево-Булачная, Право-Булачная, Кремлевская и Ярмарочная. Главные направления линейных связей, совпадающие с направлениями основных коммуникаций, ориентируются на Кремль. Это позволяет сохранить и усилить композиционную значимость центра, и, вместе с этим, обеспечить достаточную степень пешеходной и транспортной доступности.

Местоположение и площадь основных зональных элементов ограничены пространством Ярмарочной площади, площади 1 Мая, открытым пространством около ЦУМа, Стадиона, цирка, Дворца спорта, подольной части Кремля. Возможность использования таких элементов также вероятна при сносе ветхой застройки по улицам Кирова, Т.Гиззата, Парижской Коммуны и др. Предполагается также организация зеленых фильтров в пограничных условиях отдельных зональных элементов озеленения (например, для условий сквера и открытого пространства пешеходной площади).

Узловые элементы предполагается сформировать при главных входах крупных общественных сооружений (таких, как ЦУМ, Стадион, Цирк и Кремль), а также в местах остановок общественного транспорта на данной территории.

Таким образом, организация системы озеленения в общегородском центре г. Казани стимулирует процесс общей оптимизации и оздоровления городской среды, придает ему характер не спонтанной, а систематически организованной целенаправленной деятельности.

Литература

1. Анисимова Л.В. Городской ландшафт. Социально-экологические аспекты проектирования: Учеб. пособие. – Вологда: ВоГТУ, 2002. – 192 с.: ил.
2. Гутнов А.Э., Лежава И.Г. Будущее города. – М.: Стройиздат, 1977. – 126 с.: ил.
3. Иванова Н.В. Эколого-эстетические основы регионального проектирования озеленения города: Учебное пособие/ ВолгГАСА. – Волгоград, 2000. – 96 с.: таб.
4. Залесская Л.С., Микулина Е.М. Ландшафтная архитектура. – М.: Стройиздат, 1979. – 274 с.: ил.
5. Маслов Н.В. Градостроительная экология: Учебное пособие для строительных вузов. – М.: Высшая школа, 2003. – 284 с.: ил.
6. Нефедов В.А. Ландшафтный дизайн и устойчивость среды. – СПб., 2002. – 295 с.: ил.
7. Яргина З.Н. Градостроительный анализ. – М.: Стройиздат, 1984. – 244 с.: ил.

УДК 728.2-05

Т.П. Копсова, С.Г. Короткова

О ПРОБЛЕМАХ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИЛОЙ СРЕДЫ ДЛЯ СЕМЕЙ С ДЕТЬМИ, ИМЕЮЩИМИ ПСИХОФИЗИЧЕСКИЕ НАРУШЕНИЯ

На сегодняшний день, согласно действующим СНиП 31-01-2003 и СНиП 35-01-2001, реализуется комплекс архитектурно-планировочных мероприятий при проектировании и адаптации квартир для инвалидов. Регламентируются требования к участку, к адаптации жилых зданий и помещений. Однако все нормативные и рекомендательные документы в основном затрагивают инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, часть требований адаптирует среду жизнедеятельности к нуждам слабовидящих, незрячих и глухих. Между тем, группы инвалидов - “неколясочников” с болезнями нервной системы и органов чувств, психическими расстройствами и врожденными аномалиями остаются вне поля зрения существующих норм. Особое значение имеет определение структуры общего контингента инвалидов по классам болезней в различных возрастных группах.

Структура контингента инвалидов в возрасте 16-19 лет следующая: 1-е место занимают инвалиды вследствие психических расстройств - 50%, 2-е место - вследствие болезней нервной системы и органов чувств - 13,6%, 3-е место - вследствие болезней эндокринной системы и системы кровообращения - 9,1%, 4-е место - вследствие новообразований, болезней органов дыхания - 4,6%, 5-е место - вследствие травм и врожденных аномалий - 4,5%. В составе контингента инвалидов в возрасте 20-29 лет и 30-39 лет также преобладают инвалиды вследствие психических расстройств, болезней нервной системы и органов чувств. С учетом того, что основную часть (не менее двух третей) детей-инвалидов по России составляют дети с расстройствами психики и нервной системы и дети с множественными нарушениями, численность взрослых инвалидов с психофизическими нарушениями будет возрастать.

Детская инвалидность влечет за собой наибольшие экономические потери для общества. Между тем, за последние годы прогрессирующе ухудшается состояние здоровья детского населения. На многих территориях России удельный вес детей-инвалидов составляет 1,5% от всей детской популяции. Не исключение и Республика Татарстан: по уровню детской инвалидности в регионах ПФО Татарстан занимает одно из ведущих мест наряду с Коми-

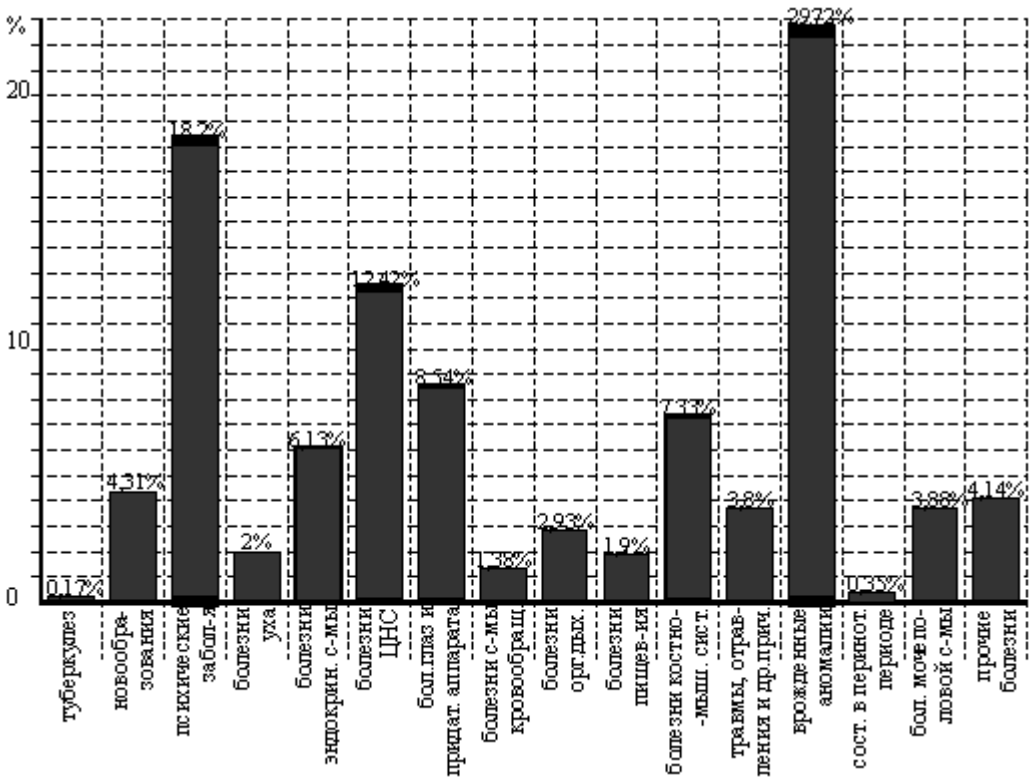


Рис. 1. Структура первичной инвалидности по нозологическим формам у детей за 1 полугодие 2004 г. в Республике Татарстан (по данным Министерства социальной защиты населения РТ)

Рис. 2. Мероприятия по реабилитации детей-инвалидов

Пермяцким АО, Республикой Мордовия, Республикой Марий Эл и др.

Структура первичной инвалидности по нозологическим формам (рис. 1) дает представление о структуре причин детской инвалидности по обусловившей её патологии. Первое ранговое место занимают врожденные аномалии развития; второе – психические расстройства; третье – болезни центральной нервной системы.

Сложность проблемы заключается в том, что все инвалиды различаются по возрасту, по видам заболеваний или дефектам развития, по дееспособности, социальной активности и другим особенностям. Поэтому только на основании тщательного социального исследования и выявления потребностей разных групп инвалидов возможно решение проблемы создания для них архитектурной среды, способствующей формированию психологического комфорта, реабилитации и социальной адаптации, обеспечивающей полноту жизни и свободы среди здоровых людей. Существуют определенные системы учебно-воспитательного и лечебно-восстановительного процесса, выполнен целый ряд социальных исследований по проблеме детской инвалидности, тогда как в области архитектуры нового адаптированного типа жилища сделано мало.

В структуре комплексной реабилитации детей-инвалидов, как показано на рис. 2, выявлены мероприятия, в которых должны участвовать и объемно-пространственные решения жилой среды.

Понятие “инвалидность у детей” подразумевает нарушение развития основных физиологических процессов детского организма, ограничение познавательной, игровой, конструктивной деятельности, препятствующей воспитанию, обучению и приобретению навыков [1]. Для того, чтобы компенсировать эти нарушения, необходим комплекс социально-средовых факторов и мероприятий, позволяющих в той или иной степени реализовать потенциальные способности больного ребенка. При организации реабилитации и абилитации необходимо решение проблем, касающихся не только ребенка, но и его семьи. Для такой семьи необходимо “иное” жилье с принципиально “иными” габаритами, отделкой интерьера, мебелью и т.д.

Выбор того или иного типа жилища, внедрение новых перспективных типов жилищ полностью зависит от социально-демографических характеристик семей, воспитывающих ребенка с психофизическими нарушениями; эргономических особенностей и особенностей поведения ребенка с отклонениями, а также от рекомендаций и показаний специалистов медико-социальной экспертизы.

Основная доля детей-инвалидов имеет удовлетворительный реабилитационный потенциал, причем удовлетворительный и низкий реабилитационный потенциал означает потребность детей в постороннем участии и дополнительной помощи для более полноценного взаимодействия с социальной средой. Вероятность реализации реабилитационного потенциала определяет реабилитационный прогноз. 63% детей с нарушениями поставлен благоприятный или относительно благоприятный реабилитационный прогноз. Вся реабилитационная работа с детьми рассчитана на ежедневные действия, которые родители должны проводить в домашних условиях при участии специалистов по реабилитации [2].

Ряд проведенных социологических исследований детской инвалидности на территориях Поволжья

показал, что 2/3 обследованных инвалидов были из полных (нуклеарных) семей, представленных супружеской парой с детьми. После рождения больного ребенка основная часть женщин (71%) не планирует больше иметь детей. По численному составу преобладали малые семьи (от 2 до 4 человек) – 80,9%. Каждый второй ребенок был из однодетной семьи. Наличие ребенка-инвалида влияет на психологическую обстановку. Конфликты возникают прежде всего из-за материальных затруднений – 56,3%, отсутствия взаимопонимания супругов – 24,4%, жилищных проблем – 20,8%, вопросов, связанных с воспитанием, уходом и лечением ребенка – 19,3%. Вместе с тем у преобладающей части матерей (84,9%) не возникало мыслей отдать своего ребенка на воспитание в детский дом-интернат или отказаться от него [1].

Болезни ЦНС, психические заболевания, врожденные пороки развития разнообразны, однако особенности поведения детей с психофизическими нарушениями имеют много общих проявлений. Практически все больные имеют двигательные нарушения (например, не могут выполнить задание на пространственную ориентировку, не осваивают схему тела и направление), нарушения координации, эпилептиформные припадки, при некоторых заболеваниях занижен или повышен порог чувствительности, часты интеллектуальные нарушения, дефекты зрения и слуха. ДЦП является основной причиной детской инвалидности по классу нервной системы и органов чувств. Нарушение регуляции мышечного тонуса ведет к глубокому дисбалансу координационных отношений мышц у больных ДЦП при стоянии и особенно, при ходьбе [3].

Учитывая специфику поведения таких детей, требуются разработки нормативного и рекомендательного характера в области проектирования жилой среды, в которой воспитывается ребенок с психофизическими нарушениями. При этом требуется изучение антропометрических параметров, необходимых для развития, обучения и воспитания особого ребенка. Исследования в области поведенческих и эргономических особенностей детей, имеющих отклонения в психофизическом здоровье, позволят разработать предложения по типам жилищ и объемно-пространственной среде для семьи, воспитывающей ребенка-инвалида. Это поможет создать архитектурно-планировочные решения жилища, оптимальность светового и цветового режимов, комплекс условий для обеспечения физического здоровья и душевного равновесия, в том числе и дизайн интерьера, способствующий абилитации ребенка. Надо думать, что жилая среда, комфортная для семьи с особым ребенком, оптимальна также для обычной семьи.

Литература

1. Камаев И.А., Позднякова М.А. Ребенок-инвалид: организация медико-социального обеспечения. – Ниж.Новгород, 2004. – С. 247.
2. Основы формирования индивидуальной программы реабилитации ребенка-инвалида. (Сборник методических материалов) / Отв. редактор Андреева О.С. – М., 2000. – С. 25.
3. Исанова В.А. Нейрореабилитация (руководство по медико-социальной и педагогической реабилитации). – Казань: “Плутон”, 2004. – С. 288.

УДК 726:72.035

В.А. Кузнецова

НЕОРОМАНТИЗМ В АРХИТЕКТУРЕ: СИНАГОГИ В ЦЕНТРАЛЬНЫХ И ВОСТОЧНЫХ ГУБЕРНИЯХ РОССИЙСКОЙ ИМПЕРИИ

NEO-ROMANTICISM IN ARCHITECTURE: SYNAGOGUES IN CENTRAL AND EASTERN RUSSIAN PROVINCES

Kuznetsova Vera
Director of the Center for Sacred Space Studies
Kazan State University of Architecture and Engineering

«Eclecticism was a symptom of the waning influence of nationalistic romanticism» [1].

Rachel Wischnitzer

ABSTRACT

Повышенный научный интерес к традиционной культуре, как в зарубежных, так и в отечественных исследованиях, глубоко симптоматичен. В условиях нарастающей унификации духовной и материальной культуры становится актуальным интерес к этнической идентичности, получивший название этнического парадокса современности и затронувший население множества стран на всех континентах. Начиная со второй половины XX века, этническое возрождение рассматривается как одна из основных черт развития человечества. Всплеск осознания своей этнической идентичности проявляется в самых разных формах: от попыток реанимации старинных обычаев и обрядов, фольклоризации профессиональной культуры, поисков «загадочной народной души» до стремления создать или восстановить свою национальную государственность.

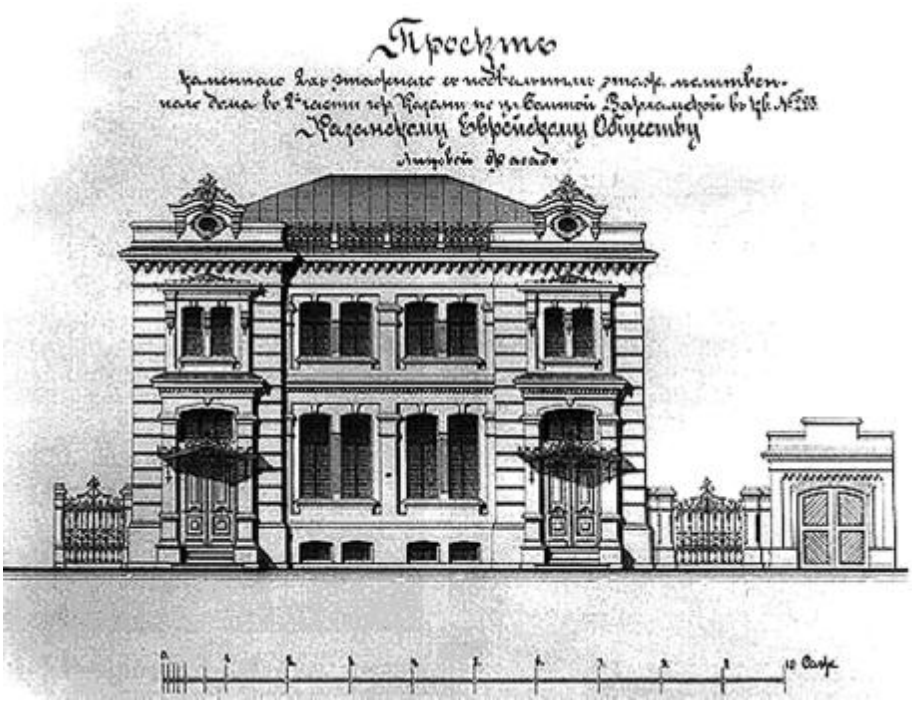


Fig. The Synagogue in Kazan (Modernism)

INTRODUCTION

Today's heightened scholarly interest in traditional cultures is deeply symptomatic of cultural change, in both foreign and domestic research. As spiritual and material culture becomes more homogeneous, interest arises in ethnic identity. This ethnic paradox has affected all countries. Since the mid-twentieth century, ethnic revivals have been considered basic features of human development. Perception of the ethnic identity is expressed in forms varying from attempts to reanimate ancient customs and ceremonies, adding folkloric elements to sophisticated culture, looking for the mystical national soul, and aspiring to create or restore the national state system.

Characteristics differentiating a particular ethnos include language, moral values and norms, historical memory, religion, notions of the native land, myths about common ancestors, national character, and national and professional art forms. Architecture is one of the most ancient and significant arts because of its constant presence and therefore, its influence. Unlike painting or sculpture, its artistic images do not reproduce specific phenomena of reality. The figurative language of architecture reflects wide generalizations of social laws and relations, embodying not the experiences of an individual, but ideas and emotions that have general value for the group, the larger society, or the epoch. Architectural history deals with the dynamic interaction of continuous changes in cultural archetypes. In the Volga and Ural regions and Siberia, these archetypes are evident in the forms of synagogue architecture.

OBJECTIVES

The main purpose of our work is to consider some influences on the principles of synagogue architecture in the Russian empire's internal provinces in the late nineteenth and twentieth centuries. (Most synagogues in these regions were built in this period). At this time, changes in living standards and contradictions increasing in society formed the background for noteworthy changes in the main artistic tendencies, and these changes affected synagogue design.

HISTORICAL ASPECT OF RESEARCH

The growth of national consciousness and the crisis in state ideology at that period paralleled the growth of personal and national consciousness. E. Barnavy found the Jewish national revival in the late nineteenth and early twentieth centuries inevitable. Jewish nationalism was an aspect of emancipation. Under the influence of religious neo-romanticism, many Jewish intellectuals tried to rescue Jewish religious culture from oblivion. M Levy defined romanticism as a protest against industrial capitalist civilization by promotion of certain values of the past.

Jews began to enter the internal provinces in large numbers following Alexander II reforms. This was a migration of economically active and independent people. Being afraid of intensive Jewish settlement in these internal provinces, the government introduced complicated requirements before religious ceremonies could be held. Until the end of the nineteenth century, there were neither permanent synagogues nor rabbis in many cities. Moreover, the community itself was not homogeneous. It was divided between those with permission to reside permanently and those with only temporary residence permits. Permanent residence beyond the Pale of Settlement was allowed to Jewish university graduates, to merchants of the first and second guilds (i.e. not to small tradesmen), to Jews who were foreign citizens, to masters and handicraftsmen, and to retired Russian army veterans of the lower ranks. Other Jews could live in the internal provinces only temporarily, although their intensive migratory and economic activity continued, as there was constant interchange with Jews within the Pale. This inorganic construction of Jewish communities resulted in a mentality more like that of western society than of central and eastern Russia. Feelings of freedom, personal sovereignty, enhanced attention to individual uniqueness, and the cult of individuality were evident. But the uncertain communal organization made difficult the position of Jews in the local environment. Normally, Jews would have been a closed ethnic group as they were, for example, in Eastern Europe. There, Jews had more naturally formed communities. They had traditional forms of identification and consequently their own style in art and architecture. In the different environment of central and eastern Russia, there existed for Jews the risk of their dissolution in another cultural environment. This danger became aggravated because the Jews were remote from the great bulk of their co-religionists in the Pale, and they had to adapt to another culture. Besides a number of laws forbade Jews to settle in compact groups; if they were isolated, they were in danger of being absorbed in the larger society. A synagogue guaranteed cultural preservation for these enterprising and worldly Jews, who despite their activity in Russian society wanted to continue as Jews and to transmit a distinctive heritage to the following generations.

The synagogue was therefore necessary not only as an establishment for prayer but also as a symbol of preservation of group consciousness. The synagogue became the custodian of identity. It played a principal—perhaps even an exclusive—role in the rallying of Jews and the preservation of their identity. These educated Jews envisioned identity through the prism of romantic literature, and thus focused on mystical, apocalyptic, and anti-bourgeois aspects rather than rational and institutional aspects. Special attention was given to Messianism, which, according to Martin Buber (the Prague society «Bar - Kokhba»), represents the deepest and most original idea in Judaism. Messianism is the theme that comprises all aspects of «Sturm und Drang» in Judaism.

It is expressed in the aspiration for an absolute future when universal truth triumphs. This romantic Messianism explains the adherence of the Jewish intellectuals to social utopias. Music, painting, theatre and architecture convey the basic moods and tendencies of this period precisely.

Thus, in central and eastern Russia, the traditional model of Jewish self-identification does not apply. There, the Jew who wanted to enact his Jewishness, needed to connect his identity with the synagogue. We can thus safely assume that in synagogue architecture there would consequently be seen figurative-symbolic ideas and images reflected in architectural forms creating a neo-romantic idea of rescuing Jewish religious culture.

CULTURAL STUDIES APPLIED TO THIS RESEARCH

The romantic art system was based on the synthesis of art, philosophy and religion. Around the year 1900, the so-called neo-Romanticism appeared. It did not represent an integrated aesthetic system; its appearance was a result of various artistic movements. During the era of romanticism, religious architecture was thought to express, or even symbolize, national character.

At the end of the nineteenth century appeared a first phase of eclecticism in Russia, with two components—romanticism and historicism. “Romanticism” defines architecture as expressing a complex of philosophical, historical, and artistic ideas. “Historicism” is understood as orientation to certain historical prototypes, modeling modernity on an idealized historical past. Both tendencies were realized in central and eastern Russian synagogue architecture. For example, in 1895 the Jews of Saratov built a synagogue in an oriental style, while in 1903, the Choral Synagogue of Samara was more or less Moorish.

The modernist style replaced eclecticism, but modernism in Russia had only a short life, from the early twentieth century to the First World War. Under “modernist style” we include various tendencies connected by common ideological aspirations affected by national - romantic movements and by Symbolism, a separate current in West-European art in 1870-1880. However even in 1830-1880, national romanticism promoted historicism and eclecticism, and symbolism of some kind is inherent in art, particularly in architecture.

In Russia, as well as in other countries, a choice of style connoted freedom, and consequently became popular. National romanticism was generally based either on the arts of notable periods from national history and architecture or on exotic eastern styles that had attracted architects and designers since the eighteenth century. In all countries, national heritage was renewed and reinforced by the idea of a national language of architecture, a protest against the universal and supra-national classicism.

Thus, in Russia near the turn of the century, the formal language of nearly all architectural styles and epochs was introduced into building., and thus also into synagogue architecture.

CONCLUSIONS

Changes in Jewish history have led to the appearance of new forms of identification, and one manifestation is the construction of large and small synagogues in central and eastern Russia, which became symbols of the preservation of national consciousness.

Given the cultural and historical situation in Russia at the end of the XIX century we can confidently assume that neo-romantic ideas and concepts in the minds of the Jewish intelligentsia influenced the synagogue architecture of this period. Their ideas are expressed in neo-Gothic, Moorish, Russian-brick, and other styles. A synagogue is nevertheless a contradictory element of identification. On the surface, all is very simple: «The outside is for the public; the inside is my own.” But “my own” varies, depending on the specific Jewish community, the local Jewish environment, and the functional and spatial organization of the synagogue.

ACKNOWLEDGEMENTS

I am grateful to Director of the Center for Jewish Art Prof. Aliza Cohen-Mushlin, for her suggestion to start this research and Prof. Carol Herselle Krinsky who also offered advises about this article.

BIBLIOGRAPHY

1. Rachel Wischnitzer. The Architecture of the European Synagogue. The Jewish Publication Society of America. Philadelphia, 1964.
2. Carol Herselle Krinsky. Synagogues of Europe / Architecture, History, Meaning / The Architectural History Foundation, New York, New York/The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, and London, England, 1985.
3. Барнави Э. Сионизм. // Евреи и XX век. Аналитический словарь под ред. Э. Барнави и С. Фридлендера. – М., 2004. – С. 214.
4. Лёви М. Средняя Европа. // Евреи и XX век. Аналитический словарь под ред. Э. Барнави и С. Фридлендера. – М., 2004. – С. 535- 540.
5. Карп В., Карп О. Взлет и крах еврейского экспрессионистского театра. // http://zhurnal.lib.ru/p/ppjap_p_p/aaa1.shtml.
6. V. A. Dymshits. “Canon and Freedom of Creativity in Traditional Art of Jews of the East Europe”. // http://www.judaica.spb.ru/artcl/a9/iskvosevr_r.shtml.
7. Хасин В.В. Погром 1905 года в Саратове. Итог социальной адаптации евреев во внутренних губерниях. // Международный семинар. – Казань: КГАСА, 2004.
8. Соколова А., Дымшиц В. Каменные синагоги XVI-XVIII вв. на Украине и в Белоруссии. // http://www.judaica.spb.ru/artcl/a6/archsyn_r.shtml
9. М. Членов. Особенности еврейской самоидентификации. // http://www.index.org.ru/journal/11/chlenov.html.

УДК: 728.24

Ф.Д. Мубаракшина, А.Н. Тугулёва

БЛОКИРОВАННЫЕ ЖИЛЫЕ ДОМА С ОБЪЕКТАМИ МАЛОГО БИЗНЕСА

Создание благоприятных условий труда, быта и отдыха населения является важной социальной задачей общества. Улучшение жилищных условий и обеспечение населения культурно-бытовыми услугами обуславливают рост потребности в новых архитектурно-планировочных и конструктивных решениях жилых домов. В этой связи блокированные жилые дома с дополнительными функциями (со встроенными магазинами, аптеками, мастерскими, клиниками и т.п.) являются перспективными и актуальными.

Блокированный жилой дом – это здание квартирного типа, состоящее из двух и более блоков-квартир, изолированных друг от друга, каждая из которых имеет непосредственный выход на приквартирный участок. Приквартирный участок служит частью семейной жилой ячейки, ее открытой площадкой, предназначенной для отдыха.

Блокированный жилой дом с дополнительными функциями – это такой жилой дом, который одновременно совмещает в себе и жилье, и место работы хозяина. Такой дом имеет свои преимущества по отношению к обычному жилому дому: в таком жилье хозяин экономит время на передвижение до работы, у него отсутствует арендная плата за рабочие помещения, есть возможность организации продажи своих услуг непосредственно в жилье.

Блокированная жилая застройка обладает целым рядом положительных качеств. С одной стороны, люди, живущие в таком доме, чувствуют себя уединенно, имеют собственный вход в дом, свой участок, отдельный гараж и въезд в него. С другой стороны, компактный план блокированного жилья позволяет жильцам общаться с соседями и чувствовать себя членом коллектива жильцов, жить в жилом многоквартирном доме. К плюсам блокированного жилья следует отнести также значительное уменьшение периметра наружных стен (это дает существенное снижение стоимости жилья), более простые и технологичные строительные конструкции, сокращение расходов по уборке и озеленению территории, сквозное проветривание квартир, неограниченную ориентацию. Простая конструктивная схема блокированных домов с повторяющимися типовыми ячейками хорошо подходит для применения сборных элементов.

По своей функциональной организации блокированный жилой дом с помещениями для трудовой деятельности делится на две функциональные зоны: жилую и производственную. Жилая зона, в свою очередь, делится на дневную и ночную и состоит из жилых, подсобных, санитарно-гигиенических и вспомогательных помещений. На первом этаже, как правило, располагают помещения дневного пребывания, такие, как: входной тамбур, прихожая, гостиная, кабинет для работы, кухня-столовая, кладовая. На втором этаже проектируют спальни, рабочие комнаты (кабинеты), игровую, гардеробные, санузлы. Цокольный этаж отводится под хозяйственную кладовую, топочную с котлом, сауну, постирочную, мастерскую и гараж. С первого этажа, как правило, из кухни делают выход на приквартирный участок.

При проектировании состава дополнительных помещений производственного назначения в структуре блокированного жилого дома необходимо, прежде всего, учитывать специфику того или иного трудового процесса, который ложится в основу проектирования производственных помещений.

Дополнительной функцией в структуре дома может быть: частная клиника, продуктовый или промтоварный магазин, ателье, мастерская, кондитерская, аптека, оранжерея, стоматологический кабинет, домашний детский сад и другие объекты малого бизнеса. Для развития сети обслуживания в блокированном доме и удобства в эксплуатации, помимо организации ряда дополнительных помещений, необходим и отдельный вход с тамбуром, приемной и гардеробом.

Говоря о составах помещений для производственной зоны блокированного жилого дома с дополнительной функцией, следует отметить их большое разнообразие. Например, в состав частной клиники могут входить комната ожидания для клиентов, приемная, кабинеты, лаборатория, процедурная, стерилизационная, санузел. Производственные помещения ателье включают, помимо тамбура-входа, примерочную, кабинет художника-модельера, швейный цех, закроечную, склад тканей и фурнитуры, санузел. В домашнем детском саду необходимы помещения для игры, занятий, питания, отдыха и сна детей.

Анализ зарубежного опыта проектирования жилища с объектами малого бизнеса выявляет, что наиболее характерными являются встроенные в жилище предприятия торговли, питания, медицинской помощи, бытовых услуг и различного вида обслуживания. Это мини-маркеты и ателье в Польше, небольшие кафе быстрого питания в Венгрии, частные клиники, парикмахерские в Германии.

Рис. Пример блокированного дома с обслуживающими функциями

В качестве примера можно рассмотреть сельский магазин в Польше. Основное торговое помещение, склад и конторское помещение магазина находятся на первом этаже, здесь же размещается санузел и некоторые другие мелкие подсобные помещения. Вход в магазин организован с первого этажа со стороны улицы. Жилая зона расположена в мансарде и имеет отдельный вход с первого этажа. Подобная функционально-пространственная организация дома такого типа обеспечивает жильцам наибольшие удобства для проживания и работы.

Отечественный опыт проектирования жилища показывает, что проекты такого типа жилых зданий с местами приложения труда разрабатывались в 90-х годах институтом ЦНИИЭП жилища и ЦНИИЭПгражданселькстрой. Они так же, как и в примерах зарубежного опыта, представляют индивидуальные жилые дома с местами приложения труда. Известны популярные проекты дома архитектора, дома врача, дома корчмаря и другие. Однако проектирования помещений для трудовой деятельности в структуре блокированных жилых домов крайне редки, а те, что имеются, не заслуживают серьезного внимания.

На кафедре Архитектуры КГАСУ авторами в рамках методической работы на курсовом и дипломном проектировании разработаны проекты блокированного жилья с объектами малого бизнеса. На рисунке 1 приведен пример подобного архитектурно-планировочного решения. Предлагаются шесть типов домов с объектами малого бизнеса в их составе. Это продуктовый и промтоварный магазины, ателье, аптека, частная клиника и стоматологический кабинет. Под все эти функции отведен первый этаж блокированного жилого дома.

Продуктовый магазин в структуре имеет торговый зал на одного продавца площадью 30 м^2, складские помещения с тамбуром с противоположной стороны дома для загрузки товара, отдельный вход для жилой зоны также находится на первом этаже.

Промтоварный магазин в своем составе также имеет торговое помещение площадью 30 м^2, склады, кладовую, санузел.

В составе аптеки, помимо торгового зала, есть помещения для хранения медикаментов, провизорская и кладовая с холодильной камерой.

Ателье запроектировано с раздельными входами для хозяина дома и посетителей, с приемной и

примерочными площадью около 30 м^2, пошивочным цехом с закроечной, складом тканей и фурнитуры, готовых изделий и санузлом.

В состав частной клиники и стоматологического кабинета входят помещения регистратуры, лечебные кабинеты, процедурные, подсобные помещения, санузел.

Литература

1.Маклакова Т.Г., Нанасова С.М., Шарапенко В.Г. Проектирование жилых и общественных зданий: Учеб. пособие для вузов / Под редакцией Т.Г. Маклаковой. – М.: Высшая школа, 1998. – 400с.: ил.

2.Архитектурное проектирование жилых зданий: Учеб. для вузов / М.В. Лисициан, В.Л. Пашковский, З.В.Петунина и др.; под ред. М.В. Лисициана, Е.С. Пронина. – М.: Стройиздат, 1990. – 488 с.:ил.

3.Молчанов В.М. Теоретические основы проектирования жилых зданий: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ростов н/Д: “Феникс”, 2003. – 240 с.: ил. – (Серия “Учебные пособия”).

4.Согомонян Н.М. Сельские жилые дома с местами приложения труда. // Жилищное строительство, 1993, №2.

УДК 726.54.036.01

Н.М. Шавалиева, Е.В. Савельева

РОЛЬ СИМВОЛА В ФОРМИРОВАНИИ ОБРАЗА СОВРЕМЕННОГО ПРАВОСЛАВНОГО ХРАМА

Современное храмостроительство предполагает современное видение. Возникает вопрос: каково оно, современное видение? Ведь оно должно отражать и социальный заказ, и характер эпохи. Архитектуры не бывает вне времени, поэтому ее называют «историей в камне». Архитектура должна быть эпохальной, соответствовать своему времени, в том числе и культовая архитектура как один из основных типов официальной архитектуры во все времена. Анализ студенческих работ по культовой христианской архитектуре в целом и православной в частности показал, насколько символ определяет качество архитектуры, отражая при этом современное религиозное представление. При разработке учебного проекта культового сооружения в рамках образовательной программы студенты сталкиваются с рядом затруднений: как отразить современное отношение человека к церкви тогда, как церкви всегда строились и строятся в соответствии с определенным каноном. Христианской символикой наполнено все церковное богослужение, вся жизнь церкви. Через символы верующим приоткрывается всегда живущая в церквях духовная реальность. Православная символика не просто иллюстрирует Божественную литургию – в первую очередь она раскрывает духовные истины, содержащиеся в Евангелии и учении Церкви, сообщает догматическое видение Церкви о мире небесном и земном, о Боге, Его отношении к миру и человеку. Иными словами, в земных вещественных знаках и образах церковная символика являет догматическую картину мира, содержащуюся в православном вероучении. Церковный символ соответствует своему небесному или божественному первообразу, имеет в себе благодатное присутствие Божие и тем самым исполняет свое предназначение.

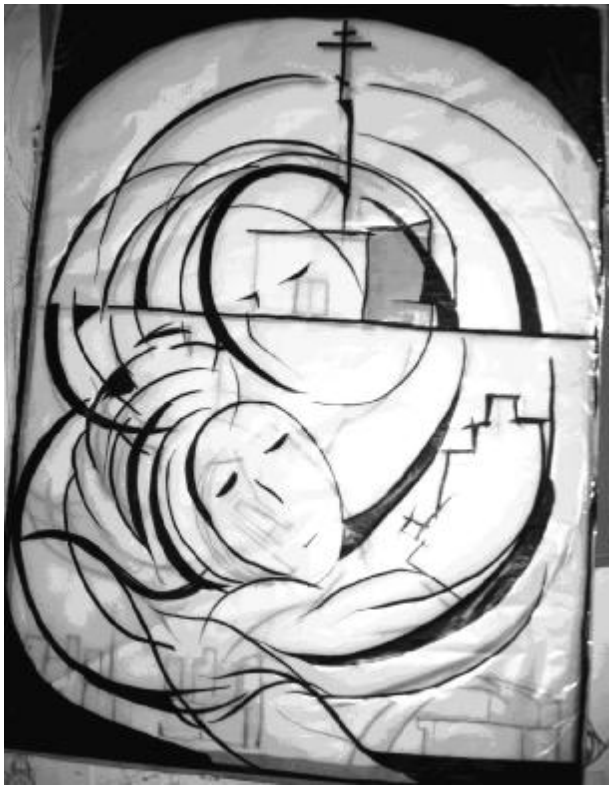
Церковная символика выражается в следующем: трехчастная структура храма, три окна в алтаре – троичность Божества; свет из окон – свет миру, Восток-Свет правды; полумрак в притворе – земное, грешный мир, область мрака, ада; продолговатая форма храма – спасительное прибежище, (корабль); колокольня - образ корабельной мачты; цельная массивная форма храма, узкие окна (в алтаре) – образ донжона крепости – неодолимость церкви «Вратам ада»; крест на главе храма – спасение через Слово.

В то время как в Европе католическая ветка христианства прошла путь упрощения формы в архитектурном облике храма, в России политические условия не позволяли этому развитию иметь место. Наблюдается некая архаичность в большинстве строящихся православных сооружений. Нельзя опережать развитие и трансформацию христианской идеологии, но, как ни странно, заказчик церкви – народ, с его мировоззрением и отношением к религии. Так или иначе, в каждом конкретном случае архитектурное решение оказывает влияние на эволюцию традиций храмостроительства. Например, в решении интерьера храма в наше время нет особого смысла использовать богатые украшения: современного человека не удивить роскошью интерьера – материальным содержанием, он требует духовного содержания и для него важна суть храма как специально предназначенного места, где верующий найдет необходимое ему состояние духовного утешения. Мы мыслим и воспринимаем архитектурные образы через сложную систему ассоциаций. В нее включена наша эмоциональная сфера.

Студенческие проекты культовых зданий часто отличны от традиции: традиция не отвечает современным религиозным представлениям авторов. Учебные проекты идут вразрез с каноническим церковным искусством: не используются классические формы плана и фасадов, в моделировании архитектурного объема отсутствуют величественные масштабы, но сохраняются при этом наиважнейшие параметры качества, которые должен нести православный храм. Это обосновывается более желанием подчеркнуть индивидуальность задуманного образа объекта, нежели просто неосведомленностью или духовным невежеством. На наш взгляд, суть веры не зависит от внешней оболочки, а зависит от настроения, глубины веры, проникновенности места, где человек обращается к Богу, – самого храма.

Рассмотрим особенности формообразования современного православного храма на примере учебного проекта культового сооружения – Храм Покрова Богоматери (см. приложение). По замыслу автора этот храм посвящен памяти воинов-подводников легендарного «Курска», погибших в морской катастрофе, и эта церковь должна стать местом, куда бы приходили матери детей, чья жизнь неминуемо связана с морским флотом и воинским долгом. Здесь явно проявляется целый ряд символов. Изначально на образное композиционное решение повлиял образ Богоматери. Ярко подчеркнута тема моря. В облике храма можно увидеть волны, набегающие, накрывающие маленький квадратный объем входной группы и мачту, возвышающуюся над ним и несущую в своей верхней точке крест – символ православной церкви. Плавность и обтекаемость

Приложение



формы, линии волн подчеркивают мягкость материнского образа. Так, в планировке сохраняется трехчастность. Церковь разделяется на три части по примеру скинии Моисеевой и храма Соломонова, в которых было по три части.

Приходя в храм, человек должен уединяться от внешнего мира для диалога с Богом, в храме этому способствуют глухие протяженные стены молитвенного зала, простота интерьера. Стремление как можно больше приблизить человека к религиозному очищению и ясности духа выражено пространством молитвенного зала, отсутствием окон на наружной стене и расположением их в перекрытии и алтарной части. Уход от канона оправдан обращением к церковной символике, ведь для автора главным было создание места, несущего определенное значение, т.е. места для духовной деятельности человека, а не выполнение общепринятой системы канонов.

Литература

1. Православные храмы. В трех томах. Том 1. Идея и образ. МДС 31-9.2003/ АХЦ «Арххрам». – М.: ФГУП ЦПП, 2004.
2. Православные храмы. В трех томах. Том 2. Православные храмы и комплексы: пособие по проектированию и строительству (к СП 31-103-99). МДС 31-9.2003 / АХЦ «Арххрам». – М.: ФГУП ЦПП, 2005.
3. Православные храмы. В трех томах. Том 3. Примеры архитектурно-строительных решений. МДС 31-9.2003/ АХЦ «Арххрам». – М.: ФГУП ЦПП, 2005.
4. Журнал “Архитектура: строительство и дизайн”, 2005, №2 (39).
5. Журнал “Проект Россия: религия”, 2001, №4.

УДК666.9.022.3:681.3

В.И. Колобердин, В.А. Ковалёв (Ивановский государственный архитектурно-строительный университет, г. Иваново)

ПРОИЗВОДСТВО МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИХ СЫРЬЕВЫХ КОМПОНЕНТОВ

В технологии производства строительной извести одним из основных процессов является обжиг известняка в шахтных, вращающихся печах или в печах кипящего (фонтанирующего) слоя. Процесс обжига есть результат тепломассообмена между реакционной зоной обжигаемой частицы известняка и омывающим её высокотемпературным потоком теплоносителя, при этом на поверхности обжигаемой частицы появляется растущий по толщине слой твёрдого продукта реакции, препятствующий тепломассообмену, тормозящий процесс термической диссоциации известняка. В результате этого часть неиспользованной теплоты уходит с газовым потоком из печи в окружающую среду. Кроме того, печи обжига отличаются громоздкостью, большой поверхностью внешнего теплообмена, что приводит к значительным теплопотерям. Выбрасываемый в атмосферу отработанный газовый поток, содержащий в себе, ввиду несовершенства очистных сооружений, пылевидные частицы оксида кальция, оказывает негативное влияние на окружающую среду. Таким образом, современная технология производства строительной извести характеризуется значительными удельными энергозатратами и отрицательным воздействием на окружающую среду. Поэтому исследования и разработки, направленные на совершенствование технологии получения минеральных вяжущих материалов являются несомненно актуальными и значимыми для дальнейшего развития теории и практики их производства. В целях минимизации указанных недостатков необходимо исследование и моделирование процессов получения строительной извести термомеханической обработкой известняка в пресс-сдвиговой установке интенсивного действия, где происходит его измельчение (истирание), механическое активирование, нагрев за счёт теплоты трения до температуры обжига и сама термическая диссоциация. Практическая ценность работы состоит в следующем:

1) экспериментально показана возможность получения строительной извести термомеханической обработкой известняка в пресс-сдвиговой установке (модуле) интенсивного действия, приводящей к снижению удельных энергозатрат на 28 – 32%, снижению удельных капитальных вложений на 18–24%, к улучшению экологической обстановки, ввиду сокращения выбросов газов в атмосферу в 3,2 раза;

2) представлены математические зависимости для инженерных расчётов параметров ведения процессов термомеханической обработки известняка и прогнозирования качественных показателей получаемой извести;

3) разработана методика расчёта рабочих и конструктивных параметров промышленного термомеханического модуля обжига известняка;

4) представленные технические решения являются привлекательными для малого и среднего бизнеса, поскольку использование этих разработок позволит:

- отказаться от громоздких, трудноуправляемых обжиговых печей и организовать производство строительной извести заданной активности на базе малогабаритных, энергосберегающих термомеханических модулей;

- организовать выпуск передвижных минизаводов, способных производить вяжущие материалы из местного сырья непосредственно в районе потребления и по мере выработки его без особых затрат передислоцироваться на новое место.

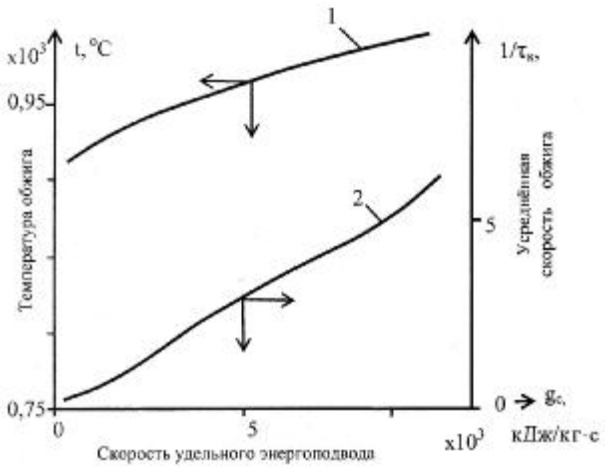


Рис.1. Зависимость температуры (1) и усреднённой скорости (2) обжига от скорости удельного энергоподвода (φ=1)

В данной работе представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов термомеханической обработки известняков в пресс-сдвиговом (истирающем) измельчителе

интенсивного действия с выходом из него известковой массы с заданной дисперсностью и активностью. Термическая диссоциация (обжиг) известняков относится к высокотемпературным эндотермическим процессам, что требует глубокого исследования закономерностей теплоподвода к обжигаемому материалу, разработки энергосберегающей технологии получения извести. Термомеханическая обработка известняка представляет собой его нагрев за счёт теплоты трения до температуры термической диссоциации, одновременное диспергирование, механическое активирование и частичный или полный обжиг. В этом случае теплообмен внутри измельчаемой и диссоциирующей частицы рассматривали как температурное поле с непрерывно действующими отрицательными постоянными источниками энергии.

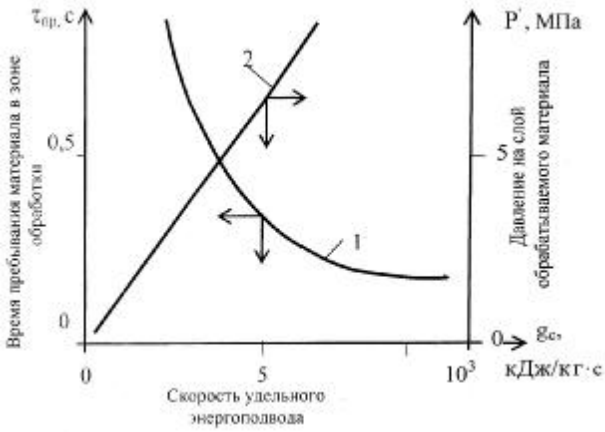


Рис. 2. Зависимость времени пребывания материала (1) и давления на него (2) от скорости удельного энергоподвода (φ=1)

В результате решения дифференциального уравнения теплопроводности при начальном и граничных условиях второго рода получена математическая зависимость, позволяющая рассчитать температуру обрабатываемого материала как функцию скорости удельного энергоподвода. Механические воздействия на частицу приводят к образованию системы дефектов структуры материала, к снижению механической прочности частицы; к повышению её химической активности, ввиду механической активации. Одновременно с образованием дефектов в частице происходит процесс релаксации напряжений, «самозаживления» дефектов, причём степень измельчения и уровень механической активации определяются их плотностью. Изменение концентрации дефектов в процессе термомеханической обработки материала подчиняется закону их «рождения» и «гибели». На основании этого нами получены кинетические уравнения процессов измельчения, механической активации и обжига материалов при их термомеханической обработке в пресс-сдвиговой установке интенсивного действия [4, 5].

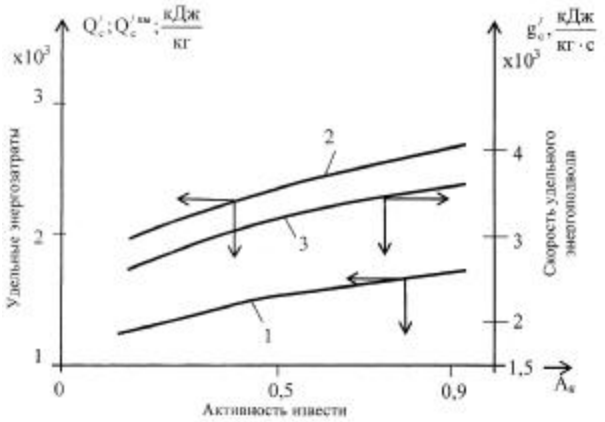


Рис. 3. Зависимость общих энергозатрат (1), промышленных энергозатрат (2) и скорости удельного энергоподвода (3) от активности извести ($g'_c = 3672.9$ кДж/кг · с)

На рисунках 1-3 представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований, где показаны значения параметров ведения процессов термомеханической обработки известняка при изменении скорости удельного энергоподвода и активности получаемой извести. Отклонения расчётных данных от опытных значений не превышают 9%.

Литература

1. Колобердин В.И., Боброва Н.С. Термомеханическая обработка сырьевых компонентов в производстве вяжущих материалов. / В сб.: “Фундаментальные проблемы комплексного использования природного и техногенного сырья Баренцева региона в технологии строительных материалов”: Материалы Международной научной конференции / Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева. – Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2003. – С. 155-158.
2. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высшая школа, 1967. – 600 с.
3. Колобердин В.И., Боброва Н.С. Особенности термической диссоциации карбонатов в процессе термомеханической обработки высокой интенсивности. // Известия вузов. Химия и химтехнология. – Т. 48, вып. 1, 2005. – С. 81-83.
4. Колобердин В.И. Влияние релаксации внутренних напряжений в процессе измельчения материалов. // Известия вузов. Химия и химтехнология. – Т. 45, вып. 2, 2002. – С. 67-68.
5. Колобердин В.И. Особенности термомеханической обработки известняка в производстве строительной извести. // Научное издание “Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова”. Научно-теоретический журнал. Спецвыпуск: Материалы международной научно-практической конференции “Современные технологии в промышленности строительных материалов и стройиндустрии”, 2005, №10. – С. 121-123.

УДК 639

Ф.Х. Ахметзянов

К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ВАРИАЦИОННОГО ПРИНЦИПА И МОДЕЛЕЙ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ ДЛЯ ОЦЕНОК ПРОЧНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Вопросы повреждаемости строительных конструктивных элементов все больше привлекают внимание исследователей и инженеров вследствие необходимости определять остаточную несущую способность, сроки службы, сохраняемость, живучесть элементов при накоплении повреждений в этих элементах. Эти вопросы еще недостаточно разработаны. В данной статье на основе сформулированного вариационного принципа повреждаемости и некоторых моделей предлагается определение несущей способности и долговечности повреждаемых бетонных и железобетонных элементов.

Многими экспериментами были установлены вероятностные физико-механические характеристики бетона [1], [2], [3]. В большинстве случаев принимается нормальный закон распределения прочности, по которому в совокупности элементов структуры (в зернах, объемах, площадках, поперечных сечений) разброс прочности от среднего значения в элементах массового строительства достигает до трех среднеквадратических отклонений. Следовательно, по имеющим место траекториям минимальной прочности в элементах будет реализовываться повреждаемость. По таким траекториям вариационный принцип максимума повреждаемости связан с принципом минимума потенциальной энергии деформирования – П.

Для квазиоднородного напряженного состояния (например, для сжатого элемента) можно записать перед моментом появления повреждения:

$$\Pi = \iiint\limits_{v} w dv - \iiint\limits_{n} (xu + yv + zw) dv -$$

$$- \iint\limits_{s} (x_n u + y_n v + z_n w) ds = \min, \qquad (1)$$

где w, x_n, y_n, z_n – упругая энергия; составляющие нагрузки, по координатам приложенные к поверхности s;

u, v, w – перемещения от составляющих нагрузок.

Метод определения несущей способности элемента с учетом повреждения с применением вариационного принципа повреждаемости и уравнения (1) заключается в использовании упругого решения, в котором (например, в методе Ритца-Тимошенко) параметр повреждаемости D_i входит в неопределенный параметр C_i ряда, удовлетворяющего граничные условия.

Принятые функции подстановкой в выражения для потенциальной энергии после интегрирования и получения системы уравнений для их определения дают приближенное или точное решение задачи.

В связи с ограниченностью объема статьи здесь описана только идея использования принципа.

