



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
Кафедра «Технология строительного производства»

Учебное пособие

по дисциплине

«Научно-исследовательская работа»

«История отрасли и введение в специальность»

Авторы

Несветаев Г.В.,

Иванчук Е.В.,

Жильникова Т.Н.

Ростов-на-Дону, 2022

Аннотация

Учебное пособие предназначено для студентов очной формы обучения для бакалавров по профилю «Промышленное и гражданское строительство» направления 08.04.01 «Строительство».

Содержатся начальные сведения о промышленном и гражданском строительстве, краткие сведения об истории строительства, приведены имена ученых, рассмотрены основные понятия строительства, современное состояние строительной отрасли.

Авторы

д.т.н., профессор кафедры «Технология строительного производства»
Несветаев Г.В.

к.т.н., доцент кафедры «Технология строительного производства»
Иванчук Е.В.

к.т.н., доцент кафедры «Технология строительного производства»
Жильникова Т.Н.



Оглавление

Введение	4
1. Общие сведения о строительной отрасли и строительном образовании в России.	5
1.1. Общая характеристика и особенности строительной отрасли	5
1.2. История развития строительного образования в ДГТУ	8
1.3. Строительное образование в системе образования России	10
1.4. Строительный комплекс России	12
1.5. Государственное управление строительным комплексом	14
1.6. Строительные предприятия и их организационно-правовые формы	16
1.7. Участники строительного процесса	19
2. Общие сведения по истории строительства.	22
2.1. Из истории строительных материалов	22
2.2. История строительного искусства	55
2.3. История развития расчётов строительных материалов и конструкций	59
2.4. Выдающиеся инженеры и учёные в области строительных наук	64
3. Перспективные технологии в строительстве	68
3.1. Монолитное строительство	68
3.2. Каркасное малоэтажное строительство	70
3.3. Энергоэффективные технологии в строительстве	71
3.4. Строительство экодомов	73
4. Научно-технический прогресс и эффективность строительства	75
Литература	100

Введение

Любая профессия осваивается наилучшим способом тогда, когда склонности и черты характера человека в наибольшей степени совпадают с требованиями, предъявляемыми к работникам избранной профессии. Избирающий профессию инженера - строителя должен четко представлять себе ее особенности, характер труда, требования, предъявляемые ему профессией, понимать специфику труда на избранном поприще. В наше время спорить о том, какая профессия особенно важна, вряд ли можно всерьёз: все они уважаемы и необходимы. Если же говорить о «возрасте» той или иной профессии, то первенство, пожалуй, принадлежит строителям, ибо строительство - это самый древний вид коллективной деятельности человечества.

Человечество в области строительства прошло поучительный путь от мелких мастерских по изготовлению строительных материалов и изделий из них до крупных заводов, в том числе, заводов стройиндустрии; от изб для жилья до многоэтажных, со всеми удобствами, жилых комплексов и зданий общественного назначения. Благодаря строительству, сегодня мы получаем всё то, без чего невозможно материальное производство, а строительная индустрия – это единственная отрасль народного хозяйства, которая создаёт новые, восстанавливает старые и реконструирует действующие здания и сооружения.

Без глубокого изучения истории инженерной, технической и научной деятельности невозможно по-настоящему понять современных проблем в области строительства. В то же время инженер, научный работник не должен быть узким специалистом, а быть всесторонне образованным, высококультурным человеком, так как его решения, как результат научных исследований, могут оказать влияние на социальную и природную среду, на самого человека.

Именно через осознание истории своей профессии будущий инженер может приобщиться к достижениям строительной культуры, понять свое место в жизни и будущей работе.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ И СТРОИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ В РОССИИ.

1.1. Общая характеристика и особенности строительной отрасли

В самом широком смысле слова, *строительство* — это вид человеческой деятельности, направленный на создание зданий, инженерных сооружений (мостов, дорог, аэродромов), а также сопутствующих им объектов (инженерных сетей, малых архитектурных форм, гаражей т. д.). Зародившись на заре развития человечества, как инстинктивная деятельность человека по целевому изменению или приспособлению окружающей среды для своих нужд, в настоящее время строительство представляет собой сложный и многогранный процесс, находящийся на пересечении технических, экономических, правовых и социальных аспектов.

С экономической точки зрения, *строительство* — отрасль материально-технического производства, в которой создаются основные фонды производственного и непроизводственного назначения: готовые к эксплуатации здания, сооружения и их комплексы.

С точки зрения юриспруденции, *строительство* — это процесс добавления строения к недвижимости.

Виды строительства – предусматривают разделение строительства по отраслевым признакам: промышленное, гидротехническое, жилищное и культурно-бытовое, коммунальное, сельское, транспортное, энергетическое, мелиоративное, антисейсмическое и специальное строительство.

Промышленное строительство и гражданское строительство достаточно сильно отличаются друг от друга, хотя в основном, используются одинаковые технологии. В промышленном строительстве должен учитываться тот факт, что назначения объектов могут быть самые различные, и необходимо учитывать все необходимые конструктивные требования, необходимые для конкретного здания. Промышленное строительство включает в себя различные специализации: большинство компаний специализируется на постройке зданий опреде-

ленного назначения. Стоит также отметить, что промышленное строительство и гражданское строительство учитывает все необходимые потребности людей, которые будут проживать в данной постройке.

Строители, получившие специальность "Промышленное и гражданское строительство", занимаются жилищным и промышленным строительством, сооружением культурно-строительных комплексов, мостов, телевизионных башен, других сложных инженерных сооружений, реконструкцией, ремонтом зданий и предприятий. В их задачи входит расчет и конструирование несущих и ограждающих конструкций, они осуществляют контроль качества строительных материалов и конструкций, разрабатывают проекты организации строительства и производства работ с применением комплексной механизации, занимаются нормированием и сметным делом в строительстве.

Строительство, как отрасль материального производства, во многом отличается от промышленности: здесь действуют свои специфические, характерные только для данной отрасли экономики закономерности, обуславливающие своеобразие его организации и управления. Понимание и учет этих объективных особенностей строительства - необходимое условие правильного выбора форм и методов организации и управления строительным производством.

Особенности строительства.

Первой особенностью строительного производства является *неподвижность и территориальная закреплённость продукции* - объектов строительства (зданий и сооружений) и подвижность орудий и средств производства (рабочих, машин и др.), постоянно перемещающихся от объекта к объекту.

Отсюда же вытекает *вторая особенность* - *зависимость от природно-климатических воздействий окружающей среды*. Продукция строительства непосредственно связана с землей, которая является основанием зданий и сооружений или неотъемлемой их частью. Естественное основание само является сложной геологической и гидрогеологической динамической системой, изменяющейся под влиянием воды, температуры, сейсмичности, сезонных колебаний и

т. д. Строительные работы выполняются на открытом воздухе, и люди подвергаются воздействию климатических факторов: атмосферным явлениям; сменам времен года (сезонные колебания) и суток (температура и освещенность).

Третьей особенностью производства является его *большая материалоемкость*. Транспорт связывает завод (склад) и объект в единый технологический процесс. На погрузо-разгрузочные работы и перевозку затрачивается много труда и транспортных средств. К тому же часть материалов (например, товарные растворы) не могут складироваться и должны идти в дело в течение 1...2 ч после их выпуска, что еще в большей степени увеличивает зависимость стройки от транспорта.

Четвертой особенностью строительного производства следует считать *тенденцию переноса производственных процессов со строительной площадки в условия стационарного заводского производства, и тем самым, ослабление действия вышеназванных негативных факторов*. Основным направлением развития строительного производства является совершенствование индустриальных методов, при которых строительство становится монтажно-сборочной площадкой, куда должны поступать с заводов укрупненные сборные элементы максимальной готовности.

Пятая особенность строительства — *длительность производственного цикла и высокая стоимость строительной продукции*. Стоимость объектов строительства достигает десятков миллиардов рублей. Продолжительность строительства может составлять несколько лет. В этот период исключаются из оборота (омертвляются) крупные финансовые средства и материальные ценности. В общей продолжительности строительства значительное время занимает подготовительный цикл, в течение которого производят изыскания, проектирование и работы подготовительного периода.

1.2. Этапы становления факультета Промышленное и гражданское строительство

Факультет Промышленного и гражданского строительства начинает свою историю с февраля 1944 года как строительный факультет, принявший на обучение первых 269 студентов по специальности "Промышленное и гражданское строительство". В состав факультета вошло 11 кафедр, коллектив преподавателей насчитывал 35 человек. На факультете работали выдающиеся ученые: профессора А.В. Рабцевич, Г.П. Орленко, А.А. Пиковский, Д.Н. Горячев, Н.М. Леванов, А.К. Ларионов, К.Б. Аксентян, К.К. Керопян, Ю.В. Осетинский, доценты С.Я. Садэтов, М.А. Шлёнев, профессор Р.Л. Маилян и др., внесшие большой вклад в становление и развитие строительной науки.

В разные годы факультет возглавляли А.М. Свистунов, В.В. Николаев, С.Я. Садэтов, Н.Н. Раецкий, С.Н. Сабанеев, В.А. Зурнаджи, В.И. Шумейко, Б.М. Демченко, Ю.А. Веселев. С 1989 года строительный факультет, преобразованный в 1997 году в институт промышленного и гражданского строительства, возглавлял профессор В.Л. Щуцкий, затем факультет возглавляли профессор, д.т.н. Языев Б.М. и профессор, д.т.н. Вержбовский Г.Б. В настоящее время деканом факультета является доцент, к.т.н. Евтушенко А.И.

Факультет объединяет студентов, обучающихся по основным образовательным программам подготовки специалистов, бакалавров и магистров, в основном инженерно-строительного профиля.

В 90-е годы в связи с реорганизацией строительной отрасли в институте ПГС была проведена большая работа по переходу на целевую подготовку специалистов. С учетом запросов строительных организаций и фирм по основной строительной специальности "Промышленное и гражданское строительство" были введены новые специальности. Это позволило приблизить учебные планы и программы к целевым запросам строительных фирм, углубить связь кафедр с производством.

С 2016 года Ростовский государственный строительный университет (РГСУ) вошел в состав Донского государственного технического университета (ДГТУ), сначала как Архитектурно-строительная академия, а затем в качестве факультетов.

1.3. Строительное образование в системе образования России.

Общие понятия о бакалавриате, магистратуре и аспирантуре.

Строительное образование — профессиональное образование в строительной отрасли, включает начальное, среднее и высшее профессиональное образование.

На протяжении многих лет основными уровнями квалификации специалистов в области строительства были *техник-строитель* (с трехлетним сроком обучения в средних специальных учебных заведениях) и *инженер-строитель* (с пятилетним сроком обучения в высших учебных заведениях). В связи с присоединением России к Болонскому процессу высшее строительное образование переходит на двухуровневую систему *бакалавр-магистр* с 4 и 6 годами обучения соответственно. При этом в учебных планах каждого цикла образования выделяется базовая часть (обязательная для всех вузов), вариативная часть (устанавливаемая вузом) и дисциплины по выбору студента.

При новой системе важно сделать правильным выбор программы и формы образования: сколько лет вы готовы потратить на обучение, нужно ли высшее образование, достаточно ли степени бакалавра, или интересует полное высшее образование - магистратура, или есть желание поскорее поступить в аспирантуру.

Магистр - это вторая (после бакалавриата) ступень, самый высокий уровень профессионального образования. Обучение в магистратуре позволяет дополнить базовое образование и получить степень магистра по профильному направлению или по другой специальности. Главное преимущество магистратуры - формирование опыта профессиональной деятельности, то есть глубокое

понимание практических проблем, получение практических знаний по конкретным сферам профессиональной деятельности. В то же время, обучение в магистратуре дает возможность получить ценный опыт научно-исследовательской работы. Программы магистратуры разделяются на исследовательские, когда студенты под наблюдением курирующего преподавателя самостоятельно проводят исследования в интересующей их области, и обучающие, состоящие из лекций и семинаров с последующей защитой итоговой работы. Срок обучения по очной форме - 2 года.

После магистратуры обучение можно продолжить в *аспирантуре*. Обучение в аспирантуре длится 3 года (при заочной форме - 4 года). *Аспирантура* - форма повышения квалификации, с целью подготовки к соисканию ученой степени кандидата наук. После окончания аспирантуры и защиты кандидатской диссертации аспирант становится кандидатом наук и может продолжить обучение в докторантуре. Аспирантура - путь для тех, кто желает посвятить себя научной деятельности и чувствует свое призвание в этой области.

Область профессиональной деятельности магистров по направлению "Строительство" включает: проектирование, возведение, эксплуатация и реконструкция здания и сооружений; инженерное обеспечение и оборудование строительных объектов; разработка машин, оборудования и технологий, необходимых для строительства и производства строительных материалов, изделий и конструкций; проведение научных исследований и образовательной деятельности.

Объектами профессиональной деятельности магистров являются: промышленные, гражданские здания, гидротехнические и природоохранные сооружения; строительные материалы, изделия и конструкции; системы теплогаснабжения, вентиляции, водоснабжения и водоотведения промышленных, гражданских зданий и природоохранных объектов; машины, оборудование, технологические комплексы и системы автоматизации, используемые при строительстве и производстве строительных материалов, изделий и конструк-

ций; земельные участки, городские территории. Нормативный срок освоения основной образовательной программы (ООП) подготовки магистра при очной форме обучения составляет 2 года.

Цели и задачи образовательной программы - Основной целью ОПОП ВО является подготовка квалифицированных кадров в области промышленного и гражданского строительства посредством формирования у обучающихся универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО, а также развития личностных качеств (целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, коммуникативности, толерантности, общей культуры), позволяющих реализовать сформированные компетенции в профессиональной деятельности.

ОПОП ВО имеет своей целью документационное и методическое обеспечение реализации ФГОС ВО и на этой основе развитие у обучающихся личностных качеств, а также формирование универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, способствующих успешной деятельности по профилю подготовки. В области воспитания целью ОПОП ВО является формирование социальноличностных качеств обучающихся: целеустремленности, организованности, трудолюбия, ответственности, гражданственности, коммуникативности, толерантности, повышение их общей культуры.

В области обучения целью ОПОП ВО является: - формирование у выпускников компетенций, необходимых для осуществления профессиональной деятельности в соответствии с ФГОС ВО; - формирование способности приобретать новые знания, психологической готовности к изменению вида и характера своей профессиональной деятельности и обеспечение выпускника возможностью продолжения образования; - обеспечение многообразия образовательных возможностей обучающихся; - обеспечение подготовки выпускников, способных проявлять гибкость и активность в изменяющихся условиях рынка труда для областей деятельности, относящихся к компетенции магистра по направлению 08.04.01 – «Строительство», программе Промышленное и граж-

данское строительство». Реализация программы осуществляется самостоятельно без использования сетевой формы. Образовательная деятельность по ОПОП ВО реализуется на государственном языке Российской Федерации.

Вид (виды) профессиональной деятельности, к которому (которым) готовятся выпускники следующие:

- проектный;
- научно-исследовательский;
- технологический;
- педагогический.

1.4. Строительный комплекс России

Строительный комплекс России включает в себя:

- строительные организации;
- заводы строительной индустрии;
- карьеры по добыче минерального сырья;
- проектные, научные, исследовательские институты и лаборатории;
- систем подготовки кадров для строительства и строительной индустрии (высшие учебные заведения, колледжи, техникумы, профессиональные училища).

В сфере капитального строительства прямо или косвенно участвуют более 70 отраслей национальной экономики, которые обеспечивают строительство металлом и металлоконструкциями, цементом, лесоматериалами, строительными машинами, средствами транспорта, топливом и энергетическими ресурсами.

Интеграция различных производств способствовала формированию *межотраслевого строительного комплекса (МСК)*, обеспечивающего основные потребности строительной отрасли – от проектов до законченных зданий и сооружений. *Строительный комплекс*, как межотраслевой, представляет собой группу взаимосвязанных отраслей, выполняющих общие задачи для получения

нужной обществу конечной продукции необходимой населению. Он играет существенную роль в укреплении материально-технической базы страны, в ускорении ее социально-экономического развития. *Межотраслевой строительный комплекс России* – это сложный механизм, составные части которого связаны между собой. Например, от темпа роста производства строительных материалов зависят масштабы капитального строительства, его экономичность и технический уровень, сроки возведения зданий и сооружений.

По объему производимой продукции и количеству занятых людских ресурсов на строительную отрасль приходится примерно десятая часть экономики страны. Перестроечные процессы в экономике страны и разгосударствление крупных государственных строительных и монтажных трестов привели к резкому увеличению числа малых строительных и монтажных организаций различных форм собственности. В процессе создания основных фондов, представляющих собой строительную продукцию строительных организаций, заняты рабочие кадры, применяются средства труда (техника) и предметы труда (материалы). Взаимодействуя между собой, основные элементы строительного процесса создают конечную строительную продукцию (представляющую собой здания, сооружения, объекты) в натуральном и денежном выражении.

На современном этапе строительный комплекс России представляет собой развитую систему строительных производств, дифференцированных по отраслям, подотраслям и отдельным предприятиям.

Круг основных отраслей, включенных в строительный комплекс, обусловлен его специфичностью и включает: цементную промышленность, промышленность асбестоцементных изделий, промышленность мягких кровельных и гидроизоляционных материалов, промышленность сборных железобетонных и бетонных конструкций и изделий, промышленность стеновых материалов, производство строительного кирпича и керамической черепицы, промышленность строительной керамики, промышленность нерудных строительных мате-

риалов (щебня, гравия, строительного песка), промышленность теплоизоляционных материалов, асбестовую промышленность и др.

1.5. Государственное управление строительным комплексом

В государственной собственности находится большое число зданий, сооружений и коммуникаций гражданского, промышленного, военного назначения, а также земля, полезные ископаемые, водные, лесные ресурсы и т.п. Управление всем этим комплексом многоступенчато от Президента РФ до конкретного человека, которому поручено управлять рабочими на объектах государственной формы собственности. В Российской Федерации согласно статье 8 Конституции РФ признаются частная, государственная, муниципальная и иные формы собственности. Строительство объектов собственности и их эксплуатация требуют соответствующих организации и управления.

До 2013 года согласно положению о Федеральном агентстве по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (утвержденному постановлением Правительства РФ от 30 июня 2012 г. N 670) **Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой)** являлось федеральным органом исполнительной власти, осуществляющим функции по оказанию государственных услуг, управлению государственным имуществом в сфере строительства, градостроительства, промышленности строительных материалов и жилищно-коммунального хозяйства, а также осуществляющим по вопросам, не отнесенным законодательством Российской Федерации к ведению Министерства регионального развития Российской Федерации, функции по выработке и (или) реализации государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере строительства, архитектуры, градостроительства и жилищно-коммунального хозяйства, в сфере теплоснабжения, в сфере обеспечения энергетической эффективности зданий, строений, сооружений, в том числе в жилищном фонде, в садоводческих, огороднических и дачных некоммерческих объединениях граждан, в сфере повышения энергетиче-

ской эффективности экономики субъектов Российской Федерации и муниципальных образований.

С 1 ноября 2013 года Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации — федеральный орган исполнительной власти.

Ведомство осуществляет выработку и реализацию государственной политики и нормативно-правового регулирования в сфере строительства, архитектуры, градостроительства и жилищно-коммунального хозяйства, оказывает государственные услуги, управляет государственным имуществом в соответствующей сфере.

Указ о создании Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстроя России) подписан 1 ноября 2013 года Президентом Российской Федерации.

Ведомство осуществляет выработку и реализацию государственной политики и нормативно-правового регулирования в сфере строительства, архитектуры, градостроительства и жилищно-коммунального хозяйства, оказывает государственные услуги, управляет государственным имуществом в соответствующей сфере.

Указ о создании Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстроя России) подписан 1 ноября 2013 года Президентом Российской Федерации.

Отраслевые органы управления местной власти. Органы власти, осуществляющие правление строительством на местах, подразделяются на республиканские, краевые, областные и муниципальные. В Ростовской области это - ***Министерство строительства, архитектуры и территориального развития Ростовской области*** - областной орган исполнительной власти, осуществляющий функции по реализации государственной политики в сфере территориального развития области, градостроительства, архитектуры, жилищного строительства, промышленности строительных материалов.

Обычно планировкой и застройкой городов, поселков и сельских населенных пунктов руководит комитет (управление, отдел) по делам строительства и архитектуры.

Поскольку большинство строительных и проектных организаций, а также заводов строительной индустрии находится в частной либо акционерной собственности, органы государственного и местного управления не могут напрямую вторгаться в их деятельность. Вместе с тем они способны оказывать на них опосредованное влияние путем принятия соответствующих законов, нормативных актов, лицензирования, выдачи разрешительной документации, осуществления контроля за строительными работами. Контроль осуществляется с момента отвода участка под строительство и продолжаться после ввода зданий и сооружений в эксплуатацию.

1.6. Строительные предприятия и их организационно-правовые формы

Организационно-правовая форма предприятия - форма юридической регистрации предприятия, которая создает этому предприятию определенный правовой статус.

По правовому статусу (организационно-правовым формам) предприятия можно разделить на:

1) *Хозяйственные товарищества и общества:*

Полное товарищество – это товарищество, участники которого (полные товарищи) в соответствии с заключенным между ними договором занимаются предпринимательской деятельностью от имени товарищества и несут ответственность по его обязательствам принадлежащим им имуществом.

Управление предпринимательской деятельностью полного товарищества осуществляется по общему согласию всех его участников. Участники полного товарищества солидарно несут субсидиарную ответственность своим имуществом по обязательствам товарищества. Полные товарищества представляют

собой небольшие по размеру предприятия и их деятельность контролировать достаточно просто.

Товарищество на вере (коммандитное товарищество) – товарищество, в котором наряду с участниками, осуществляющими от имени товарищества предпринимательскую деятельность и отвечающими по обязательствам товарищества своим имуществом (полными товарищами), имеется один или несколько участников-вкладчиков (коммандитистов), которые несут риск убытков, связанных с деятельностью товарищества, в пределах сумм внесенных ими вкладов и не принимают участия в осуществлении товариществом предпринимательской деятельности.

Общество с ограниченной ответственностью (ООО) – учрежденное одним или несколькими лицами общество, уставный капитал которого разделен на доли определенных учредительными документами размеров; участники общества с ограниченной ответственностью не отвечают по его обязательствам и несут риск убытков, связанных с деятельностью общества в пределах стоимости внесенных ими вкладов. Уставный капитал общества с ограниченной ответственностью составляется из стоимости вкладов его участников. Данная организационно-правовая форма распространена среди мелких и средних предприятий.

Общество с дополнительной ответственностью – учрежденное одним или несколькими лицами общество, уставный капитал которого разделен на доли определенных учредительными документами размеров; участники такого общества солидарно несут субсидиарную ответственность по его обязательствам своим имуществом в одинаковом для всех кратном размере к стоимости их вкладов, определяемом учредительными документами общества. Общество с дополнительной ответственностью представляет из себя гибрид полного товарищества и общества с ограниченной ответственностью.

Акционерное общество (АО) – общество, уставный капитал которого разделен на определенное число акций; участники акционерного общества (акцио-

неры) не отвечают по его обязательствам и несут риск убытков, связанных с деятельностью общества, в пределах стоимости принадлежащих им акций.

Открытое акционерное общество (ОАО) – общество, участники которого могут отчуждать принадлежащие им акции без согласия других акционеров. Такое акционерное общество вправе проводить открытую подписку на выпускаемые им акции и их свободную продажу на условиях, устанавливаемых законом и иными правовыми актами. Открытое акционерное общество обязано ежегодно публиковать для всеобщего сведения годовой отчет, бухгалтерский баланс, счет прибылей и убытков.

Закрытое акционерное общество (ЗАО) – общество, акции которого распределяются только среди его учредителей или иного заранее определенного круга лиц. Такое общество не вправе проводить открытую подписку на выпускаемые им акции либо иным образом предлагать их для приобретения неограниченному кругу лиц. Акционеры закрытого акционерного общества имеют преимущественное право приобретения акций, продаваемых другими акционерами этого общества. Учредительным документом акционерного общества является его устав. Уставный капитал акционерного общества составляет номинальную стоимость акций данного акционерного общества, которые приобрели акционеры. Высшим органом управления акционерного общества является общее собрание акционеров.

2) ***Производственный кооператив (артель)*** – добровольное объединение граждан на основе членства для совместной производственной или иной хозяйственной деятельности (производство, переработка, сбыт промышленной, сельскохозяйственной и иной продукции, выполнение работ, торговля, бытовое обслуживание, оказание других услуг), основанной на их личном трудовом и ином участии и объединении его членами (участниками) имущественных паевых взносов. Производственный кооператив является коммерческой организацией. Учредительным документом производственного кооператива по существу является его устав, который утверждает общее собрание его членов. имуще-

ство, которое находится в собственности производственного кооператива, делится на части (паи) его членов в соответствии с уставом данного предприятия. Производственный кооператив не имеет права выпускать акции.

3) **Унитарное предприятие** – коммерческая организация, не наделенная правом собственности на закрепленное за ней собственником имущество. Имущество унитарного предприятия является неделимым и не может быть распределено по вкладам (долям, паям), в том числе между работниками предприятия. В Российской Федерации в форме унитарных предприятий могут быть созданы только государственные и муниципальные предприятия. Они управляют, но не владеют закрепленным за ними государственным (муниципальным) имуществом.

4) **Индивидуальный предприниматель (ИП)** без образования юридического лица, являющийся физическим лицом.

1.7. Участники строительного процесса

Организации – участники строительства независимо от вида строительства в его проведении связаны с друг с другом правовыми отношениями.

Инвестор - организация, финансирующая строительство. Как правило,

инвестор не вмешивается в строительные вопросы и все права в распоряжении денежными средствами на это строительство передаются заказчику.