Процесс повреждаемости бетона конструктивных элементов можно характеризовать изменением параметра повреждаемости D, выражаемого через коэффициент упругости бетона $n = e^l / e_b$ и относительные напряжения s_i / R_b (для определенного вида и класса бетона). При кратковременном нагружении бетона строительных элементов для определения параметра повреждаемости пользуемся представлением величины относительных деформаций как суммы упругих e^l и неупругих $e^{нl}$:

$$e_b = e^l + e^{нl} \qquad (2)$$

$$1 = e^l / e_b + e^{нl} / e_b \qquad (3)$$

$e^l / e_b = n_b$ - коэффициент упругости бетона, тогда

$$1 = n_b + D \qquad (4)$$

$$D = 1 - n_b, \qquad (5)$$

здесь D – параметр повреждаемости.

Коэффициент упругости сжатого бетона зависит от относительного напряжения s / R_b. Экспериментально определенные его величины для бетона классов В15 и В60 опубликованы Узуном [4]. На основе этих экспериментов параметр повреждаемости представлен нами как функция относительного напряжения и класса бетона.

$$D = a(s / R)^2, \qquad (6)$$

где $a = 0{,}5 + 0{,}0045(60 - B),$ (7)

где σ, R, B – текущее напряжение; прочность бетона в МПа; B – класс бетона по прочности на сжатие.

Текущий модуль упругости бетона при сжатии представим в виде:

$$E' = E_0\left[1 - a\left(s/R_b\right)^2\right] \quad (8)$$

или $E' = E_0(1 - D)$ (9)

Сходимость выражений (6)…(9) (с опытными данными) для бетонов класса B15…B60 составляет ± 9%.

При длительном действии механической нагрузки коэффициент упругости *n(t)* выражается по [5], [6] в виде:

$$n_b(t) = 1/(1 + G_{b,cr}) \quad (10)$$

где $G_{b,cr}$ - характеристика ползучести.

Исходя из применимости выражения

$$D(t) = 1 - n_b(t), \quad (11)$$

можем записать:

$$E'(t) = E_0 n_b(t) \quad (12)$$

или $E'(t) = E_0[1 - D(t)].$ (13)

Деформации для сжатого повреждаемого бетона элемента при кратковременном нагружении будут равны:

$$e_i = \frac{s_i}{E_0\left[1 - a\left(s/R_b\right)^2\right]} \quad (14)$$

При длительном действии механической нагрузки предельные деформации равны:

$$\varepsilon_i = \frac{\sigma_i}{E_0\left[\dfrac{1 - a(\sigma/R_b)^2}{1 + G_{b,cr}}\right]} \quad (15)$$

До величины относительных напряжений $s/R_b = 0{,}6$ (для условной линейной ползучести) в соответствии с работами Г.Н. Маслова – Н.Х. Арутюняна [7], [8] и функцией *y(r)* для предельной ползучести И.Е. Прокоповича (бетон без повреждений) [9] для повреждаемого бетона деформацию с учетом линейной ползучести предполагается определять по уравнению: в момент времени *t* при возрасте бетона в момент нагружения $Д_1$ при одноосном напряженном состоянии с учетом того, что

$$G_{b,cr}(t) = c(t)E_0 \quad (16)$$

$$e(t) = \frac{s(t_1)}{E_0\left[1 - a\left(s/R_b\right)^2\right]} + s(t_1)C(t,t_1) +$$

$$+ \int_{t_1}^{t} \frac{ds(t)}{dt}\left[\frac{1}{E(t)} + \left[1 + y(t)\left(1 - e^{-g(t-t)}\right)\right]\right]dt, \quad (17)$$

где *C(t,t)* - мера ползучести бетона, *y(t)* принимается для времени $0 < t_1 \le 50$; $t_1 > 50$ по работе [10].

Для прогнозирования долговечности необходимы данные о скоростях деформирования и повреждаемости. На основе механических (реологических) моделей можно оценить время до предельного состояния элементов [11]. Ориентировочные оценки скорости повреждаемости можно производить на основе натурных наблюдений. Например, в наружных стеновых панелях из керамзитобетона в жилых зданиях через 30 лет эксплуатации раскрытие трещин составляет до 1,5 мм. Средняя скорость раскрытия $\overline{V}_{crc} = 1{,}5/30 = 0{,}05$ мм/год. По нормам допускается раскрытие трещин при продолжительном нагружении [*a*] не более 0,3 мм [6]. Следовательно, прогнозируемый срок ремонта с такими трещинами не должен превышать:

$$t_p = [a]/\overline{V}_{crc} = 0{,}3/0{,}05 = 6 \text{ лет.}$$

При этом заглубление трещин с поверхности элемента в толщину бетона составляло в среднем для легкого бетона триста раскрытий ($300a_{crc}^{\max}$), а для тяжелого бетона – до $600a_{crc}^{\max}$ [12].

Литература

1. Хаютин Ю.Г. Статистический анализ неоднородности бетона. – М.: Стройиздат, 1968. – 81 с.
2. Будегитский Р.И. Рассеяние прочностных показателей при испытаниях бетонных образцов. Сообщения АН Грузинской ССР, вып. 38, № 2, 1965.
3. Сулий Н.Г., Нгуен Динь Гонг. Неоднородность бетона в пределах конструктивного элемента и ее влияние на деформации, несущую способность и трещиностойкость железобетонных балок. // Известия вузов. Строительство и архитектура, №1, 1972. – С. 10-14.
4. Узун И.А. Коэффициент упругопластичности бетона сжатой зоны на всех стадиях работы элементов. // Бетон и железобетон, 1993, № 2. – С. 26-27.

5. Улицкий И.И. Теория и расчет железобетонных стержневых конструкций с учетом длительных процессов. – Киев: Будивельник, 1967. – 340 с.
6. СП 52-101-03 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – М., 2003.
7. Маслов Н.Г. Термическое напряженное состояние бетонных массивов при учете ползучести бетона. Известия ВНИИГ, т.28. – М. 1940.
8. Арутюнян Н.Х. Некоторые вопросы теории ползучести. – М.: Гостехтеориздат, 1952.
9. Прокопович И.Е. К теории ползучести бетона. Научные доклады высшей школы. // Строительство, 1958, № 4.
10. Прокопович И.Е., Зедгенидзе. Прикладная теория ползучести. – М.: Стройиздат, 1980. – 240 с.
11. Ахметзянов Ф.Х. К оценке остаточного ресурса железобетонных конструкций при накоплении повреждений. // Известия вузов. Строительство, №2, 1992. – С. 6-9.
12. Ахметзянов Ф.Х., Арсентьев Е.З. О соотношении заглубления трещин в бетоне к ширине их раскрытия на поверхности бетонных и железобетонных конструкций. / Тезисы докладов второй всероссийской конференции «Новое в архитектуре, проектировании строительных конструкций и реконструкции». – Чебоксары, 1999. – С. 26-28.

УДК 624.23

А.У. Богданович

МЕТОД СТРУКТУРНО-ПЛАСТИЧЕСКИХ ОСЛАБЛЕНИЙ ПРИ РАСЧЁТАХ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ НА УСТОЙЧИВОСТЬ

Для стержней постоянного сечения, *центрально сжимаемых* за пределом пропорциональности материала, хорошее согласование с экспериментами даёт методика расчёта по касательному модулю – см., например, [1]. Учёт *эксцентриситетов* нагружения делает задачу трудноразрешимой в аналитическом виде даже для стержней постоянного сечения. Небольшой обзор соответствующих классических упрощённых методов расчёта содержится в [2]. Там же изложено на русском языке решение Ежека (K. Ježek). Решение Хвалла (E. Chwalla) приводится в [1]. Сложность задачи привела к тому, что, например, в современных Строительных Нормах рекомендуется производить расчёт на устойчивость как расчёт фактически на прочность с коэффициентом снижения допускаемого напряжения. Этот метод почти целиком основан на данных экспериментов и на теоретических расчётах Е. Хвалла, К. Ежека и В.В. Пинаджяна [3]. В расчётах упомянутых авторов используются упрощающие предположения: считается, что изогнутая ось стержня - полуволна синусоиды, а деформирование его материала следует идеализированной диаграмме Прандтля или аналогичной диаграмме с упрочнением.

В данной публикации предлагается сравнительно простой метод численного определения критической нагрузки для внецентренно сжимаемых упруго-пластических стержней. Метод был разработан для решения задач устойчивости тонкостенных стержней переменного сечения, но здесь мы демонстрируем его на задачах, относящихся к стержням постоянного сечения. Основная идея метода состоит в том, что важнейшие признаки перехода сжатого стержня в неустойчивое состояние можно выяснить, анализируя решения классического уравнения Эйлера для линейно-упругого стержня. Затем эти условия накладываются на напряжённо-деформированное состояние (НДС) реального стержня.

Далее мы рассматриваем стержни, материал которых можно считать упруго-пластическим. Соответствующая диаграмма растяжения-сжатия широко применяется при расчётах конструкций, изготовленных из материалов типа мягкой (малоуглеродистой) стали. К ним, например, относятся строительные стали марок от С235 до С590. Считается, что диаграмма растяжения-сжатия таких материалов симметрична относительно начала координат, имеет хорошо выраженный участок линейного деформирования и достаточно протяжённую площадку текучести.

Рассмотрим шарнирно опёртый на обоих торцах *линейно-упругий* стержень постоянного прямоугольного сечения.

Примечание. Расчёты производились при размерах прямоугольного сечения 2×1 см; $L=30$ см; $E=2{,}1\cdot10^6$ кгс/см^2; $s_{\text{т}}=2400$ кгс/см^2; $s_{\text{пц}}=2000$ кгс/см^2.

Стержень нагружается внецентренно, с односторонним нормативным эксцентриситетом

$$e_y=\frac{i_{\min}}{20}+\frac{L}{750}, \qquad (1)$$

и уравнение его деформирования можно представить в виде

$$EJ_x(z)\cdot \mathrm{v}''+p\cdot \mathrm{v}(z)+z\cdot C_3+C_4=0 \qquad (2)$$

при граничных условиях

$$\mathrm{v}(0)=\mathrm{v}(L)=0;\ EJ_x\cdot \mathrm{v}''(0)=EJ_x\cdot \mathrm{v}''(L)=p\cdot e_y. \qquad (3)$$

При решении методом конечных разностей уравнение (2) записывается не только во внутренних точках сетки, но и в торцевых точках. При дискретизации системы уравнений (2)-(3) математическое условие потери устойчивости $det=0$ не зависит от правой части системы уравнений (2)-(3), но от правой части зависит, при какой нагрузке в реальном стержне возникнут нелинейно-упругие или пластические деформации от изгиба и сжатия.

Посмотрим, как меняется критическое напряжение при искусственном уменьшении изгибной жёсткости EJ_x центрального сечения. Для удобства вычислений в процессе решения задачи меняем не весь комплекс EJ_x, а лишь значение J_x. При этом будем помнить, что причиной снижения изгибной жёсткости может также служить снижение модуля упругости.

График изменения критического напряжения при уменьшении изгибной жёсткости *центрального сечения* - по решению системы (2)-(3) - показан на рис.1 (начальный момент инерции - J_x^0, для ослабленного сечения - $\tilde{J}_x$). Критическое значение торцевого сжимающего напряжения для неослабленного стержня составляет $s_{\text{кр}}^{(1)}=1919$ кгс/см^2.

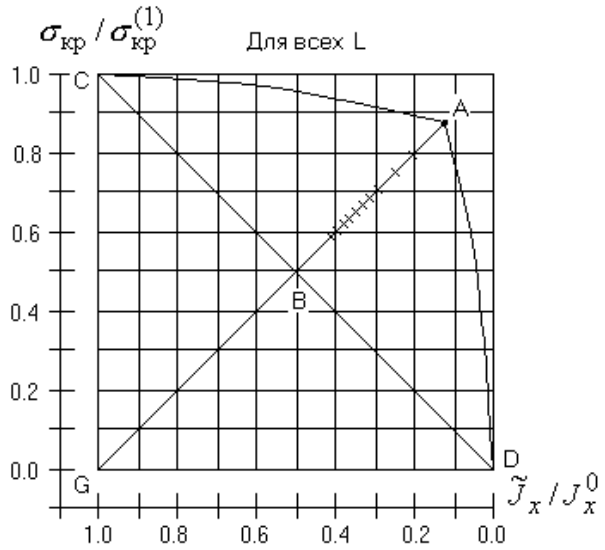


Рис. 1. Структурная характеристика устойчивости стержня

То же значение даёт формула Эйлера:

$$P_{кр} = (\frac{p}{1 \cdot L})^2 \cdot E \cdot J_x \; ; \; s_{кр} = P_{кр} / F = 1919 \text{ кгс/см}^2;$$

эти критические нагрузки не зависят от правой части уравнения (2) и от правой части граничных условий (3).

Напряжения s_z, равные пределу текучести, при весьма малых эксцентриситетах (1) - по решению уравнения (2) и по формулам сжатия с изгибом - появляются в центральном сечении стержня при напряжениях на торцах

$$s_z^{(2)} = 1196 \text{ кгс/см}^2. \qquad (4)$$

При подсчёте (4) используются соотношения

$$s_z = \frac{P}{F} \text{m} \frac{M_x}{\text{w}_x} \; ; \; M_x = -P \cdot \text{v}(z) - C_1 \cdot z - C_2;$$

выражение для M_x следует непосредственно из уравнения (2).

Первые напряжения, превышающие предел пропорциональности материала, появляются в центральном сечении стержня при напряжениях на торцах $s_z^{(3)} = 1079$ кгс/см^2.

Примечание. Для стержня с жёстко заделанными торцами напряжения, превышающие $s_{\text{т}}$ или $s_{\text{пц}}$, могут появляться в окрестностях торцов. При одних и тех же гибкостях упруго-пластических стержней критические нагрузки для случая шарнирного опирания и для случая двух жёстких заделок могут не совпадать.

Точку *A* на графике определим как точку, в которой тангенс угла наклона касательной к графику равен единице. Точка *A* на рис.1 разделяет пологую левую часть графика и круто ниспадающую правую часть. В левой части критическая нагрузка слабо зависит от параметра ослабления сечения, в правой же части очень небольшие дополнительные ослабления жёсткости приводят к резкому снижению устойчивости стержня.

График рис.1 обладает большой общностью. Его значения и конфигурация не зависят от длины или гибкости стержня; не зависят они ни от формы сечения, ни от эксцентриситетов нагружения, ни от величины предела текучести материала. График лишь демонстрирует процесс снижения устойчивости стержня при последовательных ослаблениях жёсткости центрального сечения, независимо от причины этих ослаблений.

На стержне длины *L* введём в рассмотрение зону длиной l_*, все сечения которой имеют одинаковый (средний) показатель ослабления $\tilde{J} / J_0$.

Засечками на графике рис.1 отмечено положение точки *A* при увеличении длины l_* ослабленной центральной зоны стержня, начиная от нуля, с шагом $0{,}02 \cdot L$. Прямая *CD* - тот же график *CAD* в предельном случае, когда зона ослабления охватывает стержень по всей длине. Важный момент: при увеличении длины l_* ослабленной зоны показатель ослабления сечений на прямой *AB* стремится к предельному значению 0.5 $(\tilde{J} / J_0 \to 0.5)$. При длине $l_* = 0$ всегда $\tilde{J} / J_0 = 0{,}1275$. При значении $\tilde{J} / J_0 = 0{,}4$ длина ослабленной центральной зоны всё ещё невелика: $l_* = L / 5$ (рис.2).

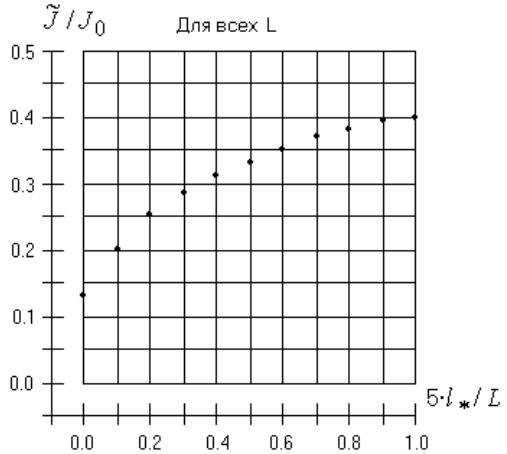


Рис. 2. Зависимость параметра критического ослабления зоны от её длины

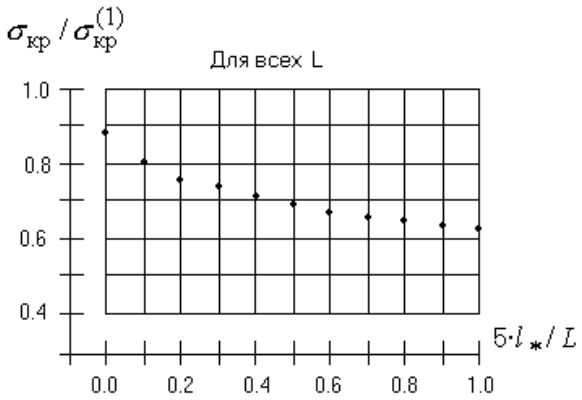


Рис. 3. Зависимость критического напряжения от длины ослабленной зоны

На рис. 3 показан график зависимости критического напряжения от длины ослабленной зоны l_*. График на рис. 3 обладает той же степенью общности, что и графики на рис. 1, 2: его значения и конфигурация не зависят от длины или гибкости стержня; не зависят они ни от формы сечения, ни от эксцентриситетов нагружения, ни от величины предела текучести материала.

При возрастании параметра l_* критические напряжения убывают. При значениях $l_* > L/5$ критические напряжения слабо зависят от длины ослабленной зоны; далее для приближённых расчётов можно принять значение $l_* \approx L/5$. Надо также иметь в виду, что система наших гипотез, допущений и усреднений тем точнее, чем меньше длина ослабленной зоны.

Теперь мы обладаем достаточно большой информацией о критических состояниях шарнирно опёртых стержней, имеющих центральную зону с пониженной изгибной жёсткостью. Подводя итоги, выделим два основных момента.

Первое. Наименьшим критическим значениям нагрузки соответствует интервал длин ослабленной зоны $L/5 \le l_* \le L$, причём для приближённых расчётов можно брать наименьшее значение из этого интервала - $l_* = L/5$.

Второе. Наименьшим критическим значениям нагрузки соответствует средний параметр ослабления зоны $\tilde{J}/J_0 = 0.5$, который мы также будем далее использовать при решении задачи методом ослаблений.

Эти выводы справедливы для стержней постоянного сечения любой гибкости (форма сечения также любая), независимо от значений предела пропорциональности и предела текучести материала; причина ослабления зон здесь не имеет значения. Выводы не зависят от величин эксцентриситетов, с которыми нагружается стержень.

Имея в своём распоряжении указанные признаки критического состояния стержня, мы можем предсказать уровень нагрузки, при котором это состояние достигается, определяя соответствующее НДС стержня с небольшой погрешностью по уравнениям для линейно-упругого стержня.

Пусть в ослабленной зоне момент инерции сечений составляет в среднем $\tilde{J} = 0{,}5 \cdot J_0$, и при чистом изгибе (с погрешностью в запас устойчивости) пластические зоны занимают области сечения $y \ge y_*$ и $y \le -y_*$. Тогда для упругой области прямоугольного сечения момент инерции есть

$$\frac{b \cdot (2y_*)^3}{12} = 0{,}5 \cdot \frac{b \cdot h^3}{12},$$

откуда $y_* = 0{,}39685 \cdot h$. При $y_* = 0{,}39685 \cdot h$ сравнение изгибающих моментов в чисто упругом сечении без ослаблений и в сечении с пластическими областями показывает, что для прямоугольного сечения во втором случае изгибающий момент лишь на 6% меньше, чем в первом. С такой же погрешностью определяется НДС стержня в данном сечении при решении задачи по уравнениям линейной задачи.

Процесс решения задачи ещё более упрощается, если учесть, что краевая задача в случае линейно-упругого материала при постоянной жёсткости EJ_x^0 имеет аналитическое решение. Действительно, для сечений любого вида уравнение четвёртого порядка

$$EJ_x^0 \cdot v^{IV}(z) + P \cdot v''(z) = 0$$

с граничными условиями

$$\mathrm{v}(0) = \mathrm{v}(L) = 0;\ M_x(0) = M_x(L) = P \cdot e_y$$

имеет решением функцию

$$\mathrm{v}(z) = -e_y \cdot [\mathrm{tg}(\frac{aL}{2}) \cdot \sin(a\,z) + \cos(a\,z) - 1]. \qquad (5)$$

Подставляя в (5) координату одного из краёв ослабленной центральной зоны $z = \mathrm{m}\, z_*$ при $l_* = L/5$, подсчитываем изгибающий момент в этом сечении:

$$M_x(z_*) = P \cdot [\,|e_y| + |\mathrm{v}(z_*)|\,].$$

Далее, как показано выше, определяем расчётную координату y_* в данном сечении. Постепенно

увеличивая в расчётах силу P, подсчитываем на уровнях $\pm y_*$ в данном сечении напряжение s_z, пока не выполнится условие

$$\left| s_z \right| = \left| \frac{P}{F} + \frac{M_x \cdot y_*}{J_x^0} \right| = s_т .$$

Подсчитанная таким образом нагрузка и будет критической для данного стержня.

На рис.4 приведены графики-решения задачи для стержня постоянного прямоугольного сечения с физическими параметрами, приведёнными выше. Эксцентриситет нагружения - нормативный, односторонний (1).

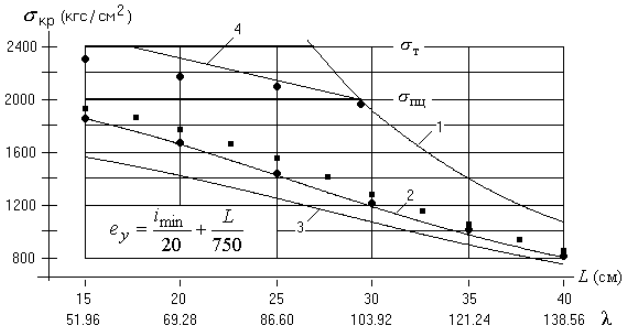


Рис. 4. 1 - по Эйлеру; 2 - первые пластические деформации; 3 - первые деформации за пределом пропорциональности; 4 - прямая Тетмайера-Ясинского; • - по теории Хвалла; ▪ - наша теория

Кривая-1 – гипербола Эйлера для центрально сжатого линейно-упругого стержня. Кривая-2 соответствует появлению напряжений $\left| s_z \right| = s_т$ в центральном сечении. Кривая-3 соответствует появлению в центральном сечении напряжений $\left| s_z \right| = s_{пц}$. Линия-4 – прямая Тетмайера-Ясинского, аппроксимирующая результаты экспериментов Тетмайера на центрально сжатых стержнях прямоугольного сечения.

Верхний ряд чёрных кружков – теоретические решения Е. Хвалла для *центрально* сжатых стержней прямоугольного сечения по данным [1]; результаты Хвалла лежат ниже экспериментальной прямой-4, что характерно и для расчётов внецентренно сжатых стержней. Нижний ряд чёрных кружков – решения Хвалла для внецентренно сжатых стержней, аппроксимированные по данным монографии [1]. Решения Хвалла были получены им для реальной диаграммы материала с пределом текучести $s_т = 2400$ кгс/см^2 и пределом пропорциональности $s_{пц} \approx 1900$ кгс/см^2.

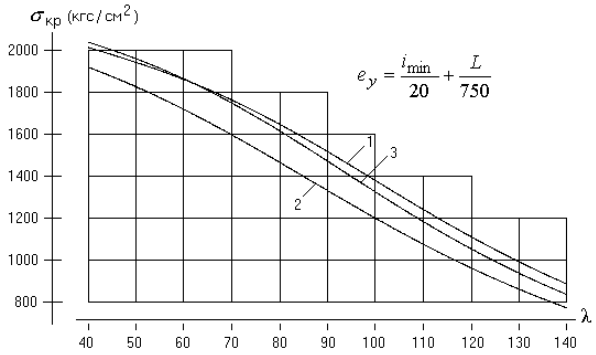


Рис. 5. Критические напряжения для стержня круглого сечения

На рис.5 приведены результаты расчётов на устойчивость стержней сплошного круглого сечения радиуса $R = 1$ см. Остальные числовые данные – те же, что и для стержней прямоугольного сечения. Кривая-2 соответствует появлению в центральном сечении напряжений $\left| s_z \right| = s_т$. Наибольшее отклонение кривой-3 (наша теория) от кривой-1 (решение по К. Ежеку [2]) составляет по вертикали 5,64% при $l = 140$.

Результаты экспериментов на стержнях прямоугольного и крестообразного сечений, приведённые в [3], сравнивались с решениями по нашей теории. Во всех случаях критические нагрузки, подсчитанные методом структурно-пластических ослаблений, оказались достаточно близкими к значениям в экспериментах $(\pm 7\%)$. Отметим в заключение, что метод структурно-пластических ослаблений при расчёте стержней постоянного сечения весьма прост и в этом смысле выгодно отличается от классических методик расчёта.

Литература

1. Работнов Ю.Н. Механика деформируемого твёрдого тела. – М.: Наука, 1979. – 744 с.
2. Вольмир А.С. Устойчивость деформируемых систем. – М.: Наука, 1967. – 984 с.
3. Пинаджян В.В. Прочность и деформации сжатых стержней металлических конструкций. Изд. АН Арм. ССР. – Ереван, 1971. – 223 с.

УДК 624.23

А.У. Богданович, А.А. Абдюшев

УСТОЙЧИВОСТЬ СТЕРЖНЯ ПЕРЕМЕННОГО ЭЛЛИПТИЧЕСКОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ ПРОДОЛЬНОМ СЖАТИИ

В публикациях [1,2] приведены уравнения и методика расчёта на прочность и устойчивость стержней переменного сечения с открытым профилем. Для стержней постоянного сечения переход к уравнениям для сечений с замкнутым профилем осуществлён А.А. Уманским [3-6]. В данной работе приведены соответствующие уравнения для стержней переменного замкнутого сечения и кратко описан метод их получения. Теоретическая часть работы выполнена первым автором, все расчёты выполнены А.А. Абдюшевым.

Уравнения деформирования прямых стержней с переменным открытым профилем сечения имеют вид

$$EJ_w j^{IV} + EJ'_w j''' + k_1 j'' + k_2 j' + k_3 j - p(x_0 - e_x)\mathrm{v}'' + p(y_0 - e_y)u'' = 0, \qquad (1)$$

$$EJ_y \cdot [u'' - 2a'\mathrm{v}' - (a')^2 u - \mathrm{v}a''] + p \cdot u(z) + p[y_0(z) - e_y(z)]j(z) + \qquad (2)$$

$$+ (z - z_1) \cdot [C_1 \cos a(\tilde{z}) + C_3 \sin a(\tilde{z})] + [C_2 \cos a(\tilde{z}) + C_4 \sin a(\tilde{z})] = 0,$$

$$EJ_x \cdot [\mathrm{v}'' + 2a'u' - (a')^2 \mathrm{v} + ua''] + p \cdot \mathrm{v}(z) + p[-x_0(z) + e_x(z)]j(z) + \qquad (3)$$

$$+ (z - z_1) \cdot [C_3 \cos a(\tilde{z}) - C_1 \sin a(\tilde{z})] + [C_4 \cos a(\tilde{z}) - C_2 \sin a(\tilde{z})] = 0,$$

где u, v, j - перемещения оси центров изгиба в плоскости сечения и угол закручивания сечения вокруг этой оси; $\alpha(\tilde{z})$ - угол естественного закручивания ненагруженного стержня; z_1 - значение продольной координаты z на одном из торцов; $\tilde{z} = z - z_1$. Остальные обозначения приведены в [1,2].

Граничные условия для уравнений (1)-(3) в случае стандартных способов закрепления торцов:

жёсткая заделка **а** $u = \mathrm{v} = j = u' = \mathrm{v}' = j' = 0$;

шарнирное опирание с запрещённым углом закручивания и свободной депланацией торца

а $u = \mathrm{v} = j = j'' = 0$; $M_x = M_x^0$; $M_y = M_y^0$;

незакреплённый торец **а** $M_{\text{кр}} = 0$ ($j' = 0$); $j'' = 0$; $M_x = M_x^0$;

$M_y = M_y^0$; $\mathrm{Q_x} = \mathrm{Q_y} = 0$;

очевидно, что представленные выше статические граничные условия должны быть записаны далее в перемещениях.

При выводе новой системы трёх разрешающих уравнений ключевыми оказываются соотношения, относящиеся к задаче о стеснённом кручении и, соответственно, к крутильному уравнению (1). Два изгибных уравнения при этом остаются прежними [3-7]. Далее мы принимаем ряд допущений, большинство из которых совпадают с допущениями теории стержней постоянного сечения.

Будем считать, что рассматриваемые нами стержни обладают малой коничностью. Считаем, что сечение стержня недеформируемо в своей плоскости. В поперечных сечениях стержня (оболочки) распределение нормальных и касательных напряжений в направлении нормали к срединной поверхности считаем равномерным (постоянным). Считаем, что касательные напряжения в точках каждой нормали направлены вдоль касательной к контурной линии сечения, а касательные напряжения вдоль самой нормали равны нулю. Распределение касательных напряжений по толщине в продольных сечениях также считается постоянным в направлении нормали.

Для преодоления серьёзных затруднений в построении теории вместо известного кинематического постулата А.А. Уманского введём статический:

будем предполагать, что при переходе от стержней постоянного сечения к стержням переменного сечения

характер распределения нормальных напряжений σ_z в поперечных сечениях кардинально не изменяется, и соотношение для нормальных напряжений σ_z сохраняет свой вид (по А.А Уманскому):

$$s_z(z,s) = -E \cdot b'(z) \cdot \tilde{w}(s); \tag{4}$$

при этом значения функции $b(z)$ уточним с помощью вариационного уравнения Кастильяно, учитывая переменность геометрических характеристик сечений стержня. Для упрощения формы соотношений вместо производной $b'(z)$ в (4) введём функцию $\gamma(z) = \beta'(z)$ и выражение (4) запишем в виде

$$\sigma_z(z,s) = -E \cdot \gamma(z) \cdot \tilde{\omega}(z,s) \tag{5}$$

Одно из уравнений равновесия элемента оболочки приводит, с учётом (5), к выражению для касательных напряжений:

$$\tau_{zs} \cdot t = E \cdot \gamma'(z) \cdot \tilde{S}(z,s) + \frac{M_z(z)}{\Omega(z)}. \tag{6}$$

В (6) второе слагаемое соответствует задаче о свободном кручении и связано с внутренним крутящим моментом, действующим в сечении. Второе слагаемое представляет собой самоуравновешенную систему касательных напряжений, крутящий момент от которых в сумме равен нулю. Выражения для геометрических характеристик $\tilde{S}(z,s)$ и $\Omega(z)$ совпадают с обозначениями А.А. Уманского.

Для установления связи между функцией $\gamma(z)$ и углом закручивания $j(z)$ вводим второе основное допущение: при переходе от стержней постоянного сечения к стержням переменного сечения связь между функцией $\gamma(z)$ и углом закручивания $j(z)$ в каждом сечении может быть приближённо описана формулой А.А. Уманского, где в нашем случае геометрические характеристики сечений зависят от продольной координаты z (m_z - распределённый крутящий момент):

$$\gamma(z) = \varphi''(z) \cdot \frac{J_\rho(z)}{J\rho(z) - J_d(z)} + \frac{m_z}{G \cdot [J\rho(z) - J_d(z)]}. \tag{7}$$

Возможная погрешность в принятии соотношения (7) компенсируется выполнением соответствующего условия равновесия и последующим обращением к одному из вариационных принципов механики.

Можно показать, что при принятых допущениях все уравнения равновесия элемента оболочки выполняются и, следовательно, для определения функции $\gamma(z)$ можно использовать вариационный принцип Кастильяно. Поскольку нагрузки на поверхности стержня отсутствуют, функционал принципа Кастильяно при линейной постановке задачи совпадает [7] с выражением для внутренней потенциальной энергии стержня:

$$\Pi = \frac{1}{2} \cdot \int_{z_1}^{z_2} [\oint (\frac{s_z^2}{E} + \frac{t_{zs}^2}{G}) \cdot t \cdot ds] \cdot dz, \tag{8}$$

где ($z_2 - z_1 = L$) - длина стержня, t - толщина оболочки.

Подставим выражения для напряжений (5),(6) в функционал (8) и запишем уравнение Эйлера, соответствующее функционалу (8). После соответствующих преобразований получаем крутильное уравнение типа уравнения (1). Сравнивая полученное уравнение с уравнением (1), приходим к следующему выводу: для перехода от уравнений деформирования стержней открытого переменного сечения к уравнениям деформирования стержней с замкнутым контуром в уравнении (1) должны быть произведены следующие замены:

$$EJ_w(z) \rightarrow f_{13}(z) = ... = \frac{E^2}{G} \cdot \frac{J_r^2(z)}{[J_r(z) - J_d(z)]^2} \cdot \oint \tilde{S}^2(z,s) \cdot \frac{ds}{t(s)},$$

$$EJ'_w(z) \;\to\; f_{14}(z) = f'_{13}(z),\; -C(z) \;\to\; -f_{15}(z),\; -C'(z) \;\to\; 0.$$

Кроме того, во всех коэффициентах $k_1(z), k_2(z), k_3(z)$ делается замена

$$p \;\to\; -p \cdot f_{19}(z).$$

Функции $f_1(z) \div f_{19}(z)$ подсчитываются по формулам:

$$f_1(z) = E \cdot \oint \tilde{w}^2(z,s) \cdot t \cdot ds, \quad f_2(z) = \frac{E^2}{G} \cdot \oint \tilde{S}^2(z,s) \cdot \frac{ds}{t},$$

$$f_3(z) = \frac{E}{G \cdot \Omega(z)} \cdot \oint \tilde{S}(z,s) \cdot \frac{ds}{t}, \quad f_4(z) = \frac{J_r(z)}{Jr(z) - J_d(z)},$$

$$f_5(z) = \frac{1}{G \cdot [Jr(z) - J_d(z)]}, \quad f_6(z) = f_2(z) \cdot f_4^2(z),$$

$$f_7(z) = f_2(z) \cdot f_4(z) \cdot f'_4(z), \quad f_8(z) = f_1(z) \cdot f_4^2(z) + f_2(z) \cdot f'^2_4(z),$$

$$f_9(z) = f_2(z) \cdot f_4(z) \cdot f'_5(z), \quad f_{10}(z) = f_3(z) \cdot f_4(z),$$

$$f_{11}(z) = f_1(z) \cdot f_4(z) \cdot f_5(z) + f_2(z) \cdot f'_4(z) \cdot f'_5(z), \quad f_{12}(z) = f_3(z) \cdot f'_4(z),$$

$$f_{13}(z) = f_6(z), \quad f_{14}(z) = f'_6(z), \quad f_{15}(z) = f'_7(z) - f_8(z),$$

$$f_{16}(z) = f'_9(z) - f_{10}(z) - f_{11}(z), \quad f_{17}(z) = f'_{10}(z) - f_{12}(z),$$

$$f_{19}(z) = f_{16}(z) - (z - z_1) \cdot f_{17}(z).$$

Таким образом, при расчёте стержней замкнутого сечения можно использовать все методы расчёта и уравнения, полученные для стержней переменного открытого профиля, делая в крутильном уравнении указанные выше замены; при этом изгибные уравнения записываются без каких-либо изменений и замен.

Необходимо выделить частный случай. Дело в том, что коэффициенты-функции $f_{13}(z), f_{14}(z), f_{15}(z), f_{17}(z), f_{19}(z)$ включают в себя алгебраический комплекс

$$\frac{J_r(z)}{J_r(z) - J_d(z)},$$

знаменатель которого для кольцевых сечений и для сечений, в которые можно вписать окружность, обращается в бесконечность. Искомая система уравнений в этом случае имеет несколько иной вид и здесь не приводится.

Пример численных расчётов. Вертикальная стойка малой коничности имеет переменное по размерам эллиптическое сечение. Длина стойки L=10 м; полуоси эллипса на верхнем торце: $a_1 = 5$ см, b_1= 2,5 см, на нижнем: $a_2 = 25$ см, b_2=12,5 см. Толщина стенки стержня t = 0,6 см. Модули упругости: $E = 2{,}1 \cdot 10^6$ кгс/см^2, $G = 8{,}1 \cdot 10^5$ кгс/см^2. Во втором варианте расчётов рассматривается стойка тех же размеров, но обладающая естественной закрученностью: верхний торец повёрнут относительно нижнего на 90^0; закон изменения угла естественной закрученности вдоль оси стержня принят линейным. Стойка нагружается центрально приложенной на верхнем торце продольной силой.

Определялась критическая сила, при которой стойка теряет устойчивость. Расчёты методом конечных разностей дублировались расчётами методом конечных элементов. Во всех случаях практическая сходимость решений по критической нагрузке достигалась при разбиении стержня на 100 ÷ 400 отрезков. Далее приводятся значения критических сил при разбиении на 400 отрезков. В обозначениях условий закрепления торцов первым приводится способ закрепления верхнего торца; $P_{\text{кр}}^{(1)}$ - для стержня без естественной закрученности, $P_{\text{кр}}^{(2)}$ - для стержня с естественной закрученностью.

Свободный конец + заделка: $P_{кр}^{(1)} = 8{,}079$ т, $P_{кр}^{(2)} = 9{,}885$ т.

Шарнир + шарнир: $P_{кр}^{(1)} = 14{,}641$ т, $P_{кр}^{(2)} = 15{,}062$ т.

Шарнир + заделка: $P_{кр}^{(1)} = 28{,}667$ т, $P_{кр}^{(2)} = 33{,}634$ т.

Заделка + заделка: $P_{кр}^{(1)} = 55{,}267$ т, $P_{кр}^{(2)} = 67{,}828$ т.

Выигрыш в критической силе в последнем случае составляет 22,7 %.

В заключение приводим график изменения критической силы при увеличении угла естественной закрученности верхнего торца относительно нижнего. Закрепление: заделка + заделка, $NN = 100$.

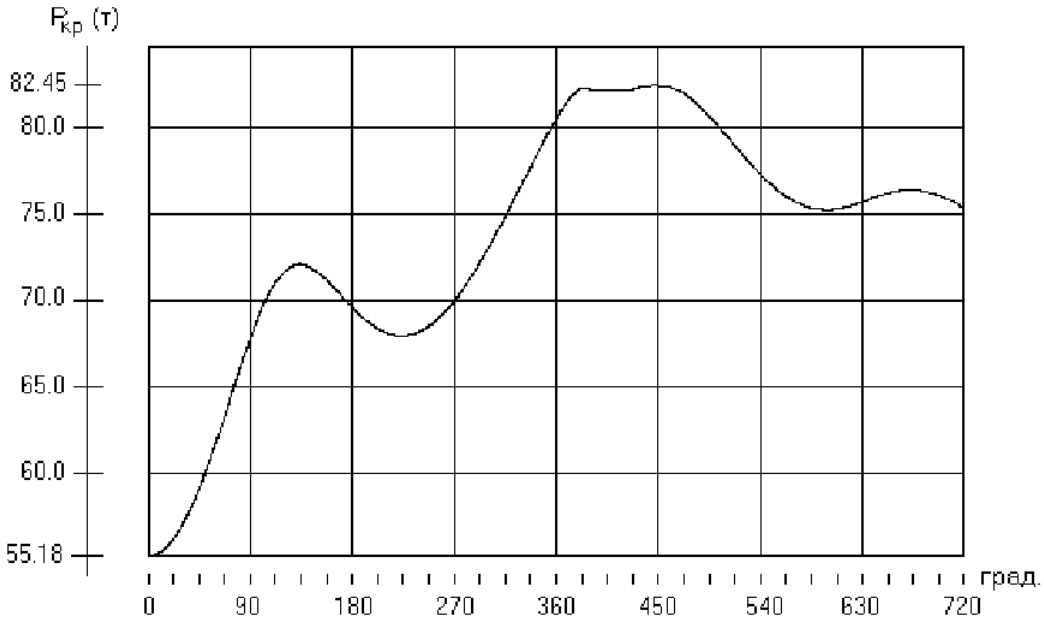


Рис.Зависимость критической силы от угла естественного закручивания

Литература

1. Богданович А.У. Об уравнениях продольного сжатия тонкостенных стержней переменного сечения. / IV н.-т. конференция “Эффективные строительные конструкции”. – Пенза, 2005. – С. 259-262.
2. Богданович А.У., Кузнецов И.Л. Продольное сжатие тонкостенного стержня переменного сечения при различных вариантах закрепления торцов. // Известия вузов. Строительство, №10, 2005. – С. 19-25.
3. Уманский А.А. Изгиб и кручение тонкостенных авиаконструкций. – М.-Л., Оборонгиз, 1939. – 110 с.
4. Уманский А.А. О нормальных напряжениях при кручении крыла самолёта. – Техника воздушного флота, № 12, 1949. – 208 с.
5. Уманский А.А. Расчёт тонкостенных криволинейных балок. Труды научно-технической конференции ВВА им. Жуковского. Вып. 2, 1944. – 14 с.
6. Уманский А.А. Строительная механика самолёта. – М., Оборонгиз, 1961. – 530 с.
7. Джанелидзе Г.Ю., Пановко Я.Г. Статика упругих тонкостенных стержней. – М.-Л., ОГИЗ, 1948. – 206 с.

УДК 539.415

А.Н. Драновский, А.И. Латыпов

АВТОКОЛЕБАНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ГРУНТОВЫХ АНКЕРОВ

В условиях современного дорожного строительства все более актуальной становится проблема расчета и подбора грунтовых анкеров, широко используемых для целого ряда задач: укрепления откосов, склонов, устройства подпорных стенок, ограждений и т.п.

Наиболее достоверным способом определения несущей способности анкеров являются полевые испытания статической нагрузкой. При этом для анкеров, несущая способность которых создается за счет сопротивления грунта по боковой поверхности корня, нередко возникают проблемы интерпретации получаемых данных, связанные с обнаружением неоднозначной зависимости между перемещением оголовка анкера и усилием натяжения в тяге. Например, в [1] показано, что при неуклонном перемещении точки крепления анкера к ограждению котлована усилие в тяге может периодически снижаться, а затем возрастать. Исходя из статических расчетов, объяснения этому явлению найти трудно.

Есть основания предполагать, что периодическое изменение НДС грунтового анкера может быть связано с автоколебательным процессом, возникающим при сдвиге корня анкера относительно грунтового массива. Явление автоколебаний при прямом срезе грунтов впервые исследовано в работах [2] и [3].

Позиционная характеристика несущей способности инъекционного анкера без уширения тела корня по грунту основания F, зависящая от сдвигового перемещения корня d, показана на рис.1.

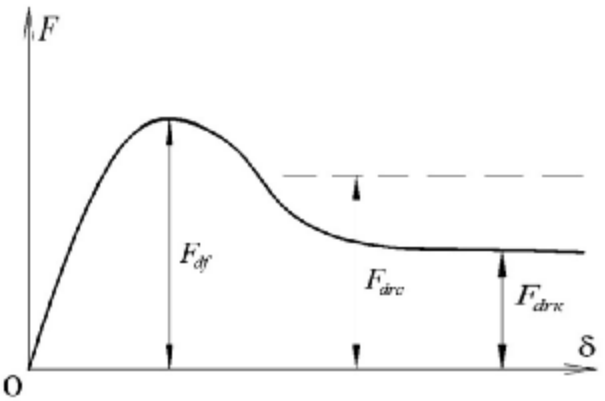


Рис. 1

Здесь F_{df} – предельное пиковое усилие сопротивления грунта по боковой поверхности корня анкера, F_{drk} и F_{drc} – остаточное кинетическое и статическое усилия сопротивления грунта по боковой поверхности анкера соответственно. Кинетическим названо сопротивление при проскальзывании, а статическим – при остановках после некоторого проскальзывания.

При испытаниях анкеров не менее двух из них доводят до предельной несущей способности F_{df} [4]. Запредельный участок деформирования в соответствии с нормативными требованиями не исследуют. Расчетную рабочую нагрузку на анкер P_w в соответствии с нормативными требованиями ВСН Минмонтажспецстроя СССР «Проектирование и устройство грунтовых анкеров» задают вне зависимости от значений F_{drk} и F_{drc}. Однако значение F_{drk} характеризует длительную прочность, и, по нашему мнению, оно должно определяющим образом влиять на назначаемое значение P_w, в особенности для постоянных анкеров. В частности, для анкеров, применяемых в противооползневых конструкциях.

Эта проблема требует специального рассмотрения. Существующие теоретические методы определения несущей способности анкеров не учитывают прогрессирующего характера разрушения и не имеют серьезного обоснования. Поэтому пробные, контрольные и приемочные полевые испытания анкеров обязательны, и предельная несущая способность анкеров может определяться с достаточной степенью надежности. В то же время давление на ограждение и усилия, передаваемые на анкера, определяются весьма приближенно. Вследствие этого выдергивающие усилия могут достигать и превышать значение F_{df}.

В этом случае возможны два вида запредельного деформирования анкера – статический и динамический – автоколебательный. Соответственно возможны два типа деформирования и разрушения ограждающей или противооползневой системы. При неблагоприятных отклонениях от расчетных параметров процесс деформирования может происходить медленно, постепенно, квазистатически, то есть без возникновения значительных ускорений, инерционных сил и кинетической энергии. В этом случае деформирование и разрушение являются длительным процессом, и сигналы от «отказе» системы – трещины, дефекты и деформации – «предупреждают» о возможности разрушения и необходимости принятия соответствующих мер.

Наиболее опасен динамический – автоколебательный процесс деформирования анкеров, который может привести к глобальному коллапсу всей системы

ограждающих или противооползневых конструкций.

При статическом процессе деформирования несущая способность анкера не может быть меньше значения F_{drk}, при автоколебательном деформировании – существенно меньше значения F_{drk}.

При статическом деформировании в результате горизонтальных перемещений оголовка анкера давление грунта на локальный участок ограждения будет уменьшаться в соответствии с зависимостью, показанной на рис.1.

При автоколебательном деформировании, показанном на рис.2, происходит непрерывный скачкообразный процесс, состоящий из динамических и статических участков или этапов.

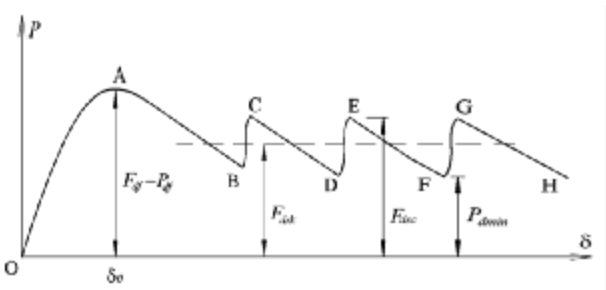


Рис. 2

На этапах AB, CD, EF и т.д. происходит мгновенное перемещение корня анкера и падение усилия натяжения анкера до значения P_{dmin}. На этапах BC, DE, FG и т.д. усилие натяжения статически возрастает до значения F_{drc}. Падение усилия натяжения происходит мгновенно – в доли секунды. Давление грунта на ограждение при этом не успевает измениться. Однако за счет падения усилия натяжения анкера мгновенно возрастают внутренние усилия в конструкции ограждения, и возможно мгновенное разрушение ограждения вследствие перегрузки. Опасность разрушения возрастает с каждым циклом автоколебаний, так как постоянно нарастает горизонтальное перемещение ограждения.

Пластическое запредельное перемещение оголовка анкера, закрепленного на ограждении, определяется по формуле

$$d_a = (d - d_0) + \frac{\Delta P_d}{AE} l_{ff}, \qquad (1)$$

где d_0 – перемещение корня анкера при $P_{df}=F_{df}$; ΔP_d – изменение усилия натяжения в любой момент времени относительно значения P_{df}; A – сечение тяги; E – модуль упругости тяги; l_{ff} – эффективная свободная длина анкерной тяги, определяемая по специальной методике, изложенной, например, в [4]; d – абсолютная величина запредельного перемещения корня анкера в любой момент времени.

При проектировании ограждений по прочности чрезвычайно важно, что усилие натяжения анкера в точках B, D, F, H и т.д. при автоколебательном процессе оказывается существенно меньше, чем значение $F_{drк}$, характеризующее минимальное кинетическое сопротивление корня анкера при статическом процессе равномерного скольжения. Например, в точке B

$$P_{d\min,B} = 2F_{drk} - F_{df},$$

в точке D

$$P_{d\min,D} = 2F_{drk} - F_{drc}.$$

При большой разнице между статическим сопротивлением в точке A и кинетическим сопротивлением $F_{drк}$ значение $P_{dmin,B}$ может приближаться к нулю.

Поэтому Д.Д. Баркан [5], испытывая сопротивление сваи на выдергивание, выдвинул гипотезу о существовании «сверхнизкого» трения. В действительности «сверхнизкого» трения не существует. Ошибочное предположение Д.Д. Баркана основано на статической интерпретации динамического процесса. Резкое и значительное снижение натяжения анкера вызывается динамическим перемещением корня, который сначала скользит ускоренно, а затем в точках B, D, F, H замедляется и на мгновение останавливается. Изменение усилия натяжения анкера обусловлено инерционными силами. В процессе автоколебаний корень анкера перемещается скачкообразно в одном направлении, что ведет к неизбежному разрушению ограждающей конструкции. Поэтому возникновение автоколебаний должно быть полностью исключено.

Раньше в основном применялись достаточно жесткие тяги из стержневой арматуры классов A-II, A-III, A-IV, A-V, упрочненной вытяжкой. При таких тягах возникновение автоколебаний менее вероятно.

В наиболее совершенных конструкциях анкеров НИИОСПа, фирм «Бауэр» (Германия), «Солетанш», «Баши» (Франция), «Суисборинг» (Швейцария), «Родио» (Италия) и др. используются анкерные тяги из высокопрочной проволочной, прядевой, канатной арматуры [4]. При существенном снижении стоимости металла в 3-5 раз снижается жесткость тяг, пропорциональная величине их поперечного сечения.

Поэтому опасность возникновения автоколебаний резко возрастает. Для тяг из высокопрочного металла не рекомендуется задавать рабочее натяжение P_w, превышающее остаточное сопротивление корня. Это позволит исключить возможность возникновения автоколебаний.

Литература

1. Климов В.Т. и др. Технический отчет о строительстве подземного гаража в Москве способом «стена в грунте». Главспецпромстрой, ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР. – М., 1977. – 22 с.

2. Драновский А.Н. Динамические параметры прочности песков. // Сб. научных трудов «Материалы 19-й Республиканской научной конференции». – Казань, КГАСА, 1998. – С.186-191.
3. Драновский А.Н. Явление автоколебаний при испытании грунтов на прямой срез при кинематическом режиме нагружения. // Сб. трудов международной конференции по механике грунтов и фундаментостроению «Геотехника Поволжья-99». – Йошкар-Ола, Салика, 1999. – С. 22-27.
4. Драновский А.Н., Фадеев А.Б. Подземные сооружения в промышленном и гражданском строительстве. – Казань: Изд-во КГУ, 1993. – 355 с.
5. Баркан Д.Д. Динамика оснований и фундаментов. – М.: Стройвоенмориздат, 1948.
6. Драновский А.Н. Влияние жесткости зданий и сооружений на кинетику разрушения оснований фундаментов. // Сб. 4-й Украинской научно-практической конференции «Механіка грунтів та фундаментобудування», вып.53, книга 1. – Київ, НДІБК, 2000. – С.102-107.
7. Драновский А.Н. О механизме дискретного деформирования грунтов. // Сб. трудов международной научно-технической конференции «Современные проблемы фундаментостроения», часть 3,4. – Волгоград, 2001. – С. 34-37.