Заказчик - организация, которая формирует состав генеральных исполнителей ведет с ними денежные расчеты, осуществляет общее руководство строи-

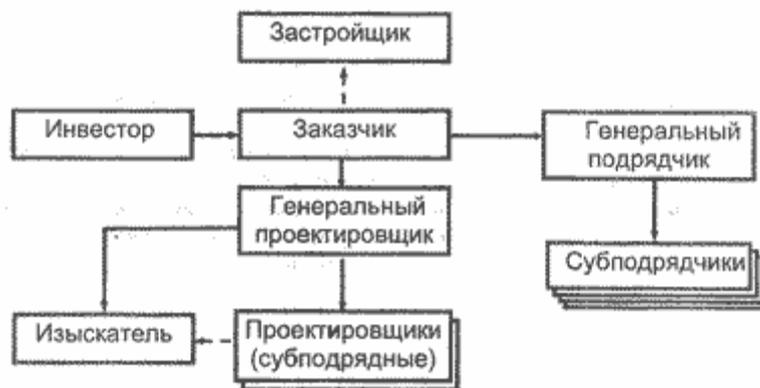


Рис. 1 – Схема взаимодействия участников строительного процесса

тельством, организует приемку законченных объектов. Возможны ситуации, когда заказчик одновременно является и инвестором.

Застройщик - владелец земельного участка, на котором будет вестись строительство. Возможны ситуации, когда застройщик может быть одновременно и заказчиком и инвестором. Термин «застройщик» не является общепринятым, и некоторыми специалистами он понимается как термин свободного пользования, т.е. «застройщиком» могут иногда называть и заказчика, и инвестора, и владельца участка.

Генеральный подрядчик - главный исполнитель строительных работ, формирующий состав исполнителей более низкого иерархического уровня - субподрядчиков, ведущий с ними денежные расчеты, принимающий у них законченные работы. Чаще всего это крупная строительно-монтажная организация.

Субподрядчики - строительные организации, привлекаемые генеральным подрядчиком для выполнения специальных видов работ, например, земляных, электромонтажных, сантехнических, отделочных и т.д.

Генеральный проектировщик - главный исполнитель проектных работ, выполняющий основную их часть собственными силами, а остальную - силами привлекаемых субподрядных проектных организаций «проектировщиков». Генеральный проектировщик обычно сам формирует состав исполнителей (проектировщиков), ведет с ними денежные расчеты, принимает у них законченные проектные работы. Чаще всего это крупная проектная организация, специализированная на каком-либо виде строительства (промышленном, гидротехническом, гидромелиоративном и т.д.).

Проектировщик (субподрядный) - организация, привлекаемая генеральным проектировщиком для выполнения той или иной части проекта «на правах субподряда» (т.е. является как бы исполнителем у исполнителя).

Изыскатель - организация, привлекаемая проектировщиком (генеральным или субподрядным), реже непосредственно заказчиком, для выполнения

инженерных изысканий на территории строительства. Обычно изыскания выполняют специализированные (изыскательские) организации, реже изыскательские отделы крупных проектных организаций.

Все организации-участники работают на договорной (контрактной) основе. В договорах (или контрактах) организация выполняющая работу именуется «исполнитель», а организация, заказывающая эту работу и оплачивающая ее, именуется «заказчик».

На практике часто наблюдаются, отклонения от общей схемы. Например, наличие «генерального проектировщика» и «субподрядных проектировщиков» характерно лишь для больших строек. В большинстве же случаев, например, при строительстве жилых домов, небольших промышленных предприятий нет необходимости привлечения нескольких проектных организаций - достаточно одной. Иногда нет необходимости и в субподрядчиках-строителях - все строительные работы выполняет одна организация.

В процессе строительства проектные организации часто ведут систематический контроль за правильностью реализации своих проектов. Это называется **«авторским надзором»** («проектное сопровождение»). Авторский надзор выполняется на основании специального договора с заказчиком, который решает вопрос о необходимости такого надзора.

Для решения особо сложных технических вопросов может привлекаться научное учреждение. Если такое привлечение ведется систематически, оно именуется **«научным сопровождением»**. Оно обычно оформляется безденежным договором или специальным протоколом. Денежные же договоры составляются по мере возникновения каждой конкретной задачи.

2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ПО ИСТОРИИ СТРОИТЕЛЬСТВА.

В Древней Руси профессиональные строительные навыки передавались при непосредственной работе ученика, подмастерья в составе артели. Распространению умений способствовало то, что строительство зданий по природе

своей было коллективным. Первыми профессиональными руководителями строек были десятники, производители работ, архитекторы. С появлением сначала эмпирических, а затем научно обоснованных методов расчёта, конструирования и строительства стали возникать профессиональные учебные заведения. Для низшего и среднего звена управления в России организовывались школы десятников по строительному делу, а также курсы по подготовке техников-строителей. Во Франции первое строительное училище было основано в 1740 году архитектором Блонделем. Первым высшим инженерным учебным заведением, а кроме того в области фортификационного строительства становится в 1810 году, основанное в 1804 году Главное инженерное училище Российской империи, по причине добавления дополнительных офицерских классов и двух годичному продолжению обучения офицеров, в отличие от всех других кадетских корпусов и инженерных учебных заведений России. Одним из первых высших учебных заведений в области транспортного строительства и транспорта был Петербургский государственный университет путей сообщения, основанный в 1809 году. Он готовил специалистов по проектированию, строительству и эксплуатации дорожных, а также гидротехнических сооружений. Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет был основан в 1832 году под названием «Училище гражданских инженеров» и является старейшим в России среди специализированных вузов строительного профиля.

2.1. Из истории строительных материалов

Применение и получение строительных материалов было известно в самой глубокой древности, поскольку они играли непосредственную роль в обустройстве быта и развитии культуры. Основные материалы, используемые в строительстве песок, глина и камень, они использовались на протяжении многих тысячелетий. Горные породы существовали всегда, с их помощью можно

было строить дома, но так как древние строительные материалы оставляли щели, их устраняли с помощью глины.

Еще одним наиболее распространенным строительным материалом, можно назвать солому. Технология строительства с ее помощью основывалась на прекрасном изоляторе, солома отлично сохраняло тепло, и не пропускала холод. Использование соломы в строительных целях стало модным и в последние годы.

Древесина, это самый древний материал, ее можно использовать в любой сфере строительства, обычно древесина служила материалом для больших сооружений.

Бетон, это довольно сложный материал, он состоит из множества веществ, растворов и химических элементов. Бетон часто используется в современном строительстве, по своей прочности он не уступает натуральному камню, с помощью арматуры его можно укрепить и сделать сверхпрочным.

Для строительства высотных зданий используется металл. Существует огромное количество видов металла, это прочный и долговечный материал, однако к его большим недостаткам можно отнести коррозию.

Другими популярным строительным материалом является стекло, пластмасса и другие материалы.

На территории нашей страны производство различных строительных материалов возникло в глубокой древности. На основании литературных данных, а также археологических изысканий можно прийти к заключению, что много столетий назад наши предки уже умели удовлетворительно изготавливать такие строительные материалы, как кирпич, воздушная и гидравлическая известь, применять указанные материалы для построек и, видимо, хорошо знали их важнейшие свойства.

В царствование Ивана IV потребовалось систематизировать накопившийся за многие столетия опыт производства и применения строительных материалов. В 1584 г. появился в качестве официального документа «Каменный при-

каз», в котором регламентировались добыча и производство некоторых естественных и искусственных строительных материалов.

В XVI—XVII вв. это производство развивалось медленно. Некоторый подъем его наблюдался в период царствования Петра I, поощрявшего расширение производства строительных материалов для хозяйства страны.

Производство строительных материалов заметно начинает увеличиваться в России с шестидесятых годов 19 столетия, со времени отмены крепостного права. Потребность в них увеличилась в связи с развитием капитализма, с этого времени начали строиться заводы портландцемента, расширилась область его применения. Русские ученые и инженеры оказали большое влияние на создание отдельных отраслей промышленности строительных материалов, в частности цементной. Последняя стала усиленно развиваться в конце XIX и начале XX века. В то же время развернулось строительство механизированных печей для обжига известняка. Высшие технические учебные заведения стали выпускать специалистов по различным отраслям производства строительных материалов.

История строительства из дерева.

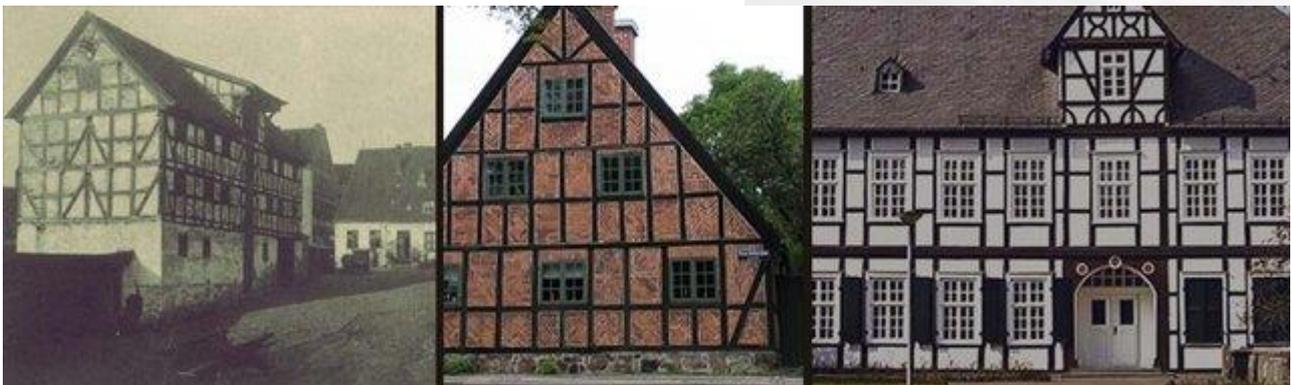


Рис. 2 - Фахверковые дома имеют жёсткий несущий каркас из стоек (вертикальных элементов), балок (горизонтальных элементов) и раскосов (диагональных элементов), которые и являются основной отличительной особенностью конструкции фахверка.

Древесина - продукт деревьев. Древесина - это древний строительный материал и используется в построении почти любого типа и структуры в большинстве климатов.



Рис. 3 - Ставкирка в Боргунне. Одна из самых древних сохранившихся каркасных церквей в Норвегии. Построена предположительно в 1150-80 гг.

Древесина может быть очень гибкой под грузами, держать силу, сгибаясь, и невероятно сильна, когда сжата вертикально. Есть много отличающихся качеств по различным типам древесины, даже среди одинаковых разновидностей дерева. Это означает, что определенные разновидности лучше для определённого использования, чем другие. Условия произрастания важны для формирования тех или иных качеств.

Исторически, дерево используется для построения больших структур в его необработанной форме. Деревья только обрезались до необходимой длины, иногда очищались от коры.

В древние времена, в некоторых частях мира, у многих домов или сообществ была личная лесная посадка, из которой семья или сообщество вырастят и соберут деревья, для строительства.

Строить из дерева начали много раньше, чем из камня - как минимум, на десять тысяч лет. Первыми строительными материалами стали *камыш, кости, шкура и ветки - палки*, выполнявшие роль каркаса. Позднее строительство трансформировалось в дома на деревянных сваях, брусчатые и бревенчатые.

Примерно в 8 тысячелетии до нашей эры деревянное домостроение стало массовым в *Средиземноморье*. Тогда здесь еще росли густые леса, и Греция, Турция и Палестина не представляли собой голую степь. Строительного материала было вдоволь, и деревни с бревенчатыми домами, росли, как грибы. Один из первых деревянных городов носил имя Иерихон (он упоминается в Ветхом завете). В Древней Греции из дерева строились не только дома, но и большинство храмов и общественных зданий.

Позднее лесные пространства стали редеть и строительного материала стало не хватать. В это время начинается использование *фахверковых* (каркасных) (рис. 2) деревянных домов с заполнителем - впервые их применили в Древнем Египте.

Постепенно деревянное домостроение продвигалось на север. Главными его центрами становятся лесистые регионы: Альпы, Карпаты, Баварские леса,

Англия и богатые лесом северные территории - современные Скандинавия и Россия.

В центральной Европе долгое время строили бревенчатые дома. Но к концу Средневековья запасы леса стали сокращаться и здесь. В Германии и Австрии переходят на экономичные фахверковые конструкции, популярные здесь до сих пор. В Польше вообще на какое-то время запретили строить из дерева. Много древесины уходило на топку и кораблестроение.

Иначе дело обстояло в Скандинавии. В середине 12 века переживает свой расцвет деревянное зодчество в Норвегии, где до сих пор сохранились два десятка церквей того времени (рис. 3).

Восточные традиции деревянного строительства берут свое начало в Китае, но очень скоро

запасы леса в густонаселенной стране стали сокращаться. Напротив, соседняя Япония, используя китайскую традицию, продвинулась далеко вперед. Дома здесь строились с учетом частых землетрясений. Поэтому колонны прочно упирали в каменную породу, а уровень первого эта-



Рис. 4 - Жилище Большого Будды. Золотой храм (Кондо) монастыря Тадайдзи, основанного в VIII в. (743 - 752 гг.). Самое крупное деревянное здание в мире.



Рис. 5 - Преображенская церковь Кижского погоста была возведена в 1714 году и сегодня является наиболее известным памятником деревянного зодчества Русского Севера.