УДК 658.5:624.014.:539.4

В.И. Лукашенко

ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДИМОСТИ РЕШЕНИЙ ПРИ ИНТЕГРАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ АРС НА ПЭВМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СООРУЖЕНИЙ

Определение ресурса элементов сооружений и сооружений в целом является чрезвычайно важной задачей, как при эксплуатации любого объекта, так и при его проектировании.

Под остаточным ресурсом понимается время, в течение которого элемент конструкции, находящийся под определенным видом нагружения (механическим, инерционным, динамическим, термическим, химическим или их комбинация), сохраняет свои физические, геометрические и функциональные характеристики. Определение остаточного ресурса для конструкций с целью продления установленного начального ресурса с учетом реальных последствий эксплуатации и условий работы является весьма актуальной технической и экономической проблемой.

В настоящее время существует достаточно большое разнообразие подходов к решению проблем определения ресурса. В основу большинства методик определения ресурса положены современные подходы, основанные на эмпирических и статистических зависимостях и численных методах, адекватно отражающих процессы, происходящие с конструктивными элементами во времени. Моделирование этих процессов с помощью современных методов и программных средств, позволяющих значительно уточнить и детализировать напряженное состояние элементов конструкций, обеспечивает более достоверное решение задачи определения ресурса.

Для достоверного решения необходимо учитывать многочисленные факторы, влияющие на остаточный ресурс, а методика должна быть подтверждена рядом экспериментов и тестовыми расчетами.

Для осуществления решения данных задач предполагается наличие в используемой для расчетов автоматизированной расчетной системе (АРС) возможности моделирования поведения систем во всех вероятных условиях эксплуатации. Несмотря на огромное изобилие различных АРС многие проблемы не могут быть решены в рамках одних, даже таких мощных систем, как ANSYS, NASTRAN и других, имеющих блоки DJURABILITY. Поэтому для моделирования необходимо использовать, как правило, различные АРС, а результаты накапливать путем передачи информации из одних систем в другие. В АРС ЭРА-ПК2000 для этого разрабатываются драйверы для обмена исходной информацией и результатами с другими АРС. В первую очередь, это программы для передачи исходных данных в другие системы.

Для того чтобы осуществить возможность использования конечно-элементной (КЭ) модели, подготовленной в препроцессорных программах для автоматизированной расчетной системы АРС СУМРАК-ПК, при расчетах в системе многодисциплинарного проектирования NASTRAN, была разработана программа SUMNAST.

При выполнении программы Sumnast каждый конечный элемент системы СУМРАК переводится в соответствующий конечный элемент системы NASTRAN. В данной программе была осуществлена возможность перевода следующих конечных элементов: «пространственная ферма», «пространственная рама», «пространственный элемент шпангоута», «мембрана3», «мембрана4», «сдвиговой элемент» и «оболочка».

С целью обеспечения достоверности и согласованности решений, получаемых при использовании различных АРС, проводились сертификационные исследования и решения тестовых задач с использованием разработанного драйвера. Одна из таких задач: тестирование расчетной модели оболочки, сравнение с расчетом в NASTRANe и экспериментом.

В качестве тестовой задачи выбран тест из [1] (стр. 133): квадратная алюминиевая пластинка со стороной 150 мм, толщиной 1.06 мм, опирающаяся на регулярно расположенные жесткие опоры (пять опор на каждой стороне контура, включая узловые).

В работе проводились экспериментальные замеры частот собственных форм колебаний (Рис. 1).

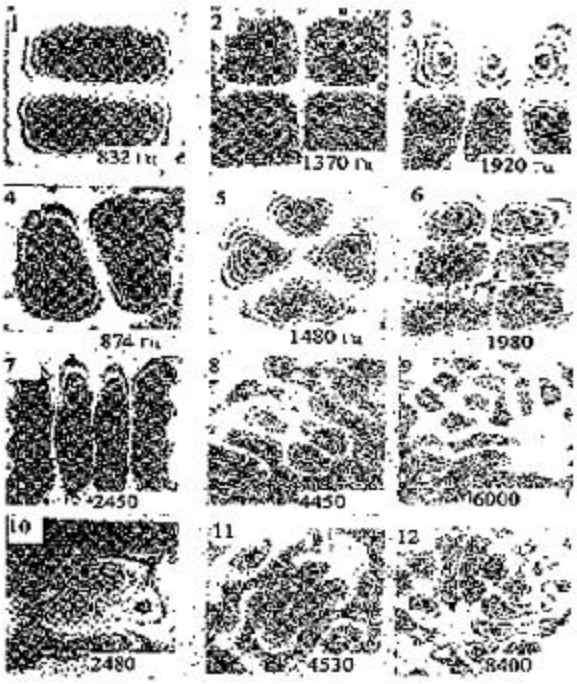


Рис. 1. Формы колебаний, полученные опытным путем

Таблица 1

Список частот форм колебаний пластины

	Расчет АРС ЭРА	NASTRAN	Эксперимент
1	342	351	-
2	715 а/симметр	739	832 симметр
3	716 а/симметр	742	874 симметр
4	1060 а/симметр	1107	1370 симметр
5	1296 а/симметр	1352	1480 симметр

Частоты колебаний в Гц, на которых зарегистрированы в эксперименте формы колебаний, приведены на рис. 1.

Видно, что в эксперименте зарегистрированы не все теоретически возможные формы колебаний. Погрешность эксперимента по оценке [1] до 8 %.

Погрешность при сравнениях с экспериментом объясняется следующими факторами:

- погрешностями эксперимента;
- несоответствием краевых условий (точечная сварка жестче, чем идеальный жесткий узел и это приводит к повышению частот форм собственных колебаний);
- грубостью конечно-элементной сетки (в районе узлов крепления).

В табл. 1 приведен список частот идентифицированных с экспериментальными форм колебаний. В ней же для сравнения приводятся результаты расчета этой же пластины в NASTRANe с использованием разработанного драйвера исходных данных. Сравнение результатов расчета в NASTRANe с АРС ЭРА-ПК2000 (по данным [2] с несимметричной регулярной сеткой) дает отличие порядка 3%.

Ниже (рис. 2) приводится результат расчета этой же пластины в NASTRANe. Влияние несимметричности сетки в расчете АРС ЭРА-ПК отражается в антисимметричности форм. Отличие одностороннее по всем формам объясняется именно этим фактом. При использовании симметричной сетки различной густоты получены симметричные формы, совпадающие с полученными в NASTRANe, соответствующими формами. Значения частот также сближаются с полученными в NASTRANe.

На рис. 3 показана вторая симметричная форма собственных колебаний, полученная для симметричной сетки одинаковой с расчетом в NASTRANe. При полном соответствии форм отличие составляет 2%.

Сравнение результатов показывает, что сгущение сетки приводит к сближению результатов расчета с экспериментальными и полученными в NASTRANe. Изменение в среднем для частот составляет 5-6% в сторону увеличения и сближения с результатами эксперимента (оценка идентификации по низшим частотам).

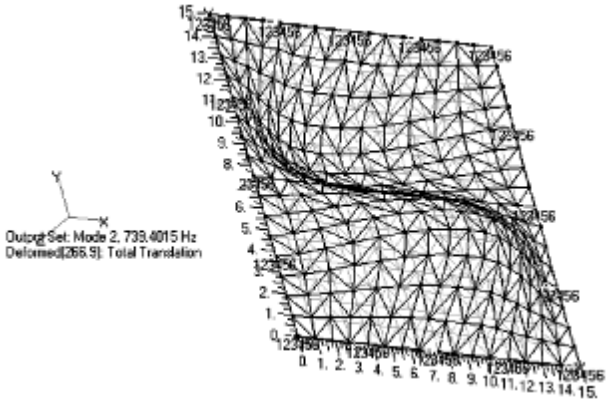


Рис. 2. Вторая симметричная форма собственных колебаний (в NASTRANe)

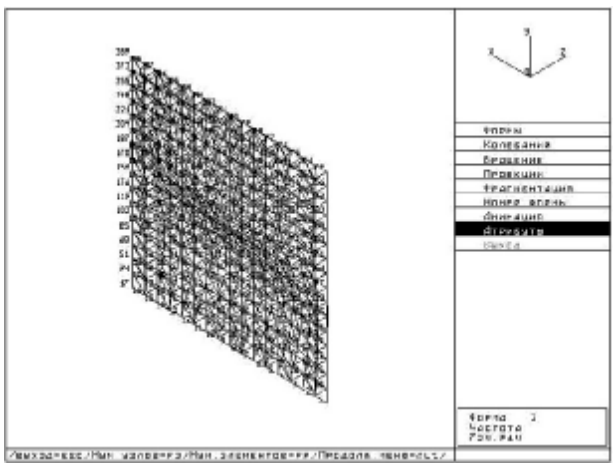


Рис. 3. Вторая симметричная форма собственных колебаний в расчете варианта PLAST в ЭРА-ПК2000

Необходимым условием успешного практического использования разрабатываемых методик для достоверных оценок долговечности и остаточного ресурса конкретных конструкций и их деталей является наличие и постоянное пополнение развитых библиотек и баз данных. Это данные и общего назначения, характеризующие типовые свойства конструкций и материалов изделий той или иной серии, и данные, отражающие отличительные особенности каждого изделия, проявляющиеся в течение всего жизненного цикла изделия и позволяющие достоверно прогнозировать ресурс на любом этапе эксплуатации по заданной истории и известной предыстории нагружения. Создание таких библиотек и баз данных предполагает большой объем дополнительных расчетных и экспериментальных исследований и привлечения значительных материальных и финансовых ресурсов. Последующее развитие и пополнение баз позволит с возрастающей эффективностью управлять качеством и долговечностью конструкций и обеспечивать все более высокую достоверность оценок ресурса их деталей.

Литература

1. Смирнов В.А. Экспериментальные исследования влияния несовершенств на кратные частоты резонансных колебаний двоякосимметричных пластинок. // Расчет строительных конструкций с учетом физической нелинейности материала на статические и динамические нагрузки. Межвузовский тематический сборник трудов. – Ленинград, 1984. – С. 126-137.
2. Отчет по теме Договора 29/40 – 2000. Разработка Автоматизированной Расчетной Системы “Экспертиза, Расчет, Анализ Пространственных Конструкций” (АРС ЭРА-ПК2000) для исследований Конструктивных Силовых Схем (КСС) и прочности проектируемых вертолетов при действии статических и динамических нагрузок.

УДК 621-192.3+69.059.4.

А.З. Манапов

РАСЧЕТ НАДЕЖНОСТИ КОНСТРУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСЕЧЕННЫХ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ ПРОЧНОСТИ И НАПРЯЖЕНИЯ

Асимптотические распределения вероятностей имеют некоторые особенности, противоречащие физической сущности расчетных параметров, например, прочности или напряжения, которые имеют относительно неширокие пределы возможных значений. Отмеченные несовершенства асимптотических распределений могут быть устранены путем преобразования в усеченные распределения [1].

Усеченное нормальное распределение есть распределение, полученное из нормальной совокупности со средним значением m и дисперсией Δ путем перераспределения событий из области невозможных значений для данного физического параметра в область возможных значений [2].

Если область возможных значений аргумента ограничена только снизу или только сверху, имеем одностороннее усеченное распределение (рис.1), если и сверху, и снизу – двухстороннее усеченное распределение (рис.2). Если при этом выполняется условие $\frac{b+a}{2}=m$, имеет место симметричное усеченное распределение.

К усеченным нормальным распределениям могут быть предъявлены следующие логические требования:

1. Выполняется условие нормирования;

2. Перераспределение событий из области невозможных значений в область возможных значений осуществляется по нормальному распределению с такими же параметрами распределения m и Δ, что и у исходной совокупности. Последнее следует из теоремы о идентичности распределений генеральной совокупности и любой большой выборки из нее.

3. В точках a и b, являющихся границами между областями возможных и невозможных значений, не должно быть разрывов 1-го рода.

4. Средние значения дисперсии и исходного нормального и усеченного распределений не должны существенно отличаться.

В работе [1] автором настоящей статьи предложены схема получения и формулы усеченных нормальных распределений вероятностей, удовлетворяющие вышеперечисленным логическим требованиям и удобные для использования в расчетах надежности конструкций:

1. Симметричное усеченное нормальное распределение

$$\varphi_y(x)=0, \text{ при } x<a \text{ и } x>b;$$

$$\varphi_y(x)=\frac{\varphi(x)-\varphi(a)}{1-\alpha}, \text{ при } a\le x\le b; \quad (1)$$

$$\text{где } \alpha=2\int_{-\infty}^{a}\varphi(x)dx+\varphi(a)(b-a)$$

$\varphi(x)=\frac{1}{\Delta\sqrt{2p}}\exp-\frac{1}{2}\left(\frac{x-m}{\Delta}\right)^2$ – плотность распределения исходной нормальной совокупности.

2. Несимметричное усеченное нормальное распределение

$$\begin{cases}\varphi_y(x)=0, & \text{при } x<a \text{ и } x>b;\\ \varphi_y(x)=\dfrac{\varphi(x)-\Psi(x)}{1-a}, & \text{при } a\le x\le b;\end{cases} \quad (2)$$

$$\text{где } \Psi(x)=\frac{(x-a)[\varphi(b)-\varphi(a)]}{b-a}+\varphi(a);$$

$$a=\int_{-\infty}^{a}\varphi(x)dx+\int_{b}^{\infty}\varphi(x)dx+\frac{\{\varphi(a)+\varphi(b)\}}{2}(b-a)$$

При расчетах надежности конструкций могут быть использованы и другие усеченные распределения, например, одностороннее распределение Парето

$$\begin{cases}\varphi_y(x)=0, & \text{при } x<a;\\ \varphi_y(x)=\dfrac{\varphi(x)}{1-a}, & \text{при } a\le x;\end{cases} \quad (3)$$

$$\text{где } a=\int_{-\infty}^{a}\varphi(x)dx.$$

При этом следует учесть, что в распределении (3) в точке a, являющейся границей между областями возможных и невозможных значений, имеет место разрыв функции 1-го рода.

В качестве базового распределения, которое преобразовывается из асимптотического в усеченное, в формулах (1-2) могут быть использованы и другие асимптотические распределения, например, Вейбулла или Гамма распределение.

Рассмотрим особенности использования усеченных распределений вероятностей в расчетах надежности строительных конструкций.

Обозначим s - нормальное напряжение в элементе конструкции и R - удельную прочность элемента конструкции.

Примем, что s и R – случайные величины, распределенные по усеченным законам с плотностями распределения $j_y(s)$ и $j_y(R)$, имеют нижние границы возможных значений a_s и a_R и верхние границы возможных значений b_s и b_R.

Статическая оценка вероятности безотказной работы (статическая оценка надежности) конструкции Н определяется как вероятность выполнения условия R > s на всем интервале возможных значений удельной прочности элемента конструкции R и напряжения s при фиксированном времени.

Выведем формулу для определения надежности Н для элемента конструкции путем последовательных рассуждений.

Вероятность того, что прочность R элемента конструкции превышает некоторое значение напряжения s, будет равна

$$P(R > s_o) = \int_s^{b_R} j_y(R)dR \qquad (4)$$

Вероятность того, что прочность R превышает случайную совокупность напряжений, находящихся в интервале ds, имеющих плотность распределения $j_y(s)$, будет равна

$$j_y(s) * ds * (\int_s^{b_R} j_y(R)dR) \qquad (5)$$

Надежность конструктивного элемента будет определяться как вероятность того, что вся случайная совокупность прочности R превышает всю случайную совокупность напряжений s :

$$H = \int_{a_s}^{b_s} j_y(s)(\int_s^{b_R} j_y(R)dR)ds \qquad (6)$$

Если $b_s < a_R$, значение Н, вычисленное по формуле (5), определяет надежность конструктивного элемента равным 1, так как в этом случае область возможных значений s ниже a_R и

$$\int_{\sigma_o}^{b_R} \varphi_y(R)dR = \int_{\sigma}^{a_R} \varphi_y(R) + \int_{a_R}^{b_R} \varphi_y(R) = 0 + 1 = 1$$

Можно определить надежность Н для конструктивного элемента как вероятность не превышения напряжения s прочности R.

Вероятность того, что напряжение s не превышает некоторое значение прочности R, будет равна

$$P(\sigma < R_o) = \int_{a_\sigma}^{R} \varphi_y(\sigma)d\sigma \qquad (7)$$

Вероятность того, что напряжение s не превышает случайную совокупность прочности R, находящихся в интервале dR и имеющих плотность распределения $j_y(R)$, будет равна

$$j_н(R) * dR * (\int_{a_s}^{R} j_y(s)ds) \qquad (8)$$

В этом случае надежность конструктивного элемента будет определяться как вероятность того, что вся случайная совокупность напряжений s не превышает всю случайную совокупность прочности R

$$H = \int_{a_R}^{b_R} j_y(R)(\int_{a_s}^{R} j_y(s)ds)dR \qquad (9)$$

Если $b_s < a_R$, значение Н, вычисленное по формуле (11), определяет надежность конструктивного элемента равным 1, так как в этом случае область возможных значений R больше b_s и

$$P(s < R_o) = \int_{a_s}^{R} j_y(s)ds = \int_{a_s}^{в_s} j_y(s)ds + \int_{в_s}^{R} j_y(s)ds = 1+0=1$$

Если удельная прочность и напряжение имеют распределение по нормальному закону распределения вероятностей, надежность конструктивного элемента можно определить из распределения случайной величины R - s . При отсутствии корреляционной зависимости между R и s случайная величина R - s будет иметь также нормальное распределение с математическим ожиданием

$$m_{R-s} = m_{R.y} - m_{s\,y} \qquad (10)$$

и стандартом

$$\Delta_{(R-s)y} = \sqrt{\Delta^2_{R.y} + \Delta^2_{s.y}} \qquad (11)$$

Надежность элемента конструкции при использовании распределения R - s запишется в виде

$$H = P(R - s \geq 0) = \int_0^{b_R - a_s} j_y(R - s)dx \qquad (12)$$

Таблица

Результаты расчета надежности конструктивного элемента

Функция распределения прочности и напряжения	Расчетное значение вероятности отказа
Нормальное асимптотическое распределение удельной прочности R Математическое ожидание m_R =298,0 (МПа) Стандарт распределения Δ_R =19,2 (МПа) Нормальное асимптотическое распределение напряжения s m_s =220,0(МПа) Δ_s =9,4 (МПа)	131 на 10^6 элементов (проверено)
Нормальное асимптотическое распределение удельной прочности R Математическое ожидание m_R =298,0 (МПа) Стандарт распределения Δ_R =19,2 (МПа) Нормальное асимптотическое распределение Напряжения s m_s =180,0(МПа) Δ_s =9,4 (МПа)	17 на 10^9 элементов (проверено)
Нормальное усеченное симметричное распределение удельной прочности R Математическое ожидание m_R =298,0 (МПа) Стандарт распределения Δ_R =19,2 (МПа) Нижняя граница возможных значений a_R =228,0 (МПа) Верхняя граница возможных значений b_R =368,0 (МПа) Нормальное усеченное симметричное распределение напряжений s Математическое ожидание m_s =220,0 (МПа) Стандарт распределения Δ_s =9,4 (МПа) Нижняя граница возможных значений a_s =170,0 (МПа) Верхняя граница возможных значений b_s =270,0 (МПа)	132 на 10^6 элементов
Нормальное усеченное симметричное распределение удельной прочности R Математическое ожидание m_R =298,0 (МПа) Стандарт распределения Δ_R =19,2 (МПа) Нижняя граница возможных значений a_R =228,0 (МПа) Верхняя граница возможных значений b_R =368,0 (МПа) Нормальное усеченное симметричное распределение напряжений s Математическое ожидание m_s =220,0 (МПа) Стандарт распределения Δ_s =9,4 (МПа) Нижняя граница возможных значений a_s =170,0 (МПа) Верхняя граница возможных значений b_s =270,0 (МПа) Выполнено испытание элемента конструкции, при этом максимальное напряжение в элементе имело значение 241,0 (МПа)	116 на 10^6 элементов

Усеченное нормальное распределение с математическим ожиданием $m_{R-s} = m_{R.y} - m_{s\,y}$ и стандартом $\Delta_{(R-s)y} = \sqrt{\Delta^2_{R.y} + \Delta^2_{s.y}}$ будет иметь нижнюю границу распределения $a_{R-s} = a_s - b_R$ и верхнюю границу распределения $b_{R-\sigma} = b_R + b_\sigma$

Стандарты усеченных распределений удельной прочности и напряжения определяются с учетом границ возможных значений a_R, b_R, a_s, b_s

$$\Delta^2_{R.y} = \frac{\Delta_R{}^2}{1-a_R}\left[1-\int_{-\infty}^{a_R}\varphi(R)\frac{R^2}{\Delta^2_R}dR-\int_{b_R}^{\infty}\varphi(R)\frac{R^2}{\Delta_R{}^2}dR-\right.$$

$$\left.-\frac{\varphi(a_R)(b_R-a_R)(b_R{}^2+b_Ra_R+a_R{}^2)}{3\Delta_R{}^2}\right] \qquad (13)$$

$$\Delta^2_{s.y} = \frac{\Delta_s{}^2}{1-a_s}\left[1-\int_{-\infty}^{a_s}\varphi(s)\frac{s^2}{\Delta^2_s}ds-\int_{b_s}^{\infty}\varphi(s)\frac{s^2}{\Delta_s{}^2}ds-\right.$$

$$\left.-\frac{\varphi(a_s)(b_s-a_s)(b_s{}^2+b_sa_s+a_s{}^2)}{3\Delta_s{}^2}\right] \qquad (14)$$

Рассмотрим некоторые возможности использования усеченных распределений, например, учета результатов испытаний при оценке надежности конструктивного элемента.

Результаты испытаний в одних случаях могут быть представлены как детерминированные величины, например, при пробных испытаниях известной нагрузкой, в других случаях как случайные величины, например, при испытаниях снеговыми или ветровыми нагрузками, действующими в течение нескольких сезонов.

Пусть имеет место первый случай испытания: статическое испытание конструкции с достаточно точно измеренной нагрузкой, значение которой может представляться детерминированной величиной.

При отсутствии испытания надежность конструктивного элемента определяется одной из формул (6) или (9).

Выполним корректировку формул для расчетов надежности конструктивного элемента при наличии результатов испытаний. Допустим, конструкция подверглась успешному испытанию пробной нагрузкой, при этом напряжение в расчетном конструктивном элементе было равно s_u. Если результаты испытаний оказались положительными, можно сделать вывод, что нижнее значение удельной прочности a_R не меньше s_u.

Примем $a_R = s_u$ и запишем формулу для расчета надежности конструкции с учетом испытаний.

$$H=\int_{s_u}^{b_s} j_y(s)*ds*\int_{s}^{b_s} j_y(R)dR \qquad (15)$$

$$H=\int_{s_u}^{b_s} j_y(R)*dR*\int_{s_u}^{R} j_y(s)ds \qquad (16)$$

При учете результатов испытания нижний предел возможных значений удельной прочности корректируется и сдвигается вправо (рис. 2), поэтому надежность корректируется в сторону увеличения. Если конструктивный элемент был испытан несколько раз, то в качестве s_u следует принимать максимальное значение напряжения в конструктивном элементе за все этапы испытаний.

В таблице приведены численные результаты расчета надежности двух конструктивных элементов. Первый из элементов условно можно отнести к малонадежным элементам, второй – к элементам высокой надежности.

Выводы:

1. Получены аналитические решения расчета надежности конструктивного элемента с использованием усеченных распределений вероятностей удельной прочности и напряжения.
2. Использование усеченных распределений вероятностей удельной прочности и напряжения позволяет повысить точность расчета надежности конструктивного элемента за счет отсечения физически нереализуемых значений удельной прочности и напряжения.
3. Использование усеченных распределений вероятностей удельной прочности и напряжения позволяет выполнить учет результатов испытаний при оценке надежности конструктивного элемента.

Литература

1. Манапов А.З. Усеченные нормальные распределения и их применение при решении задач надежности конструкций. Известия вузов. Строительство и архитектура, №9, 1988. – С.110-114.
2. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – М., 1970. – 542 с.

УДК 621-192.3+69.059.4.

А.З. Манапов, И.Ю. Майстренко

РАСЧЕТ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА СТАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РЕГРЕССИОННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

В настоящей работе решается задача расчета остаточного ресурса элемента стальной конструкции, эксплуатирующейся в условиях неблагоприятного воздействия на нее агрессивной среды. Решение задачи основано на построении регрессионных моделей для описания процесса износа элементов расчетного сечения путем использования встроенных функций многофункциональной вычислительной системы *MathCAD*.

Исходные параметры для расчета остаточного ресурса разделены на шесть групп.

Первая группа исходных параметров определяет начальные геометрические характеристики расчетного сечения элемента конструкции. Размеры начальных сечений определяются по технической документации завода-изготовителя или путем прямых измерений. Так как допуски на размеры сечений прокатных элементов [1] сопоставимы с глубиной коррозионного поражения, последние также учитываются при формировании исходных параметров первой группы. Вторая группа исходных параметров определяет геометрические параметры расчетного сечения конструктивного элемента после его эксплуатации в течение t_j лет в коррозионной среде. Эта группа исходных параметров формируется путем прямых измерений размеров сечений при очередных обследованиях на конечных и промежуточных интервалах времени. Третья группа исходных параметров определяет предельные состояния, возможные при исчерпании остаточного ресурса конструктивного элемента и уравнения предельных состояний. Четвертая группа исходных параметров определяет нагрузки, внутренние усилия и напряжения в конструктивных элементах. Пятая группа исходных параметров определяет расчетные сопротивления материала конструкции или другие нормируемые показатели, например, допустимый прогиб конструкции. Шестая группа определяет параметры регрессионных моделей, которые будут использоваться для расчета остаточного ресурса.

Расчет остаточного ресурса выполняется в два этапа. На первом этапе выбирается регрессионная модель, наилучшим образом описывающая коррозионный износ конструкции. На втором этапе, с использованием выбранной регрессионной модели, описывается прогноз развития напряженно-деформированного состояния конструкции и решением уравнений предельного состояния определяется остаточный ресурс конструкции. Влияние неточностей измерений, допусков на конечный результат определяется использованием доверительных интервалов для принятой доверительной вероятности [2].

Для наглядности формирование исходных параметров показано на реальном примере – стальной рядовой подкрановой балки, предназначенной для установки мостовых кранов общего назначения (см.табл.1-5). Геометрические размеры балки получены в ходе натурных обследований. При этом выполнено по 10 измерений фактических толщин горизонтальных поясов и вертикальной стенки балки. Для учета возможных неточностей измерений производилась оценка доверительных интервалов с доверительной вероятностью b, равной 0,95. Для стальной рядовой подкрановой балки рассматриваются предельные состояния: по нормальным напряжениям, по касательным напряжениям, по местной устойчивости, по прогибу балки и по сопротивлению усталостному разрушению.

Таблица 1

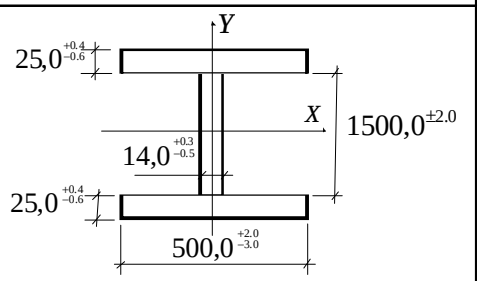
Длина балки L, м [5]	$11{,}992^{\pm 0{,}005}$
Начальные геометрические размеры стальной рядовой подкрановой балки, мм	

Таблица 2

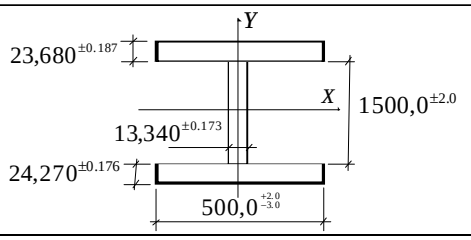
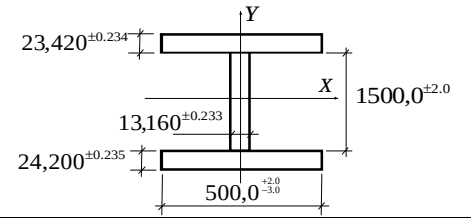
Геометрические размеры расчетного сечения конструктивного элемента после 20 лет эксплуатации в слабоагрессивной среде, мм	
Геометрические размеры расчетного сечения конструктивного элемента после 23 лет эксплуатации в слабоагрессивной среде, мм	

Таблица 3

Предельные состояния	Уравнения предельных состояний
По нормальным напряжениям	$s_p(t) = \frac{M}{W_x} \le g_c \cdot R_y(t)$, где $s_p(t)$ и $R_y(t)$ - соответственно функции изменения во времени нормальных напряжений от изгиба и удельной прочности; g_c - коэффициент условий работы.
По местной устойчивости	$\frac{s_u(t)}{s_{кр}(t)} \le g_c$, $\frac{t_u(t)}{t_{кр}(t)} \le g_c$, где $s_u(t)$ и $t_u(t)$ - соответственно функции изменения во времени расчетных нормальных сжимающих и касательных напряжений; $s_{кр}(t)$ и $t_{кр}(t)$ - функции изменения во времени критических нормальных сжимающих и касательных напряжений.
По вертикальному прогибу балки	$f_p(t) \le [f_н]$, где $f_p(t)$ - функция изменения во времени расчетного прогиба стальной рядовой подкрановой балки; $[f_н]$ - допустимый прогиб конструкции.
По сопротивлению усталостному разрушению	$s_{\max}(t) \le a_g \cdot g_c \cdot R_y(t) \cdot g_g(t)$, В соответствии с [4] a_g - коэффициент режима работы; $g_g(t)$ - коэффициент, учитывающий вид напряженно-деформированного состояния и асимметрию напряжений.

Таблица 4

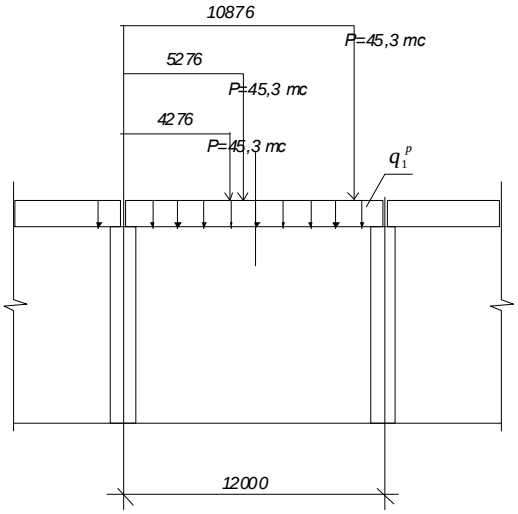
Нагрузки, внутренние усилия и напряжения в конструктивных элементах	
Расчетная схема	
Максимальный изгибающий момент в расчетном сечении, $M_{\max}$	3638000 $н \cdot м$

Таблица 5

Нормируемые показатели для конструктивного элемента	
Наименование параметра	Значение
Материал конструкции	В Ст3 сп
Коэффициент условий работы конструкции [4], g_c	0,9
Расчетное сопротивление стали (по пределу текучести), R_y	233,3 МПа
Нормируемый относительный прогиб стальной подкрановой балки, учитывающий группу режима работы крана [6], $[f_н]$	$\frac{1}{400}L$

Для описания коррозионного износа элементов расчетного сечения рассмотрены модели математической регрессии в виде:

- степенной функции;
- линейной функции, полученной по сумме квадратов отклонений;
- линейной функции, полученной по сумме модулей отклонений;
- полиноминальной функции.

В последнем случае в качестве меры того, насколько хорошо регрессия описывает систему наблюдений за изменением во времени толщин элементов расчетного сечения стальной рядовой подкрановой балки, использован коэффициент детерминации d_m [3], который представляет собой отношение объясненной части вариации ко всей вариации в целом

$$d_m = 1 - \frac{S_{Rm}^2}{S_m^2}, \qquad (1)$$

где: $S_{Rm}^2 = \sum_{j=1}^{n} \left[dx_{mj} - d\hat{x}_{mj} \right]^2$ - сумма квадратов отклонений фактических толщин от выравненных значений; $S_m^2 = \sum_{j=1}^{n} \left[dx_{mj} - \overline{dx}_{mj} \right]^2$ - сумма квадратов отклонений фактических толщин от их среднего статистического; $m -$ индекс элемента расчетного сечения; $n -$ количество элементов.

Результаты оценки параметров регрессионных моделей (рис.1-3) для описания коррозионного износа конструктивного элемента приведены в таблице 6.

Таблица 6

Элемент расчетного сечения балки	Модель математической регрессии	S_{Rm}^2	S_m^2	d_m
Верхний пояс	Степенная функция	1,421	4,096	***0,653***
	Линейная функция (по сумме квадратов)	3,830		0,065
	Линейная функция (по сумме модулей)	1,479		0,639
	Полиноминальная функция	3,817		0,068
Нижний пояс	Степенная функция	0,627	1,757	***0,643***
	Линейная функция (по сумме квадратов)	1,657		0,057
	Линейная функция (по сумме модулей)	0,668		0,620
	Полиноминальная функция	1,655		0,058
Вертикальная стенка	Степенная функция	0,464	1,481	0,687
	Линейная функция (по сумме квадратов)	1,351		0,088
	Линейная функция (по сумме модулей)	0,453		***0,694***
	Полиноминальная функция	1,345		0,092

Графики изменения во времени момента сопротивления сечения (рис.4) построены по моделям математической регрессии, имеющим наиболее близкое к единице значение коэффициента детерминации: для верхнего пояса регрессия функцией $f[dx_1(t)] = -0{,}037 \cdot t^{1{,}309} + 25{,}424$; для нижнего пояса – $f[dx_2(t)] = -0{,}043 \cdot t^{1{,}133} + 25{,}419$; для стенки – $f[dx_3(t)] = 14{,}3 - 0{,}06 \cdot t$.

По выбранным моделям математической регрессии и исходным параметрам, приведенным в таблицах 1-5, выполнены расчеты прогнозных значений развития напряженно-деформированного состояния стальной рядовой подкрановой балки и решением уравнений предельного состояния определен остаточный ресурс. Полученные результаты, с учетом интервальных оценок для принятой доверительной вероятности b , сведены в таблицу 7.

Рис.1. Регрессионные модели описания коррозионного износа верхнего пояса балки

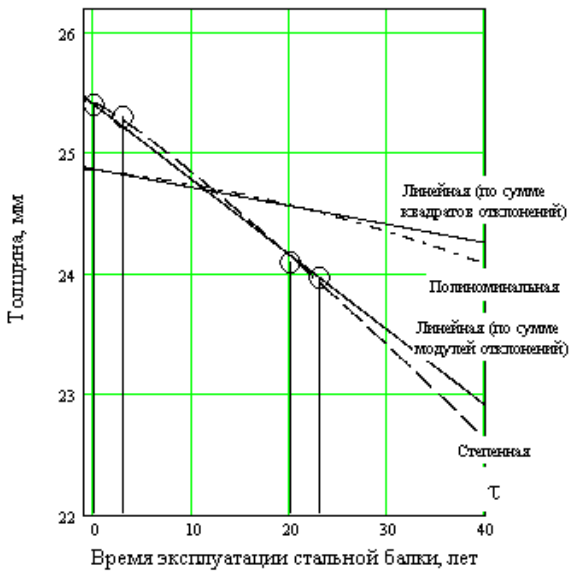


Рис.2. Регрессионные модели описания коррозионного износа нижнего пояса балки

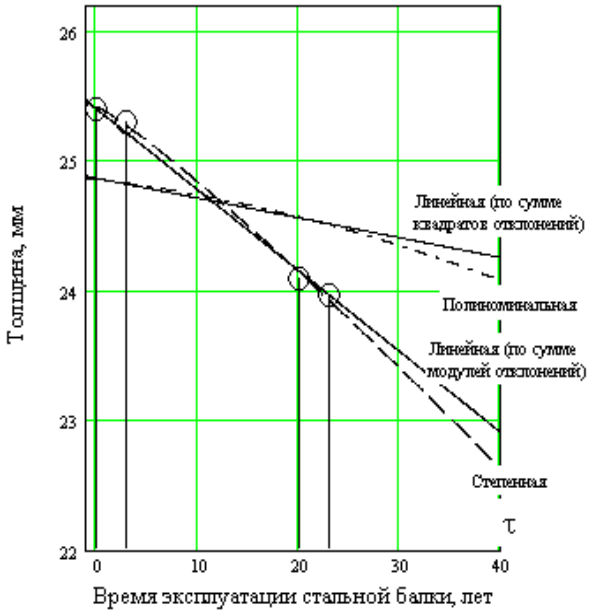


Рис.3. Регрессионные модели описания коррозионного износа вертикальной стенки балки

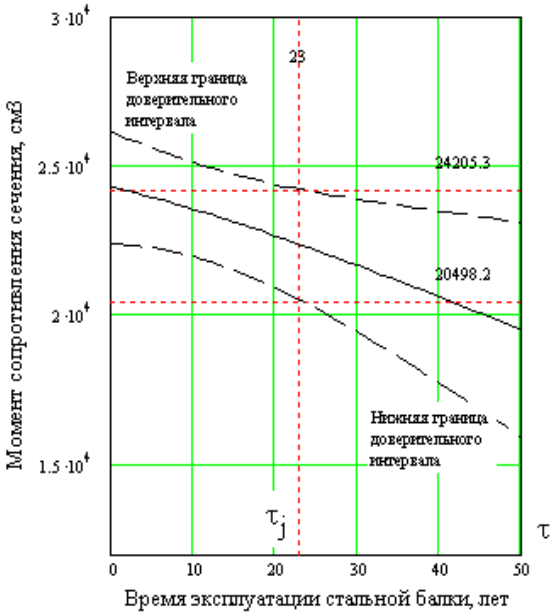


Рис.4. Графики функций, описывающих изменение во времени момента сопротивления сечения балки

Таблица 7

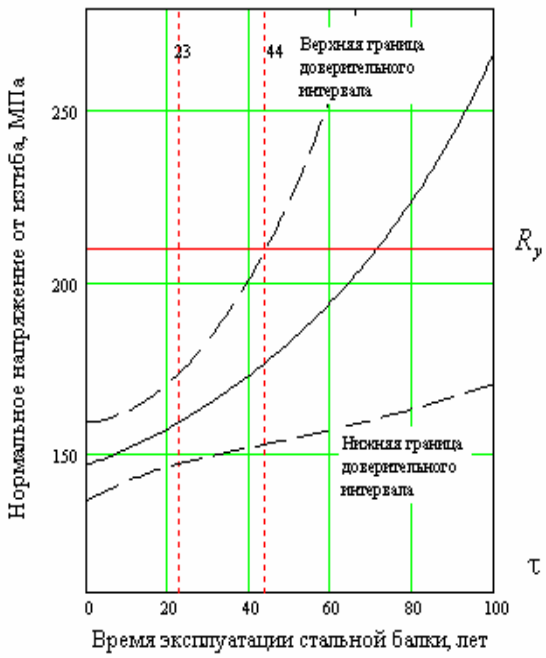
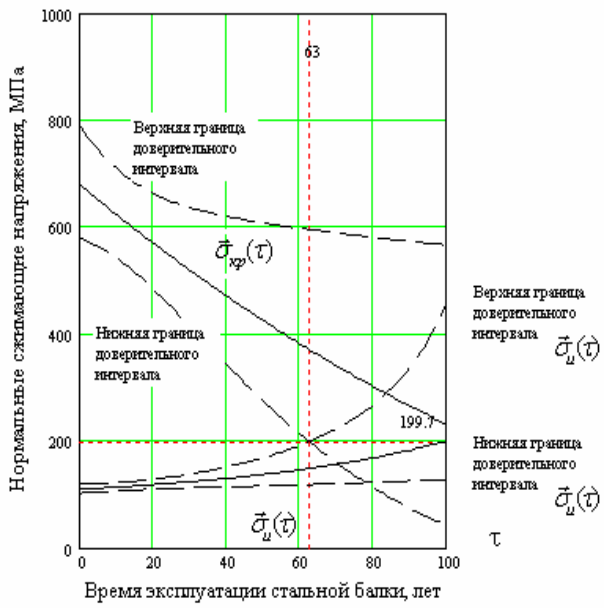
Время эксплуатации конструкции к моменту оценки остаточного ресурса	$t_j = 23$ года
По нормальным напряжениям	
	Интервальный прогноз времени достижения предельного состояния $T_{k1} > 44$ года
	Момент сопротивления сечения $17005{,}8 < \left[\overrightarrow{W}(t = 44)\right] < 23330{,}8 \ см^3$
	Нормальные напряжения $152{,}9 < \left[\overrightarrow{s_p}(t = 44)\right] < 210{,}0 = R_y(t) \ МПа$
	Интервальная оценка остаточного ресурса конструкции $q\|T_{k1} = T_{k1} - t_j$ $q\|T_{k1} > 21$ год

Таблица 7 (Продолжение)

По местной устойчивости стенки	
	Интервальный прогноз времени достижения предельного состояния $T_{k2} > 63$ года
	Расчетные s_u и критические $s_{кр}$ напряжения $\{118{,}4 < [\overrightarrow{s_u}(t)] < 199{,}7 = [\overrightarrow{s_{кр}}(t)]; t = 63\}$ *МПа*
	Интервальная оценка остаточного ресурса конструкции $q\|T_{k2} = T_{k2} - t_j$ $q\|T_{k2} > 40$ лет

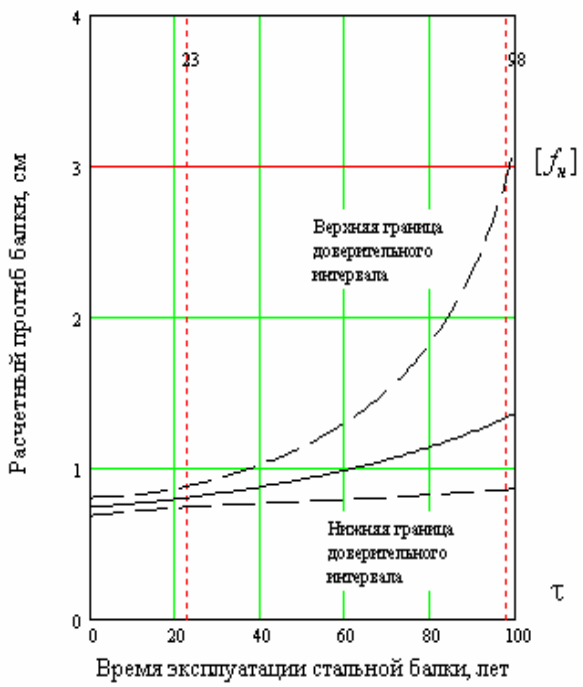
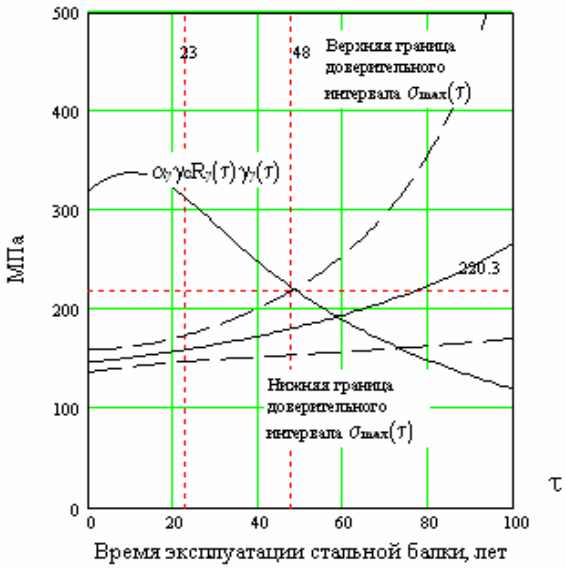
По вертикальному прогибу балки	
	Интервальный прогноз времени достижения предельного состояния T_{k3} $T_{k3} > 98$ лет
	Момент инерции сечения J $470927{,}5 < [\vec{J}(t = 98)] < 1623566{,}8$ *см*^{4}
	Расчетный прогиб балки f_p $0{,}855 < [\overrightarrow{f_p}(t = 98)] < 3{,}000 = [f_н]$ *см*
	Интервальная оценка остаточного ресурса конструкции $q\|T_{k3} = T_{k3} - t_j$ $q\|T_{k3} > 75$ лет

Таблица 7 (Продолжение)

По сопротивлению усталостному разрушению	
	Интервальный прогноз времени достижения предельного состояния T_{k4} $T_{k4} > 48$ лет Проверка выносливости $\left[\overrightarrow{s_{\max}}(t = 48)\right] < 220{,}3 = \left[t \,\middle\vert\, a_g \cdot g_c \cdot R_y \cdot g_g\right]$, *МПа* Интервальная оценка остаточного ресурса конструкции $q \vert T_{k4} = T_{k4} - t_j$ $q \vert T_{k4} > 25$ лет

Выводы:

Выполнен расчет остаточного ресурса для реальной стальной конструкции, эксплуатация которой проходила в слабоагрессивной среде. Задача решена с учетом допусков на начальные размеры элемента и допусков на точность обмерных работ. Для моделирования коррозионного износа использованы программные средства регрессионного анализа на основе многофункциональной вычислительной системы MathCAD. Результаты представлены в виде интервальных оценок остаточного ресурса по расчетным предельным состояниям с использованием доверительных интервалов и доверительных вероятностей.

Литература

1. ГОСТ 82-70 (СТ СЭВ 2884-81). Прокат стальной горячекатанный широкополосный универсальный. Сортамент.
2. ГОСТ 21778-81. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения.
3. Колемаев В.А., Староверов О.В., Турундаевский В.Б. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высшая школа, 1991. – 400 с.
4. СТО 24.09-5281-91-93*. Краны грузоподъемные промышленного назначения. Нормы и методы расчета элементов стальных конструкций. Стандарт ВНИИПТМАШ-ПОДЪЕМТРАНСТЕХНИКА, 1993. – 135 с.
5. ГОСТ 23121-78. Балки подкрановые стальные для мостовых электрических кранов общего назначения грузоподъемностью до 50 т. Технические условия.
6. РД 10-138-97. Комплексное обследование крановых путей грузоподъемных машин. Часть 1. Общие положения. Методические указания. – Приложение 3, Табл. 2.1.

УДК 624.012.35.45

Илшат Т. Мирсаяпов

КЛАССИФИКАЦИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ, ВОСПРИНИМАЮЩИХ ПОПЕРЕЧНЫЕ СИЛЫ ПРИ МНОГОКРАТНО ПОВТОРЯЮЩИХСЯ НАГРУЖЕНИЯХ

Среди многочисленных факторов, оказывающих наибольшее влияние на образование и развитие трещин и разрушение железобетонных изгибаемых элементов в зоне действия поперечных сил, важным и определяющим параметром является относительное расстояние между грузом и опорой $\frac{c_0}{h_0}$ при действии сосредоточенных нагрузок или относительная длина элемента $\frac{l_0}{h_0}$ при равномерно распределенной нагрузке, где c_0 - расстояние между осями опоры и груза, l_0 - расчетная длина элемента. Расстояние от опоры до груза c_0 общепринято называть пролетом среза, а его отношение к рабочей высоте сечения h_0 - относительным пролетом среза $\frac{c_0}{h_0}$.

При больших значениях $\frac{c_0}{h_0}$, т.е. при превалирующем влиянии изгибающего момента, разрушение происходит в зоне чистого изгиба по нормальному сечению. С уменьшением значений $\frac{c_0}{h_0}$, а, следовательно, с увеличением влияния поперечной силы, изгибаемый элемент разрушается в пролете среза по наклонной трещине. Переход от разрушения по нормальному сечению к разрушению по наклонному сечению происходит в элементах без поперечной арматуры при относительных пролетах среза $\frac{c_0}{h_0} = 4-6$, а в элементах с поперечной арматурой – при относительных пролетах среза $\frac{c_0}{h_0} = 2-3$.

Гиперболическая функция, полученная после обработки многочисленных экспериментальных данных разных авторов с широким диапазоном изменения $\frac{c_0}{h_0}$ [1], показывает, что в элементах без поперечной арматуры при уменьшении пролета среза с 6 h_0 до 2,5 h_0 несущая способность увеличивается незначительно; уменьшение пролета среза от 2,5 h_0 до 1 h_0 вызывает резкое и значительное увеличение несущей способности; при дальнейшем уменьшении пролета среза (c_0 <1 h_0) рост несущей способности замедляется.

Несущая способность элементов с поперечной арматурой при уменьшении относительного пролета среза увеличивается более плавно [2].

Загружение равномерно распределенной нагрузкой не вносит принципиальных изменений в закономерности процессов трещинообразования и разрушения железобетонных изгибаемых элементов. Разрушение элементов по наклонному сечению происходит по критической наклонной трещине, вершина которой располагается на расстоянии (0,2-0,3) l_0 от опоры. Исчерпание несущей способности происходит в результате раздробления бетона в сжатой зоне над вершиной наклонной трещины. Основной параметр, влияющий на несущую способность при загружении равномерно распределенной нагрузкой – относительная длина пролета балки $\frac{l_0}{h_0}$. В целом, зависимость несущей способности от $\frac{l_0}{h_0}$ носит такой же характер, как и в случае загружения сосредоточенными силами от относительного пролета среза $\frac{c_0}{h_0}$, сохраняя общую тенденцию уменьшения несущей способности с увеличением $\frac{l_0}{h_0}$ и переходом в дальнейшем к разрушению по нормальному сечению.

А.С. Залесов [3], учитывая эту закономерность, предложил первую классификацию при статическом нагружении для железобетонных элементов, работающих на восприятие поперечных сил. Железобетонные изгибаемые элементы при действии поперечных сил по этой классификации в зависимости от $\frac{c_0}{h_0}$ были поделены на две группы:

1) Короткие элементы, при $\frac{c_0}{h_0} \leq$ 1. Разрушение таких элементов происходит в наклонной полосе между грузом и опорой;

2) Длинные элементы, при $\frac{c_0}{h_0}$ >1. Разрушение таких элементов происходит с образованием критической наклонной трещины в зоне действия поперечных сил.

Впоследствии эта классификация была видоизменена [2], но суть и критерий классификации остались прежними. Таким образом, классификация железобетонных изгибаемых элементов, работающих на восприятие поперечных сил при статическом нагружении, в зависимости от $\frac{c_0}{h_0}$ выглядит так [2]:

1) Элементы, разрушающиеся в результате раздробления сжатой зоны над критической наклонной трещиной;

2) Элементы, разрушающиеся в результате среза бетона сжатой зоны над критической наклонной трещиной;

3) Элементы, разрушающиеся в результате раздробления бетона в наклонной полосе между опорой и грузом.