жа высоко поднимали над землей. В результате мы можем и сейчас видеть японские храмы конца первого тысячелетия нашей эры. А храм Тодайдзи (рис. 4), ровесник Полтавской битвы, считают самым большим бревенчатым зданием во всем мире.

Активно использовали деревянное домостроение и американские колонисты. Первые здания были свайными. Широкое распространение получили бревенчатые, а затем и брусчатые дома.

Русское зодчество. Русь всегда считалась страной лесов. И традиции деревянного зодчества здесь уходят в глубокую древность. Мастера срубного строительства достигли небывалых высот - чего стоит только Кижский погост (рис. 5), известный на весь мир. По легенде, 22-главая Церковь Преображения Господня была построена одним топором, без других инструментов. Не знаем, правда это или нет, но что точно известно: на Руси строили без гвоздей вплоть до 19 века. Одних только врубок знали более 50 типов: в "чашу", "в лапу", "в ласточкино гнездо", "в ус". Срубное (клетское) строительство эволюционировало от однокамерного жилища до трехкамерного и более сложных вариантов.

Уже в 18-19 веках, в подражание странам Европы, в России начинают строить больше каменных зданий. С развитием промышленности в 19-начале 20 века деревянные дома начинают считать отсталыми и несовременными, теперь его ассоциируют с тонкостенными бараками, гниением и горением.

К концу XIX века эти вопросы приобрели первостепенное значение. В 1887 г. Русским техническим обществом была создана специальная комиссия по выработке технических условий на средства и способы защиты древесины от гниения. В работе этой комиссии и в; проведении больших исследований приняли деятельное участие профессор Института инженеров путей сообщения Н. А. Белелюбский, профессор Лесного института Д. Н. Кайгородов и др.

После Великой Октябрьской социалистической революции наука о лесе и лесных материалах получила широкое развитие. В СССР созданы десятки крупнейших научных учреждений по вопросам лесоразведения и обработки ле-

са. Широко применяя достижения выдающихся русских ученых В. В. Докучаева, И. П. Бородина, Г. Ф. Морозова, И. В. Мичурина и Т. Д. Лысенко, академик В. Н. Сукачев (Институт леса Академии наук СССР) вывел путем селекции и скрещивания около двадцати быстрорастущих древесных пород. Всесоюзным институтом лесного хозяйства выведены скороспелые сорта дуба, тополя, вяза, манчжурского ореха и др.; Киевским лесохозяйственным институтом разработан метод ускоренного выращивания бессучковой сосны. Советскими учеными создана новая отрасль науки — древесиноведение (лауреат Сталинской премии проф. С. И. Ванин), разработана теория сушки древесины (проф. Н. Н. Чулицкий и др.) созданы новые типы деревянных инженерных сооружений и методы конструктивной защиты древесины от гниения (проф. Г. Г. Карлсен и др.), химической защиты древесины от гниения и повышения ее огнестойкости.

Нашими учеными получены специальные клеи и новые виды клееных дощатых и фанерных конструкций, значительно более легких, экономичных и индустриальных, чем, обычные деревянные конструкции.

В конце 20-го века деревянное строительство возвращает утраченные позиции. Современные технологии позволяют исправить главные недостатки дерева как строительного материала: склонность к гниению (антисептики), пожароопасность (антипирены) и т.д. Изменения касаются и дизайна, который уже не назовешь ограниченным. Но главное, дерево - это экологичный материал, а современный мир все больше думает об экологии.

В США и Канаде, Финляндии, Японии и Южной Корее, Германии и Франции деревянное домостроение развивается быстрее других отраслей. В результате этого количество деревянных домов в Штатах достигло 95% от общего числа (полмиллиона домов в год). Американцы обогнали даже Финляндию, где "всего" 90% деревянных домов.

В странах Евросоюза строительство жилых домов из дерева поддерживают на государственном уровне. А в Японии все односемейные дома - дере-

вянные (каждый год вводится 300 тысяч). Россия пока уступает по темпам роста. Но мировые тенденции становятся актуальными и для РФ.

С дерева началась история строительства. К дереву мы и возвращаемся. Кроме экологического аспекта, это, возможно, позволит несколько удешевить строительство и облегчить жилищную проблему. Тем более, в такой стране, как Россия, с многовековым опытом деревянного домостроения.

История строительства из природного камня.

Горные структуры существовали столько, сколько существует история. Это - самый доступный строительный материал, и обычно готов для применения. Есть много типов скальных пород во всём мире с отличающимися свойствами, которые делают их лучше или хуже для специфического использования. Камень - очень плотный строительный материал, таким образом, он дает большую защиту, но плотность также является его главным недостатком, т.к. приводит к большому весу. Его теплопроводность также считают большим недостатком, поскольку каменное строение труднее протопить, и оно быстрее остывает. Каменные стены были выстроены тогда, когда один камень положили поверх другого, скрепив их вместе.

Как строительный и отделочный материал натуральный камень - *мрамор, гранит, известняк, оникс и доломит*, использовался людьми с давних времен. И первую эпоху в развитии человечества историки не просто так называют «каменным веком»: именно в то время камень стал использоваться как материал для производства орудий труда.

Позднее камень начали применять для строительства домов и храмов, изготовления колонн, ступеней, элементов украшения. По всему земному шару жителями разных стран и эпох было оставлено множество построек, скульптур и других прекрасных произведений искусства из мрамора, гранита, доломита. Строительство каменных домов — огромный пласт строительной истории человечества. Конечно, нельзя однозначно сказать, что в те или иные времена дома строились только определенным способом — речь идет о наиболее распро-

страненном. И достаточно долго каменное строительство было безусловным лидером, да и сейчас этот способ не спешит сдавать позиции. В момент зарождения каменного строительства в качестве строительного материала использовался тесаный камень.

Известняк - осадочная горная порода, возникшая миллионы лет назад на дне древних морей из морских осадков, занимает более 10% всех отложений земного покрова.

Огромные глыбы, вырубленные из этого материала, использовались для строительства знаменитых Египетских пирамид (рис. 6), а из каменных блоков гораздо меньших размеров были возведены многие замки Франции, Англии, Германии и других европейских стран. Знаменитый Собор Парижской Богоматери тоже сооружен из камней известняковых пород.



Рис. 6 – Пирамида Хеопса



Рис.7 – Белокаменный Московский Кремль при Дмитрии Донском (с картины А.М. Васнецова)

Из него построены Белокаменный кремль Дмитрия Донского (рис. 7), Грановитая Палата и главный собор Кремля – Успенский (рис. 8). Да и сам Кремль, построенный из красного кирпича, имеет фундамент и цокольные части стен, выполненные из белого камня.

Используемый в основном как строительный материал, известняк широко применялся и для изготовления декоративных фасадных плит, колонн, порта-

лов дверей и даже скульптур. Белокаменные узорные детали использовались для украшения самых разных построек, например, известнейшая Церковь Вознесения в Коломенском, построенная в 1532 году из кирпича, отделана узором из известняка.

И, возвращаясь к древней Греции, где мрамор преобладал в качестве строительного и отделочного материала, нельзя не вспомнить, что первый афинский Акрополь в VI в. до н.э. был построен именно из известняка.

Известняк или белый камень, благодаря своей однородной и пористой структуре, обладает высокой прочностью и морозостойкостью, что делает постройки из него долговечными и надежными. Наряду с прочностью, этот материал легко обрабатывается – пилится, режется, шлифуется. И, конечно, немаловажным фактором является привлекательный внешний вид, который имеют постройки из известняка.



Рис. 8 – Успенский собор Московского Кремля

Мрамор – один из древнейших природных камней, который стал подвергаться обработке. Наряду с привлекательным внешним видом и разнообразием цветов и оттенков, этот материал обладает высокой прочностью, надежностью и долговечностью. При этом благодаря мелкозернистой структуре, мрамор легко пилится, режется и сверлится без риска быть расколотым в процессе обработки. Возможность создания самых различных поверхностей – от шероховатых до гладких полированных сделала его одним из любимых материалов древних скульпторов.



Рис. 9 – Акрополь Парфенон

Особенно ценились белые породы мрамора, добываемые на греческом острове Парос, в горном массиве

Марпесса. Именно из них создавались бессмертные творения древних мастеров – статуи богинь и героев преданий, эпосов, легенд. Лёгкий желтоватый оттенок и бархатистость обработанной поверхности как нельзя лучше подходили для скульптур.

На горе Пентеликон, расположенной к северо-востоку от Афин, добывался молочно-белый мрамор с прожилками зеленоватой слюды. Из него были построены знаменитый Парфенон (рис. 9), храм Зевса Олимпийского и многие другие памятники греческого искусства.

Из белого мрамора, но добытого не в Элладе, а в Макоране, местечке близ индийского города Джайпура, сооружен знаменитый памятник любви могольского императора Шах-Джахана к своей жене -



Рис. 10 – Тадж-Махал (Индия), XVII век

мавзолеей Тадж–Махал (рис. 10). Построенный в XVII веке, он и по сей день стоит на берегу реки Джамна, поражая своим совершенством и монументальностью. Особый эффект комплексу Тадж-Махал придает своеобразная полировка камня, отражающая перемены в потоках света: утром, днем, вечером этот шедевр архитектуры выглядит по-разному. Особенно прекрасен он ночью, при свете луны.

Мрамор стал незаменимым материалом и во времена эпохи Возрождения: великие скульпторы воплощали в нем свои творческие замыслы и идеи. Из этого природного камня высекал свои скульптуры великий итальянский мастер Микеланджело. Из мраморных глыб Каррары под инструментом художника рождались удивительные и совершенные статуи, скульптурные группы и барельефы.

Мраморные лестницы с перилами и балясинами тонкой работы украсили великие дворцы и храмы, а прекрасные скамейки, фонтаны и вазы стали неотъемлемой частью садов и парков.

Гранит. Этот прочный, долговечный и красивый камень стал излюбленным строительным материалом во многих городах и странах мира. Из него изготавливались облицовки фасадов и покрытия полов, порталы каминов и великолепные памятники, балясины и шары, украшающие мосты и лестницы.



Рис. 11 – Александровская колонна. Санкт-Петербург

Различные породы гранита сыграли ведущую роль в архитектуре двух прибалтийских городов – Санкт-Петербурга и Хельсинки. В первую очередь, это было вызвано непосредственной близостью к Фенноскандинавскому геологическому щиту, где граниты распространены повсеместно. Более того, это месторождение позволяет добывать цельные блоки камня больших размеров. Из одной такой заготовки выполнен ствол Александровской колонны (рис. 11), установленной в северной столице нашей страны. Длина его в го-

товом виде составляет 25,58 м, а вес – около 700 т.

Для облицовки Эрмитажного моста через Зимнюю канавку и Дворцовой набережной Невы привозили добытый на островах Финского залива красивый розовый мрамор, ставший символом Петербурга царских времен. Этот же камень с неповторимым рисунком был использован для изготовления внутренних колонн Казанского и Исаакиевского соборов, подиумов зданий Дж. Кваренги, К. Росси и других мастеров классицизма.

Для тонких декоративных работ в Петербург доставляли карбонатные породы из карьеров Эстонии – там они наиболее прочные и долговечные. Особую ценность представлял собой плотный красно-коричневый, лилово-коричневый, желтый цветной камень из карьеров на острове Эланд в Швеции. Плиты из него

украшили полы и надгробия в церквях и замках многих прибалтийских городов и других, более далеких мест, таких как старая польская столица Гнезно.

Из прекрасного светло-серого гранита построен архитектурный шедевр религиозно-исторического центра Испании – Эскориал (рис. 12). Монастырь, королевский дворец и музей города выполнены как будто из одного камня.



Рис. 12 - Монастырь Эскориал. Мадрид. Первый камень был заложен в 1563 году.

Некрупные прямоугольные гранитные блоки обтесывались прямо в местных каменоломнях, а ровная гладкая кладка до сих пор вызывает восхищение своим совершенством. Несмотря на выбранный цвет камня, Эскориал выглядит не сумрачным, а довольно светлым, появившаяся с годами патина придает граниту золотистый оттенок. А внутренний Каменный костяк здания, до сих пор сохраняет первоначальную чистоту тона.

Конечно, в истории нашей цивилизации для строительства и декоративных работ использовались не только мрамор, гранит и известняк. Но эти три породы натурального камня, пожалуй, стали основными материалами, применяемые в разных уголках нашей планеты, и пользующиеся популярностью и высоким спросом и по сей день.

История кирпича.

Кирпич — один из самых универсальных строительных материалов всех времен и народов. Он прошел испытание временем, огнем и изменчивой модой. Кирпич и сегодня — «хлеб» современной строительной индустрии. История кирпича насчитывает несколько тысячелетий. Еще в 7 тысячелетии до нашей эры люди научились лепить, а потом обжигать посуду, что и послужило началом керамического производства.