В качестве критерия классификации была принята форма разрушения элементов по бетону сжатой зоны, в рамках которой находят свое отражение все основные закономерности сопротивления – характер трещинообразования, деформирования, напряженно-деформированное состояние бетона, продольной и поперечной арматуры.

Наряду с перечисленными выше формами разрушения по бетону сжатой зоны элементы каждой из классифицируемых групп могут разрушаться по растянутой зоне до достижения предельного состояния в бетоне. Разрушение по растянутой зоне является практически одинаковым для всех трех групп классификаций, т.е. это является общим признаком, и оно может произойти либо в результате достижения предельного состояния в продольной арматуре в месте пересечения с критической наклонной трещиной либо в результате потери сцепления продольной арматуры с бетоном на приопорном участке за критической наклонной трещиной.

В конструктивных схемах гражданских и промышленных зданий первую группу составляют элементы балочного, консольного и других типов прямоугольного, таврого, двутаврого и т.д. поперечного сечений, загруженные равномерно распределенной нагрузкой или сосредоточенными силами, расположенными на расстоянии $c_0 > (2-2{,}2)h_0$ от опоры. Вторую группу составляют аналогичные по конструкции элементы с пролетом среза $1{,}2h_0 < c_0 < 2h_0$. Третью группу прежде всего составляют опорные зоны обычных балок, загруженные сосредоточенными силами, расположенными вблизи опор, пролет среза которых составляет $c_0 < 1{,}2h_0$. К этой группе можно отнести также так называемые короткие элементы: короткие консоли колонн, подрезки ригелей у опор, перемычки двухветвевых колонн, стеновые панели, работающие в своей плоскости и другие подобные элементы типа балок-стенок.

В областях перехода от одной группы к другой форма разрушения элемента зависит от многих факторов – прочности бетона, содержания продольной и поперечной арматуры, формы поперечного сечения и т. д.

Усталостные испытания железобетонных балок при различных пролетах среза позволяют в зависимости от $\frac{c_0}{h_0}$ выделить также три формы усталостного разрушения железобетонных изгибаемых элементов, работающих на восприятие поперечных сил при многократно повторяющихся нагружениях. При этом, загружение осуществлялось сосредоточенными силами, т.к. такой тип загружения является наиболее распространенным видом фактического загружения и наиболее опасным и показательным случаем работы свободно опертых балок. При этом определяющий параметр – относительный пролет среза $\frac{c_0}{h_0}$ – существенно влияет на характер трещинообразования, форму усталостного разрушения и несущую способность балки. В целом, закономерность изменения от $\frac{c_0}{h_0}$ сохраняется такой же, что и при статическом нагружении, т.е. с уменьшением $\frac{c_0}{h_0}$ происходит увеличение несущей способности изгибаемых элементов при циклическом нагружении, но в формах и механизмах разрушения имеются

некоторые отличия и нюансы. Поэтому, если классификацию изгибаемых элементов, составленную для статического нагружения, применить для элементов, нагруженных циклической нагрузкой, то она в какой-то мере будет условной. Дело в том, что при статическом нагружении при достижении предельного состояния в элементе, при разрушении по сжатой зоне, считается, что в поперечной арматуре напряжения достигают предела текучести (и в дальнейшем не увеличиваются) и разрушение происходит в момент достижения напряжениями в бетоне предела прочности, т.е. как в элементах с поперечной арматурой, так и в элементах без поперечной арматуры статическое разрушение происходит в зависимости от $\frac{c_0}{h_0}$, либо от раздробления, либо от среза сжатого бетона. Поэтому применение критерия разрушения по сжатой зоне в качестве отличительного признака при составлении вышеуказанной классификации при статическом нагружении является вполне логичным.

При многократном повторяющемся нагружении в элементах без поперечной арматуры усталостные разрушения по сжатой зоне, в зависимости от $\frac{c_0}{h_0}$, происходят действительно либо в результате усталостного раздробления, либо усталостного разрыва и среза сжатого бетона. В этой связи для элементов без поперечной арматуры при циклическом нагружении отличительным признаком при составлении классификации можно было бы принимать критерий усталостного разрушения по сжатой зоне, в рамках которой находят свое отражение все основные закономерности усталостного сопротивления: характер образования трещин, напряженно-деформированное состояние на различных стадиях загружения (в зависимости от количества циклов загружения N), формы и механизм усталостного разрушения, т.е. классификация, составленная для статического нагружения, вполне была бы приемлема и для элементов без поперечной арматуры при циклическом нагружении. Но в элементах с поперечной арматурой усталостное разрушение при надежно заанкеренной и мощной продольной арматуре начинается после достижения напряжениями в стержнях поперечной арматуры усталостной прочности (ограниченного предела выносливости на базе $N < 2 \cdot 10^6$), а напряжения в бетоне при этом, как правило, остаются меньше абсолютного предела выносливости, и в результате усталостное разрушение начинается из-за усталостного разрыва стержней поперечной арматуры. Для сравнения можно еще раз напомнить, что в элементах с поперечной арматурой, при статическом разрушении, напряжения в поперечной арматуре достигают предела текучести, но остаются целыми (не рвутся), а в бетоне - достигают предела прочности. Поэтому вышеуказанная классификация, составленная для статического нагружения, хотя и подходит для элементов без поперечной арматуры и при циклическом нагружении, но для элементов с поперечной арматурой является не совсем приемлемой.

В связи с этим необходимо найти другой критерий при составлении классификации железобетонных изгибаемых элементов, воспринимающих поперечные силы при многократно повторяющихся нагружениях.

В результате совместного действия поперечных сил и моментов железобетонный элемент в пределах пролета среза работает в условиях плоского напряженного состояния $s_x^{max}, s_y^{max}, t_{xy}^{max}$, а относительный пролет среза $\frac{c_0}{h_0}$ по сути дела определяет соотношение между максимальными значениями изгибающего момента и поперечной силы ($\frac{c_0}{h_0} = \frac{M}{Q \cdot h_0}$), действующими в сечениях изгибаемого элемента. Изменение относительного пролета среза приводит к изменению соотношения между составляющими плоского напряженного состояния, а в результате меняется характер образования и развития трещин в этой зоне, меняются механизм и форма усталостного разрушения элемента, а также и расчетная схема. Резкое увеличение несущей способности изгибаемых элементов при уменьшении относительного пролета среза можно объяснить только изменением механизма и формы разрушения. Очевидно, что для значений $c_0 > (2-2{,}2)h_0$ соответствуют одни форма и механизм разрушения, для $(1{,}2-1{,}4)h_0 < c_0 < 2h_0$ –другие, а для $c_0 < (1-1{,}2)h_0$ – третьи. При $c_0 > (2-2{,}2)h_0$ усталостное разрушение изгибаемых элементов происходит с образованием критической наклонной трещины, положение которой связано не с точками приложения действующих на элемент внешних усилий и реакций опор (местное возмущение напряженного состояния ощутимо только вблизи этих точек), а с внутренними силовыми факторами, действующими в рассматриваемых по длине пролета среза сечениях (моментами и поперечными силами). Особенностью работы изгибаемых элементов при $c_0 < (1-1{,}2)h_0$ является образование локальных полос напряжений, связанных с точками приложения сосредоточенных внешних усилий (груза и опорной реакции), в пределах которых и происходит усталостное разрушение. При

этом влияние внутренних силовых факторов, действующих по длине пролета среза в сечениях, незначительно. При дальнейшем уменьшении относительного пролета среза приходим к граничному случаю, когда $\frac{c_0}{h_0} = 0$ и $M_{\max} = Q_{\max} = 0$, т.е. когда оси опоры и груза совпадают (сила находится против силы). Такое силовое действие характеризуется как местное действие нагрузки (или местное сжатие), т.е. местное действие нагрузки также входит в общую систему сопротивления железобетонных элементов действию поперечных сил. При $(1{,}2 - 1{,}4)h_0 < c_0 < 2h_0$ изгибаемые элементы находятся на границе двух предыдущих случаев. Поэтому в этом случае проявляются особенности как первых, так и вторых, т.е. на характер образования и развития трещин в зоне действия поперечных сил при циклическом нагружении и усталостного разрушения в этой зоне оказывают влияние как внутренние силовые факторы, действующие в рассматриваемых по длине пролета среза элемента сечениях (момента и поперечные силы), так и местные возмущения напряженного состояния и концентрация напряжений в определенных зонах, связанные с точками приложения сосредоточенных внешних сил.

В этой связи в качестве критерия при составлении классификации вполне логично принимать относительный пролет среза $\frac{c_0}{h_0}$. Классификацию железобетонных изгибаемых элементов, работающих на восприятие поперечных сил при многократно повторяющихся нагрузках, в зависимости от относительного пролета среза можно представить в виде:

1) Элементы с большим пролетом среза, при $\frac{c_0}{h_0} > 2$;

2) Элементы с средним пролетом среза, при $1{,}2 < \frac{c_0}{h_0} < 2$;

3) Элементы с малым пролетом среза, при $\frac{c_0}{h_0} < 1{,}2$;

4) Элементы с нулевым пролетом среза, при $\frac{c_0}{h_0} = 0$.

Литература

1. Новое в проектировании бетонных и железобетонных конструкций. //Под общей редакцией Гвоздева А.А. – М.: Стройиздат, 1978. – 204 с.
2. Залесов А.С., Климов Ю.А. Прочность железобетонных конструкций при действии поперечных сил. – Киев: Будивэльнык, 1989. – 105 с.
3. Залесов А.С. Сопротивление железобетонных элементов при действии поперечных сил. Теория и методы расчета прочности. //Автореферат дис… докт. техн .наук. – М., 1980. – 46 с.

УДК 624.012.35.45

Илшат Т. Мирсаяпов, Ю.П. Дябин, Р.Р. Галиуллин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОН КОНЦЕНТРАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ В ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ МЕТОДОМ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ

В зоне совместного действия поперечных сил и изгибающих моментов бетон работает в условиях плоского напряженного состояния, при наличии нормальных и наклонных трещин испытывает неупругие деформации. Традиционный способ измерения деформаций в бетоне с помощью электротензометрии не позволяет получить подробную и полную информацию о деформированном состоянии бетона в этой зоне в условиях плоского напряженного состояния при образовании и развитии нормальных и наклонных трещин. Это связано с тем, что в условиях плоского напряженного состояния для того, чтобы иметь полную информацию о деформированном состоянии в одной точке, необходимо иметь розетку из 3^{-x}-4^{-x} тензодатчиков. При этом, с одной стороны, определение деформаций на такой большой базе не позволяет точно установить направления и размер главных деформаций в точке, а с другой стороны, при циклическом нагружении в зоне действия поперечных сил образуется множество нормальных и наклонных трещин, которые при своем развитии выводят из строя датчики многих розеток. Поэтому в таких условиях проблематичным становится, во многих случаях, не только получение количественной оценки деформированного состояния бетона в зоне действия поперечных сил, но даже и получение качественной картины деформированного состояния в бетоне.

В бетоне, как в упруго-вязком материале, при многократно повторяющихся циклических нагружениях накопленная энергия неупругой деформации может превратиться только в тепловую энергию. Поэтому можно предположить, что в наиболее напряженных местах возможен определенный нагрев материала.

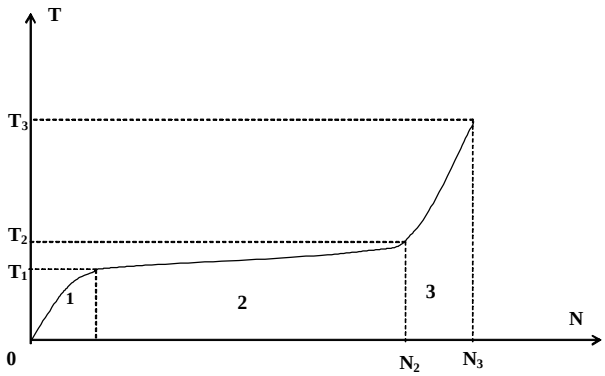


Рис.1. Характер изменения температуры разогрева в процессе циклического нагружения

В общем виде температура нагрева T в зависимости от числа циклов нагружения N может быть представлена тремя участками (рис. 1): 1 – начальный разогрев, проходящий с убывающей скоростью; 2 – установившийся разогрев; 3 – конечный разогрев с нелинейным подъемом температуры, предшествующий разрушению материала. Температура как количественный показатель внутренней энергии тел является универсальной характеристикой объектов и процессов физического мира, в котором непрерывно происходит генерация, преобразование, передача, накопление и использование энергии в ее различных формах. Анализ температурных полей позволяет получить разнообразную информацию о состоянии объектов и протекании физических процессов в природе, энергетике, промышленности, строительстве, медицине и т. д.

Параметры динамики температурных полей при заданном режиме нагружения зависят от уровня максимальной нагрузки цикла. Свойство нагрева бетона за счет его неупругого деформирования при многократно повторяющихся нагружениях и распределение температуры нагрева на поверхности железобетонных балок можно попытаться использовать для нахождении зон концентрации напряжений в бетоне в зоне действия поперечных сил.

В связи с этим впервые в Казанском государственном архитектурно-строительном университете для качественной оценки напряженно-деформированного состояния железобетонных балок в зоне совместного действия поперечных сил и изгибающих моментов при многократно повторяющихся циклических нагружениях был применен тепловизионный метод контроля.

ИК (инфракрасная) термография как один из методов теплового контроля дает возможность дистанционной регистрации, визуализации и анализа температурных полей объектов. Суть метода теплового контроля состоит в регистрации температурного поля на поверхности контролируемого изделия тепловизионной аппаратурой и последующем анализе термограмм с использованием ПЭВМ для обработки результатов и принятия решения [1].

В нашем случае, специфика объекта исследования, а именно – изделия из тяжелого железобетона с высокой теплопроводностью, ожидаемые величины перепада температур по поверхности которого составляют сотые и десятые градуса (0,01-0,1^{0}C), в свою очередь накладывает

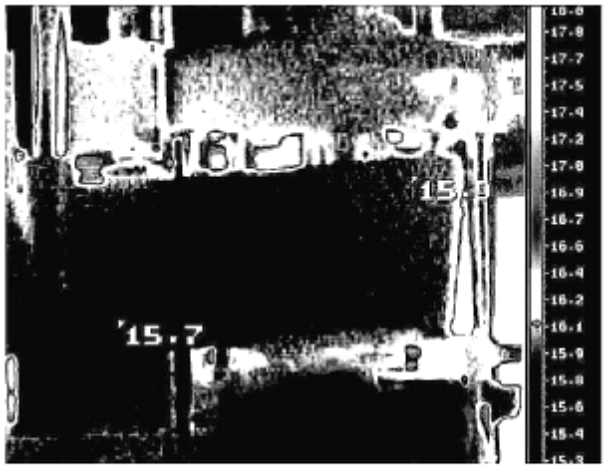
определенные требования по выбору тепловизора с высокой температурной чувствительностью. Также необходимо учесть тот факт, что процесс усталостного испытания по времени занимает несколько часов, в течение которых необходимо непрерывно фиксировать возможные механические изменения (деформация, образование трещин и т.д.) одновременно с измерением поля температур поверхности. При этом требуется также регистрировать абсолютные значения температур в аномальных зонах на поверхности объекта. С учетом данных требований был выбран отечественный тепловизор-радиометр – «компьютерный термограф – ИРТИС-2000», имеющий следующие основные технические характеристики:

- чувствительность к перепаду температур на уровне 30 ^{0}C - 0,05 ^{0}C;
- мгновенное поле зрения - 1,5 мрад.;
- погрешность измерения - ±1%;
- диапазон измерений - от -40 до 200 ^{0}C

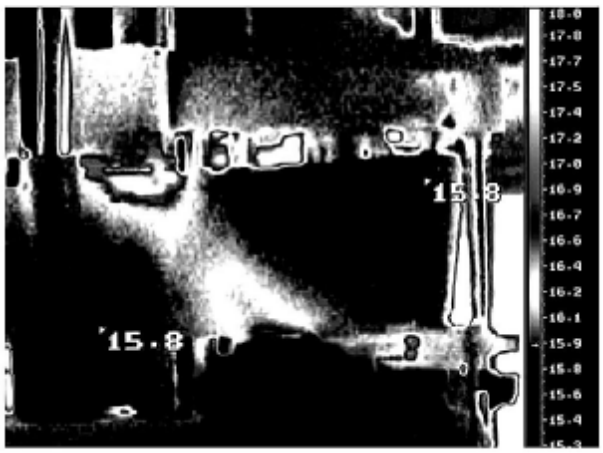
Управление работой и предварительная обработка термоизображений проводятся на портативном компьютере NOTEBOOK, входящем в состав тепловизора. Обследование температурного состояния балки проводилось в следующей последовательности. Первоначально балка устанавливалась на испытательный стенд и выдерживалась в лабораторных условиях не менее 24 часов с целью стабилизации ее температурных характеристик. Затем проводилась настройка тепловизионной аппаратуры с целью достижения оптимальных режимов регистрации тепловых полей поверхности балки. Далее начинался цикл усталостных испытаний по заданной программе. В качестве опытных образцов были приняты железобетонные балки из тяжелого крупнозернистого бетона марок 300-400 размером 120x345x2000 мм, загруженные двумя симметрично расположенными грузами, размещенными на расстоянии от опоры, равном 0,96 h_0, 1,5 h_0, 2,5 h_0, где h_0 – рабочая высота сечения балок.

Испытания многократно повторяющейся нагрузкой при различных уровнях циклической нагрузки с коэффициентом асимметрии цикла нагрузки r =0,33 проводились на универсальной испытательной машине УРС–50. Все экспериментальные образцы были испытаны в заведомо жестком режиме с целью получения усталостного разрушения при заданных параметрах циклического нагружения. Температура внутреннего воздуха в помещении в момент испытаний составляла 17,2-17,7 ^{0}C. Измерение температурного поля поверхностей балок тепловизионной камерой ИРТИС осуществлялось в пределах первого цикла (N=1) нагружения до максимальной нагрузки цикла, а затем через определенное количество циклов нагружения N_1, N_2 …N_n многократно повторяющейся циклической нагрузкой для того, чтобы получить динамику развития зон концентрации напряжений в зоне действия поперечных сил. При этом проводилась синхронная

Видимое изображение балки



До нагружения



После циклического нагружения

Рис.2. Видимое и тепловизионное изображение балки

регистрация параметров циклического нагружения и соответствующих тепловизионных изображений на жестком диске NOTEBOOK. Тепловизионные изображения фиксировались как в режиме отдельных кадров, так и в режиме непрерывной съемки. Последнее применялось при приближении момента усталостного разрушения балки.

Проведенные усталостные испытания железобетонных балок на действие поперечных сил с применением тепловизионного метода контроля с помощью тепловизора-радиометра ИРТИС-2000 подтверждают наше предположение о том, что в

процессе циклического нагружения происходит определенный нагрев бетона в зонах концентраций напряжений. В результате этого установлены области концентрации напряжений в железобетонных изгибаемых элементах в зоне действия поперечных сил при многократно повторяющихся нагружениях. Измерения температурного поля поверхностей балок через определенное количество циклов нагружения позволили получить динамику развития зон концентрации напряжений в процессе циклического нагружения при действии поперечных сил. В качестве примера на рис. 2 приведено видимое и тепловизионное изображения одной приопорной зоны железобетонной балки с малым пролетом среза после определенного количества циклов нагружения. При этом указана также палитра, соответствующая измеряемому диапазону температур.

Как видно из рис.2, в процессе циклического нагружения в элементах с малым пролетом среза между опорной и грузовой пластинами выделяется полоса с более высокой температурой, что является следствием концентрации сжимающих напряжений в пределах этой наклонной локальной полосы, связанная с точками приложения внешних усилий, в пределах которой из-за виброползучести бетона происходит усиленное развитие неупругих деформаций. Очевидно поэтому эта локальная полоса концентрации напряжений между опорой и грузом в процессе циклического нагружения выделяется двумя трещинами вдоль ее границ, и впоследствии между ними произошло усталостное раздробление бетона. Как следует из рис. 2, зона концентрации напряжений имеет четко выделенную область с превышением температуры на +0,3 - +3 ^{0}C по сравнению с температурой поверхности, менее нагруженных областей. Как видно из рис.2, в пределах самой зоны концентрации напряжений распределение превышения температур имеет неравномерный характер – от +0,3 ^{0}C в середине полосы концентрации напряжений до +3 ^{0}C и более под грузовой и опорной пластинами.

Литература

1. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Т.5: В 2 кн. Кн. 1: Тепловой контроль./ В.П. Вавилов. – М.: Машиностроение, 2004. – 679 с.

УДК 624.131.23. 15

В.Р. Мустакимов

ПРОБЛЕМЫ ГЕОТЕХНИКИ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ КАЗАНИ

Строительство и реконструкция зданий и сооружений в Казани проводятся в сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях распространения верхне и среднечетвертичных отложений первой и второй надпойменных террас левобережья реки Волги, поймы реки Казанки, а также вдоль прибрежной части системы озера Кабан. В геологическом отношении в пределах Казани и ее окрестностей на дневной поверхности развиты пермские, неогеновые и четвертичные отложения (Малышева 1965, Каштанов, 1979).

Верхний отдел пермской системы представлен казанским и татарским ярусами. По литологическому признаку казанский ярус подразделяется на нижнеказанский и верхнеказанский подъярусы. Нижнеказанские отложения выходят на дневную поверхность только в районе Казанского Кремля, достигая абсолютной отметки 62,38 (БС), и представлены толщей осадочных пород, сложенных песчаниками, известняками, а также мергелями и глинами. На остальной территории города нижнеказанские отложения перекрыты верхнеказанскими и четвертичными образованиями. Верхнеказанские отложения в пределах города обнажаются у Кремля в обрывах второй надпойменной террасы, на берегу озера Средний Кабан, а также на правом берегу реки Нокса. Породы, залегающие в кровле верхнеказанского подъяруса, обычно перебиты трещинами, местами выщелочены и закарстованы.

В северо-восточной части города, в верхнем течении рек Ноксы и Киндерки, а также по водоразделу между ними, распространены отложения татарского яруса, представленного нижнетатарским подъярусом, подразделяющимся на нижний и верхний горизонты. Нижний горизонт, мощностью до 30 м, сложен песчано-глинистыми породами. В основании верхнего горизонта, мощностью 25-38 м, залегают мергели и глины, реже известняки. В верхней части горизонта преобладают красновато-коричневые глины, мергели, прослои известняков. Повышается песчанистость пород. Песчаники мелкозернистые, карбонатные и глинистые. Мощность нижнетатарского подъяруса составляет 60-80м.

Неогеновые отложения Казани представлены плиоценом, подстилаемым пермскими образованиями. Залегая под аллювиальными четвертичными террасами, плиоценовые отложения выполняют палеодолины Волги и Казанки. В сложении плиоцена принимают участие песчано-глинистые породы. Плиоцен выделен двумя литологическими комплексами, каждый из которых в нижней части представлен песками с гравием и галькой; в верхней части – глинистыми породами. Глинистая часть разреза, представленная суглинками и глинами, покрывает кварцевые пески. При этом зернистые пески пермских пород неравномерно слагают большую часть разреза и играют важную роль в сложении нижнего комплекса. В районе улицы Баумана, завода им. Куйбышева, завода силикатного кирпича плиоценовые отложения представлены супесчано-суглинистыми породами. Верхний комплекс плиоцена представлен супесями, суглинками и глинами, которые подстилаются песками. На долю глин приходится до 80% разреза. Абсолютная отметка подошвы плиоцена колеблется в пределах от 53,7 м до 10-25 м (БС).

Почти всю территорию Казани занимают четвертичные отложения, достигающие значительной мощности («КазТИСИЗ», «Татинвестгражданпроект», «ГипроНИИавиапром» 1950-2006 гг.). Они слагают террасы, прислоненные к коренным породам по берегам Волги и Казанки, а также покрывают поверхность пород различной мощности как на склонах, так и на вершинах водоразделов. Изучению и описанию четвертичных отложений Казани посвящены работы: М.Э. Ноинского, Е.И. Тихвинской, А.В. Миртовой, В.А. Полянина, В.В. Маркина, А.И. Рябикиной, О.Н. Малышевой, С.Г. Каштанова и ряда специализированных организаций Татарстана и России.

В пределах города развиты пойменная и четыре надпойменные террасы. Днепровская терраса, сложенная супесчано-суглинистыми породами с прослоями песка, подразделяется на верхний и нижний комплексы. В районе Казанского Кремля с поверхности, мощностью 10-14 м, залегают супесчаные породы. Вдоль берегового склона реки Казанки, у Фуксовского сада, в пределах верхних 29 м наблюдается переслаивание суглинков, супесей и песков. Суглинки легкие, макропористые, пронизаны тонкими канальцами от корней растений и обладают столбчатой отдельностью, что придает им лессовидный характер. Лессовидные суглинки распространены на высоких террасах с абсолютными отметками 85-110 м, проявляют просадочные свойства, которым свойственна легкая размокаемость, пылеватый состав и неустойчивая структура.

Первая надпойменная терраса Волги, простирающаяся узкой полосой 0,8-2,0 – 2-4 км от станции Юдино до станции Лагерная, занимает низменную часть города, в пределах отметок 53-59 м (БС). Мощность калининских отложений составляет в среднем 20-28 м, местами до 40 м. Первой надпойменной террасе свойственна типичная для аллювиальных образований смена отложений вверх по разрезу: песчано-галечных

пород русловой фации аллювия на песчано-суглинистые породы пойменной фации. Мощность песчаной толщи 10-23 м. Пойменная фация представлена илистыми известковистыми суглинками, в нижней части - слоистыми, переходящими в супеси и пески. В центральной части города, а также вдоль западного берега озер ближний и средний Кабан мощность связных грунтов составляет от 4-7 до 11 м (улицы Лаврентьевская, Тукаевская, Лебедева). На участке между средним и дальним Кабаном их мощность достигает 19 м. Непосредственно под почвенным слоем залегают суглинки мощностью от нескольких сантиметров до 2-4 м с разнообразным механическим составом. Супеси расположены под слоем суглинков, чаще находятся непосредственно над песками. Мощность супесчаных слоев в районе Кзыл-Армейской слободы составляет 6-8 м. На правобережье Казанки (улицы Краснококшайская, Союзная, Волгоградская), непосредственно на поверхности распространены мелкозернистые пески. Пойменные террасы Волги и Казанки с поверхности на глубину до 4-7 м сложены суглинками, супесями и глинистыми песками. В настоящее время пойма, обвалованная при строительстве речного порта, заполнена водами Куйбышевского водохранилища.

Во вновь застроенной части города в составе калининской террасы, в местах неровностей рельефа (оврагов, болот, ям и др.), залегают насыпные грунты, накопившиеся в течение длительного времени. По генетическим признакам насыпные грунты Казани подразделяются на: строительный мусор, намывные грунты, промышленные отходы, хозяйственно-бытовые накопления. Они распространены по улицам Подлужная и Федосеевская, вдоль левого берега Казанки; в Приволжском и Вахитовском районах со стороны поймы Волги. Мощность насыпных грунтов составляет 6-9 м. На территории бывшего цирка, в засыпанных карстовых воронках, насыпь достигает 16,5 м, а на улице Кремлевская, вблизи музея – 24,5 м. Значительная часть объектов, возведенных на насыпных грунтах, имеют неравномерные деформации.

В Казани и ее окрестностях верхнепермские отложения, по данным Н.А. Головкинского (1869 г.), А.А. Штукенберга (1891 г.), М.Э. Ноинского (1916 г.), А.В. Миртовой (1932 г.), Е.И. Тихвинской (1939 г.), образуют систему складок, в том числе крупную брахиантиклинальную складку северо-восточного простирания. В полосе залегания останцев развиты современные и древние карстовые процессы.

Гидрогеологические условия Казани за период с 1955 г., с момента создания Куйбышевского водохранилища на реке Волге, претерпели значительное изменение. В районе Казани уровень воды в Волге повысился на 10-11 м. Большая часть пойменных террас Волги и Казанки была затоплена. Урез Волги повысился до уступа первой надпойменной террасы. Нарушился режим грунтовых вод, особенно в прибрежной зоне. Появились зоны подтопления.

Подземные воды (ПВ) четвертичных отложений играют важную роль в гидрогеологии Казани, предопределяя основные инженерные решения по фундированию вновь возводимых и техническому состоянию существующих зданий и сооружений. Депрессионная кривая уровня ПВ, плавно изгибаясь, переходит из одной террасы в другую и сопрягается с уровнем воды в водохранилище. В супесчано-суглинистых породах и песчаных грунтах четвертичных отложений встречаются ПВ спорадического распространения, имеющие линзовидное залегание по типу верховодки. На отдельных участках города, расположенных на высоких надпойменных террасах, где, как правило, ведется новое строительство, наблюдается локальное повышение уровня подземных вод. Основными причинами обводнения являются: утечка воды из неисправных водопроводящих коммуникаций; формирование бессточных участков на поверхности земли при вертикальной планировке; не ликвидированные котлованы и траншеи. Повышение уровня ПВ повлекло за собой локальное оседание поверхности земли; просадку зданий и сооружений; подтопление подвалов; активизацию карстовых процессов; нарушение работы подземных коммуникаций.

Разнообразие инженерно-геологических и гидрогеологических условий строительных площадок при современном строительстве в Казани требует индивидуального подхода к вопросам фундирования в каждом конкретном случае. Среди осваиваемых в настоящее время строительных площадок, обследованных современными методами, можно отметить участки с распространением: лессовых просадочных пород (Вахитовсий район); озерно-болотных и заболоченных образований (Привокзальная зона и Приволжский район, ближний и средний Кабан, жилые кварталы в районе танкового училища и вдоль улицы Спартаковская); насыпных грунтов техногенного генезиса (район железнодорожного вокзала); закарстованных участков (ул. Кремлевская, Свердлова); слабых водонасыщенных песков; глинистых грунтов текучей консистенции.

В инженерно-геологических и гидрогеологических условиях Казани при строительстве практикуются традиционные способы фундирования, включая:

а) свайные фундаменты из забивных призматических свай длиной 3-16 м на слабых водонасыщенных, заболоченных, заиленных, насыпных, просадочных и других проблемных грунтах;

б) свайные фундаменты из буронабивных железобетонных свай (БНС) длиной 12-20 м, диаметром от 300 до 1200 мм, применяемые в просадочных и насыпных грунтах, на откосах и в стесненных условиях городской застройки. В слабых водонасыщенных грунтах используются БНС в обсадных трубах;

в) столбчатые и ленточные фундаменты мелкого заложения (ФМЗ) в сборном и монолитном исполнении

под здания и сооружения, возводимые на естественных основаниях четвертичных отложений;

г) плитные фундаменты из монолитного железобетона под высотные здания, а также здания, возводимые на закарстованных территориях Казани.

Реконструкция зданий в сформировавшейся за тысячелетие «ткани» города выполняется в стесненных условиях существующей застройки города. Особое место в комплексе строительно-монтажных работ при реконструкции зданий и сооружений занимают работы, связанные с усилением фундаментов и упрочнением грунтов оснований. При реконструкции и усилении фундаментов зданий и их оснований в Казани нашли применение:

а) метод усиления фундаментов с одновременным упрочнением их основания, устройством корневидных буро-инъекционных железобетонных свай, длиной от 3-5 м до 10-12 м, диаметром до 159 мм. Производство работ осуществляется Казанским отделением «Гидроспецстрой», НППФ «Фундаментспецстрой» и др., использующими отечественное оборудование в стесненных условиях города и отдельного помещения. Способ реализован на целом ряде объектов в Казани, Набережных Челнах, Нижнекамске, Альметьевске, Зеленодольске и др. Положительные результаты мониторинговых наблюдений за деформациями усиленных этим способом зданий и сооружений позволяют рекомендовать его как надежное и эффективное инженерное мероприятие;

б) пересадка фундаментов (театр юного зрителя, драматический театр им. Качалова в Казани и др.) на металлические сваи из труб диаметром 150-300 мм, погружаемые при помощи пневмопробойников («Гидроспецстрой»).

Имеют место и отдельные неудачные попытки химического закрепления структурно неустойчивых грунтов оснований силикатизацией. Например, попытка Казанского отделения «Гидроспецстроя» по силикатизации прослойки из доломитовой муки в основании президентского дворца не обеспечила ожидаемого закрепления массива.

Анализ опыта фундирования в геологических условиях Казани позволяет предложить к применению новые и эффективные типы фундаментов и современные технологии, включая:

а) комплексные свайно-плитные фундаменты, используемые под высотные здания и сооружения с большим собственным весом, при давлении на грунт основания от 0,3-0,5 МПа до 1,0 МПа;

б) фундаменты глубокого заложения, возводимые по методу «стена в грунте», секущихся свай или опускных колодцев. При этом прорезаются относительно слабые четвертичные отложения и давление от тяжелых зданий передается на надежные коренные породы. Решается вопрос подземной урбанизации, эффективно используется городская территория, повышается уровень охраны окружающей среды;

в) на площадках с распространением просадочных и насыпных грунтов - фундаменты в вытрамбованных котлованах;

г) использование струйной геотехнологии при устройстве искусственных оснований и армировании грунтов цементогрунтовыми элементами, как в предпостроечный период, так и при усилении грунтов оснований под существующими фундаментами зданий;

д) для структурно неустойчивых, разнородных и переслаивающихся грунтов представляет интерес опыт ОАО «ССП-РЕГИОН» по устройству искусственных оснований при помощи заполняющей, пропитывающей, отжимающей и разрывной инъекции грунтов под давлением от 5-20 до 300-500 атм.

Важной для строителей проблемой в Казани является возводимое с 1998 года Казанское метро неглубокого заложения. В гидрогеологических условиях Казани его строительство ставит новые и сложные инженерные задачи перед метростроителями и всем строительным комплексом, эксплуатационными, транспортными и инженерными службами. В 2005 г. была введена в эксплуатацию первая линия Казанского метро. Быстрое строительство обеспечивалось за счет применения передовой технологии Канадского щитового проходческого комплекса. Первые признаки влияния возводимого метро на устойчивость оснований и целостность надземных зданий и сооружений проявились уже в середине 2001 года, когда проходческий комплекс достиг первых относительно тяжелых зданий и сооружений, а также проездов с тяжелыми нагрузками на полотно автодороги. Образовались трещины в конструкциях зданий и сооружений, а также трещины в покрытии дорожного полотна.

Выводы:

1. Инженерно-геологические изыскания в особых условиях Казани необходимо проводить с учетом прогнозного изменения гидрогеологических условий, с учетом воздействия комплекса природно-климатических и техногенных факторов. Для зданий I-го и II-го классов проводить изыскания до коренных пород, для выявления разломов, карстующихся пород глубокого заложения.

2. Проектирование фундаментов их оснований и возведение подземной части зданий осуществлять с применением надежных типов фундаментов по схеме совместной работы системы «основание-фундамент-здание» при прогнозном изменении гидрогеологических условий грунтов основания.

Литература

1. Малышева О.Н., Нелидов Н.Н., Соколов Н.М. Геология района г. Казани. – Казань: Изд-во Казан.ун-та, 1965.
2. Каштанов С.Г. Подземные воды Казани. – Казань: Изд-во Казан.ун-та, 1979. – 96 с.
3. Фондовые материалы «КазТИСИЗ», ГУП «Татинвестгражданпроект» по современным инженерно-геологическим изысканиям в г. Казани с 1950 по 2006 гг.

УДК 624.012.1/012.4.001.4

Д.Р. Сафин, Р.Р. Хасанов

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ЖЕСТКОСТИ ГВОЗДЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

При расчете деревожелезобетонных конструкций для учета податливости соединения слоев бетона и древесины вводится коэффициент жесткости гвоздевого соединения [3]:

$$E_{сд} = \frac{T_c \cdot n}{Y_c}, \qquad (1)$$

где T_c – сдвигающее усилие, приходящееся на одну связь; n – число связей, приходящееся на единицу длину шва; Y_c – деформация взаимного сдвига смежных волокон двух слоев.

Определение сдвигающего усилия и деформаций взаимного сдвига слоев теоретическим путем представляет довольно сложную задачу, причем громоздкость вычислений далеко не оправдывается малой достоверностью получаемых результатов.

При кафедре ОФДС и ИГ Казанского государственного архитектурно-строительного университета были проведены экспериментальные исследования деревобетонных образцов на сдвиг [1], где связями сдвига между бетоном и древесиной выступали стальные гвозди. При изготовлении деревобетонных образцов на сдвиг варьировались различные диаметры стальных гвоздей и расстояния между ними, при этом были применены гвозди диаметром 2,5 и 4 мм и шаг забивки от 50 до 150 мм. Во время испытаний индикаторами часового типа измерялись деформации сдвига и манометрами испытательной машины контролировались усилия сдвига.

На рисунке показаны графики зависимости деформаций сдвига от сдвигающих усилий для различных конструкций соединения: 1 – график для образца с гвоздями 2,5 мм и расстоянием между ними 50 мм; 2 – с гвоздями 2,5 мм и расстоянием между ними 100 мм; 3 – с гвоздями 2,5 мм и расстоянием между ними 150 мм; 4 – с гвоздями 4 мм и расстоянием между ними 50 мм; 5 – с гвоздями 4 мм и расстоянием между ними 100 мм.

В общем случае диаграмма зависимости между сдвигающими усилиями и деформациями сдвига имеет криволинейное очертание, характерное для упруго-пластичных материалов, каковыми являются древесина и бетон. При этом, как видно из графиков, чем больше расстояние между стальными связями, тем при меньших деформациях наступает полное разрушение соединения.

На основании проведенных испытаний для различных видов конструкций соединения слоев бетона и древесины предлагаются экспериментальные значения коэффициента жесткости соединения. Коэффициент жесткости соединения определялся для упругой стадии работы связей сдвига, т.е. значения расчетных сдвигающих усилий составляли 30% от разрушающих усилий. Для этих расчетных значений по графикам определялись деформации сдвига и по формуле (1) вычислялись коэффициенты жесткости соединения.

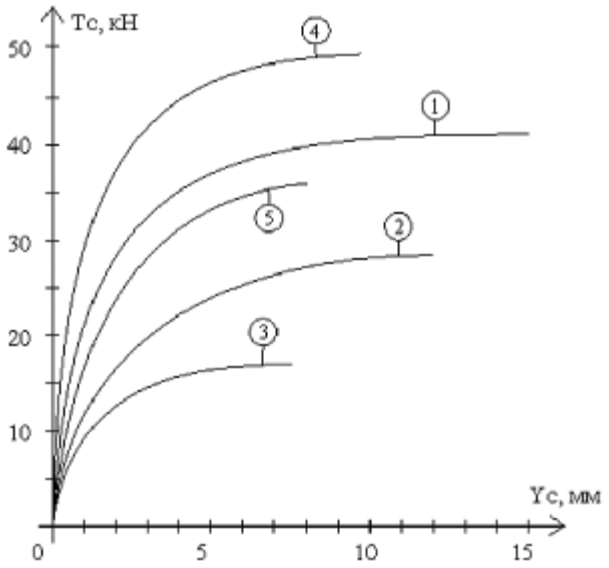


Рис. Графики изменения деформаций сдвига в зависимости от конструкции соединения

Полученные для различных конструкций соединения экспериментальные значения коэффициентов жесткости представлены в таблице.

Представленные результаты показывают удовлетворительную сходимость с результатами экспериментов, проведенных в работе [2], в которой для исследования работы стальных гвоздей в составе деревобетонной конструкции проводились аналогичные испытания. Расхождение значений коэффициентов жесткости связей при этом в зависимости от конструкции соединения составляет 2 – 5%.

Таблица

Диаметр стальных гвоздей	Шаг забивки стальных гвоздей	$E_{сд}$, МПа
2,5 мм	50 мм	205
2,5 мм	100 мм	95
2,5 мм	150 мм	60
4 мм	50 мм	460
4 мм	100 мм	195

Приведенные в таблице значения коэффициентов жесткости связей сдвига рекомендуется использовать в инженерных расчетах деревожелезобетонных изгибаемых конструкций.

Литература

1. Сафин Д.Р. Малоцикловая выносливость нормальных сечений деревожелезобетонных изгибаемых элементов. Дис. … канд. техн. наук. 05.23.01. – Казань, 2004. – 207 с.
2. Абдрахманов И.С. Прочность нормальных сечений деревожелезобетонных изгибаемых элементов. Дис. … канд. техн. наук. 05.23.01. – Казань, 2000. – 198 с.
3. Ржаницын А.Р. Теория составных стержней строительных конструкций. – М.: Стройиздат, 1948. – 192 с.

УДК 330.322:332.1

Е.А. Кудашов (г. Москва, ЦНИИЭУС)**, И.И. Рахман** (г. Москва, НПП ТЕМА), **А.И. Романова** (г. Казань, КазГАСУ**), А.Р. Терентьев** (г. Москва, НПП ТЕМА), **М.К. Данилушкин** (г. Москва, ЗАО «Жилстрой»), **И.И. Юнусов** (г. Казань, девелоперская группа РОСТ), **З.А. Богатырева** (г. Черкесск, Центр ценообразования), **А.Е. Кудашов (**г. Мурманск), **И.А. Рудская** (г. Казань, КазГАСУ)

НОВАЯ ФИЛОСОФИЯ УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫМИ РЕСУРСАМИ В СИСТЕМЕ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРИОРИТЕТОВ

Новая экономическая ситуация, сложившаяся в стране после объявленных Президентом России национальных приоритетов, требует переосмысления всей системы организации строительной сферы и использования нестандартных подходов в области распределения и пользования инвестиционными ресурсами, выходящей за рамки принятых представлений, сформированных в период становления рынка строительной деятельности, характеризуемого общей неустойчивостью хозяйственных отношений и экономических связей.

Социальная направленность государственных капитальных вложений предполагает и иные подходы в их использовании не только с позиций максимизации социальной и экономической эффективности, но и соблюдения баланса интересов потребителя социального продукта и строительной системы, где роль управляющих воздействий со стороны государственных институтов не является второстепенной и малозначащей.

В этом случае демаркация прав и ответственности, а также степень влияния структур государственной иерархии: федерального центра, территориальных и муниципальных образований, а также субъектов самоуправления - должны быть не только регламентированы, но и наполнены экономическим смыслом и содержанием – в виде отдачи инвестиционных ресурсов и стимулирования инвестиционной деятельности.

Теоретические представления выдвигаемой Концепции основываются, прежде всего, на ***поведении рынка первичной недвижимости***, когда покупательные возможности населения территории (района, города, региона, федерального округа, Федерации) находятся в прямой зависимости от уровня цен на региональных рынках, что в общем виде можно представить в качестве модели, приведенной на рис.1.

Разрешение поставленной задачи носит пионерный характер и не представляется однозначным и единственным, однако очевидно продуктивным в виде методологических представлений, дающих возможность приблизиться к разрешению задачи, представляющей теоретический интерес и практическую значимость в динамической интерпретации.

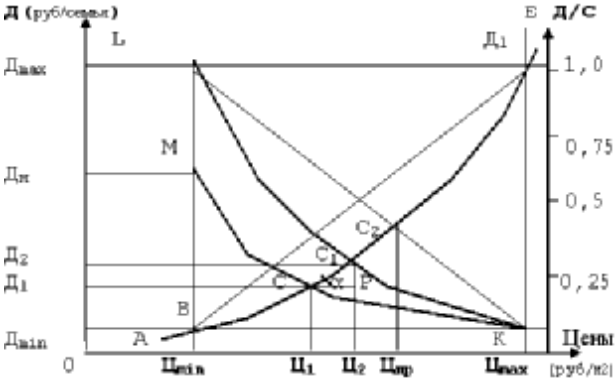


Рис. 1. Графическая интерпретация формирования рыночных цен на недвижимость в условиях роста душевых доходов [1]

Если ранжировать население, проживающее на определенной территории, по уровню доходов, (как уже было сказано ранее) в целом по стране, в отдельном регионе или городе, то обнаружится закономерность, представленная на рисунке в виде кривой **АВСД$_1$Е**, показывающая некую зависимость цен на рынке недвижимости от величины доходов **Д**.

В равной степени и аналогичные зависимости обнаруживают и иные показатели: заработных плат и общих накоплений (отложенный спрос), имеющих общий генезис и закономерности, соотнесенные к рыночной цене, но не в явном и очевидном виде, а в виде зависимости, обеспечивающей общую взаимосвязь или тенденцию.

При этом кривая **АВСД$_1$Е** представляет собой ранжирование населения по группам, имеющим градацию по доходам: от самых бедных (**АВ**) – то есть населения с низким уровнем доходов, не имеющего теоретической возможности покупки квартиры (координаты точки **В(Д$_{min}$,Ц$_{min}$)** и менее) и населения с запредельными доходами (**ДЕ**) и более, с координатами точки **Д$_1$ (Д$_{max}$,Ц$_{max}$).**

Уместно полагать, что отмеченные группы не могут оказывать существенного влияния на регулирование спроса и предложения на рынке недвижимости и могут быть исключены из общей совокупности покупателей.

В этом случае ценовые диапазоны можно принять: по доходам – от $Д_{min}$ до $Д_{max}$ и по ценам – от $Ц_{min}$ до $Ц_{max}$.

Представив кривую $ВСД_1$ в виде покупательной возможности, необходимо зависящей от роста доходов населения Д, нанесем кривую ценовых предпочтений **МСК**, которая в точке **С** соответствует некоторой средней цене $Ц_1$, имеющей высокий рейтинг продаж на начальном (стартовом) этапе развития регионального рынка, что соответствовало бы величине дохода, равной $Д_1$.

Ценовое предпочтение, в нашем понимании, представляло бы собой отношение дохода к цене (**Д/Ц**) и, являясь величиной безразмерной, отражало бы оценку финансовых возможностей покупателей, ранжированных от 1 до 0. Не покупка, а оценка возможностей покупки, что и определяет характер кривой **МСК** по отношению к ценам - от $Ц_{min}$ до $Ц_1$, равно как и ее безразличие за пределами этой цены - в связи с исчерпанием покупательных возможностей.

В связи с ростом Д на величину $Д_{max}$-$Д_м$ кривая **МСК** занимает место $LC_1К$, **С** смещается в точку C_1 с координатами $(Д_2, Ц_2)$, а на основе треугольника CC_1P может быть получено принципиально важное соотношение:

$$tg\,a = C_1P/CP = (Д_2 - Д_1)/(Ц_2 - Ц_2)\ (м2/чел),$$

из которого следует, что прирост жилой площади в семье прямо пропорционален росту ее дохода и обратно пропорционален удельному росту цен, сегодня существующих на рынке недвижимости.

Такой вывод представляет не только констатацию очевидного факта и свидетельство научной состоятельности выбранной схемы, но позволяет высказать суждение о том, что предельный рост доходов, инициирующий пропорциональное распределение предпочтений (когда кривая $LC_1К$ стремится занять положение прямой $LC_2К$) обуславливает и наличие предельной цены $Ц_{пр}$, ограничивающей возможности рыночного ценового роста.

В этом случае поведение рынка в ценовом диапазоне от $Ц_{пр}$ до $Ц_{max}$ не поддается упорядоченным закономерностям и носит очевидно стохастический характер.

Высказанные соображения представляются нам в виде теоретического положения, обосновывающего ***предельный рост цен*** на региональных рынках жилой недвижимости в зависимости от темпов роста заработных плат (семейных доходов) населения.

В условиях роста продаж на рынках жилой недвижимости вполне очевидно возникает проблема выявления емкости региональных рынков и обеспечения массовых продаж, которые, как известно, зависят от двух параметров: цен на недвижимость и покупательной способности населения, проживающего на территории региона.

Очевидно и эта проблема, являющаяся исключительно важным теоретическим положением, представляется актуальной как в общем контексте предложенной методологии, так и для бизнеса, занятого в строительной сфере, равно как и администраций регионов, сегодня вовлеченных в выполнение национальной жилищной программы.

В качестве основного параметра, обуславливающего вышеуказанную связь, уместно использовать среднестатистический доход семьи, который, как было отмечено ранее, может быть представлен на любой территории параболической зависимостью $АВСД_1Е$, отсекая при этом численность населения с высокими доходами ($Д_1Е$), имеющего возможность покупки квартиры по существующим и грядущим ценам, и ту их часть относительно бедных и беднейших слоев населения (**АВ**), которой покупка жилья представляется нереальной вне зависимости от цен на рынке жилищной недвижимости.

Интерпретация отмеченных зависимостей в статической интерпретации по г. Москве свидетельствует о высокой совместимости семейных доходов и цен, основанной на следующих представлениях (рис.2).

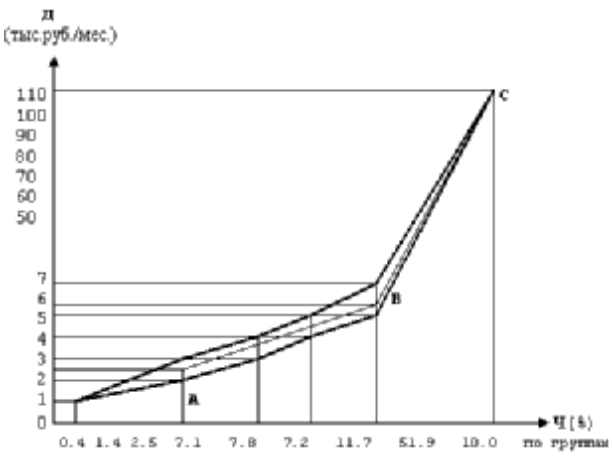


Рис. 2. Распределение групп населения по величине среднедушевых денежных доходов в г. Москве

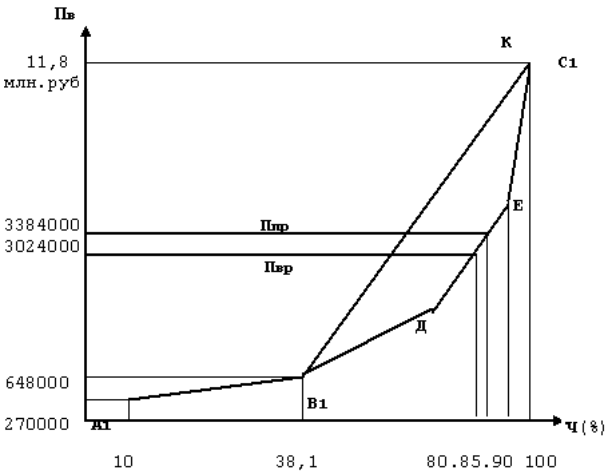


Рис. 3. Зависимость покупательных возможностей населения **ПВ** от цен покупки квартиры на первичном **Ппр** и вторичном **Пвр** рынке жилья в г. Москве

В основу построения искомой модели – зависимости покупательных возможностей от доходов населения при существующем уровне цен на рынке жилищной недвижимости – примем статистические данные, характеризующие распределение среднемесячных доходов по группам населения **(Ч)** в гор.Москве и представление о том, что разрыв в доходах 10% самых бедных и богатых кратен 44-м [2].

Предложенная схема представляется вынужденно упрощенной и скорее отражает изъяны существующей статистики, нежели истинные доходы богатых слоев населения, однако такие представления, тем не менее, могут служить исходной диспозицией для построения исходной модели, где возможные ошибки являются не столько признаком ее несовершенства, сколько поводом для ее дальнейшего совершенствования.