Основным сырьем для производства керамических материалов служат глины — осадочные горные породы, образующими минералами которых являются алюмосиликаты. Вылепленный из мокрой глины, иногда с добавлением песка, а иногда, извините, коровьих лепешек, так называемый *кирпич-сырец* был первым искусственным строительным материалом. Изготавливали такой кирпич преимущественно в странах с сухим и жарким климатом (в тех регионах его применяют до сих пор), так как прочен он лишь в сухом состоянии, при увлажнении же прочность его быстро падает. Другое дело — керамический кирпич, получаемый при обработке высушенного сырцового. Из древнего Египта и Месопотамии, где обжигом кирпича занимались уже за 3 тысячелетия до нашей эры, техника изготовления керамического кирпича распространилась по всему миру.

Одно из чудес света, Вавилонская священная башня (зиккурат), возведенная в честь бога — покровителя Вавилона Мардука, представляла собой семиярусное сооружение из кирпича, что подтверждено археологическими раскопками 1899–1917 гг. Облицовка же башни, согласно Геродоту, была выполнена из голубого глазурованного кирпича. Использовался кирпич и при возведении других построек, прославивших Вавилон во времена царя Навуходоносора, правившего в VI в. до нашей эры.

Древневосточная техника обжига кирпича, привнесенная в античный мир, была утрачена около 1 тысячелетия до н. э., и долгое время для многочисленных построек (в основном, предназначенных для бедных) использовался кирпич, высушенный на солнце, дома же богатых горожан сооружались из мрамора.

И только в IV веке в связи с необходимостью быстрого возведения крупных построек произошел возврат к технике обожженного кирпича. Несмотря на большую потребность в кирпиче, его производство не было механизировано, раскопки не обнаружили также печей, предназначенных для обжига. Вероятно,

кирпичи обжигались в обмазанных глиной связках, внутри которых оставались проходы для горячего воздуха.

Керамический кирпич еще в Древней Греции и Риме считался лучшим материалом для строительства. Так, по мнению римского инженера и архитектора Витрувия (1 век до н. э.), дома, построенные из кирпича, должны всегда оцениваться полной стоимостью, независимо от срока их эксплуатации.

Существовало множество форм древнейшего кирпича. Самая распространенная, так называемая плинфа (от греческого *plínhos* — кирпич), — параллелепипед с ребрами 30–60 см на 3–9 см (рис. 13). Обычный римский кирпич имел размеры 55x55x4 см. Это сильно отличается от современного формата, впервые введенного лангобардами (германскими племенами, в 568 году захватившими северную Италию, образовав там свое королевство, давшее современное название этой области — Ломбардия). Изготавливались также кирпичи полые, рельефные, фигурные, треугольные, коньковая и кровельная черепица, антефиксы (плиты по краям кровли для защиты и украшения вдоль продольной стороны античных храмов).



Рис. 13 - Плита керамическая (плинфа). Втор. пол. XVI - XVII в. Соловецкий монастырь. Кирпичный завод. Керамическая масса, формовка, обжиг. 19,5 x 20,0 x 4,6



Рис. 14 – Кладка Спасского собора в Чернигове, XI век.

Дешевый строительный материал широко использовался при возведении мостов и крепостей, вследствие чего распространялся вместе с римскими гарнизонами на захваченных территориях, ставших провинциями Римской империи. Формованием и обжигом кирпича занимались и

вспомогательные войска, и солдаты легионов, ставя на изготовленных кирпичках клейма своих воинских частей. После падения Римской империи производство кирпича в Европе прекратилось и возродилось лишь в XI-XII веках в связи с бурным строительством и ростом городов.

В Россию техника производства глиняного кирпича пришла в IV-V веках из Византии. С укреплением государственности и введением христианства ширилось его использование (из обожженного кирпича возводились, например, уже первые церкви). Вплоть до X-XI веков для построек на Руси применялась, в основном, плинфа размером 40x40x2,5–4 см (рис. 14). Такие «тонкие» кирпичи удобны при формовании, сушке и обжиге, чем объясняется их широкое распространение. Из плинфы построен, например, Софийский собор в Киеве. После нескольких рядов плинфы делались прослойки из природного камня, швы раствора отличались повышенной толщиной.

А в XV веке появился кирпич, похожий на современный, - в форме бруска. Именно в это время и начался расцвет «кирпичного дела». В 1475 году в Москву из Италии был приглашен архитектор Аристотель Фиораванти для постройки Кремля. А начал он строить не сам Кремль, а фабрику с особой обжиговой печью. Скоро она стала давать отличный кирпич. В честь архитектора его прозвали «Аристотелев кирпич». Из такого «глиняного камня» были возведены также Новгородский и Казанский кремль, собор Василия Блаженного и многие другие выдающиеся сооружения.



Рис. 15 – Клейменные кирпичи. 18-19 вв.

Минуло почти 300 лет с тех пор, как по указу Петра I петербургские мастера начали овладевать секретами кирпичного производства. При Петре I качество кирпича оценивалось очень строго. Привезенную на стройку партию кирпича просто сваливали с телеги: если

при этом разбивалось более 3 штук, то вся партия браковалась.

За короткий срок в окрестностях строящегося города было запущено большое количество заводов, выпускавших до 10 млн. кирпичей в год. В 1847 г. появился первый «ГОСТ» — «Правила для единообразной прочной выделки кирпича, долженствующего употребляться как в Санкт-Петербурге, так и в других местах России, на казенных и частных заводах», в которых было описано, как его обжигать, сушить, сортировать, ставить клеймо (рис. 15). Этими правилами устанавливался размер кирпича 6х3х1,5 вершка.

В середине 19 века были построены кольцевая обжиговая печь и ленточный пресс, обусловившие переворот в технике производства кирпича. В это же время появились глинообрабатывающие машины бегуны, вяльцы, глиномялки. Первые машины для производства кирпичей работали на паровой тяге, а в качестве топлива для обжига кирпичей использовалось дерево или уголь.

Кроме обычного строительного кирпича делался лекальный кирпич сложной конфигурации для кладки карнизов и других сложных профилей, специальный кирпич для круглых фабричных труб и отводов малой кривизны, кирпич клиновидный и пустотелый, а также особый облицовочный кирпич, обычно пустотелый, сложного формата, иногда имевший вид открытой коробки.



Рис. 16 – Кирпичи ОАО "Кирово-Чепецкий кирпичный завод"

В начале XX века воцарился стиль модерн, потребовавший цветного кирпича, и его стали окрашивать асфальтом, смолами, венецианской краской с добавлением квасцов или льняного масла, покрывать ангобами и глазурью.

Современные разработки позволили расширить ассортимент кирпича и довести этот строительный материал до совершенства по внешним и технико-технологическим параметрам (рис. 16). Используемый сегодня кирпич облада-

ет всеми свойствами натурального камня, то есть, в первую очередь прочностью, водо- и морозостойкостью.

Еще один параметр керамического кирпича - пустотность. Наружные стены, выложенные из такого кирпича, теплее, чем стены из полнотелого, потому что пустоты в кирпиче уменьшают теплопроводность материала, на прочность кирпича пустотность не влияет.

Кирпичное производство достигло большого видового разнообразия продукта в зависимости от конечной цели его использования: пустотелый и покрытый специальными полимерами, колотый полнотелый и лицевой с рельефной поверхностью, кирпич, окрашенный в объеме и т.д. Многообразие вкупе с прочностными характеристиками сделало кирпич одним из лидеров в области возведения не только многоэтажных домов в городе, но и частных построек за его пределами. Кроме того, кирпич - экологически чистый материал, соответствующий всем сегодняшним стандартам строительства.

Эволюционируя на протяжении тысячелетий, кирпич сохранил все свои достоинства. И в наше время, как в древности, когда кирпич изготавливали из илистого грунта с добавлением измельченной соломы, и позднее, когда сырьем для него стали легкоплавкие глины и суглинки, в которые подмешивали песок, древесные опилки, золу и другие минеральные компоненты, основой «кирпичного теста» являются глина, вода и песок.

В мире у строителей есть свой «кирпичный» рейтинг. Например, в первую пятерку входит кирпич немецкого и голландского производства. И так же высоко ценится бельгийский кирпич. В Бельгии есть свои карьеры и заводы, которые производят настоящий керамический кирпич, не прессованный - его обжигают, как посуду из фарфора. Он еще называется *hand forme* - ручной формовки. Бельгийский кирпич отличается широкой гаммой цвета и фактуры. У них есть четыре типа размера, в том числе и совсем узкий кирпич, из которого в Европе строят не только коттеджи и многоквартирные дома, но и костелы. Бельгийские производители выпускают кирпич нескольких серий: в одной -

кирпич однородного цвета, в другой - есть вкрапления-изюминки (таким кирпичом хорошо украшать фасады), в третьей - кирпич такого сложного, «вибрирующего» цвета. Есть серия "Ностальжи" - кирпичи из нее выглядят так, как будто их вынули из стены трехсотлетней давности. И цвет у бельгийского кирпича может быть какой угодно: есть не только масса оттенков красного и розового, но и черный, и белый.

Вязущие и Цемент.

Одним из первых вязущих стройматериалов была обычная *глина*. Широкое распространение глинистых пород в природе и простота приготовления из них вязущего материала обусловили его применение. Однако со временем из-за слабых вязущих ее свойств и малой стойкости во влажных условиях глина перестала удовлетворять требованиям строителей. Примерно 3000 - 4000 лет до н.э. были найдены способы получения искусственных вязущих путем обжига некоторых горных пород и тонкого мельчения продуктов этого обжига. Первые искусственные вязущие - *строительный гипс* (получаемый обжигом гипсового камня), а затем и *известь* (получаемая обжигом известняка) – применены при строительстве уникальных сооружений: бетонной галереи легендарного лабиринта в древнем Египте (3600 год до н.э.), фундаментов древнейших сооружений в Мексике, Великой Китайской стены, римского Пантеона.

Известь и глина способны твердеть и служить на воздухе, поэтому эти вязущие материалы получили название воздушных. Все воздушные вязущие характеризуются относительно невысокой прочностью. Со временем научились повышать водостойкость известковых растворов, вводя в них тонко молотые обожженную глину, бой кирпича или вулканические породы, известные под названием "пуццоланы". Так их называли древние римляне по месту залежей близ города Поццуолли. В Древней Руси производства вязущих материалов связано с возникновением древних городов - Пскова, Новгорода, Киева, Москвы и др. Вязущие материалы использовали при возведении крепостных стен, башен, соборов. В 1584 г. в Москве был учрежден «Каменный приказ», кото-

рый наряду с заготовкой строительного камня и выпуском кирпича ведал также производством извести.

Несколько тысячелетий гипс и воздушная известь были единственными вяжущими материалами. Однако они отличались недостаточной водостойкостью. Развитие мореплавания в 17-18 в потребовало для строительства портовых сооружений создания новых вяжущих, устойчивых к действию воды.

В 1756 году англичанин Д. Смит обжигом известняка с глинистыми примесями получил вещество водостойкое вяжущее, названное *гидравлической известью*. В 1796 году англичанином Д. Паркером запатентован *роман-цемент*, способный твердеть как на воздухе, так и в воде. В наше время вяжущие материалы утратили практическое значение, но до второй половины 19 в. они были основными для строительства гидротехнических сооружений. Интенсивное

П О Л Н О Е НАСТАВЛЕНИЕ,

Какъ готовить дешевый и лучший Мертель или Цементъ, весьма прочный для подводныхъ строеній, какъ-то: каналовъ, мостовъ, бассейновъ, плотинъ, подваловъ, погребовъ, и штукатурки каменныхъ и деревянныхъ строеній

Издание по опыту произведенныхъ въ натурѣ строеній Начальникомъ Московской Военноартиллерійской Бригады Мастерскихъ командъ 2го разряда, 6го класса и Кавалеромъ *Челювымъ*.

М О С К В А

Въ вольной Типографіи Пономарева

1 8 2 5.

Рис. 17 – Книга Е.Г. Челюева

развитие промышленности в России в 18 в., когда было построено 3 тысячи промышленных предприятий, не считая горных заводов.

Рождение *цемента* произошло не так уж и давно - в 1822 году, когда русский строитель *Егор Челюев* получил вяжущий материал из смеси извести и глины. Свои результаты он изложил в книге «Трактат об искусстве готовить хорошие строительные растворы», изданной в Петербурге. Несколько лет спустя, он же выпустил книгу, где описал способ приготовления цемента и бетона, а так же плюсы его использования для кладки кирпичей при строительстве зданий и набережных (рис. 17).

Но родиной цемента нельзя считать только Россию. Так, в 1824 году англичанин Д. Аспдин получил патент на изготовление цемента. Он предложил следующий способ изготовления цемента: смешав известковую пыль с глиной и подвергнув эту смесь высокой температурной обработке, Аспдин получил ноздреватый серый материал (клинкер) и, размолв его и смешав с водой, получил при высыхании очень прочный материал. Этот строительный материал получил название *портландцемент*, Портланд - это город, где добывали камень, на который цветом и прочностью походил цемент, полученный Аспдином.



Рис. 18 - Шуляченко Алексей Романович (1841-1903) Химик, специалист в области технологии строительных материалов.