Здесь прямые **АВ** и **ВС**, формализованные в виде **Д1**=2,5+ Δ**Д1**/ Δ**Ч1**x**Ч** и **Д2**=6,0+ Δ**Д2**/ Δ**Ч2**x**Ч,** представляют собой зависимости, отражающие прирост доходов двух групп населения, условно разделенных доходом в 6000 руб. в месяц.

При построении модели мы исходим из предположения жилищной программы о том, что накопления семьи, состоящей из 3-х человек, за три года должны составить величину, совместимую с ценой квартиры площадью 72 м^2.

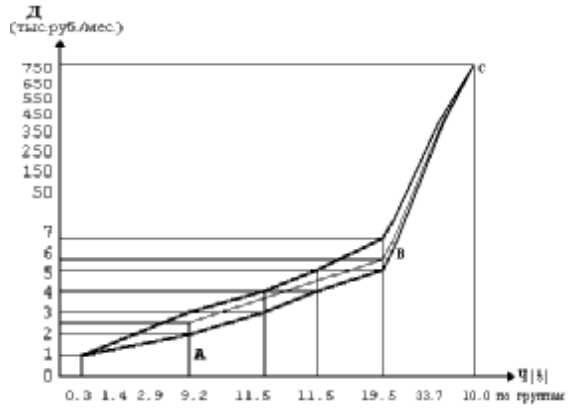


Рис. 4. Распределение групп населения по величине среднедушевых денежных доходов в Мурманской области

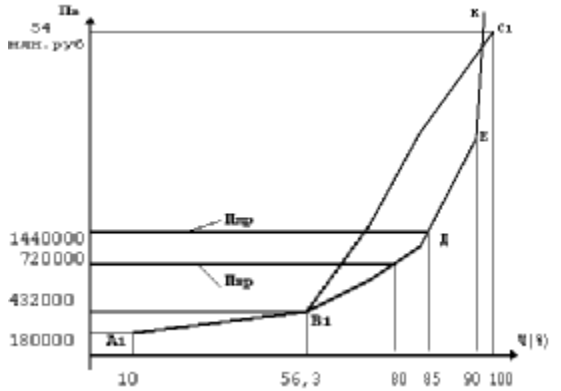


Рис. 3. Зависимость покупательных возможностей населения **ПВ** от цен покупки квартиры на первичном **Ппр** и вторичном **Пвр** рынке жилья в Мурманской области

Аналогичную зависимость можно построить, скажем, для Мурманской области (для Республики Татарстан (рис. 6 и 7), в равной степени, как и любой другой), где разрыв в доходах 10% самых бедных и богатых кратен 30-ти (рис. 4 и 5).

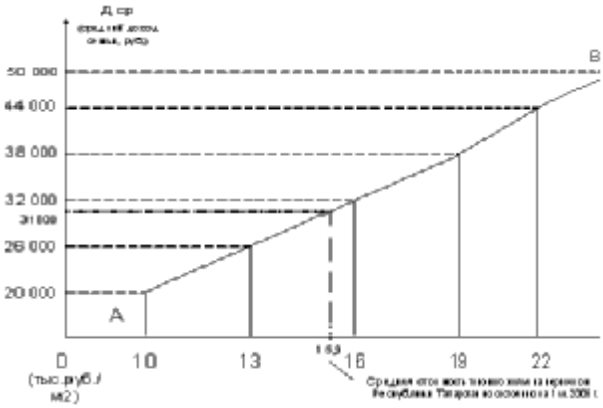


Рис. 6. Необходимый уровень среднемесячного дохода семьи в зависимости от цены реализации жилой недвижимости на первичном рынке Республики Татарстан

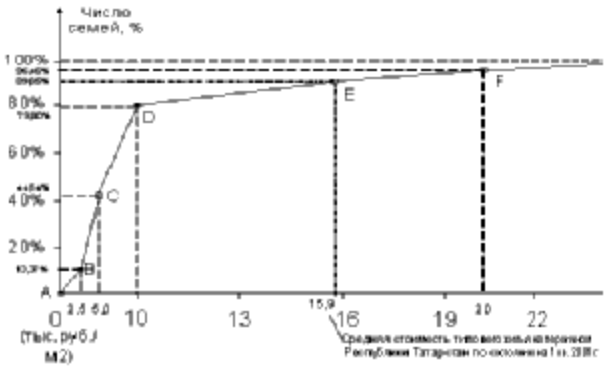


Рис. 7. Зависимость покупательных возможностей населения от цен приобретения квартиры на первичном рынке Республики Татарстан

Огрубление математического аппарата, принятое в целях большей показательности выявленных закономерностей, вовсе не означает игнорирования иных, более тонких и строгих с математической точки зрения представлений и инструментов нахождения использованных зависимостей, вместе с тем предоставляет возможность предложить выводы, характеризующие поведенческий характер игроков рынка при реализации национальных приоритетов.

При росте цен на массовое жилье и вялотекущем процессе накопления отложенного спроса задача не имеет решения, так как уравнения **у=Ппр=ах** и **у=ве^{с}** (или **у=д+к^{х}**) не имеют общих значений.

Повышение числа потенциальных покупателей жилой недвижимости, в частности, может быть достигнуто двояким образом: путем снижения цен или повышения оплат работников, либо тем и другим совместно взятым способом.

Следовательно, речь идет о некой теории регулирования рынка жилищной недвижимости, где игроки строительного рынка, включая и государство, выделяющего инвестиционные ресурсы, противопоставлены государству же как потребителю – в целях удовлетворения социальных потребностей общества. При этом строительная система обнаруживает естественное стремление к повышению рыночных цен на недвижимость для роста эффективности коммерческой деятельности строительных предприятий.

Принятая авторами и подробным образом изложенная в научных трудах Рахмана И.И. [3,4,5] и Терентьева А.Р. [6, 7, 8] философия внутрифирменного управления и его дальнейшего совершенствования, выраженная в идее использования модели ***адаптивного конкурентного управления*** для среднего и крупного строительного бизнеса, сводится к использованию так называемых нематериальных активов, главным образом и прежде всего – интеллектуального потенциала строительной корпорации, реализуемого в области передовых технологий и современных технических решений.

Такое представление вполне корреспондирует с положением ***современной кибернетики*** (Н. Винер) о богатстве сложных экономических систем и об экономической ***сущности социальной эффективности*** использования капитальных вложений.

Здесь так называемый человеческий фактор (сколь неоднозначно и полярно его использование!) проявляется в той ипостаси, когда мера труда конкретного работника и его оплата непосредственным образом связаны с результатами труда и качеством конечного продукта.

Таким образом, целевая функция развития строительного предприятия (максимизация корпоративной прибыли) необходимо связана не с выполнением функциональных обязанностей коллектива, а направлена на умножение массы прибыли по всем технологическим переделам проекта и на всем временном пространстве его осуществления.

В процессе научных изысканий были решены задачи, не только обосновывающие основной вектор развития научно-производственного предприятия ТЕМА, но и подтверждающие правомерность выдвинутых научных положений принятой Концепции, в полной мере соответствующих как современным тенденциям развития строительных систем управления капиталистических экономик, так и реалиям отечественного бизнеса, находящегося в состоянии поиска - методом проб и ошибок:

1. Принципиально важные особенности и основные тенденции развития существующих систем эффективного управления за рубежом – для целей формирования новой отечественной парадигмы управления в современных условиях хозяйствования – адаптированы на новой основе, где мотивации к эффективному труду не являются сопутствующими и соподчиненными, а представляются определяющими и самодостаточными в процессе формирования системы адаптивного управления.

2. Целевая функция адаптации существующей системы управления структурами инвестиционно-строительного холдинга и ее переход к новой системе, основанной на мотивационной модели организации внутрифирменного управления, могут быть реализованы не только за счет собственно реструктуризации корпорации, но и качественных изменений состава нематериальных активов.

3. Модель поэтапной трансформации системы управления холдингом со сменой стратегических ориентиров и высокой адаптивностью к изменяющейся внешней экономической среде позволяет обеспечить декомпозицию этапных целей в их взаимной увязке с общими задачами, руководствуясь принципами комплексности и системной последовательности.

4. Предложенная модель функционирования системы управления инвестиционно-строительным холдингом на основе научных представлений о свойствах естественных систем, обладающих способностями к самоорганизации и саморегулированию, с одной стороны, соответствует современным зарубежным подходам к адаптивному управлению, с другой – может стать базовой системой отечественных методов организации строительных предприятий в условиях развития рынка недвижимости.

5. Разработанная методика формирования компонент тензора показателей – для характеристики конкретного строительного проекта и условий его осуществления в процессе инвестирования – наполняет реальным содержанием процедуры принятия управленческих решений на основе не только единоличного права руководителя, но и используя коллективное мнение, основанное на системном видении изменчивых экономических превходящих.

6. Предложенная методика мониторинга, позволяющая обеспечить оценку результатов функционирования адаптивной системы управления инвестиционной компанией, предоставляет возможность осуществлять корректировку ее управляющих воздействий в режиме реального времени.

7. Подтверждена высокая экономическая эффективность использования предложенной методологии, свидетельствующая не столько о мере отдачи капитальных вложений, сколько за счет использования нематериальных активов и повышения конкурентных преимуществ строительного холдинга в виде развития адаптивных свойств управленческой системы.

Использование нематериальных активов многогранно и охватывает широкий круг проблем и направлений. Перечислим только те из них, которые

представляются наиболее значимыми, в качестве основных направлений деятельности коллектива, функционирующего в системе адаптивного управления.

Первое. Использование ***новых конструктивных систем,*** в частности монолитных схем, позволяет обеспечить увеличение площади жилья возводимого сооружения, повысить коммерческую отдачу жилой и офисной площади и улучшить архитектурную выразительность района застройки.

Разумеется, возможны и иные решения и варианты, связанные как с использованием типов домов, архитектурно-планировочными решениями, так и с пожеланиями заказчиков жилья и учетом их потребностей, как базовой основы улучшения потребительских свойств создаваемой недвижимости.

Второе. Наиболее востребованной и продуктивной оказалась система адаптивного управления в сфере строительства улучшенного конкурентного качества на основе ***индивидуальных проектов,*** где отмеченные выше компоненты проявляются в наибольшей степени и с более высокой эффективностью.

Отличительной особенностью этого направления является перемещение экономических интересов из области общефирменных проблем, тем не менее остающихся важными и определяющими, в сферу качественных параметров конкретной недвижимости, таким образом хорошо адаптированной к сегментации рыночного спроса.

Третье. Отдельное и особое место занимают ***жилые дома с широким корпусом***, используемые научно-производственным предприятием ТЕМА в условиях конкуренции на рынке жилой недвижимости.

Эта новация, инициируемая и активно поддерживаемая руководством предприятия, позволила существенным образом расширить нишу качественного жилья, выполненного по индивидуальным проектам, и повысить его конкурентные возможности. Прежде всего, речь идет об экономичности предложенной схемы за счет изменения соотношения площади ограждающих конструкций к строительному объему и, как следствие, снижении эксплуатационных трат.

Соответствует высоким стандартам и внешний облик таких зданий, отличающийся высокой выразительностью. Высокой кондицией отличается наружная отделка этих домов, которой свойственна повышенная долговечность.

Использование ширококорпусных домов влияет и на проблемы градостроительного свойства, так как увеличивает плотность жилой застройки и позволяет свободно размещать в первых этажах зданий помещения общественного и культурно-бытового назначения, соответствующие современным требованиям.

Четвертое. Оригинальной и имеющей большое будущее системой, носящей зачатки автономизации систем инженерного обеспечения жилой сферы, является использование ***крышной котельной*** – примера применения современных технологий в условиях дефицита тепловых мощностей. Здесь в полной и весьма эффективной форме проявился потенциал адаптивного управления, когда, казалось бы, не имеющая решения технологическая задача по обеспечению жилого дома тепловой энергией нашла свое блестящее разрешение путем применения компактной газовой мини-котельной, располагаемой на крыше жилого дома.

Такое решение по своей смелости и оригинальности не нуждается в комментариях, так как в полной мере и весьма показательно отражает сущность и идеологию адаптивного конкурентного управления строительным предприятием.

Пятое. Специфические условия строительства в мегаполисе, вызываемые стесненностью строительных площадок, трудности доставки материалов, особенно в часы «пик», и иные факторы потребовали принципиально иной технологии возведения зданий на базе так называемого ***модульного опорно-стержневого каркаса***.

Значение этого направления амбивалентно: с одной стороны, оно учитывает отмеченные выше особые условия организации строительства, с другой – наполняет реальным содержанием оригинальную конструктивную схему и новый тип модульной технологии монтажа жилого сооружения.

Поставка металлических конструкций в виде заранее размеченных к сборке комплектов, укрупненный монтаж модулей на кондукторах, имеющихся на строительной площадке, машиностроительные допуски в изготовлении и сборке элементов каркаса здания – далеко не полный перечень новаций, составляющих «систему» и позволяющих обеспечить ее успешное дальнейшее использование и распространение.

В таких домах может быть осуществлена свободная планировка как жилых помещений, так и офисных площадей, что обеспечивает повышенный и устойчивый спрос на них, имея в виду перспективу их применения, весьма далекую от насыщения.

Шестое. Решение вышеизложенных задач, в частности, реализованные идеи комплексного подхода к реконструкции кварталов и технологии, обеспечивающей возможность свободной планировки, позволили с высокой степенью эффективности разрешить исключительно сложную в столичных условиях задачу расселения граждан, приступить и осуществить ***комплексную реконструкцию*** московского квартала 83, «Хорошово-Мневники».

Общеизвестны трудности такого процесса в связи с многомерностью поставленной задачи, однако и эта проблема с использованием системы адаптивного управления была успешно решена в установленные

сроки и с высоким качеством выполнения всего комплекса работ. Достаточно только отметить, что использование в виде переселенческого фонда квартир типовых серий привело бы к «перерасходу» жилой площади в объеме 18 тыс. м^2, что эквивалентно безвозвратным потерям в несколько десятков миллионов долларов.

Седьмое. ***Реконструкция панельных пятиэтажных зданий***, как известно, представляет собой задачу высокой социальной значимости. В качестве пилотного проекта таким опытом обладает научно-производственное предприятие ТЕМА. Предприятием разработана и применена технология, при которой коренная реконструкция здания выполняется с сохранением ресурса силового конструктива старого здания и надстройкой до 9-ти этажей, нового объема жилой площади (Химкинский бульвар, 4).

В сущности, используемая на предприятии НПП ТЕМА (г. Москва) система адаптивного управления являет собой тип организации инновационного толка по созданию инвестиционного продукта, имеющего новые потребительские свойства. Это происходит путем аккумуляции достижений научно-технического прогресса не за пределами, а в системе производства и управления.

Столь подробное и на первый взгляд излишнее перечисление достигнутых конкретных результатов понадобилось нам для того, чтобы отметить свойства системы адаптивного управления: оно адсорбирует новые идеи, оригинальные решения, направлено на использование научных достижений и технологических новшеств и в этом смысле будет активно использоваться отечественной практикой хозяйствования.

Успешное использование системы адаптивного конкурентного управления предполагает сквозной учет производственных затрат строительного предприятия, теоретические основы которого разработаны Данилушкиным М.К. [9] и представлены в виде так называемой системы ***моделей регулирования производственных издержек***, сущность которой, в общем виде, выражаться в следующем:

- в рационализации ***выбора очередности застройки*** территории на основе минимизации затрат по инженерному обеспечению объекта строительства и повышения отдачи капитальных вложений в виде изменения денежных потоков предприятия, включая и объемы корпорационной прибыли;

- в использовании автоматизированной системы учета фактических трат на объекте строительства с использованием модели регулирования производственных затрат, включая ***адресное распределение*** общекорпорационных, прочих и непредвиденных расходов;

- в системе управления строительным предприятием на основе ***регулирования*** производственных затрат и издержек производства с целью использования ***экономических методов*** управления строительным предприятием.

Логика ранжирования и построения системы предложенных моделей и мощный экономико-математический аппарат, используемый в доказательной части ее теоретических основ, позволяют адаптировать широко используемые за рубежом аналоги и в полной мере автоматизировать процесс учета производственных затрат на строительном предприятии.

В ЗАО «Жилстрой» развитие предприятия основывается на использовании монопродукта, преимущественного развития монолитного домостроения, когда принцип комплексности, необходимо присутствующий в системе адаптивного конкурентного управления, обнаруживает себя в полной мере, но уже в иной ипостаси, когда верно выбранные высшим менеджментом организации цели по повышению конкурентных качеств конечного продукта реализуются с использованием преимущественно централизованных методов управления, что имеет место быть в иных подходах к внутрифирменному управлению, не обделенных, как показывает практика, рядом существенных положительных результатов.

Речь, прежде всего, идет ***о многообразии*** использования исходной конструктивной схемы в жилых зданиях, имеющих разные потребительские свойства и качества через множество планировочных решений жилых квартир и вариантов оформления фасадов зданий.

Для реализации этой основополагающей идеи необходимо было разработать и осуществить ***новую Концепцию*** возведения монолитных зданий, позволяющую: с одной стороны – использовать зарубежные технологии, обеспечив их адаптацию к отечественным условиям строительства, с другой – существенно повысить технологические качества монолитного строительства, позволяющие круглогодичное ведение строительно-монтажных работ и их высокое качество.

Такая задача была успешно разрешена на основе ***интеграции*** научных, проектно-технологических решений практиков строительного дела ***путем селекции*** передовых идей и решений, технических и технологических новаций и методов организации строительно-монтажных работ.

На основе этой Концепции был разработан и в дальнейшем многократно использован ***пилотный проект*** жилого здания со всеми атрибутами социально-бытового устройства и рациональными объемно-планировочными решениями жилых квартир, в результате чего была подтверждена его покупательная возможность и конкурентные качества на рынке жилой недвижимости.

К несомненным техническим и технологическим новшествам, используемым в рамках принятой

Концепции, следует отнести не имеющую зарубежных и отечественных аналогов ***опалубку тоннельного типа,*** использование которой позволило кратно повысить производительность труда на производстве бетонных работ и радикальным образом изменить технологию и культуру их ведения.

Новая технология потребовала разрешения и иных ***технических и технологических проблем***, являющихся неотъемлемой частью технологического процесса. Многие разработки защищены патентами: разработки конструкции специальных подмостей для передвижения многотонных элементов опалубки; разработки оригинального стенового ограждения типа «сэндвич» на базе блоков из полистиролбетона объемным весом от 250 до 350 кг/м^3; применения стальных каркасов на базе высокопрочных сталей. В конечном счете, удалось получить следующие удельные показатели проекта (на 1 м^2 общей площади) в сравнении с аналогом.

Таблица

Калькуляция стоимости по видам технологий

№№ п/п	Наименование показателей	Ед. изм	1.1. Виды технологий		
			Аналог П-44М	Вариант ЗАО	Результат
1.	Расход арматурной стали	кг %	32.024 100	26.641 83.2	-5.383 16.8
2.	Трудозатраты, в том числе: - заводские - построечные Итого	чел. дн. чел. дн. чел. дн. %	2.79 0.83 1.96 100	-2.20 - 2.20 78.8	-0.59 -0.83 +0.24 -21.2
3.	Расход бетона	М3 %	0.56 100	0.42 75	-0.14 -25
4.	Расход энерго-ресурсов (дом)	кВт час %	162 100	133 82	-29 -18
5.	Сметная стоимость	у.е. %	323 100	260 81	-63 -19

Аналитическое сравнение результатов работы двух систем, существенно разных по способам достижения целей, но одинаковых по целеполаганию и конечному достижению целевых установок, вполне очевидно свидетельствует не об их противоречиях, а о единстве, где смещаются акценты на поле управленческих решений от инициативы работников до жестких требований и неукоснительного исполнения, что подтверждается выдвинутой автором М.К. Данилушкиным гипотезой о необходимости управления производственными издержками [14–18].

Вывод сводится к тому отмеченному выше качеству системы управления, которому свойственно богатство, которое и проявляется в нашем исследовании во всей полноте и многомерности, не обнаруживая каких-либо ограничений в способах достижения априори поставленной цели, реализуемой в стратегии развития строительного предприятия на рынке жилищной недвижимости.

В полной мере адаптированы к предлагаемой новой парадигме управления инвестиционными ресурсами исследования Кудашова А.Е. [10] и Богатыревой З.А. [11, 12], посвященные использованию ***системы инвестиционного потока*** в качестве основной доминанты регулирования фактора времени.

Несмотря на то, что изложенные автором представления касаются оптимизационных схем применительно к крупным инвестиционным проектам и к чрезвычайно важной проблеме использования незавершенного строительства в составе национального приоритета, значение этой системы нуждается в более расширительном применении.

Суть научных представлений, построенных применительно к незавершенному производству, сводится к следующему.

Поставленная в национальном жилищном приоритете задача удвоения ввода жилья к 2010 году ставит в повестку дня использование жилищной незавершенки, объемы которой, например, по Московской области составляют более 100 тыс. м^2 или в 15 раз превышают годовой ввод жилой площади, составивший в 2004 году 7 тыс. м^2.

По объемам жилищного строительства Республика Татарстан сохраняет одно из лидирующих мест среди субъектов Российской Федерации после г. Москвы и Московской области. Площадь незавершенных строительством жилых домов (без индивидуальных) составляет примерно 1000 тыс.кв.м в среднем за последние годы анализа. Объем капитальных вложений по Республике Татарстан должен составить всего за 2002-2010 годы – 65987,5 млн. рублей. При сохранении прогнозных темпов роста и с учетом небольших корректировок, связанных с обычной практикой отставания фактических показателей от плановых, в 2010 году ввод жилья в Республике Татарстан составит не менее 1900 тыс. кв.м, а обеспеченность жильем – 22,6 кв.м. на одного жителя [19].

Ниже приводится методика авторов, которая является инструментом решения поставленной задачи.

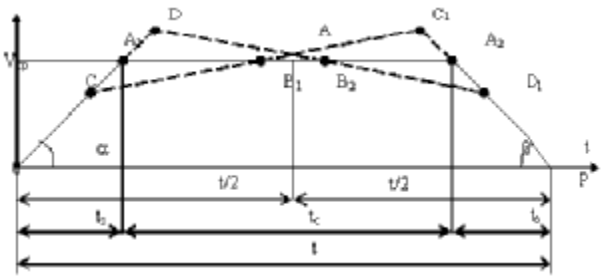


Рис. 8. Схема освоения объёмов строительно-монтажных работ на объекте

Сроки сооружения любого объекта представляются состоящими из трех этапов (рис. 8): первого, задельного, на котором за время $\mathbf{t_з}$ происходит наращивание освоения объемов работ до $\mathbf{V_{ср}}$, где **tg** а = $\mathbf{V_{ср}/t_з}$ характеризует возможности организации к росту объемов работ; второго, на котором поддерживаются достигнутые объемы продолжительностью $\mathbf{t_c}$, и третьего, заключительного,

на котором за время t_0 происходит снижение объемов до нуля.

Следовательно, если $S_п$ – полная сметная стоимость строительного объекта, S_c – общая сметная стоимость СМР, а S_o – сметная стоимость СМР, выполняемых генподрядной строительной организацией собственными силами, то сроки работ на объекте от начала строительства до ввода в эксплуатацию будут зависеть:

- от $\Delta V/\Delta t$ – возможности строительной организации к наращиванию объемов СМР до определенного, среднего для принятого метода строительства уровня, то есть интенсивности прироста объемов работ на объекте;

- от $V/\Delta t$ – её возможности сохранить этот уровень на основной период строительства от t_c, то есть интенсивности ведения работ (здесь **V, ΔV и Δt** – объемы работ, их прирост и время, за которые они были достигнуты).

При всей условности предлагаемая схема отражает закономерности технологии строительного производства, по которой расширение фронта работ на начальном этапе позволяет увеличить объемы освоения и, напротив, его сужение на заключительном этапе приводит к их затуханию.

Разумеется, это не исключает, но предполагает любые другие варианты освоения средств во времени, скажем, характеризуемые многогранниками OCC_1P и ODD_1P, но и в этом случае средняя интенсивность не будет значительно отличаться от принятой, а временные моменты приведения, характеризующиеся точками B_1 и B_2, будут находиться в области средних значений.

Наконец, совершенно необходимо привести также доказательства того, что исходные предпосылки обладают определенной степенью достоверности и в случае фактического характера освоения иначе принимаемые предположения были бы взяты на веру при выполнении практических расчетов. Для упрощения дальнейших построений примем равенства a=b **и** $t_з=t_o$.

Подобным образом можно представить схему интенсивности освоения объемов строительства во времени, начиная от технологически возможной, предполагающей минимальные сроки сооружения объекта, нормативно устанавливаемой с соответствующими нормативными сроками и фактической, которая может быть ниже нормативной в 2–3 и более раз.

Обозначим продолжительность строительства в технологически возможные сроки $t_{тв}$, соответствующие нормативно обусловленным $t_н$, и фактические сроки сооружения объекта $t_ф$.

Если принять за основу сформулированные положения, то кривая **ACL** на рис. 9. будет представлять теоретическую зависимость интенсивности работ от сроков строительства.

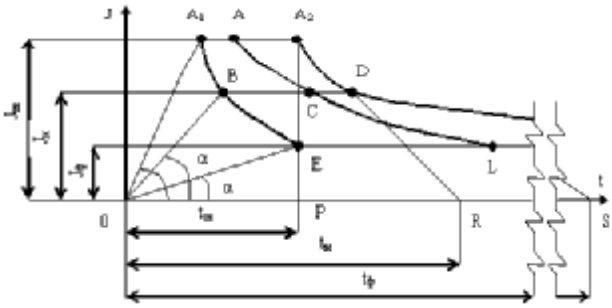


Рис. 9. Зависимость интенсивности работ от продолжительности возведения объекта

Здесь $J_{тв}$, $J_н$ **и** $J_ф$ – средние интенсивности работ, соответствующие технологически возможному (расчетному на основании, скажем, сетевого графика), нормативному и фактическому (получаемому на основании статистических данных) срокам сооружения объекта. Из этого следует вывод: все многообразие технологических и организационных способов строительства однотипных объектов описывается фигурой OA_1A_2DS с ограничениями по времени от 0 до $t_ф$ и по интенсивности от $J_{тв}$ **до** $J_ф$.

Если это так, значит верно и то, что все однотипные объекты с одинаковой сметной стоимостью могут быть отнесены к одной группе оптимизации при предположении приблизительного равенства их трудоемкости. Здесь в качестве общего параметра примем показатель себестоимости строительно-монтажных работ, отнесенный на объект строительства. При этом рассмотрим характерные ситуации, когда мощность строительной организации **W** превышает $J_{тв}$ (случай 1, рис. 9); когда она превышает $J_н$, но меньше $J_{тв}$ (случай 2, рис.10) и когда мощность ниже $J_н$ (случай 3, рис. 11).

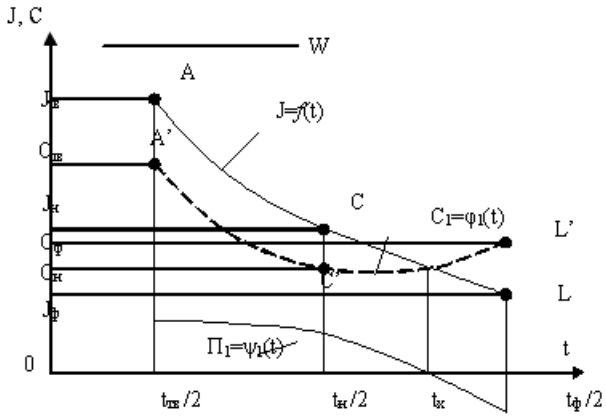


Рис. 10. Соотношение интенсивности работ и их себестоимости при $W < J_{ТВ}$

Показанные на рис.10 кривые представляют собой функцию возможных интенсивностей ведения работ **J=f (t),** функцию себестоимости при этих интенсивностях $C_1= j_1(t)$ и функцию результатов

$П_1$=у(t). Интервал получения прибыли находится в пределах от $t_{тв}/2$ до t_x, убытков – от t_x до $t_ф/2$, точка t_x определяется из выражения **$П_1$=f(t)- j_1(t).**

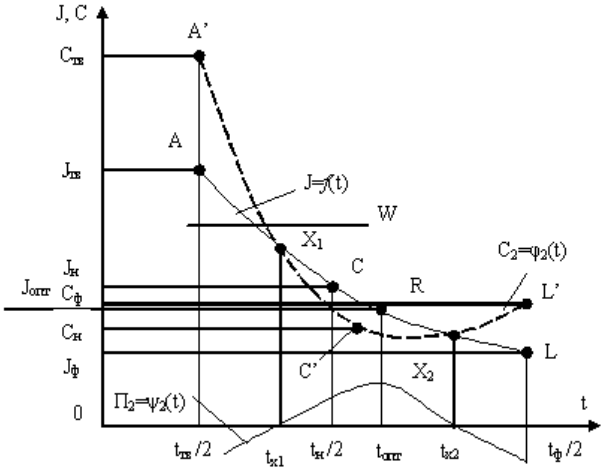


Рис. 11. Соотношение интенсивности работ и их себестоимости при $J_{ТВ}$>W < $J_Н$

Здесь **$C_{тв}$, $C_н$ и $C_ф$** – себестоимость СМР, получаемая соответственно при технологически возможной, нормативной и фактической интенсивности сооружения объекта. Следует уточнить, что функция **J=f(t)** относится к работам, выполняемым строительным предприятием собственными силами за вычетом субподрядных работ. Здесь мощность строительной организации представляет собой способность к выпуску готовой строительной продукции, измеряемую объемом работ по сметной стоимости. Параметры функций **J=f(t)** и **C_1= j_1(t)** находятся по координатам точек **A,C,L** и **A',C',L'**.

В случае 2 (рис.11) функция себестоимости **C_2= j_2(t)** на момент **$t_{тв}/2$** должна быть скорректирована с учетом «привлекаемой» мощности **$\Delta W=J_{тв}-W$** при обеспечении варианта технологически возможного срока выполнения работ. Это неизбежно повлияет на увеличение затрат вследствие передислокации и размещения рабочей силы, строительной техники, автомобильного транспорта и др.

Зоны от $t_{тв}$ до t_x и от t_{x2} до $t_ф/2$ являются убыточными, зона от t_{x1} до t_{x2} – зона прибыльности; моменты перехода t_{x1} и t_{x2} находятся приравниванием к нулю функции **$П_2$= y_2(t); t_R** определяется приравниванием к нулю первой производной этой функции, в этом случае **$t_{опт}=2t_R$**, а **$J_{опт}$** соответствует точке **R** на кривой **ACL**.

Аналогично рассуждая, нетрудно представить ситуацию, при которой получение прибыли невозможно при любом способе ведения работ.

Изложенное положение имеет ряд следствий, в том числе применимых к оценке жилищной недвижимости с остановленным строительным циклом, временно или на неопределенное время, соотнесенной на отдельный строительный объект в любой стадии технической готовности, то есть в самом общем и в этом смысле – теоретически обобщенном виде с использованием рыночных представлений об экономическом взаимодействии как застройщика (держателя) субъекта недвижимости, так и муниципального образования, на территории которого этот субъект расположен (рис.12).

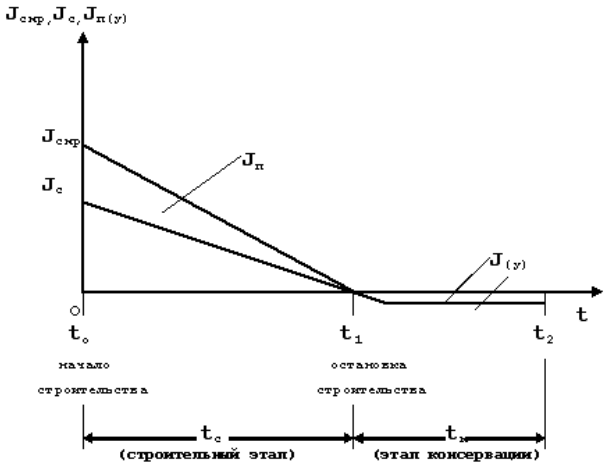


Рис. 12. Схема консервации объекта строительства с неопределенным сроком её окончания

Представленная на рисунке схема дает основание для математической формулы, означающей равенство полученного в результате строительства дохода и понесенных застройщиком расходов после факта консервации строительного объекта

$$\sum_{i=1}^{n}(J_{смр}-J_c)t_i=J_у t_к+З_к \qquad (1)$$

из которой следует неравенство (2), свидетельствующее о предельной величине срока консервации $t_к$

$$t_к \geq \left(\sum_{i=1}^{n}(J_{смр}-J_c)t_i-З_к\right)\backslash J_у \qquad (2)$$

Здесь:

$J_{смр}$ и **J_c** – потоки строительно-монтажных работ и себестоимости (прибыли или убытков) за период **t_c**;

t_i – периоды учета выполняемых работ (год, квартал, месяц), где **i**=1,2,…,**n**;

$З_к$ – затраты по консервации объекта строительства;

$J_у$ – поток финансовых ресурсов, связанных с охраной субъекта недвижимости, порчей материальных ресурсов на приобъектных складах, налоговыми платами и др.

Такая ситуация соответствует подавляющему большинству незавершенных строек, когда объекты брошены заказчиками, что называется «на произвол судьбы», а бюджет довольствуется незначительными поступлениями в виде налоговых плат, что приводит к ситуации экономического ступора и индифферентности рынка жилищной незавершенки. При этом теряют все: ее владельцы – в виде прямых убытков, бюджет – в форме упущенной выгоды, размеры которой поддаются простому счету.

Разогрев рынка жилищной незавершенки, по нашему мнению, должен быть инициирован региональной властью путем введения налоговой системы с возрастающей временной шкалой налоговых плат за земельные отводы, побуждающих застройщика либо продолжить строительство, либо предложить недвижимость (земельный участок) на торги, активно проводимые в некоторых регионах страны.

В этом случае вовлечение в хозяйственный оборот хотя бы 50-ти процентов недостроенных домов, объем которых условно примем равным 100 тыс.м^2, позволит ввести дополнительно около 15 тыс.м^2 жилья, что эквивалентно 22,5 млн. руб. инвестиционных ресурсов, если полагать техническую готовность равной 40%, стоимость жилой площади на первичном рынке равной 15000 руб./м^2, а затраты на расконсервацию в размере 10% от стоимости незавершенной стройки.

Если использованный нами методический подход ранее - при централизованной системе управления строительного производства - служил целям оптимизации сроков строительства в условиях привлекаемой мощности [13], то будучи трансформированным к рыночным условиям хозяйствования, он может быть использован и для иных приложений, обнаруживая свою универсальность и научную состоятельность.

Предложенная концепция основывается также и на иных представлениях о социальном предназначении инвестиционного ресурса, равно как и о способах его распределения по управленческой иерархии. Являя собой рудименты прежней эпохи централизованного планирования, такая манера экономического поведения государства лишает социальный ресурс его целостности, неделимости и необходимости комплексного использования.

В нашем представлении, распределительная система должна строиться на основе региональных пулов, которые, в свою очередь, должны основываться на муниципальных лотах, где могли бы быть интегрированы все социальные потребности территорий: от нового строительства, скажем, жилья до его реконструкции и капитального ремонта; от новых инженерных коммуникаций до частично или полностью реконструируемых и так – по всему кругу жилищно-социальных и культурных потребностей, которые именуются качеством жизни.

Дисбаланс представлений порождает рассогласование целей, что очевидно сказывается на решении задачи комплексного социального переустройства.

Ниже приводятся схемы, характеризующие сущность представлений о содержании распределительных процедур (рис. 13-15).

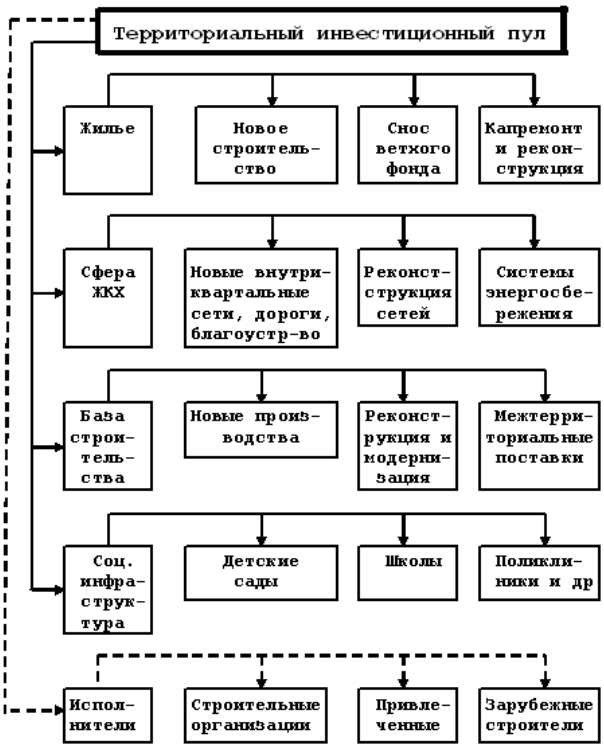


Рис. 13. Принципиальная схема формирования территориального инвестиционного пула

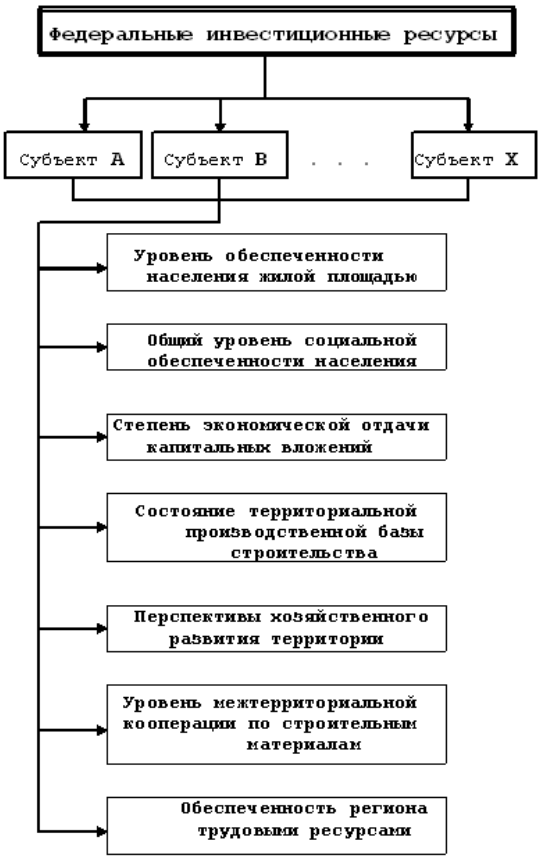


Рис. 14. Параметры наделения инвестиционными ресурсами субъектов Федерации

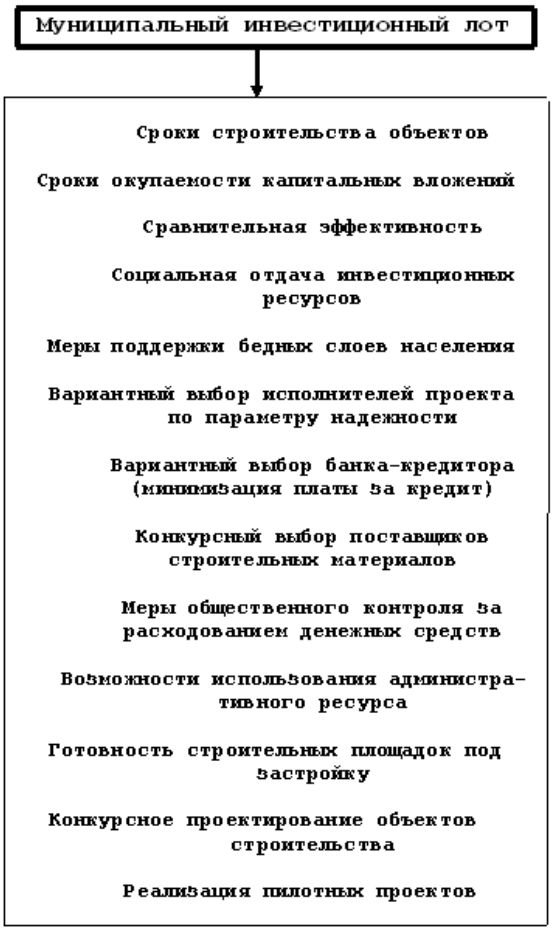


Рис. 15. Критерии использования инвестиционных государственных ресурсов на муниципальном уровне управления

Изложенная парадигма в полной мере не соответствует принятой Правительством РФ программе социальных преобразований, более того – противоречит ей, но она не содержит оппозиционного начала, а представляет собой точку зрения, которую следовало бы опровергнуть, за что авторы могли бы выразить свою благодарность.

Литература

1. Кудашов Е.А., Данилушкин М.К., Кудашов А.Е. Цены рынка недвижимости и доходы семьи. // Жилищное строительство, 2006, №6. – С. 17.
2. Регионы России. Статсборник / Росстат. – М., 2005. – С. 162.
3. Рахман И.И., Терентьев А.Р. Основы современной методологии управления холдингом / Финансы и кредит, 2004, №29 (167). – С. 36-45.
4. Рахман И.И., Терентьев А.Р. Рефлексы могут управлять холдингом / Сб. “Год планеты”. – М.: Экономика, 2004. – С. 194-205.
5. Рахман И.И., Терентьев А.Р. Комплексная реконструкция и ренновация сложившейся застройки в городе Москве. Опыт реализации, проблемы и перспективы. Доклад на научно-практической конференции «Пятнадцатилетие начала рыночных преобразований строительной отрасли в городе Москве», Правительство Москвы и Ассоциация Инвесторов Москвы, 2-3 декабря 2003. – М., 2003. – С. 27-40.
6. Рахман И.И., Терентьев А.Р. Конкурентное управление / Сб. “Год планеты”. – М.: Экономика, 2005. – С. 257-266.
7. Рахман И.И., Терентьев А.Р. Интегрированный застройщик / Сб. “Год планеты”. – М.: Экономика, 2002. – С. 261-268.
8. Рахман И.И., Терентьев А.Р. Корпоративное управление как фактор конкуренции. ISSN 0131-7768. // Экономика строительства, 2006, №1 (564). – С. 2–13.
9. Данилушкин М.К. Повышение эффективности управления строительством жилья с использованием модели регулирования производственных издержек / Кандидатская диссертация. – М.: ЦНИИЭУС, 2002.
10. Кудашов А.Е. Интенсивность строительства и прибыль строительного предприятия. // Экономика строительства, 2006, №6. – С. 2-9.
11. Кудашов Е.А., Стороженко В.П., Богатырева З.А. Проблемы формирования республиканской программы строительства жилья. // Ценообразование в строительстве, 2006, №2. – С. 59-63.
12. Богатырева З.А. Региональный рынок и строительный поток: проблемы соответствия. // Ценообразование в строительстве, 2006, №1. – С. 23-32.
13. Кудашов Е.А. Об оптимизации прибыли в строительных организациях. – Магадан: «Колыма», 1988. – С. 2-5.
14. Данилушкин М.К. Управление строительством жилья на основе модели пообъектного учета фактических затрат. // Экономика строительства, 2001, №12.
15. Данилушкин М.К. Внутрифирменное управление жилищным комплексом с использованием модели производственно-финансового регулирования. // Жилищное строительство, 2002, №2.
16. Данилушкин М.К. Московский мегаполис: проблемы строительства жилья. // Жилищное строительство, 2002, №4.
17. Данилушкин М.К. Модель регулирования производственных затрат и бригадный подряд. // Жилищное строительство, 2002, №7.
18. Данилушкин М.К. Экономическая эффективность использования модели инвестиционного регулирования. // Жилищное строительство, 2002, №10.
19. Загидуллина Г.М., Романова А.И., и др. Развитие конкурентоспособного регионального строительного комплекса: проблемы и перспективы. ISBN 5–7829–0125–X. – Казань: КГАСУ, МСАЖКХ РТ, 2005.

УДК 338

М.Д. Миронова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ ИГР В ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЕМ ЖКХ

Важнейшим вопросом повышения эффективности управления предприятием ЖКХ является оценка эффективности уже сложившихся систем управления и альтернативных (экспериментальных) управленческих систем, если таковые существуют в практике управления жилищно-коммунальным комплексом (ЖКК).

Сопоставление фактического объема финансовых средств, полученных в качестве оплаты населения за ЖКУ ($Д_{общ}$), и требуемого необходимого для воспроизводства ЖКУ и выплаты зарплаты ЖКХ ($Р_{общ}$) позволяет определить уровень самоокупаемости ($У_с$) предприятия как

$$У_c = \frac{Д_{общ}}{Р_{общ}} \qquad (1)$$

при $У_с$=1 – безубыточный вариант

при $У_с$>1 – доходный вариант

при $У_с$<1 – убыточный вариант

Для оценки эффективности управления кондоминимумом предлагается использовать следующие количественные показатели [1]:

Относительное время удовлетворения заявок от жильцов

$$Q_i(t) = \frac{Q_{iф}(t)}{Q_{iн}(t)}, \qquad (2)$$

где $Q_{iф}$, $Q_{iн}$ соответственно, фактическое и нормативное время выполнения заявки на i-ый вид услуг.

При расчете эффективности управления предприятием ЖКХ мы исходили из положения, что повысить уровень доходности (самоокупаемости) предприятия $У_с$ можно, в частности, с помощью оценки эффективности оказания жилищно-коммунальных услуг (ЖКУ) коммунальными предприятиями.

Уровень окупаемости предприятия прямо пропорционально зависит от совокупного дохода, равного сумме платежей пользователей за ЖКУ, к совокупным расходам на осуществление ЖКУ и зарплату работникам предприятия жилищно-коммунального комплекса.

Следовательно, сделать предприятие ЖКК доходным, т.е. поднять уровень самоокупаемости до значений $У_с \geq 1$, можно, либо повысить собираемость платежей и повысить тарифы на оказываемые услуги, либо понизить расходную часть средств предприятия ЖКК.

Расходная часть $Р_{общ}$ состоит из расходов на производство ЖКУ, амортизации оборудования и др. – $Р_у$ и расходов на выплату заработной платы $Р_з$:

$$Р_{общ}=Р_у+Р_з \qquad (3)$$

Рассмотрим пути возможного изменения величины каждого слагаемого $Р_{общ}$.

Объективно расходы на ЖКУ определяются установленными законодательно тарифами и нормативами потребления ЖКУ. Но если поставку воды, электроэнергии и газа можно измерить с помощью измерительных приборов и реальная экономия составляет при этом до 60% платежей за поставку соответствующих услуг, то такие ЖКУ, как ремонт тепло-, газо-, водооборудования, крыши, лифтов и т.д. невозможно измерить с помощью приборов учета.

Наблюдение показывает, что количество повторных заявок составляет 11,1% от общего числа заявок на ЖКУ. Таким образом, мы предполагаем, что приблизительно 11% заявок на ЖКУ на проведение ремонтных работ неудовлетворены с первого раза.

Повторные вызовы соответствуют вторичному осуществлению данных работ. Следовательно, затраты времени и материальных средств возрастают при оказании ЖКУ не менее, чем на 11,1%.

Пусть $Q_{нi}$ – годовая норма выполнения заявок по i-той коммунальной услуге (предположим, что $Q_{нi}$ соответствует числу квартир в жилищном фонде города или района).

Поэтому легко рассчитать среднюю норму выполнения заявок по i-той услуге в день – $q_{нi}$:

$$q_{нi} = \frac{Q_{нi}}{N}, \qquad (4)$$

где N – количество рабочих дней в году.

Тогда:

$$Q_{нi} = \sum_{j=1}^{N} q_{нij} = Nq_{нi} \qquad (5)$$

Очевидно, что годовая величина $Q_{нi}$ в совокупности с тарифами на оказание услуги определит суммарный расход управляющей компании и организаций, оказывающих данные услуги, на оказание i-той услуги населению города в год.

Если повторяется p_i % от общего числа заявок на i-ую коммунальную услугу и ее качественное выполнение происходит со второго раза, то фактическое число заявок $Q_{фi}$ возрастает по сравнению с нормой $Q_{нi}$ на $\frac{p_i * Q_{нi}}{100\%}$,

следовательно, $Q_{фi}$ можно рассчитать по формуле:

$$Q_{фi=}\ Q_{нi}+\frac{p_i * Q_{нi}}{100\%} \qquad (6)$$

$$Q_{фi}=Q_{нi}*(1+\frac{p_i}{100\%}) \qquad (7)$$

Очевидно, что фактическое число заявок $Q_ф$ по всем коммунальным услугам находится по формуле

$$Q_ф = \sum_{i=1}^{n} Q_{фi}, \qquad (8)$$

где n – количество поставляемых коммунальных услуг.

Таким образом, если p_i=11% (возьмем усредненно i-коммунальные услуги по ремонту сетей водо- и теплоснабжения), то

$$Q_{фi}=Q_{нi}(1+0,11)=1,11\ Q_{нi} \qquad (9)$$

Следовательно, реализация повторных заявок на 11% увеличит фактическую величину расходов по i-той коммунальной услуге минимум в 1,11 раз, т.к. обеспечение данного роста осуществляется в основном за счет увеличения штата работников примерно в 1,11 раз и, соответственно, увеличения фонда заработной платы предприятия.

Требование безубыточности или доходности предприятия по уровню самоокупаемости ЖКК $У_c \geq 1$ приведет в этом случае к увеличению доходной части предприятия не ниже, чем в 1,11 раз, что, в свою очередь, будет обеспечиваться за счет жильцов-плательщиков за ЖКУ. Поэтому проведение качественных работ по ЖКУ и снижение повторных вызовов позволит значительно сократить расходную часть предприятия ЖКК и привести его уровень самоокупаемости $У_c$ к безубыточному ($У_c \geq 1$) без дополнительного привлечения средств плательщиков.

Особенностью ЖКУ и особенно коммунальных услуг является неравномерность возникновения востребованности в них в течение года (рис.). Неравномерно распределяются и повторные заявки жильцов на ЖКУ вследствие сезонных колебаний спроса.

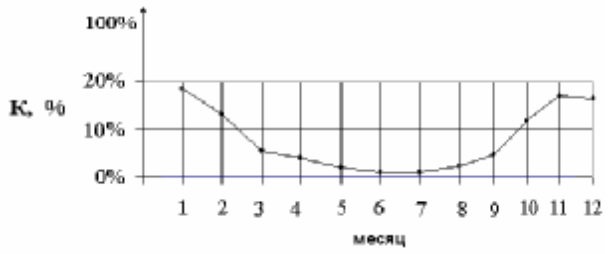


Рис. Относительное количество повторных заявок на ЖКУ по месяцам

Относительное количество повторных заявок на ЖКУ по месяцам представлено на рисунке, где

$$K = \frac{\text{N повторн.}}{N} *100\%,$$

$N_{повторн.}$ – количество повторных заявок на коммунальную услугу в данном месяце.

N – общее количество заявок на коммунальные услуги в год.

Так как ЖКУ невозможно заготовить впрок, то в периоды наибольшей востребованности услуг на ремонт сетей тепло- и водоснабжения - это 11-12 месяцы и 1-2 месяцы года.

Анализ динамики заявок на коммунальные услуги показывает возрастающее количество заявок, подчиняющихся закономерности, имеющей сезонный характер. Предприятия ЖКК, оказывающие услуги, сталкиваются с природными особенностями и, как следствие, «реакцией» на них коммунальной инфраструктуры.

Прогнозирования сезонных заявок на ЖКУ и минимизация рисков их невыполнения вследствие сезонной перезагруженности работ по выполнению ЖКУ можно описать, используя математическую теорию игр, а именно раздел этой теории «Игры с природой». В данном случае в задачах, приводящихся к игровым, имеется неопределенность, вызванная отсутствием информации, в которых осуществляется действие. В частности, погода, ее непредсказуемые изменения являются источником неопределенности. Поэтому условия деятельности предприятия ЖКХ зависят не от сознательных действий субъекта, а от объективных обстоятельств, создаваемых природой.

Такое взаимодействие субъектов с природой, или явлениями, зависящими от природных условий, называется играми с природой. Для выигрыша в данных играх согласно теории игр человек или субъект – предприятие должны действовать осмотрительно, выбирая оптимальную стратегию своих действий.

Второй игрок, природа, в такой игре действует случайно. При выборе оптимальной стратегии игры с природой действия субъекта регламентируются рядом критериев.

1. Критерий Вальде, где рекомендуется применять максимальную стратегию. Он достигается из условия стремления результата игры к

$$\max \min a_{ij} \qquad (10)$$

Критерий является пессимистическим, считается, что природа действует наихудшим для человека образом.

2. Критерий максимизма. Он выбирается из условия

$$\max \max a_{ij} \qquad (11)$$

Критерий является оптимистичным. Считается, что природа действует благоприятным для человека способом.

3. Критерий Гурвица. Данный критерий рекомендует стратегию, определенную по формуле

$$\max \{\alpha \min a_{ij} + (1-\alpha)\max a_{ij}\} \qquad (12)$$

α - степень оптимистического ожидания человека в играх с природой , $\alpha \in [0;1]$.

4. Критерий Сэвиджа. Суть данного критерия – не допускать чрезмерно высоких потерь. Оптимальная стратегия находится из выражения

$$\min \{\max(\max a_{ij} - a_{ij})\} \qquad (13)$$

Определим производственную стратегию предприятия ЖКХ в условиях риска и неопределенности с использованием матричных игр. Рассмотрим зимний сезон. Предприятие ЖКХ располагает двумя стратегиями: стратегия A_1 – рассчитывается на холодную зиму,стратегия A_2 – рассчитывается на теплую зиму .

Составим матрицу игры с природой на примере одного предприятия ЖКХ, оказывающего ЖКУ:

$$\begin{array}{c c} & \begin{array}{cc} B_1 & B_2 \end{array} \\ \begin{array}{c} A_1 \\ A_2 \end{array} & \begin{pmatrix} 3500 & 2000 \\ 2500 & 2500 \end{pmatrix} \end{array}$$

Для анализа выбора стратегии предприятия в качестве базового будем использовать критерий Гурвица, так как он содержит оптимистический и пессимистический варианты игры с природой.

Рассмотрим некоторые возможные варианты:

1. Ожидание равной вероятности теплой и холодной зим соответствует α=0,5.

2. Если по прогнозам зима ожидается преимущественно холодная, целесообразно задать α=0,7.

3. Если по прогнозам зима предстоит преимущественно теплая (стратегия природы B_2) целесообразно задать α=0,3.

Данные расчеты показывают, что даже при вероятности холодной зимы p=0,3 предприятие ЖКК должно быть к ней готово (выбор стратегии A_1).

Определить стратегию предприятия в соответствии с теорией игр возможно, но реальные сложности заключаются в необходимости гибких и мобильных изменений в числе работников, оказывающих услуги: от минимального – при благоприятных погодных условиях, до максимального – при неблагоприятных погодных условиях. Экономического эффекта в управлении организацией посредством простых сезонных изменений числа работников достичь невозможно. Оптимизировать управление в этом случае можно за счет использования внутренних резервов предприятия.

Руководители организации, учитывая разброс необходимого числа специалистов по сезонам года от min до max, должны предусмотреть дополнительное обучение работников смежным специальностям для возможного их использования в периоды сезонных «всплесков» заявок на ЖКУ.

Литература

1. Основы организации и управления жилищно-коммунальным комплексом: Учебно-практическое пособие. / Под редакцией проф. П.Г. Грабового. – М.: “АВС”, 2004. – 528 с.
2. Красс И.С., Чупрынов Б.П. Основы математики и ее применения в экономическом образовании. – М.: “Дело”, 2000. – 688 с.

УДК 628.1

А.Б. Адельшин, А.Н. Заббаров, Е.Н. Сундукова, И.Г. Шешегова

ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОМЫВНЫХ ВОД СТАНЦИИ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ

В продолжение исследований [1] по изучению процесса обезжелезивания подземных вод водозабора «Мирный» г.Казани нами более подробно были изучены вопросы, связанные с определением эффективности работы фильтровальной станции. С целью рационального использования водных ресурсов были проведены также исследования промывных вод скорых фильтров с цеолитовой загрузкой. Анализ качества исходной воды во времени показал, что оно зависит от номера скважины и от времени года. Так, весной наблюдается небольшое повышение мутности, цветности, содержания железа, хлоридов. В то же время снижается общее содержание сульфатов и нитратов. Это свидетельствует о попадании поверхностных талых вод в водоносный горизонт и о неизбежном антропогенном загрязнении воды. Кроме того, исходная вода из некоторых скважин не удовлетворяла требованиям СанПиН [2] по следующим показателям: мутности (до 12 мг/л), цветности (до 35 град.), содержанию железа (до 4.56 мг/л).

Нами были определены некоторые показатели качества исходной, очищенной и промывной воды фильтров (таблица).

Исследовалась исходная вода (усредненная по качеству) и очищенная. Как и следовало ожидать, фильтрование приводит к небольшому уменьшению всех изученных показателей. Уменьшение концентрации катионов (Ca^{2+}, Mg^{2+}) и соответственно жесткости и сухого остатка происходит вследствие обмена ионов при фильтровании воды через цеолитовую загрузку, обладающую свойствами катионита. При этом содержание анионов, например, хлоридов, не изменяется (табл.1).

Очищенная вода после смешения, аэрации и фильтрования соответствует всем требованиям [2], за исключением содержания железа (превышена в 1,5 раза), что свидетельствует о недостаточно хорошей работе фильтров. После фильтрования вода дезинфицируется газообразным хлором и направляется в резервуар чистой воды. Оставшееся в воде железо

Таблица

Показатели качества исходной, профильтрованной и промывной воды

№ п/п	Показатели качества	Ед. изм.	Питьевая вода		Промывная вода		
			исходная (перед фильтрами)	очищенная (после фильтров)	исход.	в начале промывки	в конце промывки
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Активная реакция среды	pH	6.75	6.9	7.15	7.35	7.38
2	Сухой остаток	мг/л	446	420	668	500	-
3	Жесткость общая	мг-экв / л	7.49	7.24	10	9.6	8.4
4	Щелочность	мг-экв / л	6.05	5.9	6.15	6.0	6.01
5	Гидро-карбонаты	мг/л	369	351	375.2	366	370.6
6	Хлориды	мг/л	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24
7	Кальций	мг/л	110.22	109.22	116.2	112.2	120.2
8	Магний	мг/л	24.2	21.8	51.1	48.6	29.2
9	Железо общее	мг/л	1.62	0.46	-	-	-
10	Взвешенные вещества	мг/л	-	-	-	258	189

способно окисляться хлором, поэтому в резервуаре и на стенках трубопроводов возможно отложение осадка, что может вызвать развитие железобактерий и повторно увеличить мутность и цветность воды.

Важнейшим процессом при эксплуатации фильтров является своевременная и правильная их промывка. Она служит для восстановления задерживающей способности загрузки, при этом удаляется образовавшийся осадок гидроксида Fe(III) и взвешенные вещества, задержанные фильтром. Фильтр должен промываться 1-2 раза в сутки [3]. На самом деле фильтр промывается 2-3 раза в неделю по мере его загрязнения (как только он не пропускает расчетный расход воды или резко увеличивается содержание железа в очищенной воде). Кроме того, интенсивность промывки на станции не соответствует проектной. Все это приводит к тому, что фильтрующая загрузка отмывается не полностью, осадок накапливается в верхнем слое фильтра, ухудшая затем процесс фильтрования и обезжелезивания. Окончательно он удаляется в ходе планово-профилактических работ и сбрасывается в ближайший овраг.

Такое положение дел частично объясняется дефицитом подачи воды. На одну промывку расходуется 120 м^3 воды, которые затем вместе с осадком сбрасываются в канализацию.

Нами были изучены вопросы, связанные с выделением осадка из промывной воды, пути его использования и возможность регенерации отработанной загрузки.

Содержание взвеси (осадка) в промывной воде определялось гравиметрическим методом. Как и следовало ожидать, в начале промывки оно составляло 258 мг/л, уменьшаясь в конце до 189 мг/л.

Кинетика осаждения этой взвеси из промывной воды была изучена на торсионных весах типа ВТ-500. Экспериментально определяли зависимость массы осевшего осадка от времени. На рис.1 приведены кривые седиментации пробы промывной воды с содержанием взвеси 220 мг/л, полученные через 1 час после промывки (1) и через 4 суток (2). Характер кривой 2 свидетельствует об уплотнении осадка с течением времени за счет превращения: $2Fe(OH)_3 \rightarrow Fe_2O_3 + 3H_2O$.

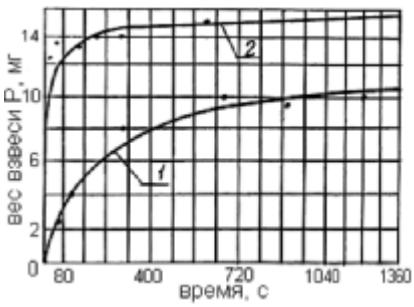


Рис. 1. Кривые седиментации промывных вод
1 – через 1 час после отбора пробы; 2 – через 4 суток после отбора

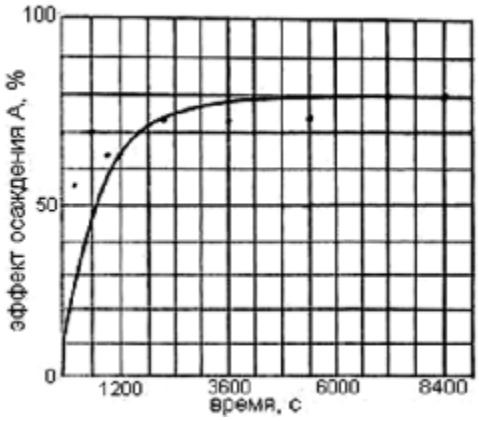


Рис. 2. Эффект осаждения промывной воды

На рис. 2 приведена зависимость эффекта осаждения (А) от времени. Эффект осаждения – это количество взвеси, выпавшей за определенное время, отнесенное к общему количеству взвеси. Из графика видно, что основная масса осадка (примерно 70-80%) выпадает в первые 15-20 мин. отстаивания. Исходя из этого, для повторного использования промывной воды ее следует пропускать через отстойник с пребыванием в нем промывных вод в течение 15-20 мин. Более длительное отстаивание может привести к уплотнению и дальнейшему затвердению осадка, что приведет к дополнительным затратам на удаление со дна уплотненного осадка.

С учетом расхода промывных вод, количества взвешенных веществ (таблица) и эффекта осаждения за одну промывку образуется около 22 кг осадка. Дополнительно этот осадок можно получить при регенерации загрузки. Полная отмывка 1 кг отработанной загрузки, высушенной при 105°С, дает 50 г осадка. Исследовались различные режимы и способы обработки загрузки. Наиболее эффективным является механическое перемешивание и встряхивание с водой.

После прокаливания осадок примерно на 35% состоит из окислов железа [4] и реально может использоваться для изготовления красок, в качестве замутнителя, сырья для изготовления строительных материалов и получения коагулянта. В лабораторных условиях была изучена возможность использования осадка в качестве замутнителя для ускорения осаждения взвеси каолина и для получения коагулянта. На процесс осаждения каолина осадок влияния не оказывает. Однако, более лучшие результаты были получены при удалении из воды ионов тяжелых металлов [5]. По методу [6] действием на осадок серной кислоты был получен раствор коагулянта с содержанием общего железа 26.4 мг/мл. Свойства полученного железосодержащего коагулянта сравнили с общепринятым коагулянтом $Al_2(SO_4)_3$. Изучалось их действие на процесс осаждения взвеси коалина и взвеси

глины при разной температуре. На рис. 3 в качестве примера приведены кривые седиментации модели воды, содержащей глину, без и в присутствии полученного коагулянта.

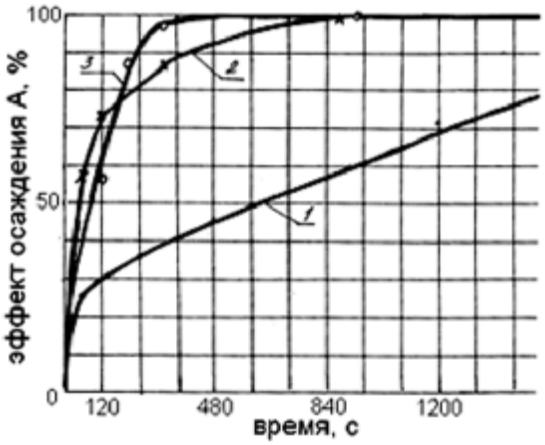


Рис. 3. Кривые седиментации взвеси глины без и в присутствии железного коагулянта
1 – без коагулянта; 2 – при дозе 7.72 мг/л; 3 – при дозе 13.2 мг/л

Введение коагулянта значительно повышает эффект осаждения взвеси, особенно в первые три минуты. При этом концентрация коагулянта на образование и осаждение хлопьев существенно не влияет, как и температура. Таким образом, полученный коагулянт может быть использован при очистке высокомутных сточных вод.

Литература

1. Шешегова И.Г., Сундукова Е.Н. Исследования по совершенствованию процесса обезжелезивания подземных вод. Материалы 51-й республиканской научной конференции. Сборник научных трудов аспирантов. – Казань: КГАСА, 2000. – С. 83 - 85.
2. СанПиН 2.1.4.10.74-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора России, 2002. – 103 с.
3. Николадзе Г.И. Обезжелезивание природных и оборотных вод. – М.: Стройиздат, 1978. – 160 с.
4. Архипенко Д.К., Столповская В.Н., Григорьева Т.Н. Исследование осадка, образующихся на фильтрах обезжелезивания. // Химия и технология воды, 1986, №6.
5. Ткачев К.В. Технология коагулянтов. – Л.: Химия, 1977. – 200 с.
6. Захарова В.И., Николаев И.В., Луценко Г.Н. Аллюможелезные коагулянты из отходов металлургического производства. //Химия и технология воды, 1985, №5.

УДК 697.9

В.А. Бройда

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ВОЗДУХА, УДАЛЯЕМОГО СИСТЕМАМИ ВЕНТИЛЯЦИИ

Системы утилизации теплоты удаляемого воздуха (СУТ УВ) с промежуточным теплоносителем, а также основанные на использовании пластинчатых рекуператоров, вращающихся регенераторов, тепловых трубок (термосифонов), находят широкое применение в зарубежной и отечественной практике. Достаточно суровый климат России делает такую утилизацию энергетически оправданной. В то же время, относительно низкие, по сравнению с европейскими и мировыми, цены на тепловую и электроэнергию несколько тормозят внедрение СУТ УВ. Целесообразность использования СУТ УВ решается на основе энергетической и экономической оценки.

В работе [1] предлагается выполнять оценку мероприятий по энергосбережению, используя бездисконтный срок окупаемости T_O (год) и характеристики, учитывающие норму дисконта r.

$$T_O = \Delta K / \Delta Э, \qquad (1)$$

где ΔK - инвестиции в энергосберегающие мероприятия, руб;

$\Delta Э$ - ежегодный доход от внедрения таких мероприятий в течение всего срока эксплуатации, руб/год;

r - расчетная норма дисконта, в соответствии с рекомендациями [1] современному состоянию отечественной экономики соответствует $r = 0{,}10 \div 0{,}12$.

По данным, приведенным в работе [1], при сроке эксплуатации 20 лет и r=0,1 в случае, если T_O <=1,3 года, инвестиции в мероприятия по энергосбережению являются целесообразными. В случае если 1,3 < T_O <=8,5 лет, такие мероприятия перспективны с учетом наращения получаемых доходов. При T_O > 8,5 лет подобные инвестиции экономически мало оправданы.

Приближенная оценка экономии тепловой энергии за счет использования СУТ УВ Q (кВт-ч/год) может быть выполнена по формуле:

$$Q = L \cdot c \cdot \rho \cdot (t_B - t_{CP}) \cdot E \cdot \tau / 3600, \qquad (2)$$

где L - расход вентиляционного воздуха, м^3/ч;

c - теплоемкость воздуха, =1,005 кДж/(кг·^{0}С);

r - плотность воздуха, в данных расчетах r =1,2 кг/м^3;

t_B, t_{CP} - соответственно, температура воздуха в помещении и средняя температура наружного воздуха за отопительный период [2], ^{0}С;

E - эффективность конкретного теплоутилизатора;

t - продолжительность работы вентиляционной установки с СУТ УВ в течение отопительного периода, час.

Тогда экономия средств за счет применения СУТ УВ определится выражением:

$$\Delta Э = Q \cdot c_T, \qquad (3)$$

где c_T – стоимость тепловой энергии основного источника, энергия которого сберегается (теплосеть, котельная и т.д.), руб/кВт-ч.

Зная величину $\Delta Э$ и соответствующие величины сроков окупаемости T_O, несложно определить граничные значения экономически оправданных инвестиций в СУТ УВ.

При таком упрощенном подходе не учитываются дополнительные затраты электроэнергии, связанные с существенным повышением аэродинамического сопротивления каналов приточного и удаляемого воздуха. Не учитывается длительность всего периода теплоутилизации, которая обычно больше длительности отопительного периода, так как определяется более высокими температурными границами, близкими к температуре воздуха в помещении. Не учитываются также затраты тепловой энергии на мероприятия по защите от замораживания теплообменных поверхностей теплоутилизатора, находящихся в потоке удаляемого воздуха при отрицательных температурах. Наконец, не учитывается некоторое снижение эффективности использования теплоутилизации, связанное с суточными колебаниями температуры наружного воздуха.

В данной работе выполняется энергетическая и экономическая оценка эффективности СУТ УВ с учетом вышеназванных факторов.

Применение теплоутилизаторов УВ любого типа приводит к возрастанию аэродинамического сопротивления каналов приточного и удаляемого воздуха. Соответственно увеличиваются затраты мощности вентиляторов на перемещение приточного и удаляемого воздуха, растут денежные затраты на электроэнергию. Причем подобные повышенные затраты происходят круглогодично, а не только в период действия теплоутилизатора.

Итак, если при равенстве расходов приточного и удаляемого воздуха суммарное повышение сопротивления воздушного тракта составит ΔP (Па),

то ему соответствует дополнительно расходуемая электрическая мощность вентиляторов ΔN (кВт)

$$\Delta N = \Delta P \cdot L/(3600 \cdot 1000 \cdot КПД), \quad (4)$$

связанный с ней дополнительный расход электроэнергии $\Delta Eл$ (кВт-час/год)

$$\Delta Eл = \Delta N \cdot (X_2 - X_1) \cdot \frac{n}{7} \cdot 365 \quad (5)$$

и повышение денежных затрат на электроэнергию $\Delta Eз$ (руб/год)

$$\Delta Eз = \Delta Eл \cdot c_E, \quad (6)$$

где КПД - коэффициент полезного действия вентиляционных агрегатов;

X_1, X_2 - соответственно, ежедневное время начала и окончания работы вентиляционной системы с СУТ УВ, час;

n - число рабочих дней использования вентиляционной системы с СУТ УВ в неделю;

c_E - стоимость электроэнергии, руб/кВт-час.

Существенным фактором для оценки эффективности утилизации теплоты являются климатические условия, сочетания которых, в принципе, могут быть заданы различными способами. Используя данные [2], ход годового изменения температуры наружного воздуха t_H можно описать выражением:

$$t_H = t_Г + A \cdot Cos(z), \quad (7)$$

где $t_Г$, A - соответственно, среднегодовое значение температуры t_H и амплитуда ее отклонения от среднегодового значения, ^{0}С;

z - безразмерная временная переменная, $z = Z \cdot 2p/365$;

Z – время, отсчитываемое от годового максимума температур, сут.

Используя среднюю температуру отопительного периода t_{CP} (периода с температурой наружного воздуха ниже 8 ^{0}С) и продолжительность отопительного периода ΔZ_{OT} (сут), приведенные в [2], можно вычислить значения A и по $t_Г$ формулам:

$$A = \frac{8 - t_{CP}}{Sin(\Delta z_{OT}/2)/(\Delta z_{OT}/2) - Cos(\Delta z_{OT}/2)} \quad (8)$$

$$t_Г = t_{OT} + A \cdot Cos(\Delta z_{OT}/2) \quad (9)$$

Продолжительность отопительного периода в безразмерных величинах определяется выражением:

$$\Delta z_{OT} = \Delta Z_{OT} \cdot 2p/365 \quad (10)$$

При работе системы вентиляции с СУТ УВ только часть суток, обычно это светлое время суток, характеризующееся более высокой температурой наружного воздуха, величина получаемой экономии затрат на тепловую энергию будет несколько ниже рассчитанной по среднесуточной температуре.

Суточное отклонение температуры также можно описать гармоническими колебаниями в пределах суток. Величину амплитуды суточного отклонения температуры A_C можно получить из [2 и др.]. Тогда среднесуточную добавку Δt к изменению температуры t_H, вносимую суточными колебаниями, в зависимости от времени начала X_1 и окончания X_2 работы СУТ УВ, можно выразить в виде:

$$\Delta t = -Ac\frac{\int_{x1}^{x2} Cos(x)dx}{2p} = Ac \cdot (Sin(x_1) - Sin(x_2))/2p, \quad (11)$$

где x – безразмерная временная переменная, отражающая суточный ход времени, $x = X \cdot 2p/24$;

X - время суток, ч.

С учетом выражения (11) изменение температуры наружного воздуха выразится формулой:

$$t_H = t_Г + A \cdot Cos(z) + \Delta t = t_Г + A \cdot Cos(z) + $$
$$+ Ac \cdot (Sin(x_1) - Sin(x_2))/2p \quad (12)$$

Временные рамки использования СУТ УВ - периода с температурой наружного воздуха ниже $t_{ГР}$ ($t_{ГР}$ на несколько градусов ниже t_B) - в безразмерных величинах выразятся формулами:

$$z_1 = arcCos((t_{ГР} - t_Г)/A) \quad (13)$$

$$z_2 = 2\pi - z_1 \quad (14)$$

Таким образом, годовая экономия тепловой энергии от применения СУТ УВ $Q_У$ (кВт-час/год), без учета затрат тепловой энергии на размораживание образующейся наледи, определится формулой:

$$Q_У = \frac{365 \cdot L \cdot \rho \cdot c \cdot (X_2 - X_1) \cdot n \cdot E}{2\pi \cdot 7 \cdot 3600} \int_{z1}^{z2} (t_B - t_H)dz =$$
$$= \frac{365 \cdot L \cdot \rho \cdot c \cdot (X_2 - X_1) \cdot n \cdot E}{2\pi \cdot 7 \cdot 3600} \cdot$$
$$\cdot \{[t_H - t_Г - A_C \cdot (Sin(x_1) - Sin(x_2)) \cdot /2\pi] \cdot (z_2 - z_1) +$$
$$+ A \cdot (Sin(z_1) - Sin(z_2))\} \quad (15)$$

Оценить затраты тепловой энергии на оттаивание образующейся наледи можно, приближенно определив количество намораживаемого льда $G_Л$ (кг/ч). Будем полагать, что среднее значение

Таблица

Климат. условия: t_{CP}, ^{0}C ΔZ_{OT}, сут Ac, ^{0}C.	Продолж. раб. времени час.	Утилизир. теплота $Q_У$, кВт-ч в год. Затраты теплоты на размораж., $Q_Л$, кВт-ч в год	Экономия теплоты, $Q_У - Q_Л$, кВт-ч в год. Доп. затраты электроэн., $\Delta E_Л$, кВт-ч в год	Годовая экономия средств, $\Delta Э$, руб/год.	Инвестиции при T_O=1,3 года, руб. Инвестиции при T_O=8,5 года, руб.
0 170 0	10	65331 0	65331 2228	19078	24801 162160
0 170 4	10	60315 0	60315 2228	17322	22519 147239
0 170 4	24	156794 0	156794 5348	45768	59522 389184
-5 215 0	10	101085 2510	98575 2228	30713	39927 261061
* -5 215 0	10	94666 2510	92156 2228	28466	37006 241961
-5 215 4	10	95089 2299	92790 2228	28688	37295 243850
-5 215 4	24	242605 6025	236580 5348	73711	95825 626548
-10 230 0	10	128573 3324	125249 2228	40049	52064 340418
-10 230 5	10	120895 3133	117762 2228	37429	48657 318043
-10 230 5	24	308576 7977	300599 5348	96188	124953 817003

Примечание: Вариант, помеченный звездочкой, отличается от предыдущего тем, что его соответствующие величины рассчитаны в пределах отопительного периода ΔZ_{OT}.

влагосодержания внутреннего воздуха за период использования теплоутилизации составляет d_B (кг/кг), тогда

$$G_Л = L \cdot r \cdot d_B \qquad (16)$$

Образование наледи происходит при условии, что температура удаляемого воздуха после теплоутилизатора $t_{УТ}$ ниже 0 ^{0}С.

Величину $t_{УТ}$ можно приближенно определить выражением:

$$t_{УТ} = t_B - (t_B - t_H) \cdot E \qquad (17)$$

Затраты тепловой энергии на нагревание и оттаивание намораживаемого льда $Q_Л$ (кВт-час/год) определяются формулой:

$$Q_Л = G_Л \cdot (X_2 - X_1) \cdot 365 \cdot n/(2p \cdot 7 \cdot 3600) \cdot \int_{z1}^{z2} (c_Л \cdot t_{УТ} + r_Л) \cdot dz, \qquad (18)$$

при условии

$$t_{УТ} < 0^0\text{C} \qquad (19)$$

Величины теплоемкости и теплоты плавления льда, соответственно, равны:

$c_Л$ = 2,05 кДж/(кг·^{0}С) и $r_Л$ = - 333,4 кДж/кг.

Вычисление ежегодного дохода от внедрения СУТ УВ выполняется по формуле:

$$\Delta Э = (Q_У - Q_Л) \cdot c_T - \Delta Eз \qquad (20)$$

Задавая норму дисконта и соответствующие предельные значения сроков окупаемости, можно определять экономически оправданные величины инвестиций в СУТ УВ.

Приведенные выше зависимости были реализованы в виде компьютерной программы. В таблице представлены данные расчета для 3-х условных климатических районов, отличающихся суровостью климата. Расчеты выполнены для 10-часового интервала рабочего времени и для круглосуточного режима работы. Представлены варианты без- и с учетом амплитуды суточных колебаний температуры. Для сравнения представлен вариант с характеристиками, рассчитанными в пределах отопительного периода. В расчетах принят расход подаваемого и удаляемого воздуха L =10000 м^3/ч, эффективность теплоутилизатора E =0,8, повышение аэродинамического сопротивления каналов ΔP =200 Па, среднее значение КПД вентиляторов - 0,65, температура внутреннего воздуха t_B =18 ^{0} С, среднее значение влагосодержания воздуха в помещении за период теплоутилизации d_B = 0,0025 кг/кг, граничная температура периода теплоутилизации $t_{ГР}$ =14 ^{0}С, время начала работы - 8 часов, число рабочих дней в неделю - 5, стоимость тепловой энергии - c_T = 0,35 руб/кВт-ч, стоимость электроэнергии - c_E =1,7 руб/кВт-ч, срок эксплуатации СУТ УВ - 20 лет, норма дисконта r =0,1.

Выполненные расчеты показывают, что наиболее существенно экономия тепловой энергии и средств зависят от климатических данных (характеризующихся t_{CP} и ΔZ_{OT}), продолжительности рабочего времени (характеризующихся X_1, X_2 и n) и эффективности теплоутилизатора E.

Дополнительные затраты средств на электроэнергию заметны – они составляют 10÷20 % от годовой экономии средств. Учет продолжительности периода теплоутилизации, выходящего за рамки отопительного периода, приводит к повышению расчетной экономии тепловой энергии и средств приблизительно на 8÷10 %. Учет суточных колебаний температуры при некруглосуточной работе СУТ УВ приводит к коррекции результата на 5÷7 % в сторону уменьшения экономии тепловой энергии и средств. При круглосуточной работе СУТ УВ этот фактор не оказывает влияния на результаты расчета. Затраты тепловой энергии на размораживание наледи составляют 0÷4 % утилизируемой теплоты, в зависимости от суровости климата и эффективности теплоутилизатора.

В последней графе таблицы представлены величины выгодных и допустимых инвестиций в СУТ УВ, соответствующие указанным выше условиям.

Приведенные расчеты позволяют проанализировать влияние названных выше факторов на эффективность утилизации теплоты и выполнять энергетическую и экономическую оценку перспективности использования того или иного варианта СУТ УВ.

Литература

1. Табунщиков Ю.А., Шилкин Н.В. Оценка экономической эффективности инвестиций в энергосберегающие мероприятия. // Ж. АВОК, 2005, №7. – С. 10-16.
2. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2003. – 70 с.

УДК697.34

С.А. Еремин, Р.А. Садыков

ЭНЕРГОАУДИТ ТЕПЛОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК

Наша экономика является одной из самых энергоемких в мире. Федеральной целевой программой «Энергосбережение России» потенциал энергосбережения оценивается в 273-330 млн. тут, в том числе в жилищно-коммунальном хозяйстве 65-75 млн. тут [1].

За год в Республике Татарстан производится 44747,5 тыс. Гкал тепловой энергии. Суммарная мощность котельных - 27025,0 Гкал/час, протяженность тепловых сетей – 4256 км. Коммунальная энергетика Республики Татарстан включает в себя 1121 котельную, установленной мощностью 5894 Гкал/час, 377 центральных тепловых пунктов и 2851 км тепловых сетей (в 2-х трубном исчислении). В котельных установлено 3153 котла, в том числе 1218 котлов типа НР и 413 чугунных секционных котлов. Годовая выработка тепловой энергии 8,1 млн. Гкал. Для выработки ежегодно расходуется 1,85 млрд. куб. м газа, 244 млн. кВт-час электроэнергии и 8,2 млн. куб. метров воды. При этом расход тепловой энергии на собственные нужды составляет 284 тыс. Гкал/год (3,5%) и потери тепла в тепловых сетях – 1215 тыс. Гкал/год (15%).

Стоящую перед производителями и потребителями энергоресурсов задачу помогает решить энергоаудит систем энергоснабжения и энергопотребления. Энергоаудит – это технико-экономическое инспектирование систем энергогенерирования и энергопотребления с целью определения возможностей экономии затрат на потребляемые ТЭР, разработки технических, организационных и экономических мероприятий, помогающих предприятию достичь реальной экономии денежных средств и энергоресурсов.

Основными задачами энергоаудита являются:

- выявление источников нерациональных энергозатрат и неоправданных потерь энергии;
- разработка на основе технико-экономического анализа рекомендаций по их ликвидации, программы по экономии энергоресурсов и рациональному энергопотреблению, определение очередности реализации предлагаемых мероприятий с учетом затрат и сроков окупаемости.

Организация и проведение работ по энергоаудиту обычно проводятся в четыре этапа:

- **Этап 1**. Предварительный контакт с руководителем. Ознакомление с основными потребителями, производственными процессами, состоянием системы энергоснабжения.
- **Этап 2**. Первичный, экспресс-аудит. Оценка возможностей экономии ТЭР. Выявление оборудования и установок, имеющих большой потенциал энергосбережения.
- **Этап 3**. Полный аудит. Оценка экономии энергии и экономического эффекта от внедрения предлагаемых мероприятий. Выбор конкретной программы энергосбережения с выделением первоочередных мероприятий. Составление энергетического паспорта. Составление и согласование отчета по энергоаудиту.
- **Этап 4**. Мониторинг. Организация на предприятии системы энергетического менеджмента как постоянно действующей системы учета и анализа эффективности расхода энергоресурсов.

Проведенный энергоаудит предприятий коммунальной энергетики Республики Татарстан показывает характерные практически для всех нарушения при эксплуатации теплогенерирующих установок:

1. Эксплуатация котельных агрегатов осуществляется с отступлениями от «Правил устройства и технической эксплуатации паровых и водогрейных котлов»:

- химический недожог топлива приводит к загрязнению наружных поверхностей нагрева и соответственно снижению КПД котлов и перерасходу топлива;
- фактический КПД котлов не соответствует паспортным значениям;
- обмуровка котлов требует капитального ремонта;
- имеются многочисленные неорганизованные присосы воздуха;
- большой объем подпитки приводит к образованию накипи на поверхностях нагрева котлоагрегатов, о чем свидетельствует повышенное гидравлическое сопротивление котлов и теплообменников.

2. Отсутствие режимно-наладочных работ по тепловым сетям, пьезометрических графиков, расчетных дроссельных устройств на тепловых вводах потребителей.

Пути устранения отмеченных выше недостатков хотелось бы рассмотреть на примере внедрения энергосберегающих мероприятий и технологий на энергетических объектах МУП «ПО «Казэнерго».

В настоящее время в котельных предприятия эксплуатируется 178 котлов типа НР. Сегодня назрела острая необходимость в их замене на современные котлы, оснащенные автоматизированными газовыми горелками, позволяющими полностью автоматизировать процесс горения. Проектно-сметным бюро объединения разработан пилотный проект реконструкции котельной с заменой котлов типа НР на котлоагрегаты типа КВ-ГМ Дорогобужского котельного завода и с 2005 года начата реализация этого проекта

на котельных. Программа модернизации предполагает реконструкцию 40 котельных, рассчитанную на три года. Выполнение данного мероприятия позволит предприятию получить экономию газа в объеме 14 млн. куб. метров в год. Срок окупаемости затрат составляет 2,5-3 года.

Однако недостаток средств на проведение мероприятий по полной реконструкции котельных заставляет искать новые пути и технические решения по модернизации энергетического оборудования и обеспечению более рационального использования топлива. Специалистами предприятия предложено техническое решение по модернизации котлоагрегатов типа ТВГ, которое заключается в установке дополнительного газоплотного экрана в топку котла взамен кирпичной перевалочной стенки. Работа начата в конце 2002 года. Испытания показали хорошие результаты: производительность котлоагрегата ТВГ-8 увеличилась на 0,6 Гкал/час, КПД вырос от 1,5 до 3,5%, расход теплоносителя через котел вырос на 75 т/час. При этом снижены потери давления в котле, экономия топлива составила до 60 куб.м/час на один котел. По результатам этих испытаний составлена оптимальная схема циркуляции котла, и работа была запущена серию [2]. В настоящее время модернизировано 114 котлов типа ТВГ и годовая экономия газа составляет 15,8 млн. куб. м.

Одним из основных условий надежной и экономичной работы котельных агрегатов является соблюдение водно-химического режима работы оборудования и сетей. Применение автоматизированных установок дозирования реагентов позволяет в значительной степени снизить затраты на подготовку воды. Монтаж данной установки практически не требует затрат, а эксплуатация ее заключается лишь в проверке наличия комплексона в баке. Метод реагентной подготовки воды принципиально отличается тем, что с помощью реагентов накипеобразующие элементы не удаляются из воды, а устраняются их накипеобразующие свойства. При этом одновременно снижается коррозионная активность воды, ингибируется поверхность металла и постепенно удаляются ранее имевшиеся отложения.

Наибольшее распространение получили установки СДР-5 с комплексоном «Аква-М». Установка СДР-5 состоит из узла измерения расхода, узла ввода реагентов, блока управления и насоса-дозатора. На предприятии эксплуатируется 35 подобных установок. Индикаторы коррозии и контрольные вырезки элементов котлов и трубопроводов показывают отсутствие накипи и снижение скорости коррозии металла. Годовой экономический эффект от внедрения одной установки СДР-5 составляет от 2 до 3 млн. рублей, а стоимость одной установки с годовым запасом реагента от 100 до 300 тыс. рублей.

Применение данных приборов и технологий позволило значительно повысить надежность работы оборудования и тепловых сетей и сократить потери тепловой энергии. В 2005 году удельная норма расхода воды на выработку 1 Гкал в котельных МУП «ПО «Казэнерго» составила 0,3 куб метра (в среднем по республике 1,1 куб.м/Гкал). Это позволяет экономить в год до 500 тыс. куб. метров воды. Внедрение данных мероприятий позволило за счет предотвращения накипеобразования на поверхностях нагрева котлов и оборудования получить экономию газа в объеме 13,5 млн. куб. метров в год и также резко сократить расход соли на нужды химводоподготовки с 1800 до 631 тонны.

С 2002 года в котельных предприятия начато внедрение частотного регулирования числа оборотов электродвигателей насосов, вентиляторов и дымососов совместно с блоком защиты электродвигателей. В настоящее время эксплуатируется 275 комплектов данных приборов. Наибольший экономический эффект дает установка частотно-регулируемого электропривода дымососов котельных агрегатов. Экономия достигается за счет регулирования оборотов электродвигателя в зависимости от режима работы котельного агрегата. Экономия электрической энергии составила 5,5 млн. кВт-час. Срок окупаемости затрат 6 месяцев.

Внедрение энергосберегающих технологий позволило МУП «ПО «Казэнерго» снизить тарифы на тепловую энергию:

– в 2003 году на 33,6 рубля/Гкал (311,7 вместо 345,3);

– в 2004 году на 41,7 рубля (361,5 вместо 403,2 рубля);

– в 2005 году на 42,7 рубля (423,7 вместо 466,4);

– в 2006 году на 51,5 рубля (482,6 вместо 534,1) [3].

На примере работы МУП «ПО «Казэнерго» можно сделать вывод, что при внедрении аналогичных мероприятий по всем предприятиям коммунальной энергетики Республики Татарстан снижение затрат на выработку тепловой энергии составит 546,93 млн. рублей, в том числе:

– газ - 322,7 млн. куб. метров или 430,2 млн. рублей;

– электроэнергия – 45,5 млн. кВт-час или 65,23 млн. рублей;

– вода - 2700 тыс. куб. метров или 51,5 млн. рублей.

Литература

1. Варнавский Б.П., Колесников А.И., Федоров М.Н. Энергоаудит промышленных и коммунальных предприятий. Учебное пособие. Ассоциация энергоменеджеров. – М., 2000.
2. Кафиатуллин Р.А. Котел водогрейный. Патент №2238479, 2004.
3. Еремин С.А. Реализация программы энергосбережения на МУП «ПО «Казэнерго», «Ресурсоэффективность и энергосбережение», Труды V Международного симпозиума. – Казань, 2005. – С. 102-106.

УДК 628.3

Б.Г. Мишуков, А.Б. Адельшин, А.С. Селюгин, Е.А. Соловьева, А.А. Адельшин

ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ДЕНИТРИФИКАЦИЕЙ И ДЕФОСФАТИРОВАНИЕМ

На большинстве действующих канализационных очистных сооружений в Республике Татарстан и России необходимая степень очистки городских сточных вод нормирована по содержанию взвешенных и органических веществ (по $БПК_{20}$ и ХПК). Полная биологическая очистка в аэротенках или биофильтрах позволяет достичь степени изъятия загрязнений по взвешенным веществам и БПК20 до 10-15 мг/л и снизить содержание азота и фосфора на 30-40% [1].

Повышенное содержание фосфора в воде водоемов ведет к эвтрофикации – процессу роста биологической растительности водоемов, который происходит вследствие превышения баланса питательных веществ. Эвтрофикация сопровождается чрезмерным развитием водорослей, особенно зеленых, сине-зеленых и диатомовых; преобладанием нежелательных видов планктона, нарушением жизнедеятельности рыб. Продукты метаболизма водорослей придают воде неприятный запах, могут вызывать кожные аллергические реакции и желудочно-кишечные заболевания у людей и животных. При своем разложении водоросли выделяют в воду полипептиды, аммиак и промежуточные продукты белкового распада. При этом содержание фенолов в воде превышает ПДК в 3-4 раза. Биомасса сине-зеленых водорослей в период максимального развития достигает 50 кг/м^3 и в основном (до 75%) состоит из полисахаридов – студнеобразующих веществ, почти не поддающихся воздействию неорганических реагентов. Наличие водорослей заставляет прибегать к дополнительным методам очистки воды, поступающей на хозяйственно-бытовые нужды.

Лимитирование содержания соединений азота и фосфора связано не только с процессами эвтрофицирования водоемов. Аммиак, аммонийные соединения, нитриты и нитраты оказывают неблагоприятное воздействие на жизнедеятельность рыб. Чрезмерное содержание нитратов в питьевой воде является причиной заболеваний крови у человека [2].

Удаление биогенных элементов требуется также при создании оборотных и замкнутых систем водоснабжения промышленных предприятий, использующих биологически очищенные городские сточные воды. Наличие соединений азота и фосфора вызывает биологическое обрастание трубопроводы, коллекторов и другого канализационного оборудования, а присутствие аммонийного азота, нитритов и нитратов ведет к развитию коррозионных процессов.

В Государственной Думе Российской Федерации находится на рассмотрении проект Федерального закона – специальный технический регламент «Коммунальное водоотведение» от 13.09.2005 г., который предусматривает следующее допустимое содержание загрязняющих веществ в сточных водах, отводимых от систем коммунального водоотведения в водные объекты различной категории (см. таблицу).

Таблица

№№ п/п	Наименование загрязнителя	Ед. изм.	Категория водного объекта		
			Водные объекты, для которых разработаны целевые показатели качества воды	Водные объекты, для которых не разработаны целевые показатели качества воды	Особо охраняемые водные объекты
1	Взвешенные вещества	мг/л	15	8	5
2	$БПК_5$	мг·O_2/л	15	6	4
3	ХПК	мг/л	60	40	30
4	Азот общий	мг/л	20	15	10
5	Азот аммонийных солей	мг/л	8	2	0,8
6	Фосфаты (по Р)	мг/л	5	0,6	0,3

Все это обуславливает необходимость быстрейшего внедрения на действующих и проектируемых канализационных очистных сооружениях методов и сооружений глубокой очистки бытовых и производственных сточных вод от соединений азота и фосфора.

Кафедра водоснабжения и водоотведения (ВиВ) Казанского государственного архитектурно-строительного университета совместно с кафедрой водоотведения и экологии Санкт-Петербургского архитектурно-строительного университета ведет научно-исследовательскую работу по совершенствованию процессов очистки сточных вод населенных пунктов Республики Татарстан от азота и фосфора.

Одним из объектов данной НИР стали районные очистные сооружения (РОС) г. Набережные Челны, находящиеся на балансе ЗАО «Челныводоканал». РОС имеют проектную пропускную способность 380 тыс. м^3/сут и построены по классической схеме: имеют в своем составе приемную камеру, дуговые решетки РДГ, аэрируемые песколовки, 8 радиальных первичных отстойников диаметром по 40 м, один из которых используется как илоуплотнитель; 12 секций трехкоридорных аэротенков-вытеснителей с размерами секции ВхLхН = 18х145х4 м; 8 вторичных радиальных отстойников диаметром по 40 м; хлораторную, камеру смешения и регулирующую земляную емкость объемом 1,5 млн. м^3, под которой очищенная и обеззараженная вода через русловой рассеивающий выпуск сбрасывается в р. Кама. Осадок из песколовок обезвоживается в песковых бункерах и вывозится на утилизацию; сырой осадок из первичных отстойников и уплотненный избыточный активный ил сбраживается в метантенках и перекачивается на обезвоживание на иловые поля.

Проведенное кафедрой ВиВ исследование работы районных очистных сооружений ЗАО «Челныводоканал» [3] показало необходимость реконструкции сооружений биологической очистки на РОС, особенно для интенсификации удаления соединений фосфора.

Учитывая, что несколько лет назад 5 секций аэротенков были реконструированы НПФ «Эколополимер» по технологии ступенчатой денитрификации с пневматическим перемешиванием и 2 секции аэротенков оснащены новыми аэрационными системами «АКВА-ЛАЙН» и «АКВА-ПЛАСТ», руководством ЗАО «Челныводоканал» было принято решение о технико-экономической проработке строительства опытно-промышленной линии по современной технологии биологической очистки сточных вод с денитрификацией и дефосфатированием.

Реагентное удаление фосфора из сточных вод связано с большими капитальными и эксплуатационными затратами, поэтому предпочтение отдается биологическим методам. В настоящее время разработан ряд технологий биологической очистки с денитрификацией и дефосфатированием [4, 5], некоторые их которых успешно реализованы в России: на очистных сооружениях г. Санкт-Петербурга и Северо-Западного округа РФ. Особенно следует отметить построенные по финскому проекту Юго-Западные очистные сооружения г. Санкт-Петербурга пропускной способностью 330 тыс. м^3/сут, на которых применена технология UCT (University of Cape Town), позволяющая достичь качества очищенной воды, соответствующей нормативам ХЕЛКОМ (Хельсинкской комиссии по защите от загрязнений бассейна Балтийского моря): азот аммонийный - 0,4 мг/л, азот нитратов - 6 мг/л, азот нитратов - 0,02 мг/л, фосфор фосфатов - 0,2 мг/л, фосфор общий - 1,5 мг/л.

Технологическая схема опытно-промышленной линии приведена на рис. 1.

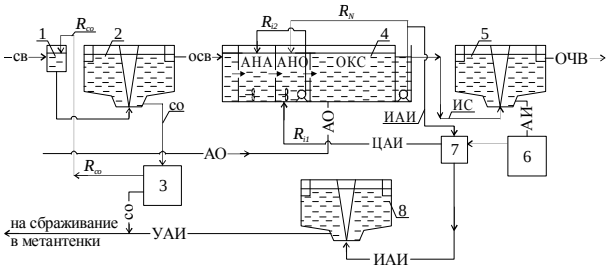


Рис. 1. 1 - распределительная чаша; 2 - первичный радиальный отстойник; 3 - насосная станция перекачки сырого осадка; 4 - блок биологической очистки с денитрификацией и дефосфатированием; 5 - вторичный радиальный отстойник; 6 - насосная станция перекачки активного ила; 7 - камера переключения активного ила; 8 - илоуплотнитель. СВ - сточная вода; ОСВ - осветленная сточная вода; ОЧВ - очищенная вода; СО - сырой осадок первичного отстойника; ИС - иловая смесь; АИ - активный ил; ЦАИ - циркулирующий активный ил; ИАИ - избыточный активный ил; УАИ - уплотненный активный ил

Опытно-промышленная линия включает один первичный радиальный отстойник, одну секцию аэротенков, реконструируемую в блок биологической очистки, и один вторичный радиальный отстойник.

Сточная вода после аэрируемых песколовок поступает в первичный отстойник 2. Осветленная вода после отстаивания направляется по отдельному трубопроводу в биоблок 4 на биологическую очистку с денитрификацией и дефосфатированием. Предусматривается рециркуляция осадка первичных отстойников (R_{CO}) в распределительную чашу 1, чтобы обеспечить возможность слабого кислого брожения в осадочной части отстойника (увеличивается уровень стояния осадка и время его пребывания в осадочной части) для насыщения осветленных сточных вод органическими кислотами. При этом увеличивается вынос мелких частиц взвеси, снижается эффект

осветления, сточная вода насыщается органическими кислотами, что необходимо для эффективного удаления азота денитрификацией и удаления фосфора в составе избыточного активного ила.

Реконструируемый аэротенк 4 по технологии UCT делится на анаэробную (АНА), аноксидную (АНО) и оксидную (ОКС) зоны. Пребывание в анаэробных, а затем в аэробных условиях приводит к повышенному содержанию фосфата в активном иле. При удалении избыточного ила происходит выведение фосфора из системы. Аноксидная зона является зоной денитрификации; при этом аэробная зона рассчитывается на достаточно глубокую нитрификацию. Из последней секции биоблока организуется возврат иловой смеси в начало аноксидной зоны для рециркуляции нитратов (R_N). Поскольку фосфаты и нитраты оказывают взаимное ингибирующее действие в анаэробной зоне, то возникает необходимость удаления нитратов из циркулирующего активного ила. Циркулирующий ил (R_{i1}) направляется в аноксидную зону, где осуществляется частичная денитрификация, и далее при помощи рецикла R_{i2} перекачивается в анаэробную зону, в которой осуществляется высвобождение фосфора без ингибирующего влияния нитратов. В аноксидную зону возвращаются нитраты (R_N) из аэробной части.

Перемешивание сточной воды с активным илом и поддерживание иловой смеси во взвешенном состоянии в анаэробной и аноксидной зонах осуществляется при помощи погружных пропеллерных мешалок фирмы «ITT FLYGT». Аэробная зона оснащена аэрационной системой «АКВА-ПЛАСТ» на базе дисковых аэраторов с резиновой мембраной АР-300М, выпускаемых ООО «НПП Патфил» (г. Казань).

Из биоблока иловая смесь поступает во вторичный отстойник 5. Очищенная вода обеззараживается и сбрасывается в р. Кама. Циркулирующий активный ил (R_{i1}) насосной станцией 6 подается в начало аноксидной зоны. Удаление избыточного активного ила производится либо из линии рециркуляции R_N, либо через камеру переключения 7. После уплотнения избыточный ил подается на сбраживание в метантенки, а затем на обезвоживание – на иловые поля.

Как указывалось выше, опытно-промышленная линия предназначена для обработки технологии и определения индивидуальных рабочих параметров биологической очистки сточных вод г. Набережные Челны, имеющих специфический состав. Расчетные показатели эффективности очистки сточных вод по разработанной технологии соответствуют требованиям к содержанию биогенных элементов в сточной воде, отводимой от систем коммунального водоотведения в водные объекты (см. таблицу).

Объемно-планировочные и проектные решения опытно-промышленной линии и технико-экономические расчеты переданы ЗАО «Челныводоканал» для решения вопроса о строительстве опытно-промышленной линии на районных очистных сооружениях г. Набережные Челны.

Литература

1. Разумовский Э.С. Глубокая очистка сточных вод. // Водоснабжение и санитарная техника, 1992, №6. – С. 5-6.
2. Разумовский Э.С., Залетова Н.А. Удаление биогенных элементов из городских сточных вод. // Водоснабжение и санитарная техника, 1991, №6. – С. 25-32.
3. Совершенствование процессов очистки сточных вод от азота и фосфора на канализационных очистных сооружениях г. Набережные Челны (отчет): Шифр 45/6-05. Каз. гос. архит.-строит. университет; Науч. рук. А.Б. Адельшин. – Казань, 2006. – 139 с.
4. Мишуков Б.Г., Соловьева Е.А. Удаление азота и фосфора на очистных сооружениях городской канализации. // Приложение к журналу «Вода и экология. Проблемы и решения». – СПб.: ЗАО «Водопроект-Гипрокоммунводоканал», 2004. – 72 с.
5. Адельшин А.Б., Мишуков Б.Г., Селюгин А.С., Соловьева Е.А., Адельшин А.А. Биотехнологии удаления азота и фосфора из городских сточных вод. // Ресурсосбережение, водо- и почвоохранные биотехнологии, основанные на использовании живых экосистем / Сборник материалов 1-ой Всероссийской научной конференции. – Казань, 2006. – С. 15-22.