Цемент практически сразу же оценили везде. Со второй половины XIX в. портландцемент прочно вошел в строительную практику. В России над его совершенствованием много работал А.Р. Шуляченко (рис. 18), которого называют «отцом» русского цементного производства. Так, в 1875 году в России на базе нескольких цементных заводов Подольского уезда был создан цементный завод Московского Акционерного Общества. Основал этот завод, который впоследствии стал крупнейшим цементным заводом, московский купец Пороховщиков.

Цемент сам по себе не является каким-то конкретным строительным материалом. Это общее название для определенной группы веществ, основными физическими характеристиками которых являются порошкообразность, вязкость и способность при смешивании с водой (в некоторых случаях с водными растворами солей) образовывать пластичную массу, которая при высыхании принимает камневидное состояние. Важно отметить, что процесс это односторонний, т. е. раз затвердев, цемент уже не сможет вернуться в свое первоначальное состояние. Основными составляющими компонентами цемента являются *известковые, мергелистые, глинистые породы и всевозможные добавки*

(бокситы, шлак и т. д.). Этот сырьевой материал подвергают высокотехнологичной и высокотемпературной обработке, в процессе которой начальное сырье доходит до стадии полного или частичного плавления. Так образуются силикаты и алюминаты кальция, благодаря которым цемент приобретает своё главное качество - высокую прочность.

Существует множество видов цемента, основные из них: портландцемент, шлаковые и пуццолановые цементы, глиноземистый цемент и специальные виды цемента (такие как кислотоупорный и т. д.).

Цемент является важной составляющей и других строительных материалов, например, бетона и железобетона, для строительных растворов и т. д. Основная характеристика, которой обладает цемент, это, несомненно, прочность. В отличие от чисто природных материалов он практически не подвержен влиянию времени.

Бетон и железобетон.

Известен бетон более 6000 лет (Междуречье), широко использовался в Древнем Риме. После падения Римской Империи рецепт изготовления бетона был забыт на тысячу лет.

Трудно точно сказать, где и когда появился бетон, так как начало его зарождения уходит далеко вглубь веков. Очевидно лишь то, что он не возник таким, каким мы его знаем, а, как большинство строительных материалов, прошел длинный путь развития. Наиболее ранний бетон, обнаруженный археологами, можно отнести к 5600 г. до н.э. Он был найден на берегу Дуная в поселке Лапински Вир (Югославия) в одной из хижин древнего поселения каменного века, где из него был сделан пол толщиной 25 см. Бетон для этого пола приготавливался на гравии и красноватой местной извести.

История бетона неразрывно связана с историей цемента. Древнейшими вяжущими веществами, используемыми человеком, являлась глина и жирная

земля, которые после смешивания с водой и высыхания приобретали некоторую прочность. По мере развития и усложнения строительства возрастали требования, предъявляемые к вяжущим веществам. Более чем за 3 тыс. лет до н.э. в Египте, Индии и Китае начали изготавливать искусственные вяжущие, такие, как гипс, а позднее - известь, которые получали посредством умеренной термической обработки исходного сырья.

Наиболее раннее применение бетона в Египте, обнаруженное в гробнице Тебесе (Теве) датируется 1950 г. до н.э. Бетон был применен при строительстве галерей египетского лабиринта и монолитного свода пирамиды Нима задолго до н.э.

Римляне материал, подобный бетону, называли по-разному. Так, литую кладку с каменным заполнителем они именовали греческим словом "эмплектон" (emplekton). Встречается также слово "рудус" (rudus). Однако чаще всего при обозначении таких слов, как раствор, используемый при возведении стен, сводов, фундаментов и тому подобных конструкций, в римском лексиконе употреблялось словосочетание "опус цементум" (opus caementitium), которым и стали называть римский бетон (рис. 19).

Несомненно, на широкое распространение римского бетона определенное влияние оказала политическая и экономическая структура античного общества. Однако не в меньшей степени, а может быть, даже в большей, этому способствовал и ряд крупных технических достижений. В част-



Рис. 19 - Колизей (75—80 гг. н.э.)

ности, открытие римлянами свойств пуццолановых добавок, значительное улучшение состава бетона за счет использования чистых и даже в отдельных случаях фракционированных заполнителей взамен ранее применявшегося грунта, и тщательное уплотнение бетонной смеси, которому римляне уделяли большое внимание, и которое в значительной степени способствовало улучше-

нию качества бетона. Предположительно, в период наивысшего развития бетона (2 век н.э.) римлянами были разработаны и новые виды вяжущих веществ типа романцемента, позволившие в значительной степени улучшить физико-механические и деформативные характеристики возводимых ими бетонных сооружений. Повышению долговечности бетона способствовали и географические условия Италии с ее теплым и влажным климатом, в то время как в других странах с более суровым климатом постройки из такого же бетона сохранились плохо. Даже сегодня не потеряли своей значимости и конструктивные особенности римских бетонных дорог, полов, сводов и куполов, особенно в связи с тем, что, не умея бороться с растягивающими и изгибными напряжениями бетонных конструкций, римляне прекрасно "научили" их работать на сжатие. Большой интерес представляет и химико-минералогический состав римского цемента. Сочетание этих нововведений и явилось, видимо, основной причиной поразительной долговечности римского бетона, которую до сих пор нередко связывают с якобы утраченными секретами античных строителей.

В середине XIX в. был изобретен *железобетон*. С помощью стальной арматуры (стержней, спиралей) увеличили прочность бетона. Французский инженер Ламбо на Всемирной парижской выставке 1855 г. продемонстрировал лодку с корпусом из металлического каркаса, залитого цементным раствором. В 1861 г. французский ученый Коанье описал в своей книге несколько конструкций из бетона с металлической сеткой.

Но патент на изготовление железобетонных изделий получил садовник Монье, после того как в 1867 г. сделал железобетонную цветочную кадку. И именно с нее началась эра применения железобетона. С 1885 г., когда Монье продает право на свои изобретения, железобетон начинает широко применяться в строительстве. Так давно известный бетон в XIX в. упрочил свои позиции в строительстве, заняв место самого популярного материала.

В последней четверти XIX в. появилась идея «свежеприготовленной бетонной смеси» - товарного бетона. В 1872 г. британский инженер Диконс высказал мысль, что «несомненно, большим преимуществом должна рассматриваться доставка бетонной смеси или раствора непосредственно на

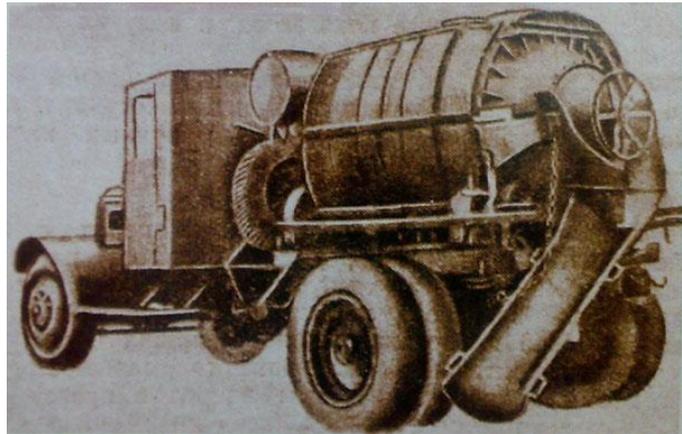


Рис. 20 - Первый советский серийный автобетоносмеситель СССМ-738/С-49 на шасси ЯГ-6

стройплощадку». Считается, что первыми воплотили эту идею в жизнь немцы. Гамбургский архитектор Магенс начал интенсивные поиски подходящих способов внеплоща дочного заводского изготовления и транспортирования свежеприготовленной и удобоукладываемой бетонной смеси в требуемом количестве и с нужными характеристиками на достаточно большие расстояния.

Первые поставки товарного бетона вне Германии были эффективно осуществлены в США перед Первой мировой войной. Растущий выпуск специального транспорта, поставляемого новой и быстро развивающейся автомобильной промышленностью, сыграл позитивную роль в развитии отрасли производства товарного бетона. В Европе товарный бетон стали выпускать в 1926 г. Тогда же в США, а в начале 30-х годов - в Великобритании появился первый автобетоносмеситель.

Развитие технологии производства бетона. Использование бетона и железобетона для строительства началось только во второй половине XIX в., после получения и организации промышленного выпуска портландцемента, ставшего основным вяжущим веществом для бетонных и железобетонных конструкций. Вначале бетон использовался для возведения монолитных конструкций и сооружений. Применялись жесткие и малоподвижные бетонные смеси, уплотнявшиеся трамбованием. С появлением железобетона, армированного каркасами, связанными из стальных стержней, начинают применять

более подвижные и даже литые бетонные смеси, чтобы обеспечить их надлежащее распределение и уплотнение в бетонируемой конструкции. Однако применение подобных смесей затрудняло получение бетона высокой прочности, требовало повышенного расхода цемента. Поэтому большим достижением явилось появление в 30-х годах способа уплотнения бетонной смеси вибрированием, что позволило обеспечить хорошее уплотнение малоподвижных и жестких бетонных смесей, снизить расход цемента в бетоне, повысить его прочность и долговечность. В эти же годы был предложен способ предварительного напряжения арматуры в бетоне, способствовавший снижению расхода арматуры в железобетонных конструкциях, повышению их долговечности и трещиностойкости.

В 80-х годах XIX века Профессор А.Р. Шуляченко разработал теорию получения и твердения гидравлических вяжущих веществ и цементов и доказал, что на их основе могут быть получены долговечные бетонные конструкции. Под его руководством было организовано производство высококачественных цементов. Профессор Н.А. Белелюбский в 1891 году провел широкие испытания, результаты которых способствовали внедрению железобетонных конструкций в строительство. Профессор И.Г. Малюга в 1895 году в своей работе "Составы и способы изготовления цементного раствора (бетона) для получения наибольшей крепости" обосновал основные законы прочности бетона. В 1912 году был издан капитальный труд Н.А. Житкевича "Бетон и бетонные работы". В начале века появляются много работ по технологии бетона и за рубежом. Из них наиболее важными были работы Р. Фере (Франция), О. Графа (Германия), И. Болеме (Швейцария), Д. Абрамса (США).

В России технология бетона получила широкое развитие со времени первых крупных гидротехнических сооружений - Волховстроя (1924 год) и Днепростроя (1930 год). Профессора Н.М. Беляев и И.П. Александрин возглавили ленинградскую научную школу по бетону. В 30-е годы ученые московской школы бетона Б.Г. Скрамтаев, Н.А. Попов, С.А. Миронов, С.В. Шестопе-

ров, П.М. Миклашевский и другие разработали методы зимнего бетонирования и тем самым обеспечили круглогодичное возведения бетонных и железобетонных конструкций, создали ряд новых видов бетона, разработали способы повышения долговечности бетона, основы технологии сборного железобетона. В послевоенные годы создавались новые виды вяжущих веществ и бетонов, начинали широко применяться химические добавки улучшающие свойства бетона, совершенствовались способы проектирования состава бетона и его технология.

Металлические конструкции.

Понятие «металлические конструкции» объединяет в себе их конструктивную форму, технологию изготовления и способы монтажа. Уровень развития металлических конструкций определяется, с одной стороны, потребностями в них народного хозяйства, а с другой - возможностями технической базы: развитием металлургии, металлообработки, строительной науки и техники. Исходя из этих положений история развития металлических конструкций может быть разделена на *пять периодов*.

Первый период (от XII в. до начала XVII в.) характеризуется применением металла в уникальных по тому времени сооружениях (дворцах, церквях и т.п.) в виде затяжек и скреп для каменной кладки (рис. 21). Затяжки выковывали из кричного

железа и скрепляли через проушины на штырях. Одной из первых таких конструкций являются затяжки Успенского собора во Владимире

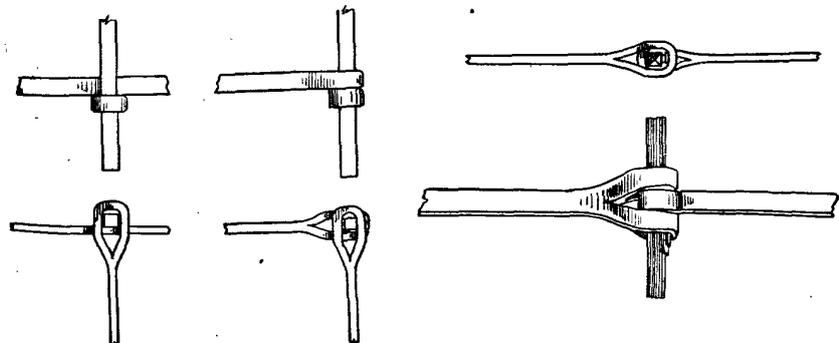


Рис. 21 - Металлические связи в каменных конструкциях

(1158 г.). По зрелости конструктивного решения выделяется металлическая конструкция, поддерживающая каменный потолок над коридором между при-

творами Покровского собора - храма Василия Блаженного (1560 г.). Это первая известная нам конструкция, состоящая из стержней, работающих на растяжение, изгиб и сжатие. Затяжки, поддерживающие потолок в этой конструкции, укреплены для облегчения работы на изгиб подкосами. Поражает, что уже в те времена конструктор знал, что для затяжек, работающих на изгиб, надо применять полосу, поставленную на ребро, а подкосы, работающие на сжатие, лучше делать квадратного сечения.