УДК 629: 504.

В.С. Нигматуллин, И.В. Нигматуллин

РОЛЬ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ГОРОДА

XXI век поставил перед человечеством множество проблем, из которых глобальной становится экологическая ситуация.

Несколько десятилетий назад России не касались вопросы экологической безопасности за счет огромной территории и, казалось, неисчерпаемых запасов водных ресурсов.

Страны Западной Европы, Юго-Восточной Азии и Японии, где плотность населения значительная (250-340 чел./тыс. кв. км), еще в 70-х годах прошлого столетия поняли, что комфортность и долголетие их жизни зависит от бережного и сбалансированного отношения к собственной среде обитания. На правительственном уровне были приняты меры, которые привели по сути к революции в металлолитейной и автомобильной промышленности. Сократилось производство металлов из руд, были получены полимеры, обладающие широким спектром свойств. В автомобильной промышленности появились конструкции новых двигателей, составы моторного топлива и смазочных материалов, обеспечивающих снижение выброса токсичных веществ. Одновременно был введен запрет на производство и использование двигателей, не удовлетворяющих современным требованиям - Евро-0, Евро-1 и Евро-2; а также производство бензина соответствующих классов.

Это привело к тому, что в большинстве мегаполисов развитых стран качество воздуха на сегодня в любое время года отвечает экологическим требованиям, даже в часы пик.

В России на двигатели Евро-3, Евро-4 и Евро-5 планируется перейти, соответственно, к 2008, 2010 и 2014 годам.

Большинство нефтеперерабатывающих заводов России выпускают бензин не выше второго класса.

Недавно начавшийся в нашей стране автомобильный бум обернулся для нас экологической катастрофой. Специалисты утверждают, что ежегодно в городах России с населением около 1 млн. человек выбрасывается в атмосферу 180-200 тыс. т загрязняющих веществ [1]. Татарстан возглавляет черный список федеральных образований России, не благополучных в экологическом плане [2].

По данным Министерства транспорта России, доля загрязнения окружающей среды автотранспортом составляет 33%, превышая в 1,7 раза показатель развитых стран (несмотря на то, что там количество автомобилей на 1000 жителей в 2 - 2,5 раза больше, чем у нас).

Главными причинами загрязнения автотранспортом городской среды являются:

1. Изношенность основных фондов автомобильного транспорта (свыше 50 %) [3].

2. Низкая пропускная способность городских дорог и улиц.

3. Слабое использование технических средств организации дорожного движения.

На сегодня городские дорожные сети не соответствуют параметрам транспортных потоков. Плотность магистральной дорожной сети составляет 1,2 км/ кв.км, что в 1,8 раза ниже нормативной. Средняя скорость движения автомобиля составляет 24км/час. Среднестатистический водитель в городе находится в движении 2-3 часа. Остальное время автомобиль находится в пробках, стоит у светофора или на парковке, затрудняя и без того сложную дорожную ситуацию.

Улучшить последнюю можно несколькими путями:

Первое - наиболее радикальным является перевозка пассажиров общественным транспортом. Специалисты подсчитали, что для перевозки 50 тыс. пассажиров в час легковым транспортом требуется ширина дорожного полотна 175 м,

общественным транспортом - 35 м,

скоростным трамваем - 9 м.

Второе - устройство развязок на разных уровнях основных магистралей.

Третье - устройство защитной стены из зеленых насаждений.

Четвертое - перемещение части грузопотоков в подземные тоннели, а неработающих машин в подземные гаражи и автостоянки.

Учитывая неритмичную работу общественного транспорта, отсутствие графика его работы вообще и на остановках, в частности, плюс определенный дискомфорт поездки в нем, вряд ли стоит ожидать отказа владельцев от поездок в личном авто.

Также в обозримом периоде не стоит ожидать улучшения дорожной ситуации за счет устройства наземных развязок и пересечений на разных уровнях. Ширина наших городских улиц и дорог ориентирована на потоки автотранспорта 70-х годов, когда количество автомобилей в России на 1000 жителей составляло - 10, а в настоящее время - 300 и, по экспертным оценкам, через 7-8 лет еще удвоится.

На наш взгляд, единственным радикальным способом улучшить условия дорожного движения и экологии городской среды является строительство подземных автодорожных тоннелей, автостоянок и гаражей, а также сплошной зеленой стены вдоль дорог.

На сегодня в Казани, как и в других крупных городах России, при проектировании и строительстве жилых

домов закладывают подземные автостоянки. Этот процесс необходимо распространить и на общественные здания (административные, торговые, спортивные, развлекательные и т.д.). При общественных зданиях необходимо строить многоэтажные подземные автостоянки. Технология их строительства проще и безопаснее, чем в открытых котлованах. Строительство подземных объектов не зависит от времени года и погодных условий, так как ведется способом "сверху вниз". Каждый уровень (этаж) сооружается под защитой выше возведенной плиты, опирающейся на колонны из буронабивных свай. Учитывая холмистый рельеф г. Казани можно значительно разгрузить магистрали от нарастающего потока автотранспорта, а обочины дорог и тротуары – от стоящих автомобилей. Отработанные газы как в тоннелях, так и в подземных автостоянках проще утилизировать и обезвредить, чего нельзя выполнить на поверхности.

Например, для уменьшения негативного влияния транспорта на условия жизни людей по ул. Вишневского (сверхнормативные шум, вибрация, загазованность и т.д.) желательно убрать светофор на перекрестке ул. Вишневского и Калинина, взамен построить подземные переход и автомобильный тоннель. Основной магистральный транспорт направить с ул. Вишневского в подземный тоннель, который желательно построить от ул. Эсперанто непосредственно на мост через р. Казанку.

Строительство тоннелей – дорогое мероприятие, но на сегодня других альтернативных вариантов нет, чтобы улучшить экологию городского населения, увеличить его продолжительность жизни и сохранить его генофонд.

Литература

1. Криницкий Е. Экология безопасности страны // Автомобильный транспорт, 2006, №1.
2. Павлова Е.И. Экология транспорта. Учебник для вузов / Е.И. Павлов. – М.: Высшая школа, 2006. – 344 с.
3. Белобаева И., Власов В. Транспортники столицы подводят итоги // Автомобильные дороги, 2006, №2.

УДК 721.001

Т.Ю. Бурова, Н.М. Шавалиева

ОРГАНИЗАЦИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА НА 1-2 КУРСАХ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 270114

Среди специалистов, способных оказать влияние на качественный показатель архитектурно-пространственной среды, следует отметить архитекторов, дизайнеров, инженеров-строителей и инженеров-архитекторов. Причем последних можно выделить в качестве направления, наиболее полно отвечающего требованиям рыночной экономики, непосредственно связанного со способами и технологиями строительного проектирования.

Творчество многогранно, но также многогранна и деятельность инженера-архитектора. Сфера приложения творчества инженеров-архитекторов настолько велика, насколько многолика и разнообразна архитектурно-пространственная среда. Инженер-архитектор – это специалист с широким спектром творческих, технических и экономических знаний. Поэтому необходимо преодолеть объективную разноплановость этой специальности и рассматривать подготовку специалиста на базе освоения методов проектного творчества, что должно явиться стержневой характеристикой профессионала, поскольку способности и знания инженера-архитектора результируются лишь в его деятельности. При подготовке инженера-архитектора важно учитывать и то общее, что присуще творчеству вообще, и то специфическое, что связывает его с деятельностью инженера-архитектора.

Одна из основных проблем – это научить студента создавать. Опыт подготовки инженера-архитектора в КГАСУ, ИжГТУ показывает, что процесс обучения на начальных курсах не всегда учитывает особенность специальности 270114, особую её наполненность знаниями как инженерного, так и архитектурного проектирования.

Анализ современной теории и практики по подготовке инженера-архитектора показывает ряд противоречий в процессе его профессионального становления. Наблюдается «крен» или в одну инженерную область, или в другую – творческую, и не получается в полной мере подготовить к старшим курсам, к моменту начала освоения стержневой дисциплины - Типологии и архитектурно-конструктивного проектирования, – студента, обладающего двойной компетенцией. С одной стороны, меняется содержание специальной подготовки инженера-архитектора в сторону личностно ориентированного педагогического процесса, с другой - аналитические данные, свидетельствующие о недостаточной разработанности проблемы ввиду «новизны» специальности, с третьей - в научно-методической литературе мало исследований по вопросу профессиональной подготовки инженера-архитектора. Ведущим фактором в улучшении содержательной стороны профессии инженера-архитектора является совершенствование образовательного процесса и проектной методологии на начальной стадии образования. Её характер обуславливает особенности формирования творческой личности будущего инженера-архитектора.

Согласно учебному плану начальное профессиональное образование инженера-архитектора на первом и втором курсах представлено следующими дисциплинами:

- «Архитектурная графика»;
- «Объемно-пространственная композиция»;
- «Основы архитектурно-конструктивного проектирования»;
- «Макетирование» (последнее в недавнем прошлом изъято из учебного плана, что по существу не исключило предметное моделирование из фактического образовательного процесса). Среди факторов специальной подготовки «инженера-архитектора» ведущее место занимает образовательная деятельность на первых двух курсах учебного процесса. Задачи профессионального инженерно-архитектурного образования на младших курсах обусловлены «Основами архитектурно-конструктивного проектирования» - учебной дисциплиной, обучающей созидательному творчеству, которая в большей степени, чем другие предметы изобразительного цикла, характеризуется своим созидательным началом. Сущность ОАКП заключается в моделировании - создании проектной модели в соответствии с общественной, социально-культурной, утилитарно-практической и эстетической функциями и закономерностями формообразования. Именно на этой стадии студент осваивает основной спектр средств моделирования архитектурно-художественной формы:

- Графическое моделирование - совершенное средство творческой поисковой деятельности, находящееся на стыке архитектурно-пространственной композиции и изобразительного искусства - заключено в создании набросков, схем, эскизов и чертежей, отражающих состояние объекта на графических моделях в процессе проектирования по отдельным стадиям;
- Предметное моделирование или макетирование – состоит в объемно-пространственном выражении

представлений об оригинале в материале макета и служит уточнению, развитию и проверке этих представлений.

Моделирование охватывает манипуляции студента от первичного наброска и клаузурного эскиза до составления окончательного курсового проекта. Очень важно на младших курсах обучить студента художественно-композиционному моделированию как основе проектного творчества инженера-архитектора, направленно ведущей на всех этапах деятельности к получению художественно-значимой архитектурной формы в результате завершения процесса.

Архитектурно-конструктивное проектирование обучает законам композиции не на материале натуры, как в рисунке или живописи, а на основе представлений, которые формируются при взаимодействии идеи объекта и архитектурных средств её выражения. В результате материализуется модель объекта, его художественный образ. Модель контролируется как художественным замыслом, так и функциональными требованиями. Из вышесказанного следует: насколько сложна структура основ архитектурно-конструктивного проектирования, настолько тесно переплетены дисциплины, её наполняющие. Объективно, что в ОАПК лежит принцип интеграции знаний и творческих навыков по архитектурной графике, объемно-пространственной композиции, макетированию и отсюда - графическому, предметному моделированиям.

Графическое моделирование архитектурно-художественной формы является одним из наиболее традиционных, исторически сложившихся методов архитектурного творчества, и обучение архитектурной графике как непременное условие художественной и профессиональной подготовки инженера-архитектора в основном теоретически заканчивается на первом курсе. Фактически овладение различными способами графического моделирования и оформления архитектурных чертежей продолжается на протяжении всего второго курса. По учебному плану дисциплина «Объемно-пространственная композиция» изучается на втором курсе. Фактически на первом курсе в курсовой работе №1 «Графическое изображение архитектурного чертежа в линейной графике тушью» начинается освоение основных средств композиции. Тем более одна из основных задач проекта - композиция расположения элементов чертежа согласно определенной идее автора.

Во всех 4-х курсовых работах по ОПК и Архитектурной графике и 4-х курсовых работах по ОАКП налицо интеграция, и в основе всего лежит то, что учебный процесс организован таким образом, что композиция становится элементом курсового проектирования. Здесь хочется вспомнить слова: «Архитектурное проектирование как учебная дисциплина - это, прежде всего, обучение композиции» [1]. В создании архитектурного произведения ведущее значение имеет композиционный аппарат. Между содержанием и формой объекта существуют структурно-композиционные связи. Как художественно образный принцип содержания объекта (архитектурного произведения) используются такие объективные характеристики архитектурно-пространственной композиции, как симметрия - асимметрия, нюанс - контраст; статика - динамика и т.д. Для геометрического построения формы архитектурного произведения используются средства архитектурно-пространственной композиции: пропорция, ритм, масштаб и т.д. Широко применяющаяся при обучении инженера-архитектора только индивидуальная работа студента над проектом под руководством преподавателя не развивает у него потребности в общении с другими студентами, в обсуждении, защите своих решений, не обучает коллективной работе над проектом, как важнейшей формой совершенного архитектурного творчества, более того, закрепляет его индивидуализм и замкнутость. Чтобы преодолеть эти недостатки, надо чаще проводить клаузуры с последующей публичной защитой. Поддержка творческой индивидуальности студента – это и есть истинное содержание учебно-воспитательного процесса, которое обеспечивает его ценность.

Таким образом, существующая на кафедре методика обучения студентов ОАКП позволяет не только активизировать учебный процесс, приблизить его к практике, включить в него элементы научных исследований на самой ранней стадии архитектурного творчества, повысить интерес к проектированию и архитектуре, но и объединить на базе основ архитектурно-конструктивного проектирования изучение и других дисциплин: «Архитектурной графики», «ОПК», элементов курса «Истории архитектуры». На сегодняшний день назрела необходимость активизировать научно-исследовательскую работу в области обеспечения специальности 270114 интегрированной программой образовательного процесса на младших курсах.

Литература

1. Бархин Б.Г. Методика архитектурного проектирования. – М.: Стройиздат, 1993.
2. Степанов А.В. Объёмно-пространственная композиция. – М.: Строиздат, 1993.
3. Божко Ю.Г. Архитектоника и комбинаторика формообразования. – Киев: Высшая школа, 1991.

УДК 624.01

Ф.Д. Мубаракшина, О.Г. Рачкова

К ПРОБЛЕМЕ КОМПЛЕКСНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НА СПЕЦИАЛЬНОСТИ 270114

Одной из важнейших задач высшего образования является качественная подготовка специалиста будущего, что предполагает открытие новых специальностей, в том числе и объединяющих в себе две или более специализаций.

Введение новой специальности «Проектирование зданий», выпускающей специалиста квалификации «инженер-архитектор», было осуществлено в Московском государственном строительном университете в конце 90-х годов. В 1999 году и в КГАСУ на кафедре архитектуры был сделан первый набор студентов на специальность 270114 (291400) – «Проектирование зданий». В настоящее время дипломные проекты готовит третий выпуск будущих инженеров- архитекторов.

Потребность в специалистах, являющихся носителями двойной профессии, назрела достаточно давно и получила ускоренную реализацию в связи с изменением социально-экономических условий и развитием новых рыночных отношений в стране. По существу, подготовка специалиста новой формации «инженер-архитектор» – начало возрождения профессии «главного строителя», зодчего, знающего и решающего весь комплекс задач, стоящих перед проектировщиками и строителями.

В своей практической деятельности инженер-архитектор должен быть способным решать сложные задачи, связанные с проектированием, строительством зданий и сооружений, реконструкцией и реставрацией историко-архитектурного наследия.

Специфика и сложность специальности состоит в том, что в процессе подготовки студентов требуется вооружить одновременно знаниями как в области архитектурно-художественного, так и в области инженерно-технического проектирования.

Обучение дисциплинам художественного и технического направления на первых курсах ведется параллельно, на начальном этапе студенты должны постичь азы профессии. Предметы, которые они изучают, относятся к блоку общепрофессиональных дисциплин. Но на определенной стадии обучения возникает необходимость введения дисциплин проектного направления по системе комплексного проектирования. В этот период задачи архитектурного и конструктивного проектирования должны быть объединены для получения качественного конечного результата. Для внедрения в учебный процесс комплексного проектирования необходимо следующее:

- разработать рабочие программы и графики выполнения проектов, учитывающих комплексность проектирования;
- создать методическое обеспечение по темам проектирования (методические указания, пособия, примеры проектов);
- провести педагогический эксперимент с анализом полученных результатов.

В свое время проблемами методики комплексного проектирования объектов архитектуры много занимались преподаватели на специальности 290100. Однако ряд сложностей, возникших при проведении занятий, стали непреодолимым препятствием в продолжении данной работы. Сложности заключались, помимо других причин, и в том, что не было отработанной методики комплексного проектирования, не было взаимопонимания преподавателей разных кафедр в решении архитектурно-конструктивных задач, отсутствовало понимание значения комплексного проектирования в развитии творческого объемно-пространственного мышления студента.

Проблема внедрения комплексного проектирования естественным образом в настоящее время встала на специальности 270114. Основной проектной дисциплиной на 3-6 курсах обучения на специальности является «Типология и архитектурно-конструктивное проектирование» (федеральный компонент, 520 часов). Именно в рамках этой дисциплины студенты учатся основному своему делу – проектированию зданий. Однако невозможность в условиях жестких ограничений по времени полноценного освоения профессиональных навыков вызвали необходимость дополнения «Типологии и АКП» другими предметами. В частности, в рамках специальных дисциплин была введены дисциплины «Конструктивное проектирование жилых и общественных зданий» (400 часов), «Архитектурная типология жилых и общественных зданий» (50 часов), «Современные архитектурные конструкции» (50 часов).

Студенты получают программу-задание на проектирование жилого или общественного здания. На дисциплине «Архитектурная типология жилых и общественных зданий» они получают информацию о проектируемом здании и выполняют архитектурно-планировочный тренаж, решая проектные задачи первичного уровня. На дисциплине «Типология и АКП» студенты занимаются непосредственно архитектурным проектированием объекта.

Таблица

Тематический план работы кафедры «Архитектуры»
на специальности «Проектирование зданий»
в рамках комплексного проектирования

Курс	Семестр	Тема проекта	Дисциплина и характеристика проекта	Состав и объем проекта
4	7	Крупный жилой комплекс	Типология и архитектурно-конструктивное проектирование (Архитектурный проект)	План города, ситуационный план, генплан, план - генплан 1 этажа, планы типовых этажей, план 5 квартир, разрез, фасады, развертка застройки
			Конструктивное проектирование ЖОЗ (Конструктивный проект)	Конструктивная схема, кладочный план, план фундаментов, план перекрытия, план кровли, разрез, узлы и детали
4	7	Проект организации строительства	Технология, организация и механизация строительного производства (Инженерный проект)	Подбор крана на возведение жилого здания, разработка стройгенплана, расчет календарного плана, технологических карт строительных процессов
4	8	Крупное общественное здание	Типология и архитектурно-конструктивное проектирование (Архитектурный проект)	План города, ситуационный план, генплан, план-генплан 1 этажа, планы типовых этажей, разрез, фасады, развертка застройки, архитектурные детали
			Конструктивное проектирование жилых ЖОЗ (Конструктивный проект)	Конструктивная схема, планы или фрагменты планов перекрытия, кровли, фундаментов, разрез, конструктивные узлы, детали
4	8	Расчет и конструирование фундаментов ЖОЗ	Основания и фундаменты (Инженерный проект)	Геологический разрез, план фундаментов объекта, сечения фундаментов, армирование, спецификации
5	9	Крупный градостроительный общественный или жилой комплекс	Типология и архитектурно-конструктивное проектирование (Архитектурный проект)	План города, ситуационный план, аналитические схемы генплана, проектируемый генплан, развертки генпланов, разрез по генплану, перспектива
5	9	Здание в составе крупного градостроительного общественного или жилого комплекса	Конструктивное проектирование ЖОЗ (Архитектурно-конструктивный проект)	План города, генплан, планы нетиповых этажей, разрезы, фасады. Конструктивная схема, фрагменты планов фундаментов и перекрытий, план кровли, разрез, узлы и детали
5	9	Расчет и конструирование металлических конструкций	Металлические конструкции, включая сварку (Инженерный проект)	Расчетная схема, общий вид конструкции, сечения, узлы, детали, спецификации
5	10	Преддипломное проектирование	Типология и архитектурно-конструктивное проектирование (Архитектурный проект)	План города, ситуационный план, генплан, план – генплан 1 этажа, планы типовых этажей, разрезы, фасады, развертка застройки, архитектурные детали
5	10	Крупное жилое или общественное здание	Конструктивное проектирование жилых и общественных зданий (Конструктивный проект)	Конструктивная схема, планы или фрагменты планов перекрытия, фундаментов, кровли, разрез, конструктивные узлы или детали
5	10	Расчет и конструирование железобетонных конструкций	Железобетонные и каменные конструкции (Инженерный проект)	Расчетная схема, общий вид конструкции, сечения, армирование, узлы, детали, спецификации

Параллельно в течение семестра на дисциплине «Конструктивное проектирование жилых и общественных зданий» они разрабатывают конструктивные решения к архитектурному разделу проекта и выполняют конструктивные чертежи здания. Далее на дисциплине «Современные архитектурные конструкции» студенты детально прорабатывают одну из выбранных конструктивных частей здания (покрытие, ограждающие конструкции и др.), занимаются ее конструированием, разработкой узлов, деталей и в завершение изготавливают конструктивный макет.

Таким образом, проектирование зданий по заданной тематике ведется в рамках названных четырех предметов уже по методике комплексного проектирования. Однако это не решает полностью проблему постановки методики преподавания архитектурно-конструктивного проектирования будущим инженерам-архитекторам.

В целом, комплексная методика преподавания архитектурно-конструктивного проектирования для инженеров-архитекторов состоит в том, чтобы привить студентам при решении архитектурно-конструктивных задач навыки органичного сочетания функционального, конструктивного и художественного подходов, рациональное использование которых могло бы способствовать развитию навыков конструктивного формообразования, объемно-пространственного и образного мышления.

Важным аспектом решения поставленных задач является определение оптимального перечня и объема дисциплин, входящих в комплексный проект, внедрение индивидуальных методов архитектурно-конструктивного проектирования, проверка и апробация полученных студентами знаний и навыков, как в период учебы, так и во время прохождения производственных и проектных практик.

В настоящее время на кафедре архитектуры КГАСУ искомая методика разрабатывается и находится на стадии становления и развития. В качестве примера приводится фрагмент учебного плана в виде таблицы, включающей перечень дисциплин, тематику проектов, логику хронологического построения творческих и инженерных дисциплин, характеристику, объем и состав проектов.

Литература

1. Маклакова Т.Г., Нанасова С.М., Шарапенко В.Г., Балакина А.Е. Архитектура. – М.: Изд-во ассоциации строительных вузов, 2004. – 464 с.
2. Маклакова Т.Г. Архитектура двадцатого века. – М.: Изд-во ассоциации строительных вузов, 2000. – 297 с.
3. Учебный план по специальности 270114 - Проектирование зданий. – Казань: КГАСУ, кафедра архитектуры, 2004. – 15 с.

УДК 721. 021

Ф.Д. Мубаракшина, Г.М. Фатыхова, Е.А.Чемерчева

ОСОБЕННОСТИ ГРАФИЧЕСКОГО ОФОРМЛЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА НА СПЕЦИАЛЬНОСТИ 270114 - ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ

Графическое оформление выпускной квалификационной работы на любой специальности – одна из важных составляющих такого ответственного завершающего этапа образовательного процесса, как дипломное проектирование.

Как известно, графическое оформление диплома студента, оканчивающего строительный факультет, и студента-архитектора существенно различаются. В этой связи состав, объем и графика дипломного проекта будущего инженера-архитектора безусловно должны иметь свои специфические особенности.

В условиях становления новой специальности 270114 - Проектирование зданий очень важно своевременно и безошибочно определиться с основными позициями и требованиями к составу, объему и графическому оформлению дипломных проектов названной специальности с учетом того, что специальность имеет двойную профессиональную компетенцию.

На кафедре архитектуры разработаны методические указания по разработке дипломного проекта для студентов инженерно-архитектурной специальности. В целом, дипломный проект, как и сама специальность, представляет собой синтез двух ипостасей проектного процесса - архитектурной и инженерной. Традиционно диплом архитектора в объеме составляет не менее 8 подрамников размером 1х1 м, а диплом студента строительного факультета – не менее 12 листов формата А1. Проект инженера-архитектора предлагается выполнять на планшетах размером 700х1000 мм (Н), так как планшеты такого размера достаточно удобны для размещения элементов проекта, а с точки зрения транспортировки более мобильные и легкие. Количество планшетов должно быть не менее 12 - по шесть штук в два ряда, что по площади составляет 8,4 кв. м и более.

В объеме проекта дипломника-инженера, как правило, 3-4 листа (25-30%) занимает архитектурная часть, 4-6 листов - расчетно-конструктивные чертежи (30-50%), 1-2 листа - основания и фундаменты (8-15%), остальное - раздел технологии и организации строительства, иногда включается раздел безопасности жизнедеятельности.

У архитекторов иная картина. 80% и более объема графической части проекта занимает архитектурная часть, остальное пространство отводится под научно-исследовательскую работу, конструкции, в некоторых случаях приводится строй-генплан.

В проекте инженера-архитектора дуализм архитектурных и инженерных качеств должен проявиться в равной мере. Соотношение между творческой и технической частями проекта должно составлять примерно 50% : 50%, 40% : 60%, 60% : 40%. Полный состав дипломного проекта приведен в методических указаниях к дипломному проекту. Он включает 3 крупные группы чертежей в архитектурной части: градостроительную, архитектурную и конструктивную.

В градостроительную часть входит проектируемый генплан в масштабе 1:1000, 1:500 со всеми сопутствующими ему элементами.

В объемно-планировочную часть включаются планы этажей, разрезы, фасады проектируемого объекта, развертки застройки, перспективное изображение, видовые кадры. Конструктивную часть представляют конструктивная схема проектируемого объекта, монтажные планы, фрагменты планов фундаментов и перекрытий, конструктивные узлы и детали в масштабе.

В технической части предполагаются чертежи следующих разделов:

- расчет и конструирование металлических, деревянных или железобетонных конструкций;
- расчет и конструирование оснований и фундаментов;
- раздел по технологии организации строительства.

Композиция графического материала диплома на планшетах имеет важное значение для раскрытия темы проекта, для лучшего выражения его архитектурных и конструктивных идей.

В первый год выпуска инженеров-архитекторов (2004/2005 учебный год) решением методического совета на специальности было принято решение разделить творческую и техническую части проекта. При этом архитектурную часть было решено экспонировать на планшетах, как у архитекторов, а конструктивную - на листах формата А 1, как у инженеров-строителей.

У такого подхода есть свои положительные стороны. В реальном проектировании любой проектный процесс разделяется на две основные стадии: эскизную и рабочий проект. Эскизный проект авторами представляется в виде паспорта с основными архитектурно-планировочными и цветовыми решениями. Рабочий проект разрабатывается в виде комплекта рабочих чертежей. Поэтому было очень логично, что дипломный проект инженеров-архитекторов представлен раздельно, как и в реальной проектной практике.

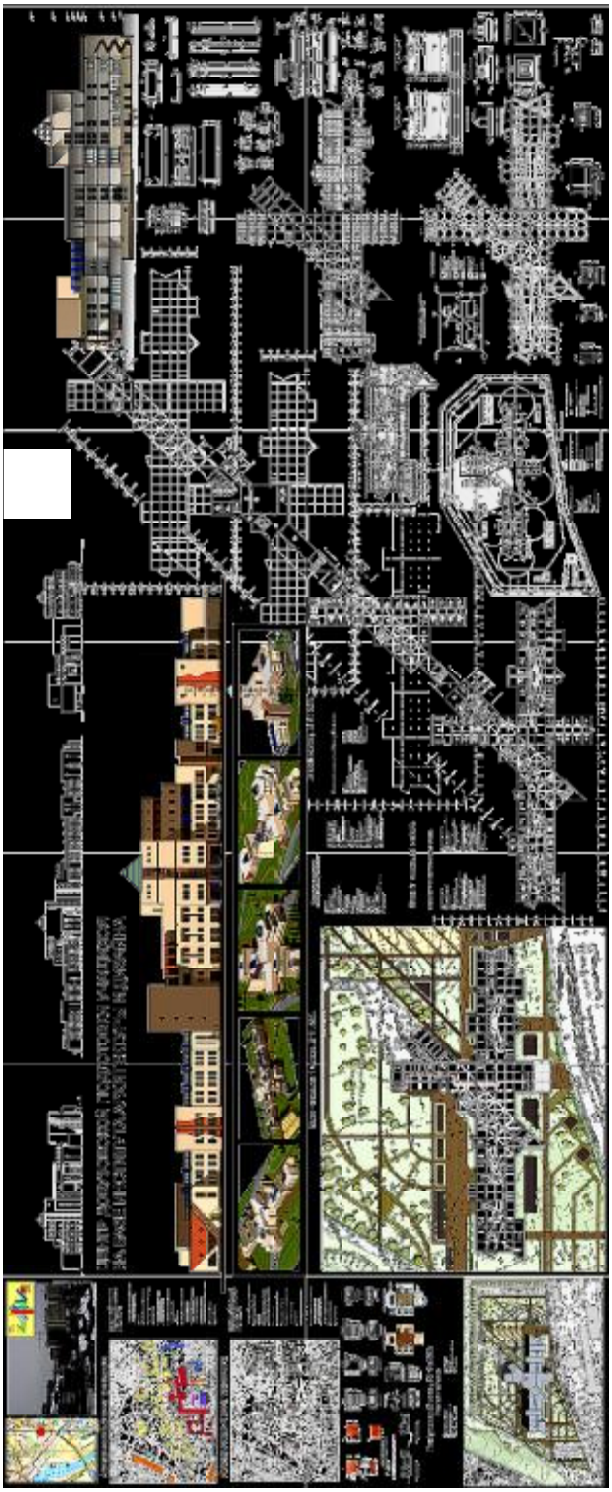


Рис. 1. Смешанный вариант дипломной работы Фатыховой Г.М.

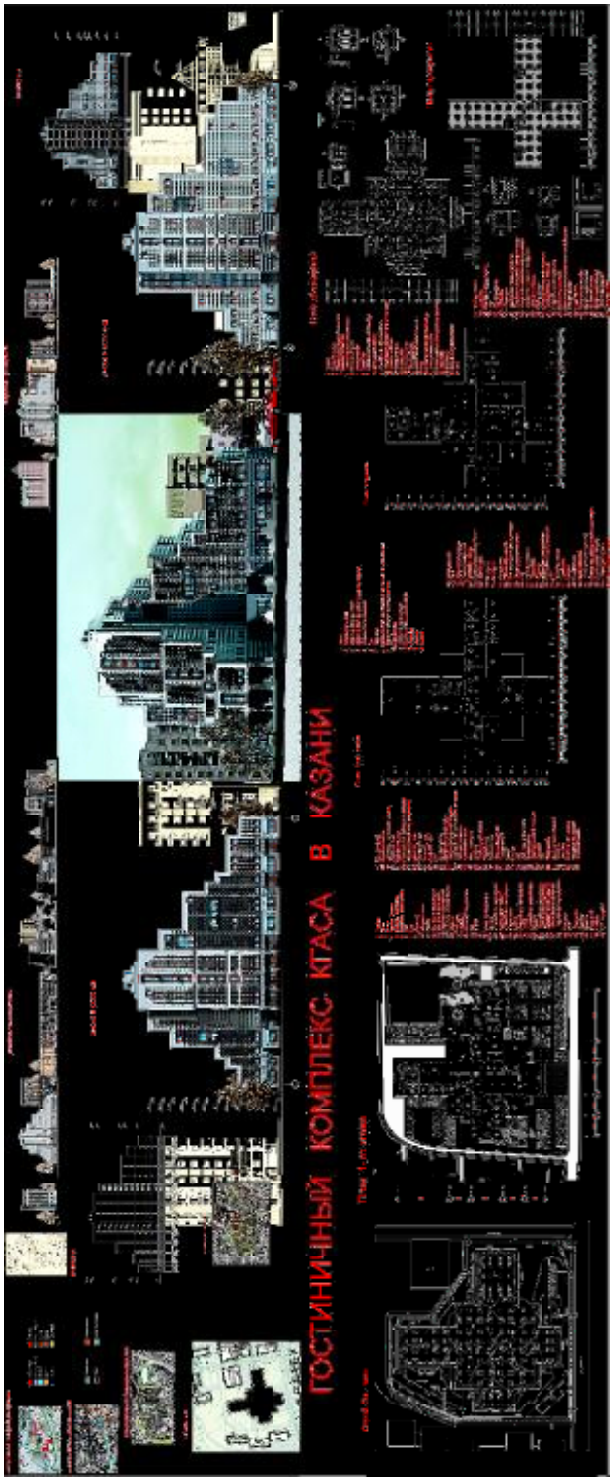


Рис. 2. Смешанный вариант дипломной работы Чемерчевой Е.А.

Кроме того, при раздельной композиции графического материала можно более полно осветить техническую часть.

Однако при этом получается, что, постоянно декларируя единство творческого и инженерного начал в процессе подготовки инженеров-архитекторов, на таком ответственном этапе, как дипломное проектирование, мы отступаем от основного принципа органического единства архитектурно-инженерного процесса проектирования. Это не означает, что раздельное экспонирование графики архитектурной и конструктивной частей проекта недопустимо. Все зависит от желания и выбора студента-дипломника и его руководителя. Но при этом в настоящий момент сотрудники кафедры архитектуры разрабатывают новые правила и приемы графической подачи дипломного проекта. Особенно актуальным это представляется в контексте проведения смотра-конкурса лучших дипломных проектов на специальности.

Предлагаются три принципиальные схемы композиции чертежей диплома на планшетах. Для иллюстрации всех типов композиции чертежей дипломного проекта обратимся к примерам. На примерах двух дипломных проектов дипломниц Фатыховой Г.М. и Чемерчевой Е.А. (руководители проф. Агишева И.Н. и доц. Мубаракшина Ф.Д.) сделаны иллюстрации к некоторым композиционным приемам:

- горизонтальная композиция;
- вертикальная композиция;
- смешанная композиция (рис. 1, 2).

В горизонтальной композиции предусматривается размещение архитектурных и конструктивных чертежей в два ряда: верхний ряд - архитектурные чертежи, нижний – конструктивные.

В вертикальной композиции 6-8 планшетов в два ряда отводятся под творческую часть, оставшаяся часть экспозиции - под техническую.

Самый сложный, интересный и перспективный вариант композиционного решения - третий, сложный (смешанный). Он требует от автора свободного владения профессиональными навыками композиции, тонкого вкуса и чувства гармонии. Таким образом, студенты специальности на практических примерах получили обоснование для перехода к новым приемам композиции графического материала дипломного проектирования, что, безусловно, должно сказаться на качестве графического оформления выпускной квалификационной работы, как одной из главных стадий заключительного этапа образовательного процесса.

Литература

1. Методические указания по дипломному проекту для студентов 6 курса специальности 291400 / КГАСА; сост.: Мубаракшина Ф.Д. – Казань: КГАСА, 2004. – 21 с.
2. Тосунова М.И. Курсовое и дипломное архитектурное проектирование: Учеб. пособие для строит. техникумов. – М.: Высшая школа, 1983. – 143 с., илл.

УДК 727.5.05

А.В. Степанчук, Ф.Д. Мубаракшина

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ АРХИТЕКТУРНОГО ФОРМИРОВАНИЯ ШКОЛ С ХУДОЖЕСТВЕННЫМ УКЛОНОМ

Одна из важнейших задач социальной политики нашего общества — воспитание детей. Современное общество предъявляет высокие требования к образованию подрастающего поколения. Социологи, психологи, педагоги рассматривают воспитание детей как одну из основных функций общества и семьи. В процессе образования осуществляется передача накопленного научного опыта, происходит усвоение норм повседневной жизни, образцов поведения, духовных ценностей, осуществляется развитие и становление личности ребенка.

В дополнение к сети общеобразовательных школ в городах имеется развитая сеть внешкольных учреждений, таких как музыкальные, художественные, спортивные школы, дома детского творчества, театральные студии, юннатские станции, станции юных техников и другие.

К концу 80-х годов в СССР насчитывалось Дворцов и Домов пионеров и школьников – 5171, станций юных техников – 1714, юных натуралистов – 1183, юных туристов и самостоятельных туристских баз – 379, детско-юношеских спортивных школ – 9209, детских школ искусств, детских музыкальных, художественных и хореографических школ – 9410. Всего в них занималось около 14,612 млн. учащихся [1].

Сеть зданий общеобразовательных школ создавалась на основе норм (градостроительных и типологических) и развивалась достаточно планомерно. Сеть внешкольных учреждений, для которых практически не существовало норм, развивалась неравномерно и вне связи со школьными зданиями. Внешкольные учреждения в основном организованы на базе устаревшего фонда зданий. В СССР обычно строили отдельными зданиями, в основном, здания Дворцов и Домов пионеров.

Почти все детские художественные школы организованы на базе реконструируемых существующих зданий и не могут служить примером рациональных планировочных решений, так как на их структуру оказали большое влияние разнообразные особенности сооружений иного функционального назначения. Например, школа юного художника Московского района Ленинграда расположена в здании бывшей школы-восьмилетки. Бывшая художественная школа №5 г. Казани была расположена в здании мечети. Детская архитектурно-дизайнерская школа «Дашка» г. Казани находится в здании студенческого общежития КГАСУ.

Только в конце 70-х годов в нашей стране были созданы первые специальные проекты детских художественных школ, в которых в известной степени воплотился многолетний опыт эксплуатации этих учебных заведений. К ним можно отнести детскую художественную школу на 250 учащихся для Невского района Ленинграда на правом берегу Невы (1978 г., мастерская № 5 Ленниипроекта, авторы – архитекторы А.В. Аланнэ и О.М. Климентова – илл.1). Положительным в проекте является наличие больших рекреационных пространств, рассчитанных на размещение выставок, универсального зала для передвижных выставок, двусветного холла с постоянной выставкой скульптуры и мелкой пластики, освещаемого зенитным фонарём. К недостаткам проекта можно отнести расположение здания на перекрестке шумных автодорог, что является нежелательным для детского образовательного учреждения.

Еще одним примером может служить проект Ленинградской художественной школы на 250 учащихся (1983 г., авторы – архитекторы Л. И. Шимаковский, А.А. Столярчук и А. А. Морозова, Ленинград).

Наблюдения последних лет показали, что в настоящее время для города Казани число действующих детских художественных школ явно недостаточно. Градостроительное размещение школ неравномерно, в центре школ гораздо больше, чем на окраинах. Анализ архитектурно-планировочной организации действующих школ показал, что основная их масса располагается в приспособленных зданиях и помещениях.

С изменением жизни нашего общества потребности населения в уровне комфорта архитектурного пространства выросли, что вызвало большую востребованность квалифицированных специалистов в области архитектуры, строительства и дизайна.

Вследствие многократного увеличения объема знаний произошла дифференциация специалистов в области архитектуры. Раньше строили интуитивно, знания передавались из поколения в поколение. Один человек совмещал в себе и инженера, и архитектора, и декоратора – зодчего. Сейчас, когда идет процесс усложнения программ по подготовке специалистов творческого направления, необходимо осуществлять начальный этап подготовки в художественных школах, поэтому требуется увеличить количество подготовительных учреждений к поступлению в вузы.

В последние годы увеличилось количество поступающих в архитектурные вузы. Это связано с повышением престижа высшего образования, в том числе и художественного. Профессии архитектора и дизайнера – в числе самых престижных и высокооплачиваемых.

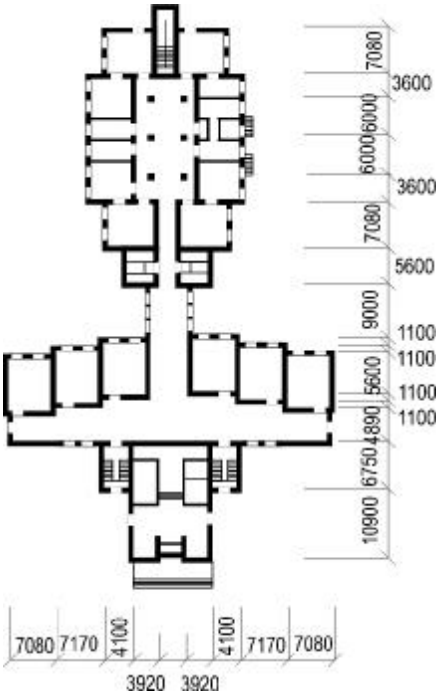


Рис. 1. Художественная школа Невского района Ленинграда

Очевидное расслоение общества привело к тому, что представители обеспеченных слоев населения хотят, чтобы их дети не только получали лучшее образование, но и получали его в элитных условиях, то есть в обществе появилась потребность в новых типах школ, в том числе и художественных, запроектированных без учета оптимальных норм проектирования с условиями повышенного комфорта для учащихся.

Таким образом, можно сказать, что архитектурное проектирование школ художественного направления – сложная комплексная задача, требующая в своем решении учета огромного количества факторов.

Литература

1. Социальное развитие СССР. Статистический сборник. – М.: Финансы и статистика, 1990.
2. Степанов В.И., Мирчевская Л.Б. Организация сети учреждений для внеучебной работы в городах. – М.: Стройиздат, 1975.
3. Смирнов В.В. Школьное строительство: (Опыт Ленинграда). – Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1982. – 199 с., илл.

УДК 721. 001

Н.М. Шавалиева, Т.Ю. Бурова

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ГРАФИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ИЗОБРАЖЕНИЯ АРХИТЕКТУРНОГО РИСУНКА, ОФОРМЛЯЮЩЕГО ЧЕРТЕЖ, В РАМКАХ КУРСА АРХИТЕКТУРНОЙ ГРАФИКИ ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 270114

Архитектурный рисунок, оформляющий чертеж, – это антураж и стаффаж. В архитектурной графике имеется практика дополнять чертеж здания или сооружения архитектурными рисунками элементов архитектурно-пространственной среды, которые, отражая характер и особенности окружения, помогают определить масштаб объекта и его назначение. Масштабность и масштаб - 2 уровня плоскостных отношений, присущие каждому сооружению, существуют в объекте параллельно. Необходимо выявить систему их взаимодействия, принципы согласования, такие как пропорциональность, модульность и т.д. Именно поэтому графическая модель объекта будет неполной, недостаточно выразительной, если она не будет сопровождаться архитектурным рисунком (антуражем, стаффажем), который определяет масштабность-соразмерность архитектурного сооружения с его главным потребителем - человеком и отражает природную среду, в которой предполагается его разместить. По предлагаемой методике графический процесс при разработке антуража или стаффажа разделен на четыре этапа.

Первый этап - графоаналитический - сбор исходного фактического графического материала. Цель первого этапа - сбор и систематизация сведений об антураже и стаффаже как об архитектурном рисунке, оформляющем чертеж.

Суть следующих трех этапов методики заключается в том, что студентам предлагается разработать антураж и стаффаж, согласно своим пристрастиям, используя следующие графические средства: линия, штрих, пятно. Здесь очень важен выбор исходного образа формы – прототипа, подлежащего дальнейшей художественной трансформации. Возможны различные пути. Например: вначале делаются натурные зарисовки, затем они преобразуются в декоративные, стилизованные формы. В случае недостаточности у студента визуального и ассоциативного опыта допустимо использование аналога. Поиск исходной формы образной модели определяет черты жанровой разработки стилизованных форм антуража и стаффажа, и через анализ исходной ситуации определяются принципы композиционного подхода к разработке деталей их: взаимодействие регулярного и живописного. Эти принципы определяют конечную форму архитектурного рисунка, оформляющего чертеж. В архитектурной графике надо уметь соблюдать меру детализации изображаемых антуража и стаффажа. Если небольшое по масштабу изображение имеет множество лишних деталей, то происходит зрительная путаница, небольшой изобразительный элемент приобретает излишнюю значимость, неоправданно привлекает к себе внимание.

Грамотное рисование стаффажных людей восходит к пониманию «геометрической формы» человека и его пропорций. Обычно за основу принимается вертикальный прямоугольник в пропорции два к восьми. Появившийся опыт такого рисования позволяет достигнуть и следующего уровня умения рисовать человека - выявления некой его индивидуальности (возраст, профессия, характер и т.д.) за счёт изображения одежды и аксессуаров. Задание проводится через систему упражнений, которые раскрывают возможности преобразования естественных форм в декоративно-плоскостные. Через достаточно продолжительную графическую тренировку руки можно добиться легкости, свободы, точности рисования лаконичных и выразительных изображений антуража и стаффажа. Здесь открывается достаточный простор для фантазирования и роста графического мастерства.

Основная цель последующих трех этапов – усвоить графические принципы формирования антуража и стаффажа, выработать понятие преобразования природных форм в элементы декоративного, плоскостного решения на примере изображения растительности и людей как основных элементов пейзажа. На рисунках можно проследить общую манеру условного, лаконичного рисунка, где простота изобразительных приемов направлена на обозначение самых характерных деталей и признаков, совокупность которых составляет образ изображаемого предмета. Развивая навыки выполнения архитектурного рисунка деревьев, студент должен выявить конструктивную основу сложных, обогащенных деталями стилизованных форм - «каркас», «силуэт», «контур». Необходимо передать строгую соразмерность и гармонию пластических и геометрических форм, образующих конкретную модель, ощутить их пространственную и логически конструктивную взаимосвязь, добиться обобщения и целостности рисунка при тщательности разработки деталей. Решение этих задач невозможно при механическом копировании модели и требует внимательного вдумчивого анализа её объемно-пластического и конструктивного строения. Степень абстрагирования должна соответствовать общему графическому

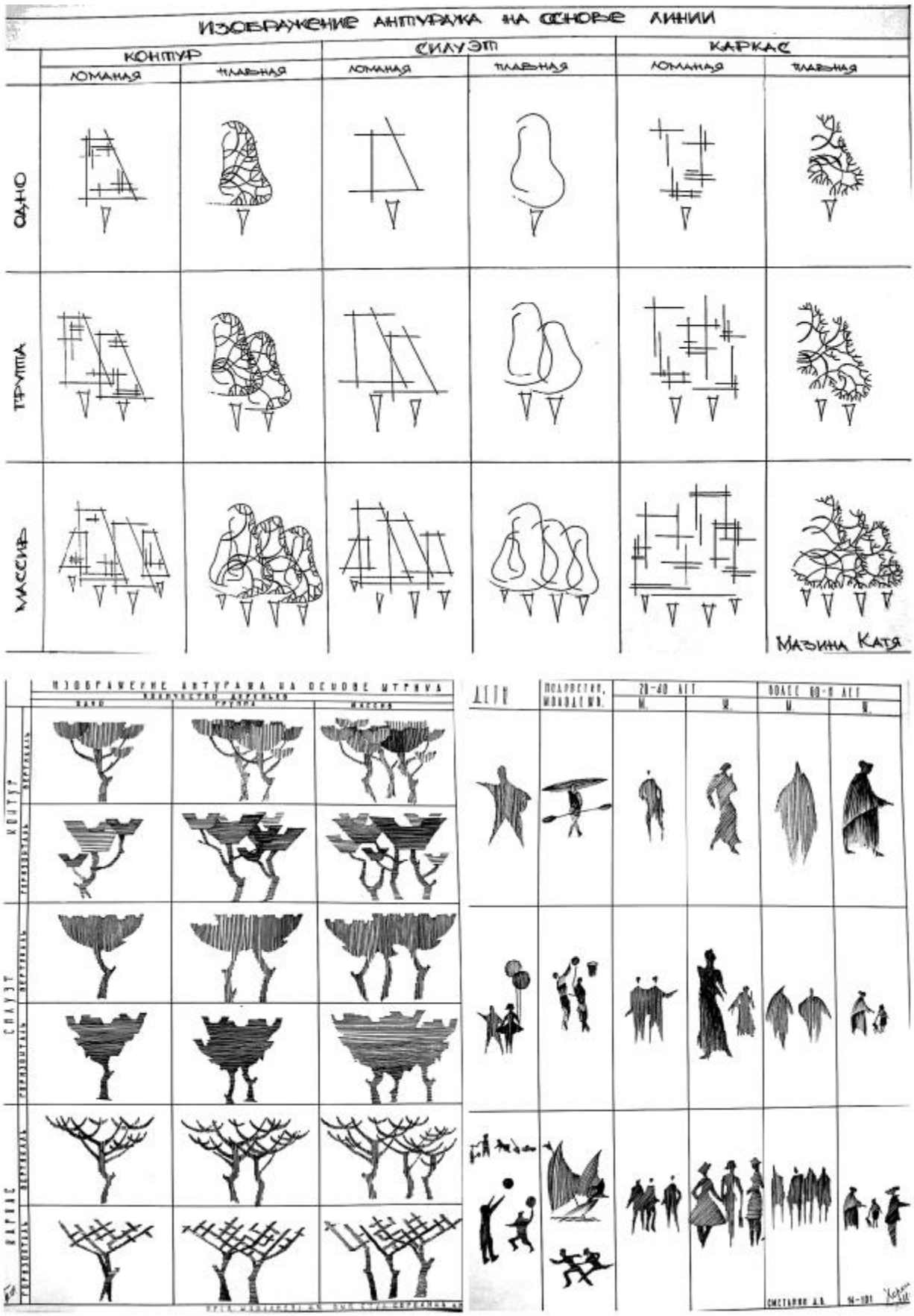


Рис.1. Приемы разработки антуража и стаффажа в табличной форме

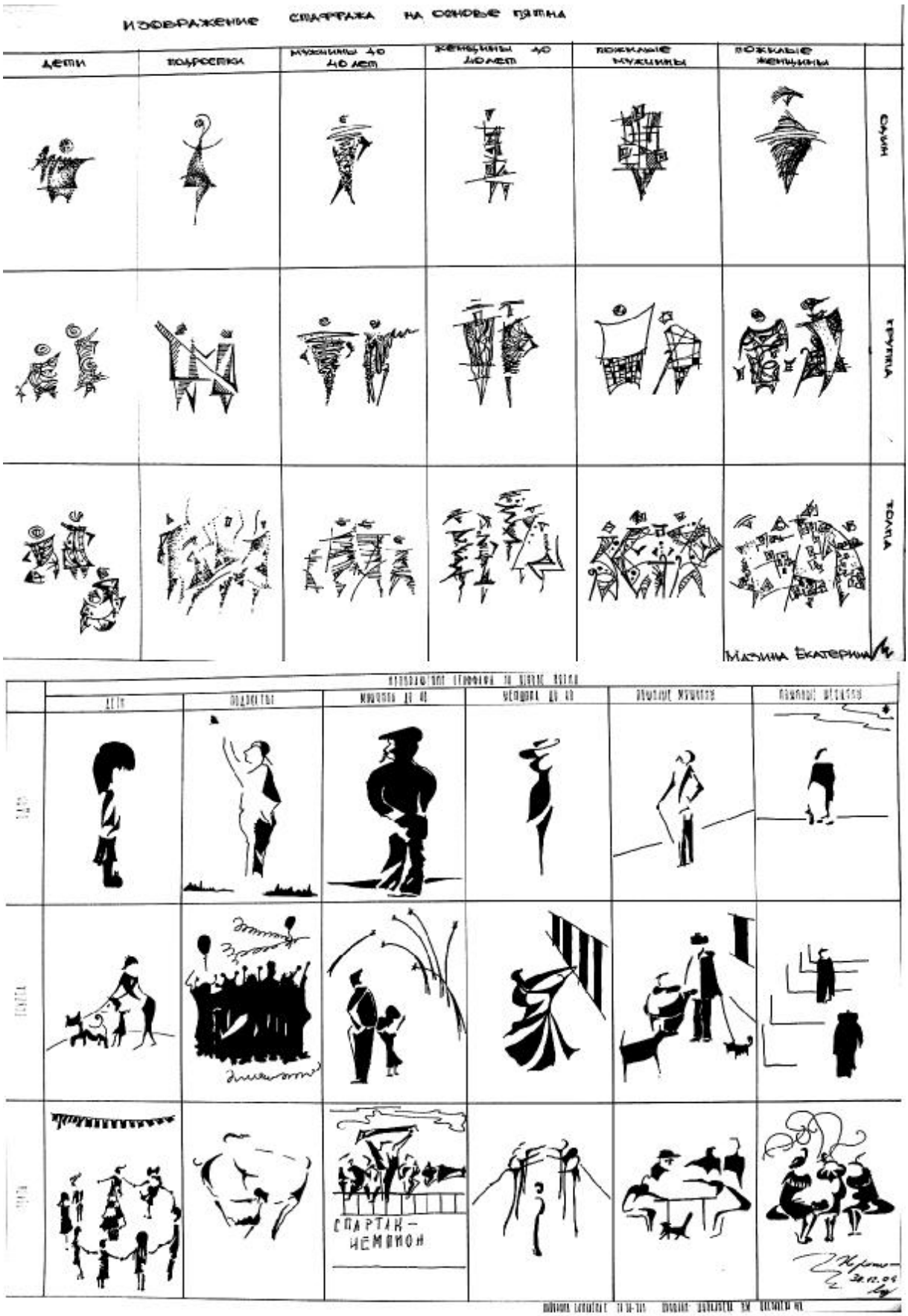


Рис. 2. Приемы разработки стаффажа (студенческие работы)

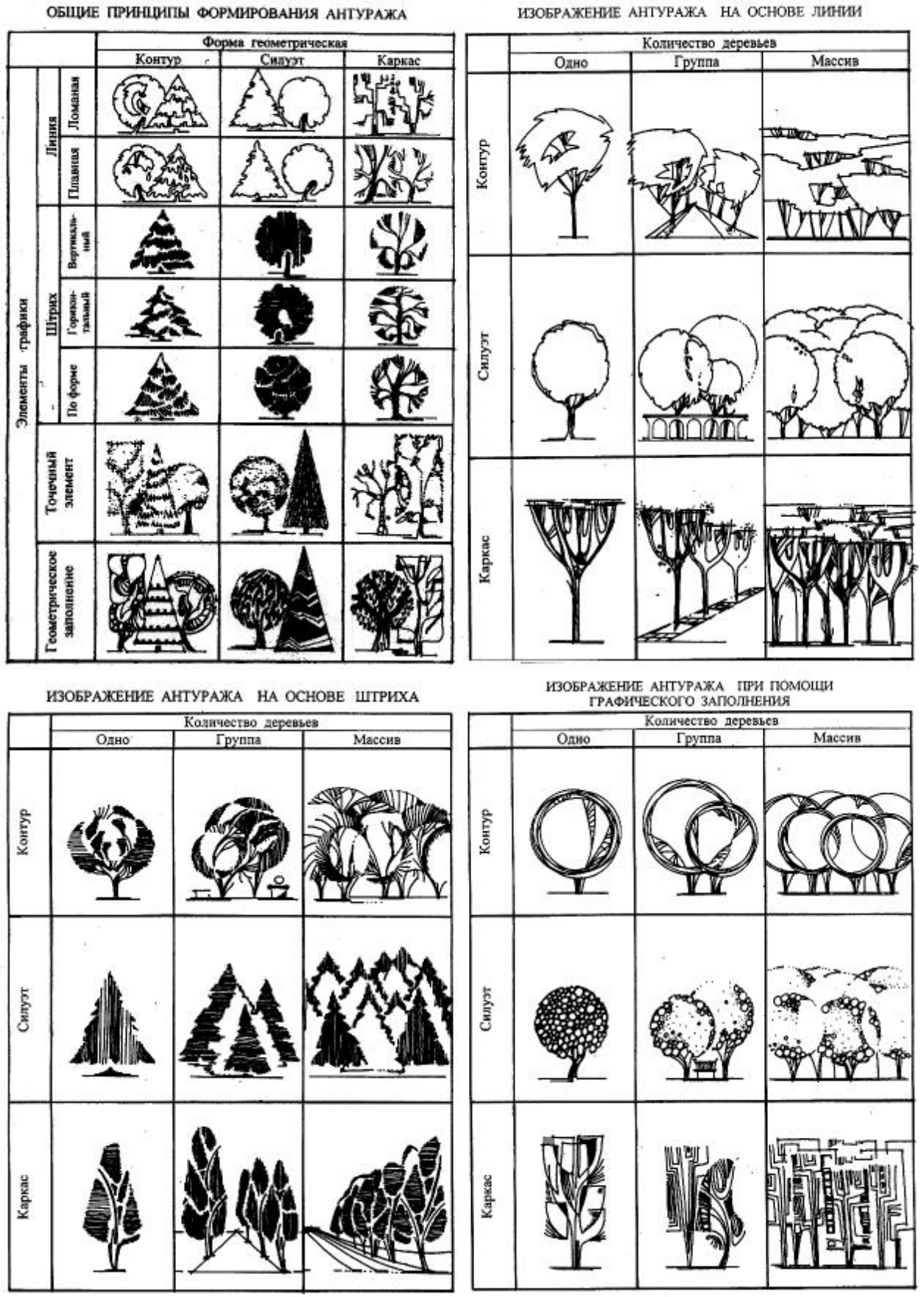


Рис. 3. Приемы разработки антуража

замыслу, иначе озеленение и изображение людей будет восприниматься только как декоративный элемент. Статичность или динамичность антуража и стаффажа (наклонные или развивающиеся ветви, развивающиеся элементы одежды, стремительность позы и т.п.) должны соответствовать архитектурному замыслу, создавать необходимые для восприятия творческой идеи состояния покоя или движения.