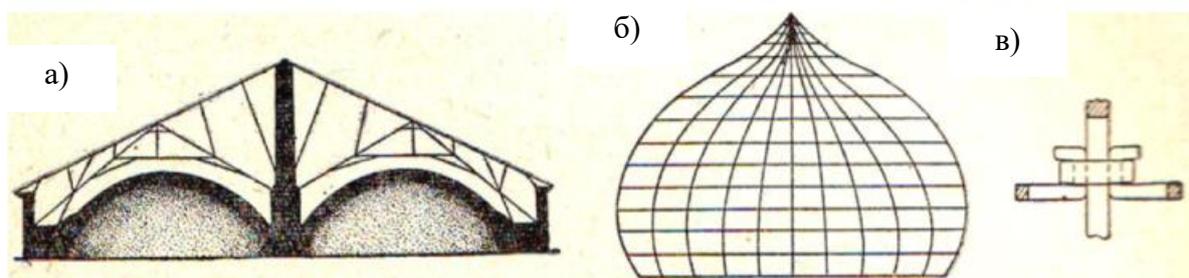


Рис. 22 - Металлические конструкции XVII в.
а) наклонные стропила; б) каркас купола; в) узел каркаса

Второй период (от начала XVII в. до конца XVIII в.) связан с применением наклонных металлических стропил и пространственных купольных конструкций ("корзинок") глав церквей (рис. 22). Стержни конструкций выполнены из кованных брусков и соединены на замках и скрепах горновой сваркой. Конструкции такого типа сохранились до наших дней.

Примерами служат перекрытия пролетом 18 м над трапезной Троицко-Сергиевского монастыря в Загорске (1696-1698 гг.), перекрытие Большого Кремлевского дворца в Москве (1640 г.), каркас купола колокольни Ивана Великого (1603 г.), каркас купола Казанского собора в Санкт-Петербурге пролетом 15 м (1805 г.) и др.

Третий период (от начала XVIII в. до середины XIX в.) связан с освоением процесса литья чугунных стержней и деталей. Строятся чугунные мосты и конструкции перекрытий гражданских и промышленных зданий. Соединения чугунных элементов осуществляются на замках или болтах. Первой чугунной

конструкцией в России считается перекрытие крыльца Невьянской башни на Урале (1725 г.). В 1784 г. в Петербурге был построен первый чугунный мост.

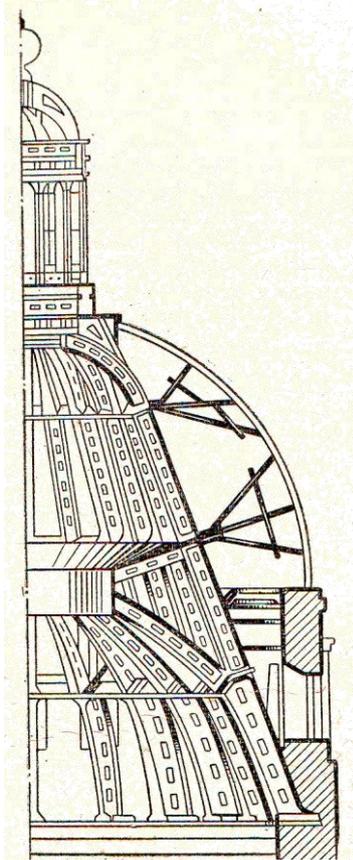


Рис. 23 - Купол Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге

Совершенства чугунные конструкции в России достигли в середине XIX столетия. Уникальной чугунной конструкцией 40-х годов XIX в. является купол Исаакиевского собора (рис. 23), собранный из отдельных косяков в виде сплошной оболочки. Конструкция купола состоит из верхней конической части, поддерживающей каменный барабан, венчающий собор, и нижней, более пологой части. Наружная оболочка купола с помощью легкого железного каркаса опирается на чугунную конструкцию. Чугунная арка пролетом 30 м применена в перекрытии Александринского театра в Петербурге (1827 - 1832 гг.).

В 50-х годах XIX в. в Петербурге был построен Николаевский мост с восемью арочными пролётами от 33 до 47 м, являющийся самым крупным чугунным мостом мира. В этот же период наслонные стропила постепенно трансформируются в смешанные железочугунные треугольные фермы. В фермах сначала не было раскосов, они появились в конце рассматриваемого периода. Сжатые стержни ферм часто выполняли из чугуна, а растянутые - из железа. В узлах элементы соединялись через проушины на болтах.

Отсутствие в этот период прокатного и профильного металла ограничивало конструктивную форму железных стержней прямоугольным или круглым сечением. Однако преимущества фасонного профиля уже были поняты и стержни уголкового или швеллерного сечения изготавливали гнутьем или ковкой нагретых полос.

Четвертый период (с 30-х годов XIX в. до 20-х годов XX в.) связан с быстрым техническим прогрессом во всех областях техники того времени и, в частности, в металлургии и металлообработке.

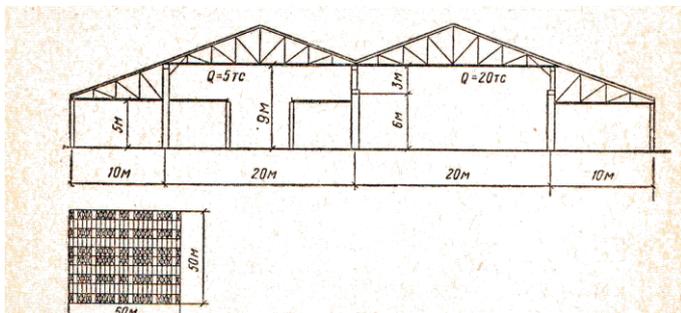


Рис. 24 - Перекрытие тульских мастерских (80 – е гг. XIX в., В.Г. Шухов)

В начале XIX в. кричный процесс получения железа был заменен более совершенным - пудлингованием, а в конце 80-х годов - выплавкой железа из чугуна в мартеновских и конверторных цехах. Наряду с уральской

базой была создана в России южная база металлургической промышленности. В 30-х годах XIX в. появились заклепочные соединения, чему способствовало изобретение дыропробивного пресса; в 40-х годах был освоен процесс получения профильного металла и прокатного листа. В течение ста последующих лет все стальные конструкции изготовлялись клепаными. Сталь почти полностью вытеснила из строительных конструкций чугун, будучи материалом, более совершенным по своим свойствам (в особенности при работе на растяжение) и лучше поддающимся контролю и механической обработке.

Чугунные конструкции во второй половине XIX в. применялись лишь в колоннах многоэтажных зданий, перекрытиях вокзальных дебаркадеров и т. п., где могла быть полностью использована хорошая сопротивляемость чугуна сжатию.

В России до конца XIX в. промышленные и гражданские здания строились в основ-



Рис. 25 - Енисейский мост: на Средне-Сибирской железной дороге, близ г.Красноярска, представляет собой одно из замечательных сооружений в России, как по своей грандиозности, так и по трудности условий постройки его.

ном с кирпичными стенами и небольшими пролетами, для перекрытия которых использовались треугольные металлические фермы (рис. 24). Конструктивная форма этих ферм постепенно совершенствовалась: решетка получила завершение с появлением раскосов; узловые соединения вместо болтовых на проушинах стали выполнять заклепочными с помощью фасонки.

В конце прошлого столетия применялись решетчатые каркасы рамно-арочной конструкции для перекрытия зданий значительных пролетов. Примерами являются покрытия Сенного рынка в Петербурге (1884 г.) пролетом 25 м, Варшавского рынка пролетом 16 м (1891 г.), покрытие Гатчинского вокзала (1890 г.) и др. Наибольшего совершенства рамно-арочная конструкция достигла в покрытии дебаркадеров Киевского вокзала в Москве, построенного по проекту В. Г. Шухова (1913-1914 гг). В конструкциях этих сооружений хорошо проработаны компоновочная схема, опорные крепления и узловые заклепочные соединения.

Во второй половине XIX в. значительное развитие получило металлическое мостостроение в связи с ростом сети железных дорог (рис. 25). На строительстве мостов развивалась конструктивная форма металлических конструкций, совершенствовалась теория компоновки и расчета, технология изготовления и монтажа. Принципы проектирования, разработанные в мостостроении, были перенесены затем на промышленные и гражданские объекты. Основателями русской школы мостостроения являются известные инженеры и профессора С. В. Кербедз, Н. А. Белелюбский, Л. Д. Проскураков.

Пятый период начинается с конца 20-х годов 20 века. К концу 40-х годов клепаные конструкции были почти полностью заменены сварными, более легкими, технологичными и экономичными. Развитие металлургии уже в 30-х годах позволило применять в металлических конструкциях вместо обычной малоуглеродистой стали более прочную низколегированную сталь, а в середине столетия номенклатура применяемых в строительстве низколегированных и высокопрочных сталей значительно расширилась, что позволило существенно

облегчить массу конструкций и создать сооружения больших размеров. Кроме стали, в металлических конструкциях начали использовать алюминиевые сплавы, объемная масса которых почти втрое меньше. Чрезвычайно расширились номенклатура металлических конструкций и разнообразие их конструктивных форм.

В начале 1930-х гг. стала оформляться советская школа проектирования металлических конструкций. В связи с развитием металлургии и машиностроения строилось много промышленных зданий с металлическим каркасом (рис. 26). Стальные каркасы промышленных зданий оказались ведущей конструктивной формой металлических конструкций,

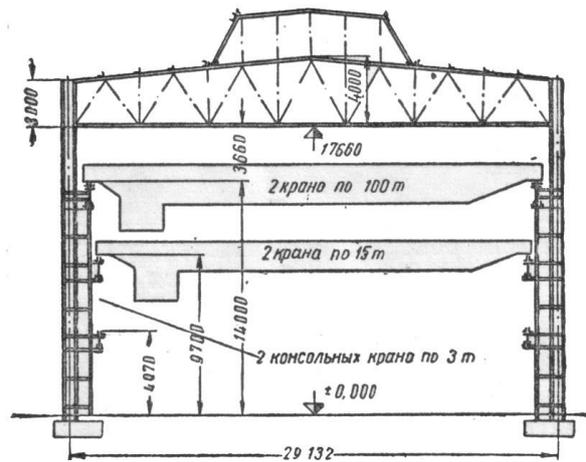


Рис. 26 - Поперечная рама цеха начала 30-х годов

определяющей общее направление их развития. Требованиям эксплуатации и высоких темпов строительства в лучшей степени отвечали сложившиеся к тому времени схемы конструирования поперечных рам с жестким сопряжением колонн с фундаментами и ригелями. В годы Великой Отечественной войны 1941-1945 гг., несмотря на временную потерю южной металлургической базы и большой расход металла на нужды войны, в промышленном строительстве и мостостроении на Урале и в Сибири широко использовались металлические конструкции. Они лучше других конструкций отвечали основной задаче военного времени – скоростному строительству.

В соответствии с этим требованием упрощалась конструктивная форма благодаря более широкому применению сплошных конструкций из крупных прокатных профилей. Успехи в развитии металлических конструкций за советский период достигнуты благодаря творческим усилиям проектных и научных организаций, возглавляемых ведущими профессорами и инженерами, внесши-

ми большой личный вклад в это развитие. Особенно значительны заслуги профессора Н.С. Стрелецкого (1885-1967 гг.), возглавлявшего в течение 50 лет советскую конструкторскую школу металлостроительства. Он впервые применил статистические методы в расчете конструкций, исследовал работу статически неопределимых систем за пределом упругости, провел теоретические исследования и обобщил их данные в области развития конструктивной формы. Е.О. Патон (1870-1953 гг.), также внес свой вклад в развитие металлического мостостроения, имеет исключительные заслуги в области механизации и автоматизации электродуговой сварки, что являлось важным техническим достижением советской школы сварщиков. Металлические конструкции и сегодня применяются во всех видах зданий и инженерных сооружений, особенно если необходимы значительные пролеты, высота и нагрузки (торговые центры, выставочные павильоны, ангары и т.п.). Современные технологии расчета и проектирования элементов металлических конструкций отличаются широким применением систем автоматизированного проектирования (САПР).

2.2. История строительного искусства

История строительного искусства берет свое начало с древних времен.

Первые грандиозные архитектурные сооружения создавались в рабовладельческую эпоху – в Древнем Египте, античной Греции и Риме (III - I тысячелетия до н. э.). Дальнейшее развитие строительное дело получило в эпоху феодализма (IV - XIX вв.). Наиболее характерны для этого времени крепостные и культовые сооружения.



Рис. 27 - Смоленский Кремль XVI в.

Расцвет древнерусского зодчества наступил в XIV – XV вв., когда вокруг Москвы из разрозненных русских земель образовалось единое русское госу-

дарство. Создаются такие уникальные сооружения, как Московский Кремль (XV в.), Смоленский Кремль (XVI в.) (рис. 27), храм Василия Блаженного на Красной площади в Москве, построенный гениальными русскими зодчими Бармой и Посником (рис. 28).