Второй этап. Изображение антуража и стаффажа на основе линии (см. рис.). Линия – это след безостановочного движения пишущей ручки по бумаге от начальной точки до конечной. Линия может быть: по очертанию - прямой, кривой: ломаной или плавной; по толщине - постоянной или переменной толщины; по характеру плотности - сплошной или прерывистой. Толщина линии задаётся либо степенью нажима пишущего пера, либо, когда такого нажима оказывается недостаточно, промежутком между двумя тонкими параллельными линиями, пространство между которыми затем «заливается» чернилами. Линейное построение антуража и стаффажа требует выявления лежащих в её основе простых геометрических объемов, несущих на себе более легкие, пластически усложненные формы.

Третий этап. Изображение антуража и стаффажа на основе штриха (см. рис.). Штрих как графическое средство обладает всеми характеристиками линии. При этом штрих по направлению может быть трех видов: горизонтальный; вертикальный; по форме. Элементы штриха могут быть расположены как равномерно, так и сгущаться местами в зависимости от замысла автора. Надо избегать дробности деталей, не допускать вялой монотонности и чрезмерно грубой, резкой штриховки.

Четвертый этап. Изображение антуража на основе пятна (см. рис.). Пятно может быть: сплошной «заливки»; с графическим заполнением (точечный элемент - пуантель, геометрическое заполнение и т.п.). Пятно как графическое средство требует особой тщательности - в процессе выполнения работы необходимо избегать как бездумного разнообразия деталей геометрического заполнения, ведущего к дробности и плоскостности изображения, так и излишнего увлечения сухой геометрической схемой, превращающей элементы антуража и стаффажа в чертеж и мешающей их живой непосредственности и конкретности. Логически рациональные и визуально-чувственные моменты в процессе заполнения «пятна» должны гармонически сочетаться, взаимно дополняться. Основа грамотного отображения абриса зеленых насаждений и фигуры людей состоит в выразительности контура предмета, который отражает основную суть образа, а затем в зависимости от масштаба изображения наполняется необходимым количеством существенных деталей. В тоновом решении здесь следует преодолевать «черноты» пятен, однообразие и жесткость контуров.

Методика разработки архитектурного рисунка нацелена на осуществление и реализацию у студента своего понимания антуража и стаффажа. Каждый стремится создать свой способ рисования, собственный очерк изображения архитектурного рисунка, дополняющего чертеж. Выполнение заданий по разработке антуража в табличной форме дает высокие результаты, так как для целенаправленного действия нет ничего более полезного, чем узконаправленность мысли в сочетании с конкретной мотивацией.

Литература

1. Зайцев К. Графика и архитектурное творчество. – М.: Стройиздат, 1979.
2. Пронин М.И. Архитектурная дендрология (учебное пособие). – М., 1994.
3. Кудряшов К.В. Архитектурная графика. – М.: Стройиздат,1990.
4. Пронин Е.С. Теоретические основы архитектурной комбинаторики. – М.: Архитектура-С, 2004.

УДК 523.53:521.75

В.С. Заболотников

ВЕРОЯТНОСТЬ СТОЛКНОВЕНИЯ МЕТЕОРНЫХ ЧАСТИЦ С ЗЕМЛЕЙ

В метеорной астрономии формула, полученная Э.Эпиком [1] для вычисления вероятности столкновения малых тел Солнечной системы с планетами, использовалась с целью учета астрономической селекции. В работе [2] было показано, что подобное ее применение является неправомерным, если трактовать задачу исправления данного вида селективности как переход от наблюдаемых распределений к числу частиц в единице фазового объема, заданного в пространстве элементов кеплеровской орбиты. Целью настоящей работы является доказательство невозможности применения этой формулы и для вычисления вероятности столкновений малых тел с планетами.

Известно, что формула Эпика состоит из двух сомножителей P_1и P_2. Один из них - P_1, определяет вероятность того, что планета находится в благоприятных для столкновения условиях. Второй - P_2, что в таких же условиях находится малое тело, например, астероид. С точностью до постоянных сомножителей для указанных вероятностей автором получены следующие соотношения:

$$P_1 = \frac{\tau}{\sin \varepsilon_g} \text{ и } P_2 = \frac{\tau \mathrm{tg}\beta}{\sin \psi},$$

где τ - радиус эффективного сечения захвата Земли, ε_g - элонгация геоцентрического радианта, ψ - угол между плоскостью касательный к сфере τ, содержащий вектор гелиоцентрической скорости v_h, и плоскостью эклиптики, β - угол между линией узлов и вектором гелиоцентрической скорости.

Очевидно, что если одновременно выполняются оба условия, то столкновение неизбежно. Однако легко показать, что сформулированные условия столкновения являются необходимыми, но недостаточными.

Действительно, требование, которое накладывается на орбиту частицы для того, чтобы она столкнулась с планетой, определяется интервалом аргумента перигелия $\Delta\omega$ ее кеплеровской траектории. Попадание орбиты метеороида в указанный интервал приводит к тому, что он пролетит мимо планеты не дальше радиуса τ от ее траектории. В свою очередь, $\Delta\omega$ зависит от величины и направления вектора гелиоцентрической скорости и от величины τ. Но даже если значение аргумента перигелия орбиты частицы удовлетворяет необходимому требованию, это не гарантирует ее столкновения с планетой. Выполнение второго условия позволяет оказаться в благоприятном для столкновения положении только орбиты малого тела, а не самого малого тела. Другими словами, если значение аргумента перигелия попадает в нужный интервал $\Delta\omega$, то это приведет к тому, что планета за период своего оборота вокруг Солнца обязательно пересечет траекторию малого тела, но его самого в этот момент времени там может и не быть. Для того чтобы получить полное описание процесса столкновения частицы с планетой, необходимо к формуле Э.Эпика добавить третий сомножитель P_3, определяющий положение малого тела на его орбите в благоприятных для столкновения условиях.

Очевидно, что метеорная частица может столкнуться с планетой только тогда, когда ее траектория проходит от орбиты планеты не дальше эффективного радиуса захвата τ. Вследствие движения планеты вокруг Солнца время нахождения метеороида в благоприятных условиях для столкновения ограничено и зависит от кеплеровских элементов его орбиты. Пусть ε_h - угол между вектором орбитальной скоростью планеты v_t и вектором v_h. Тогда $v_t \sin\varepsilon_h$ - проекция v_t на направление, нормальное вектору v_h. Величина этой проекции определяет скорость изменения прицельного расстояния τ. Время нахождения орбиты частицы в зоне захвата определится следующим соотношением:

$$\Delta t = \frac{2\tau}{v_t \sin \varepsilon_h}, \qquad (1)$$

где v_t – орбитальная скорость Земли.

Формула (1) получена в гелиоцентрической системе координат. Точно такое же уравнение можно вывести, если считать планету неподвижной, а частицу – перемещающейся в пространстве с геоцентрической скоростью v_g. Тогда скорость изменения прицельного расстояния τ будет равна $v_g \sin\varphi$, где φ – угол между векторами v_h и v_g. Время Δt определится с помощью следующей формулы:

$$\Delta t = \frac{2\tau}{v_g \sin \varphi}. \qquad (2)$$

Используя треугольник сложения векторов скоростей v_t,v_h, а также теорему синусов, можно записать $v_t \sin\varepsilon_h = v_g \sin\varphi$, что указывает на полное тождество формул (1) и (2).

Определим расстояние, которое пройдет частица

по своей гелиоцентрической траектории за время нахождения в зоне захвата Δt. Для этого найдем скорость υ сближения метеороида с планетой. Для первого случая это будет

$$\upsilon = v_h + v_t \cos\varepsilon_h. \quad (3)$$

Для второго -

$$\upsilon = v_g \cos\varphi. \quad (4)$$

Из того же треугольника сложения скоростей легко видеть, что $v_h + v_t \cos\varepsilon_h = v_g \cos\varphi$. Следовательно, с точностью до постоянных сомножителей искомый отрезок находится с помощью следующего соотношения:

$$\Delta l = \tau \mathrm{ctg}\varphi. \quad (5)$$

Длина отрезка Δl представляет собой промежуток гелиоцентрической траектории, находясь на котором частица еще может столкнуться с планетой. Отсюда можно определить промежуток времени Δt_h, в течение которого частица преодолевает этот отрезок, двигаясь с гелиоцентрической скоростью v_h.

$$\Delta t_h = \frac{\tau \mathrm{ctg}\varphi}{v_h}. \quad (6)$$

Учитывая, что период оборота частицы пропорционален $a^{\frac{3}{2}}$, где a - большая полуось орбиты, для искомого сомножителя P_3 получим следующее выражение:

$$P_3 = \frac{\tau \mathrm{ctg}\varphi}{v_h a^{3/2}}. \quad (7)$$

В заключение несколько слов о задаче учета астрономической селекции, возникающей при изучении распределений элементов орбит. Известно, что любым из существующих в метеорной астрономии способов число зарегистрированных метеороидов с произвольными значениями элементов орбиты пропорционально плотности падающего потока, который создается этими метеороидами на границе атмосферы Земли. Следовательно, после учета всех видов селекций - геометрической и физической – непосредственно из наблюдений можно построить распределения следующего вида [2, 3]:

$$\Psi_\infty = \frac{dN}{da\,de\,di\,d\Theta_\infty\,dt}, \quad (8)$$

где e - эксцентриситет орбиты, i - наклонение плоскости орбиты к эклиптике, $d\Theta_\infty$- площадка, нормальная вектору скорости метеороида, dt - единица времени.

Если нормировать функцию (8) на единицу, то она определит вероятность попадания метеорной частицы с некоторыми произвольно фиксированными элементами a, e, i на поверхность Земли за время наблюдения dt, поскольку за размеры площадки $d\Theta_\infty$ обычно принимается площадь поперечного сечения планеты. Очевидно, что значение функции будет зависеть как от реального числа частиц с этими элементами орбиты в Солнечной системе, так и от вероятности их попадания на Землю. Для учета последнего фактора можно воспользоваться формулой Эпика с добавлением третьего сомножителя (7). Необходимо только учесть, что эта формула определяет вероятность столкновения частицы с планетой за время нахождения в зоне захвата, а функция распределения (8) - за единицу времени dt. В соответствии с этим преобразуем соотношение (7). Разделим его на время Δt (формула 2) и получим с точностью до постоянных сомножителей

$$P_3' = \frac{v_g \cos\varphi}{v_h a^{3/2}}. \quad (9)$$

В работах [2, 3] при учете астрономической селекции в качестве дополнительного сомножителя к формуле Э. Эпика использовалось следующее выражение:

$$P_3' = \frac{v_g}{v_h a^{3/2}}. \quad (10)$$

Причина различия двух последних формул связана с ошибочным предположением, которое использовалось при выводе равенства (10). Считалось, что за время dt на планету попадут все частицы, которые расположены от нее на расстоянии $v_g dt$, тогда как на самом деле это расстояние равно $v_g dt \cos\varphi$.

Литература

1. Öpik E.J. Collision probabilities with the planets and the distribution of interplanetary matter. – Proc. RIA, 1951, 54, sec. A, №.12, p. 165-199.
2. Заболотников В.С. К вопросу об учете астрономической селекции при исследованиях распределений элементов орбит спорадических метеорных частиц. // Астрономический вестник,1984, №1. – С. 52-61.
3. Заболотников В.С. Моделирование распределения метеорного вещества в Солнечной системе по данным наземных наблюдений. – Дисс. на соискание ученой степени кандидата физ.-мат. наук. – Одесса, 1988. – 138 с.

УДК 532.5

К.В. Кириллин, С.И. Филиппов

ОБТЕКАНИЕ КРУГОВОГО ЦИЛИНДРА НАД ЛИНИЕЙ РАЗДЕЛА ДВУХСЛОЙНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ НАЛИЧИИ КРЫШКИ И ДНА

Рассмотрим поток идеальной несжимаемой жидкости, ограниченный сверху твердой крышкой M_1, а снизу твердым дном M_3, и состоящий из слоя толщины H_1 плотности r_1 и слоя толщины H_2 плотности r_2. Жидкость находится под действием силы тяжести, ускорение которой равняется g. Цилиндр C радиуса a расположен в верхнем слое жидкости на расстоянии h от верхней стенки (рис. 1). Величину h будем называть глубиной погружения, $b = H_1 - h$ – отстоянием цилиндра от линии раздела жидкостей M_2.

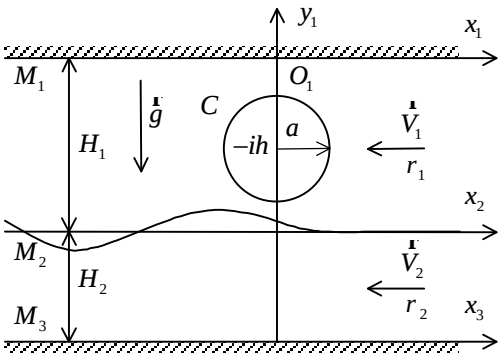


Рис. 1

В системе координат, связанной с цилиндром так, что ось O_1x_1 совпадает с горизонтальной крышкой и направлена навстречу потоку, а ось O_1y_1 направлена вверх и проходит через центр цилиндра C, течение плоскопараллельное, установившееся. Скорости потока на бесконечности перед цилиндром параллельны стенкам канала и равны V_k ($k = 1, 2$). Считаем, что внутри жидкости вихри отсутствуют, так что течение обладает потенциалом скорости.

Введем соответствующие слоям жидкости области D_k ($k = 1, 2$). Область D_1 представляет собой полосу $-H_1 \le y_1 \le 0$, за исключением области, ограниченной контуром C, область D_2 – полосу $-(H_1 + H_2) \le y_1 \le -H_1$.

Рассмотрим комплексную переменную $z_1 = x_1 + iy_1$ и комплексные потенциалы возмущенного течения $\mathcal{W}_k(z_1) = \mathcal{J}_k(x_1, y_1) + i\mathcal{Y}_k(x_1, y_1)$ в соответствующих областях D_k.

Используя предположения линейной теории волн малой амплитуды, с учетом обозначений

$$\mathcal{W}_k(z_1) = V_k W_k(z_1),\ v_1 = \frac{g}{V_1^2},\ v_2 = \frac{g\left(r_1 - r_2\right)}{r_1 V_1^2 + r_2 V_2^2},$$

$$m_1 = \frac{r_1 V_1^2}{r_1 V_1^2 + r_2 V_2^2},\ m_2 = \frac{r_2 V_2^2}{r_1 V_1^2 + r_2 V_2^2},\ m = m_1 - m_2$$

придем к следующей задаче. Найти функции $W_k(z_1)$, аналитические в соответствующих областях и удовлетворяющие условиям:

на поверхности цилиндра C

$$\operatorname{Im} W_1(z_1) = y_1 + y_0\ \left(y_0 = \text{const}\right),\ z_1 \in C; \quad (1)$$

на горизонтальной крышке M_1

$$\operatorname{Im}\left[\frac{dW_1(z_1)}{dz_1}\right] = 0,\quad y_1 = 0; \quad (2)$$

на линии раздела жидкостей M_2

$$\operatorname{Im}\left[W_1(z_1) - W_2(z_1)\right] = 0, \quad (3)$$

$$\operatorname{Re}\left[m_1 \frac{dW_1(z_1)}{dz_1} - m_2 \frac{dW_2(z_1)}{dz_1} + iv_2 W_1(z_1)\right] = 0,$$

$$y_1 = -H_1; \quad (4)$$

на дне канала M_3

$$\operatorname{Im}\left[\frac{dW_2(z_1)}{dz_1}\right] = 0,\quad y_1 = -(H_1 + H_2); \quad (5)$$

на бесконечности

$$\lim_{x_1 \to \infty} \frac{dW_k(z_1)}{dz_1} = 0,\ \left|\frac{dW_k(z_1)}{dz_1}\right| < A,\ A < \infty,\ z_1 \to \infty. \quad (6)$$

Граничные условия (1), (2), (5) являются условиями плавности обтекания цилиндра и стенок канала. Условие (3) на линии раздела является кинематическим условием, (4) - динамическим и представляет собой комплексную запись условия непрерывности давления при пересечении поверхности раздела жидкостей, взятое в линеаризованной форме. При этом, следуя теории волн малой амплитуды, будем выполнять это условие на невозмущенном уровне линии раздела. Условия на бесконечности (6) обеспечивают отсутствие скоростей возмущений далеко перед цилиндром и ограниченность возмущений вне его окрестности.

Метод решения заключается в распределении двойных слоев особенностей (диполей) вещественной плотности по невозмущенному уровню линии раздела жидкостей M_2 и горизонтальным крышке M_1 и дну M_3, к потенциалам которых добавляются такие регулярные вне цилиндра функции, что условие на цилиндре (1) выполняется точно. Такой метод был впервые предложен в [1] и развит для многосвязных областей в [2].

Рассмотрим бесциркуляционное обтекание цилиндра C. Будем искать комплексные потенциалы в виде

$$W_k(z_1) = W_\infty(z_1) + V_1(z_1) + \Phi_1(z_1) + \\ + V_2(z_1) + \Phi_2(z_1) + V_3(z_1) + \Phi_3(z_1), \qquad (7)$$

где

$$W_\infty(z_1) = -\frac{a^2}{z_1 + ih},$$

$$V_1(z_1) = \frac{1}{2p\,i}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{m_1(t)}{z_1 - t}\,dt,$$

$$\Phi_1(z_1) = \frac{1}{2p\,i}\int_{-\infty}^{+\infty} F_1(z_1,t)\,m_1(t)\,dt,$$

$$F_1(z_1,t) = \frac{a^2}{(t-ih)^2\left[z_1 + ih - a^2/(t-ih)\right]},$$

$$V_2(z_1) = \frac{1}{2p\,i}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{m_2(t)}{z_1 - t + iH_1}\,dt,$$

$$\Phi_2(z_1) = \frac{1}{2p\,i}\int_{-\infty}^{+\infty} F_2(z_1,t)\,m_2(t)\,dt,$$

$$F_2(z_1,t) = \frac{a^2}{(t-ih+iH_1)^2\left[z_1 + ih - a^2/(t-ih+iH_1)\right]},$$

$$V_3(z_1) = \frac{1}{2p\,i}\int_{-\infty}^{+\infty} \frac{m_3(t)}{z_1 - t + i(H_1+H_2)}\,dt,$$

$$\Phi_3(z_1) = \frac{1}{2p\,i}\int_{-\infty}^{+\infty} F_3(z_1,t)\,m_3(t)\,dt,$$

$$F_3(z_1,t) = \frac{a^2}{(t-ih+i(H_1+H_2))^2\left[z_1 + ih - a^2/(t-ih+i(H_1+H_2))\right]}.$$

Здесь $W_\infty(z_1)$ - комплексный потенциал возмущенного течения при обтекании цилиндра C безграничным потоком; $m_1(t)$, $m_2(t)$, $m_3(t)$ – вещественные плотности диполей, непрерывно распределенных по линиям $y_1 = 0$, $y_1 = -H_1$, $y_1 = -(H_1 + H_2)$ (под $m_2(t)$ и $m_3(t)$ подразумевается $m_2(t - iH_1)$ и $m_3(t - i(H_1 + H_2))$ соответственно). Функции $\Phi_1(z_1)$, $\Phi_2(z_1)$, $\Phi_3(z_1)$ построены с использованием теоремы Милн-Томсона об окружности [3] так, чтобы мнимая часть их суммы соответственно с $V_1(z_1)$, $V_2(z_1)$, $V_3(z_1)$ на цилиндре C являлась постоянной [1], что обеспечивает выполнение граничного условия на цилиндре (1), если комплексный потенциал записан в виде (7).

Для определения плотностей $m_l(t)$ ($l = \overline{1,3}$) воспользуемся условиями (2), (4), (5). Условие (3) выполняется на основании свойств предельных значений интеграла типа Коши. Рассмотрим подробно граничное условие (4) на линии раздела жидкостей, куда перенесем ось абсцисс, т.е. проведем преобразование координат $z_2 = z_1 + iH_1$.

Подставим комплексный потенциал в форме (7) в условие (4) с учетом преобразования координат, получим:

$$\mathrm{Re}\left[\left(\frac{d}{dz_2} + in_2\right)V_2(z_2) + \left(m\frac{d}{dz_2} + in_2\right)\left(\Omega_2(z_2) + V_3(z_2)\right)\right]_{z_2 = x_2 + i\cdot 0} = 0, \qquad (8)$$

где

$$\Omega_2(z_2) = W_\infty(z_2) + V_1(z_2) + \Phi_1(z_2) + \Phi_2(z_2) + \Phi_3(z_2),$$

и $V_2(z_2)$ - предельное значение при подходе к оси O_2x_2 сверху.

Условие (8) представляет собой сингулярное интегро-дифференциальное уравнение, которое содержит три группы слагаемых: с особенностями на линии раздела ($y_2 = 0$), с особенностями внутри рассматриваемой области ($y_2 > 0$) и с особенностями

вне области ($y_2 < 0$). Его можно регуляризовать, используя следующий прием. Заметим, что (8) эквивалентно следующему уравнению:

$$\mathrm{Re}\left[\left(\frac{d}{dz_2}+in_2\right)V_2(z_2)+\left(m\frac{d}{dz_2}-in_2\right)\bar{\Omega}_2(z_2)+\right.$$

$$\left.+\left(m\frac{d}{dz_2}+in_2\right)V_3(z_2)\right]_{z_2=x_2+i\cdot 0}=0,$$

где черта сверху означает сопряжение относительно оси O_2x_2. Функции $V_2(z_2)$, $V_3(z_2)$, $\bar{\Omega}_2(z_2)$ регулярны в верхней полуплоскости в системе координат $x_2O_2y_2$, следовательно, выражение под знаком действительной части в этой области является чисто мнимой постоянной:

$$\left(\frac{d}{dz_2}+in_2\right)V_2(z_2)+\left(m\frac{d}{dz_2}-in_2\right)\bar{\Omega}_2(z_2)+$$

$$+\left(m\frac{d}{dz_2}+in_2\right)V_3(z_2)=in_2N, \qquad (9)$$

где N - вещественная постоянная. Из условия на бесконечности (6), не нарушая общности решения, можем положить $N=0$. Соотношение (9) представляет собой линейное дифференциальное уравнение первого порядка относительно V_2, решив которое, найдем

$$V_2(z_2)=-m\left[\bar{\Omega}_2(z_2)+V_3(z_2)\right]+in_2e^{-in_2z_2}$$

$$\int_{+\infty}^{z_2} e^{in_2t}\left[(m+1)\bar{\Omega}_2(t)+(m-1)V_3(t)\right]dt\ .$$

Устремив z_2 сверху к оси O_2x_2, на основании формулы Сохоцкого получим

$$m_2(x_2)-\frac{1}{pi}\int_{-\infty}^{+\infty}\frac{m_2(t)}{x_2-t}dt=2m\left[\bar{W}_\infty(x_2)+\right.$$

$$\left.+\bar{V}_1(x_2)+\bar{O}_1(x_2)+\bar{O}_2(x_2)+\bar{O}_3(x_2)+V_3(x_2)\right]-$$

$$-2in_2e^{-in_2x_2}\int_{+\infty}^{x_2} e^{in_2t}\left[(m+1)\left(\bar{W}_\infty(t)+\bar{V}_1(t)+\right.\right.$$

$$\left.\left.+\bar{\Phi}_1(t)+\bar{\Phi}_2(t)+\bar{\Phi}_3(t)\right)+(m-1)V_3(t)\right]dt. \qquad (10)$$

Перемена порядка интегрирования позволяет представить действительные части выражения (10) в виде линейного интегрального уравнения Фредгольма второго рода.

Остальные два уравнения для нахождения плотностей особенностей можно получить, проделав аналогичные (8) - (10) преобразования для граничных условий (2) и (5) на стенках канала. В результате получим систему уравнений для определения плотностей:

$$\begin{cases} m_1(x_1)=j_1(x_1)+\int_{-\infty}^{+\infty}K_{11}(x_1,t)\,m_1(t)dt+\int_{-\infty}^{+\infty}K_{12}(x_1,t)\,m_2(t)dt+\int_{-\infty}^{+\infty}K_{13}(x_1,t)\,m_3(t)dt, \\ m_2(x_2)=j_2(x_2)+\int_{-\infty}^{+\infty}K_{21}(x_2,t)\,m_1(t)dt+\int_{-\infty}^{+\infty}K_{22}(x_2,t)\,m_2(t)dt+\int_{-\infty}^{+\infty}K_{23}(x_2,t)\,m_3(t)dt, \\ m_3(x_3)=j_3(x_3)+\int_{-\infty}^{+\infty}K_{31}(x_3,t)\,m_1(t)dt+\int_{-\infty}^{+\infty}K_{32}(x_3,t)\,m_2(t)dt+\int_{-\infty}^{+\infty}K_{33}(x_3,t)\,m_3(t)dt, \end{cases} \qquad (11)$$

где

$$j_1(x_1)=-2a^2\,\mathrm{Re}\left\{\frac{1}{x_1+ih}\right\},\ K_{11}(x_1,t)=\frac{1}{p}\mathrm{Im}\{F_1(x_1,t)\},$$

$$K_{12}(x_1,t)=\frac{1}{p}\mathrm{Im}\left\{\frac{1}{x_1-t+iH_1}+F_2(x_1,t)\right\},$$

$$K_{13}(x_1,t)=\frac{1}{p}\mathrm{Im}\left\{\frac{1}{x_1-t+i\left(H_1+H_2\right)}+F_3(x_1,t)\right\},$$

$$j_2(x_2)=-2a^2\,\mathrm{Re}\left\{\frac{m}{x_2-i\left(H_1-h\right)}+\right.$$

$$\left.+\left(m+1\right)in_2e^{in_2x_2}\int_{+\infty}^{x_2}\frac{e^{-in_2t}}{t-i\left(H_1-h\right)}dt\right\},$$

$$K_{21}(x_2,t)=\frac{1}{p}\mathrm{Im}\left\{\frac{m}{x_2-t-iH_1}+\right.$$

$$+\left(m+1\right)in_2e^{in_2x_2}\int_{+\infty}^{x_2}\frac{e^{-in_2t}}{t-t-iH_1}dt+$$

$$\left.+mF_1(x_2,t)+\left(m+1\right)in_2e^{in_2x_2}\int_{+\infty}^{x_2}e^{-in_2t}F_1(t,t)dt\right\},$$

$$K_{22}(x_2,t)=\frac{1}{p}\mathrm{Im}\left\{mF_2(x_2,t)+\right.$$

$$+(m+1)iv_2 e^{in_2 x_2}\int_{+\infty}^{x_2} e^{-in_2 t}F_2(t,t)dt\Bigg\},$$

$$K_{23}(x_2,t)=\frac{1}{p}\operatorname{Im}\Bigg\{\frac{m}{x_2-t+iH_2}-$$

$$-(m-1)in_2 e^{in_2 x_2}\int_{+\infty}^{x_2}\frac{e^{-in_2 t}}{t-t-iH_2}dt+$$

$$+mF_3(x_2,t)+(m+1)in_2 e^{in_2 x_2}\int_{+\infty}^{x_2} e^{-in_2 t}F_3(t,t)dt\Bigg\},$$

$$j_3(x_3)=2a^2\operatorname{Re}\Bigg\{\frac{1}{x_3-i(H_1+H_2-h)}\Bigg\},$$

$$K_{31}(x_3,t)=-\frac{1}{p}\operatorname{Im}\Bigg\{\frac{1}{x_3-t-i(H_1+H_2)}+F_1(x_3,t)\Bigg\},$$

$$K_{32}(x_3,t)=-\frac{1}{p}\operatorname{Im}\Bigg\{\frac{1}{x_3-t-iH_2}+F_2(x_3,t)\Bigg\},$$

$$K_{33}(x_3,t)=-\frac{1}{p}\operatorname{Im}\{F_3(x_3,t)\}.$$

Полученная система линейных интегральных уравнений Фредгольма второго рода (11) для определения m_l может быть решена численно методом последовательных приближений [2]. В качестве нулевого приближения могут быть выбраны свободные члены системы j_l.

По найденным значениям плотностей можем определить комплексный потенциал возмущенного течения (7) и по формуле Чаплыгина [4] вычислить подъемную силу и волновое сопротивление цилиндра C:

$$X-iY=\frac{ir_1}{2}\oint_C\left[\frac{dW_1(z_1)}{dz_1}\right]^2 dz_1.$$

Результаты расчетов гидродинамических характеристик для различной геометрии канала представлены на рис. 2 – 5. На графиках изображены зависимости коэффициента волнового сопротивления $c_x=2X/r_1V_1^2a$ и коэффициента подъемной силы $c_y=2Y/r_1V_1^2a$ в зависимости от числа Фруда $\mathrm{Fr}=V_1/\sqrt{ga}$ для случая одинаковых скоростей слоев ($V_1=V_2$). Во всех расчетах отношение плотностей жидкостей $r_2/r_1=1.03$, что соответствует отношению плотностей морской и пресной воды, и рассмотрен цилиндр единичного радиуса.

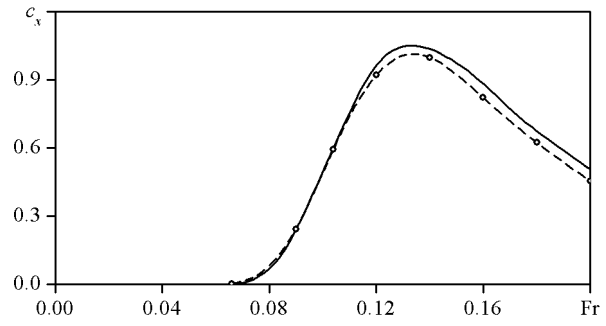


Рис. 2

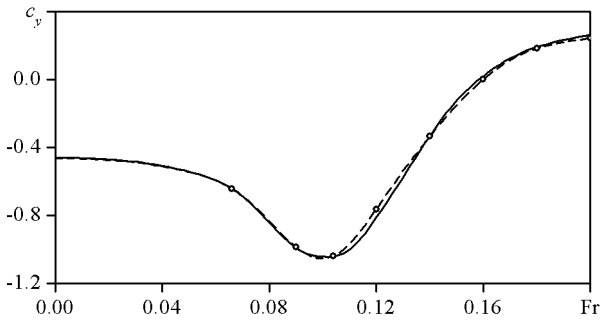


Рис. 3

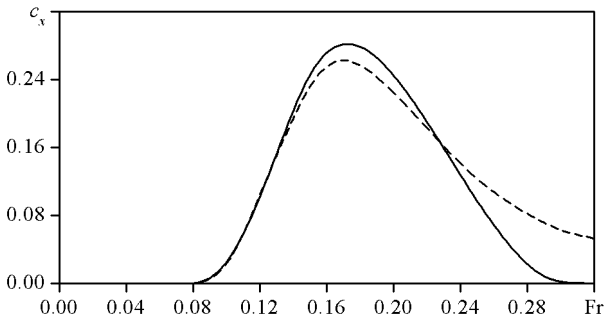


Рис. 4

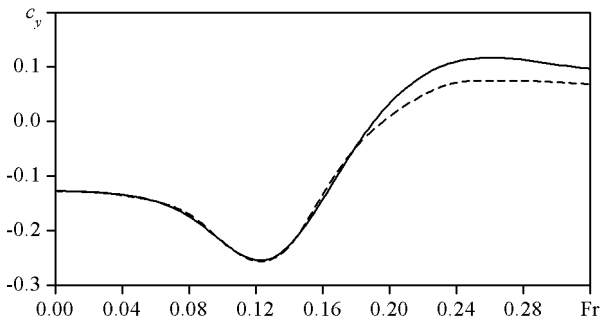


Рис. 5

Для данной задачи характерно наличие критического числа Фруда Fr^*, значение которого зависит от r_2/r_1, H_1/a, H_2/a [5]. Периодические волны на линии раздела существуют только при $\mathrm{Fr} < \mathrm{Fr}^*$, поэтому именно в этом диапазоне изменения числа Фруда проводились расчеты.

На рис. 2-3 при $b/a = 2$ сплошной кривой изображены гидродинамические характеристики для цилиндра, расположенного над линией раздела, в случае канала, ограниченного крышкой и дном $H_1/a = H_2/a = 8$, а штриховой - в случае двух полубезграничных слоев жидкости $H_1 = H_2 = \infty$. Полученные результаты для неограниченного потока согласуются с результатами работы [6], которые отмечены маркерами.

На рис. 4 - 5 представлены результаты исследования влияния дна при отсутствии крышки ($H_1 = \infty$) на характеристики цилиндра при $b/a = 3$. Сплошной кривой изображены зависимости $c_x(\mathrm{Fr})$ и $c_y(\mathrm{Fr})$ при конечной глубине нижнего слоя $H_2/a = 4$, штриховой – при бесконечной глубине $H_2 = \infty$. Влияние дна начинает сказываться на гидродинамических характеристиках при числах Фруда $\mathrm{Fr} > 0.14$. Максимум c_x больше в случае слоя конечной глубины.

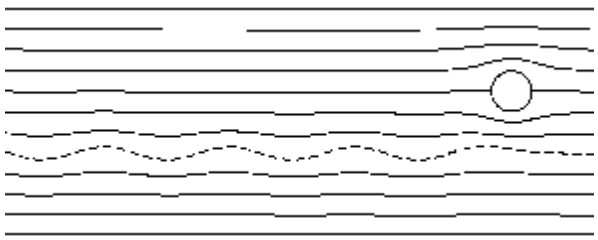


Рис. 6

На рис. 6 представлен пример расчета линий тока течения и границы раздела жидкостей при $h/a = 4$, $H_1/a = 7$, $H_2/a = 4$, $\mathrm{Fr} = 0.12$.

Работа поддержана РФФИ (проект 05-01-00794).

Литература

1. Тумашев Г.Г., Черепенин Н.Д. Задача о движении круглого цилиндра под свободной поверхностью тяжелой жидкости // Труды семинара по краевым задачам, вып. 10. – Казань: Изд-во Казанского ун-та, , 1973. – С. 140-151.
2. Филиппов С.И. Гидродинамика крылового профиля вблизи границ раздела. – Казань: Изд-во Казанского матем. общ-ва, 2004. – 200 с.
3. Милн-Томсон Л.М. Теоретическая гидродинамика. – М.: Мир, 1964. – 656 с.
4. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1970. – 904 с.
5. Сретенский Л. Н. Теория волновых движений жидкости. – М.: Наука, 1977. – 816 с.
6. Черепенин Н.Д. К задаче о движении круглого цилиндра вблизи границы раздела двух жидкостей. // Труды семинара по теории оболочек, вып. 4. – Казань: Казанский физ.-тех. ин-т АН СССР, 1974. – С. 252-262.

УДК 533.15

А.В. Семенов

ТЕРМОДИФФУЗИЯ В ГАЗОВОЙ СМЕСИ АРГОН-ГЕЛИЙ

Свойства термодиффузионного молекулярного переноса массы бинарных газовых систем используются при расчетах и оптимизации процессов разделения изотопов [1] и процессов массообмена [2].

В настоящее время наиболее надежным методом исследования термодиффузии в газах следует считать экспериментальные измерения. Уравнения, отображающие зависимость термодиффузионной постоянной $\pm_т$ от состава и температуры, можно получить аппроксимацией экспериментальных данных независимых исследований различных авторов. Относительные погрешности экспериментальных данных принимаются по оценкам авторов работ с учетом существующего мнения о точности и достоверности используемых экспериментальных методов. Из экспериментальных методов наибольшее распространение получили двухобъемные аппараты, с помощью которых проведена большая часть исследований.

В методе двухобъемного аппарата [3, 4] газовая смесь заполняется в термодиффузионный прибор, состоящий из двух вертикально расположенных сосудов, соединенных между собой капиллярной трубкой. Сосуды поддерживаются при разных температурах, причем верхний сосуд находится при более высокой температуре, что позволяет исключить конвективные потоки. По достижении установившегося состояния берутся пробы для анализа и рассчитывается коэффициент термодиффузионного разделения

$$q = \left(\frac{l_1^{гор}}{l_2^{гор}}\right) \Big/ \left(\frac{l_1^{хол}}{l_2^{хол}}\right), \qquad (1)$$

$$ln\, q = a_T\, ln \frac{T_{гор}}{T_{хол}}, \qquad (2)$$

где q - коэффициент термодиффузионного разделения;

$l_1^{хол}$, $l_2^{хол}$ - концентрация соответственно *He* и *Ar* в „холодном” сосуде термодиффузионного прибора в равновесном состоянии при $T_{хол}$;

$l_1^{гор}$, $l_2^{гор}$ - концентрация соответственно *He* и *Ar* в „горячем” сосуде термодиффузионного прибора в равновесном состоянии при $T_{гор}$;

$a_т$ - термодиффузионная постоянная.

Термодиффузионная постоянная a_T соответствует температуре $T_{ср}$, находящейся внутри интервала температур от $T_{гор}$ до $T_{хол}$, определяемого выражением [3]

$$T_{ср} = \frac{T_{гор} T_{хол}}{T_{гор} - T_{хол}}\, ln \frac{T_{гор}}{T_{хол}}. \qquad (3)$$

Средняя температура $T_{ср}$ называется температурой Брауна.

Исходный массив опытных данных [6-30] был аппроксимирован уравнением методом наименьших квадратов

$$a_T = 0.3885 - \frac{\left[65.42\left(\frac{l_1}{100}\right) - 30.78\right]}{T_{ср}}, \qquad (4)$$

где l_1 – концентрация *He* в термодиффузионном приборе до процесса разделения, % объемные.

Анализ уравнения (4) показал, что распределение остатков близко к нормальному, а сама функция и ее коэффициенты существенно значимы. В уравнение (4) оптимальное число констант 3. Обычно оптимальное число констант уравнения определяют, сравнивая дисперсии уравнений с различным числом констант. В качестве окончательного принимается такое количество констант, когда при увеличении числа коэффициентов дисперсия перестает устойчиво убывать. При этом в качестве критерия значимости уменьшения дисперсии используется критерий Фишера [5]. Средняя квадратичная погрешность σ= 9,7 %. Интервалы изменения параметров состояния, охваченных экспериментальными данными, следующие: l_1 = 3,3 – 93,2 %, $T_{гор}$ = 1010 – 283 K, $T_{хол}$ = 300 – 80 K.

Литература

1. Джонс К., Ферри В. Разделение изотопов методом термодиффузии. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1947. – С. 168.
2. Берд Р., Стьюарт В., Лайтфут Е. Явления переноса. – М.: Изд-во „Химия”, 1974. – С. 668.
3. Грю К. Э., Иббс Т. Л. Термическая диффузия в газах. – М.: Государственное изд-во технико-теоретической литературы, 1956. – С. 186.
4. Chapman S., Dootson F. W. Thermal Diffusion // Philos. Mag. 1917. V. 33. № 195. P. 248 - 253.
5. Козлов А.Д., Кузнецов В.М., Мамонов Ю.В. Анализ современных методов расчета рекомендуемых справочных данных о коэффициентах вязкости и теплопроводности газов и жидкостей. // Обзоры по теплофизическим свойствам веществ. – М.: Институт

высоких температур АН СССР, 1989, № 3 (77).
6. Ibbs T.L. Thermal Diffusion Measurements // Proc. Roy. Soc., London, 1925, vol.107 A, No. 743, P. 470-486.
7. Ibbs T.L., Grew K.E. The Influence of Low Temperatures on the Thermal Diffusion Effect, Proc. Phys. Soc., London, 1931, vol. 43, No. 237, p. 142-156.
8. Puschner M. Untersuchungen uber Thermische Diffusion in Gasgemischen. II, Ztschr. Phys., 1937, Bd. 106, No. 9-10, s. 597-605.
9. Atkins B.S., Bastick R.S., Ibbs T.L. Thermal Diffusion in Mixtures of the Inert Gases, Proc. Roy. Soc., London, 1939, vol. 172 A, No. 948, p. 142-158.
10. Grew K.E. Thermal Diffusion in Mixtures of the Inert Gases, Proc. Roy. Soc., London, 1947, vol. 189 A, No. 1018, p. 402-414.
11. van Itterbeek A., de Troyer A. Further Experiments on the Thermal Diffusion of Gases at Low Temperatures, Physica, 1950, vol. 16, No. 3, p. 329-332.
12. Saxena S.C., Mason E.A. Thermal Diffusion and the Approach to the Steady State in Gases. Mol. Phys., 1959, vol. 2, No. 4, p. 379-396.
13. Котоусов Л.С. К вопросу о связи коэффициента термодиффузии с термодинамическими свойствами бинарных смесей. II. Зависимость коэффициента термодиффузии газовой смеси от давления в области 0,01-0,5 ат. // Журнал технической физики, 1962, т. 32, № 1. – С. 224-229.
14. van Dael W., van Itterbeek A., Cauwenbergh H., Measurements of the Thermal Diffusion Factor in the Pressure Range 1-400 torr, Physica, 1966, vol. 32, No. 3, p. 621-624.
15. Mathur B.P., Saxena S.C. Composition Dependence of the Thermal Diffusion Factor in Binary Gas Mixtures. Z. Naturforschg., 1967, Bd. 22 A, No. 2, s. 164-169.
16. Mathur B.P., Nain V.P.S., Saxena S.C. A Note on the Composition Dependence of the Thermal Diffusion Factor of Ar-He System Z. Naturforschg., 1967, Bd. 22 a, Heft 5, s. 840.
17. Mathur B.P., Joshi R.K. Saxena S.C. Thermal Diffusion Factor from the Measurements on a Trennschaukel: Ar-He, Kr-Ne, J. Chem. Phys., 1967, vol. 46, No. 12, p. 4601-4603.
18. Joshi R.K., Mathur B.R., Saxena S.C. Evaluation of Thermal Diffusion Factor and Diffusion Coefficient from Measurement on a Treunschankel, Mol. Phys., 1967, vol. 12, No. 5, p.249-257.
19. Humpreys A.E., Mason E.A. Intermolecular Forces: Thermal Diffusion and Diffusion in Ar-Kr , Phys. Fluids, 1970, vol. 13, No. 1, p.65-70.
20. Золотухина А.Ф. Экспериментальное определение термодиффузионного фактора для смеси He-Ar. Тепло- и массоперенос и переносные свойства веществ, т. 7. – Минск, 1972. – С. 169-173.
21. Богатырев А.Ф., Косов Н.Д., Маклецова Е.Е. Исследование зависимости термодиффузионной постоянной бинарных смесей газов от температуры и концентрации. Теплофизические свойства газов, – М.: Изд-во стандартов, 1973. – С. 33-37.
22. Saviron J.M., Santamaria C.M., Carrion J.A., Yarza J.C. Isotopic and Nonisotopic Thermal Diffusion Factors from Column Measurements, J. Chem. Phys., 1975, vol. 63, No. 12, p. 5318-5321.
23. Santamaria C.M., Saviron J.M., Yarza J.C. Law of Corresponding States and Thermal-Diffusion Factor of He-Ar Mixtures from Two-Bulb Measurements, Physica, 1976, vol. 84 A, No., p. 212-215.
24. Жданов В.Л., Золотухина А.Ф. Исследование термодиффузионной постоянной смеси He-Ar при низких температурах. Исследование процессов тепло- и массопереноса в веществах различного агрегатного состояния. – Минск, 1977. – С. 28-35.
25. Symons J.M., Martin M.L., Dunlop P.J. Thermal Diffusion in Mixtures of Helium with Argon, Neon, Nitrogen and Carbon Dioxide and Neon with Argon, J. Chem. Soc. Faraday Trans., 1979, vol. 75, No. 3, p. 621-630.
26. Богатырев А.Ф., Лаптев В.Н. Экспериментальное исследование термодиффузионного разделения в изобарных условиях. Теплофизика газов и жидкостей. – Алма-Ата, 1980. – С. 32-35.
27. Trengove R. D., Robjohns H.L., Bell T.W., Martin M.L., Dunlop P.J. Thermal Diffusion Factors at 300 K for Seven Binary Noble Gas Systems Containing Helium or Neon, Physica , 1981, vol. 108A, No. 2-3, 488-501.
28. Trengove R.D., Dunlop P.J. The Temperature Dependence of the Thermal Diffusion Factors of Binary Systems of Nitrogen with Five Noble Gases and of Helium with Argon, Ber. Bunsesges. Phys. Chem., 1983, Bd. 87, No. 10, s. 874-877.
29. Trengove R. D., Harris K.R., Robjohns H.L., Dunlop P.J. Diffusion and Thermal Diffusion in some Dilute Binary Gaseous Systems between 195 and 400 K: Tests of Several Asymmetric Potentials Using the Infinite order Sudden Approximation, Physica, 1985, vol. 131A, No. 3, 505-519.
30. Hurly J.J., Taylor W.L., Menke D.A., Thermal Diffusion Factors for Equimolar He-Ar from 80 to 640 K and Equimolar He-Xe from 140 to 270 K, J. Chem. Phys. 1991, vol. 94, No. 12, p. 8282-8288.