В конце XVII в. начался период усиленного гражданского и промышленного строительства. Талантливые русские зодчие XVIII - XIX вв. создали выдающиеся памятники архитектуры (в Ленинграде - здание Адмиралтейства (арх. Захаров А.Д.), Казанский собор и Горный институт (арх. Воронихин А.Н.); в Москве - старое здание библиотеки им. В.И. Ленина на Моховой улице (арх. Баженов В.И.), Колонный зал Дома Союзов (арх. Казаков М.Ф.), здание Большого театра).



Рис. 28 - храм Василия Блаженного. Москва

В начале XIX столетия начала развиваться отечественная промышленность строительных материалов. К этому времени относится открытие способа изготовления исключительно важного для строительства материала - цемента, применяемого для изготовления бетонных и железобетонных конструкций. Крупные успехи были достигнуты в области мостостроения, теоретические основы которого разработаны русским инженером и ученым Д.И. Журавским.

В конце XIX и начале XX вв. Россия уже располагала опытными кадрами отечественных инженеров-строителей, имеющих мировую известность. С именем выдающегося русского инженера В. Г. Шухова связано развитие строительства сетчатых конструкций башен, арок и ферм из дерева и металла, висячих покрытий. Инженеры Н. Н. Бенардос и Н. Г. Славянов изобрели электродугговую сварку металлов, которая произвела революцию в изготовлении стальных конструкций. Большая заслуга в развитии железобетона в России принадлежит профессорам Н.А. Белелюбскому и А.Ф. Лолейту.

Однако в тот период в России объем строительства был невелик, и, несмотря на высокое мастерство русских рабочих и инженеров, организация строительства обеспечивалась при слабой механизации. Строительные работы выполнялись преимущественно вручную и носили сезонный характер. Работы развертывались весной и заканчивались осенью.

Положение со строительным делом в России несколько изменилось в начале XX века особенно с 30-х годов. Увеличились объёмы строительства во всех отраслях народного хозяйства, были приняты меры по организации и развитию строительной промышленности, созданию проектных и строительных организаций, оснащению строительных организаций машинами и механизмами.

Широко развернулось строительство крупных промышленных предприятий. Одним из первых планов организации строительства в государственном масштабе был созданный в 1920 г. под руководством В.И. Ленина план электрификации России (ГОЭЛРО), который предусматривал строительство целого ряда мощных электростанций.

Наряду с промышленным строительством, большое развитие получило жилищное строительство. Появились такие города, как: Магнитогорск, Комсомольск-на-Амуре и многие другие.

Еще больший размах приняло строительство после окончания Великой Отечественной войны. В невиданно короткий срок были полностью восстановлены разрушенные города и села, введены в действие промышленные предприятия. Среди строек послевоенных пятилеток следует назвать строительство крупнейших гидроэлектростанций - Куйбышевской и Волгоградской на Волге, Каховской и Кременчугской на Днепре, строительство Волго-Донского канала и другие грандиозные сооружения.

Современное строительное производство характеризуется переходом на индустриальные методы ведения работ, присущие крупной машинной индустрии. Строительные процессы в части изготовления конструкций всё больше

становятся заводскими. Работа же строителей нацелена на механизированный процесс сборки и монтажа зданий и сооружений из готовых блоков, частей и деталей, изготовленных в заводских условиях.

Создание мощного парка строительных машин в настоящее время позволяет осуществлять комплексную механизацию работ непосредственно на строительной площадке, при которой ручной труд все более вытесняется из звеньев технологического процесса и заменяется работой машин.

В России в XX веке были достигнуты большие успехи в применении сборных конструкций и комплексной механизации в строительстве.

При возведении промышленных зданий массовое применение получили сборные заводского изготовления стальные и железобетонные колонны, балки, фермы, плиты и панели. Широкое распространение получил монтаж сооружений укрупненными блоками.

Значительно расширилось применение сборных элементов в жилищном строительстве в виде крупных стеновых блоков и панелей размером на комнату. В 60-х годах XX века при строительстве жилых кварталов в Черемушках под Москвой применен способ возведения зданий из готовых комнат, собираемых в виде пространственных блоков на домостроительном комбинате. Дальнейшим этапом в развитии сборного строительства является монтаж зданий из блок - квартир в виде спаренных комнат.

Возведение зданий из крупных элементов имеет большие преимущества. Оно способствует резкому сокращению сроков производства строительномонтажных работ непосредственно на строительной площадке и снижению стоимости строительства. Благодаря применению эффективных конструкций достигается снижение их веса. Переход на полносборное строительство зданий привел к созданию крупных домостроительных комбинатов, которые изготавливают, поставляют на стройки, своими силами монтируют и отделывают жилые дома. Такие комбинаты организованы в Москве, Санкт-Петербурге, Нижнем Новгороде, Краснодаре и других городах.

Для решения научных проблем в области строительства в России создан ряд научно-исследовательских институтов, которые работают в области исследования строительных материалов; расчета и проектирования инженерных конструкций, зданий и сооружений; организации, механизации и экономики строительного производства.

Масштабы капитального строительства и реконструкции зданий и сооружений, дальнейший рост технического прогресса в строительной индустрии неразрывно связаны с развитием строительной науки и техники, с совершенствованием материалов конструкций и их соединений, а именно:

- совершенствованием методов расчёта и на их основе норм проектирования;
- совершенствованием конструктивных решений;
- развитием эффективных видов строительных конструкций и изделий;
- увеличением экспериментальных исследований отдельных конструкций, материалов, изделий;
- изучением вопросов долговечности зданий и сооружений на основе исследований их технического состояния и соответствия требованиям промышленной и экологической безопасности;
- подготовкой всесторонне развитых и высококультурных специалистов в области строительства и производства строительных материалов и изделий.

2.3. История развития расчётов строительных материалов и конструкций

Современное значения слов «архитектор» и «инженер» появилось в конце 19 века. Греческое слово «архитектор», которое означало «старший строитель», относилось как к строителям мостов, так и к создателям театров и храмов.

Поэтому в архитектуре зданий конструкции издавна рассматривались как чрезвычайно существенная и основная сторона проектирование, т.е. кон-

струкции не могут быть чем-то второстепенным, что добавляется инженером в проект архитектора. Эту задачу проектирования требовалось сделать для архитектора доступной, несмотря на сложности технических расчётов.

Включение в проект зданий вопросов, связанных с окружающей средой (защита от шума, теплоизоляция, вентиляция, водоснабжение и канализация, электроснабжение и газоснабжение), исторически появилось недавно. Это является одной из причин, по которой строительная наука занялась вопросами, связанными с окружающей средой, значительно позднее, чем расчётами и проектированием конструкций. Другой важной причиной был тот факт, что здание, которое обрушается, перестаёт существовать. Зданием же, в котором жарко или холодно, шумно или недостаточно света, можно продолжать пользоваться. Есть много старинных шедевров архитектуры, совершенно неудовлетворительных с точки зрения соответствия окружающей среде, но жизнь в которых продолжается и сегодня.

Долгое время человечество не имело в своём распоряжении никаких методов прочностного расчёта материалов и сооружений из них. Несмотря на это, средневековым каменщикам удавалось возводить грандиозные по тому времени и совершенные в конструктивном отношении памятники архитектуры. Может показаться, что они знали, как строить церкви и соборы, а поэтому им это блестяще удавалось. Это, однако, зависело от особого таланта зодчих мастеров, которые интуитивно чувствовали работу сооружений и умели безошибочно находить нужные размеры элементов зданий. Недаром с давних времён архитектура, включающая строительное дело, считалась одним из видов искусств. Многим дерзким замыслам не суждено было осуществиться: постройки рушились и в процессе строительства, и вскоре после его окончания. Однако эти катастрофы обычно считались наказанием свыше, а не следствием технического невежества.

Успехи механики (сопротивления материалов, теории упругости и строительной механики), начиная с работ Г. Галилея (1564 – 1642 гг.), создали основу для разработки расчётов на прочность.

Большой вклад в науку о прочности внёс выдающийся инженер и учёный того времени англичанин Р. Гук (1635 – 1702 гг.), который в 1679 году опубликовал результаты своих экспериментов в работе под названием «Сила сопротивления, или упругость», где впервые прозвучало знаменитое утверждение – «каково растяжение, такова и сила». Вот уже более 300 лет этот принцип известен как закон Гука и сослужил инженерам 19 и 20 веков очень большую службу.

Главной причиной долгого застоя в создании методики расчёта конструкций было то, что не рассматривались в проводимых исследованиях силы и деформации внутри материала конструкций. И только после выхода работы французского инженера и учёного О. Коши (1789 – 1857 гг.) в 1822 году, в которой были сформулированы понятия о напряжении и деформации внутри материала, «появилась надежда, что наука станет орудием в руках инженера».

В 1826 году французским инженером и учёным Л. Навье (1785 – 1836 гг.) были опубликованы работы о сопротивлении материалов под названием «Конспект лекций» и «Выводы из уроков», в которых впервые был сформулирован **метод расчёта по допускаемым напряжениям**. С этих пор было исследовано поведение самых разных конструкций при их нагружении. Пользуясь разработанной методикой, исследователи вычисляли наибольшие возможные напряжения в конструкциях и следили за тем, чтобы они не превышали некоторой узаконенной официальными нормами прочности материала на разрыв.

В 19 веке строительная наука применила в расчётах конструкций не только результаты работ Р. Гука и О. Коши, но и исследования по устойчивости знаменитого учёного 18 века Л. Эйлера (1707 – 1783 гг.), швейцарца и немца по происхождению, но посвятившего 17 лет своей жизни России. Он заявил себя во многих разделах математики, механики и физики. За время своей жизни в

России с 1776 года по 1783 год Эйлер издал в России более 200 работ. Известно влияние Эйлера на механика и изобретателя И.П. Кулибина (1735 – 1818 гг.), который часто с ним беседовал об изобретаемых приборах, проектах и моделях. Достаточно сказать, что Л. Эйлер был председателем комиссии по испытаниям модели арочного моста, изобретённого И.П. Кулибиным.

Метод расчёта строительных конструкций по допускаемым напряжениям постепенно стал господствующим, так как получил тесную связь с методикой сопротивления материалов.

Параллельно с ним в строительной механике развивался *метод расчёта по предельному равновесию*, который и сегодня является важным для оценки истинных запасов прочности конструкций.

По мере развития строительства в конструкциях зданий, рассчитанных по методу допускаемых напряжений, стали накапливаться необъяснимые вопросы поведения, несоответствующие принятой методике. К середине 20 века допускаемые напряжения для стальных конструкций выросли в 2 раза, для железобетонных и каменных конструкций – в 1,5 раза. При этом уточнённые расчёты показывали, что в конструкциях существуют зоны, где напряжения достигают предельных величин, но, несмотря на это, конструкции благополучно существуют. Именно такой случай имел место в результате усовершенствования расчёта ферм; в заклёпочных соединениях; в арматуре железобетонных колонн и т.д. Таким образом, величина наибольшего напряжения далеко не всегда характеризовала прочность сооружения. В ряде случаев при обследовании существующих конструкций зданий проверочный расчёт их по методу допускаемых напряжений указывал на необходимость усиления ряда элементов, несмотря на то, что эти конструкции благополучно существовали в течение многих лет.

В связи с этим стали появляться работы, в которых предлагался принципиально новый подход к расчёту строительных конструкций на прочность и устойчивость по *методу разрушающих нагрузок*. Впервые это было осуществлено в 1938 году в СССР в отношении железобетонных конструкций, для кото-

рых недостатки метода допускаемых напряжений сказывались особенно резко. В дальнейшем этот переход был осуществлён на бетонные каменные и армокаменные конструкции.

Основные идеи и отдельные приёмы метода расчета строительных конструкций по методу разрушающих нагрузок были разработаны советскими учёными. Особого упоминания заслуживают работы по железобетонным и каменным конструкциям профессоров: А.Ф. Лолейта, А.А. Гвоздева, Л.И. Онищенко.

Много было сделано советскими учёными и инженерами в области изучения действительной работы стальных и деревянных конструкций профессорами: Н.С. Стрелецким, С.А. Бернштейном, Б.Н. Горбуновым, Ю.М. Ивановым, Г.Г. Карлсенем. Однако эти работы в то время ещё не дали возможности пересмотреть методику расчёта стальных и деревянных конструкций по допускаемым напряжениям.

Одновременно с развитием науки о поведении строительных конструкций под воздействием нагрузки вплоть до их разрушения, устремления советских учёных были направлены на дальнейшую расшифровку и уточнение коэффициента запаса. С этой точки зрения даже метод расчёта по разрушающим нагрузкам ещё был далёк от совершенства.

Неожиданно новые задачи встали перед строителями в период Великой Отечественной войны: на освобождаемых от немцев территориях необходимо было восстанавливать фабрики и заводы. В 1943 году при Техническом совете Наркомстроя была организована комиссия по унификации методов расчёта строительных конструкций из всех материалов и научному обоснованию величин коэффициентов запасов прочности. В 1944 году было утверждено предложение ряда учёных о замене единого коэффициента запаса системой коэффициентов: перегрузки, качества материалов и условий работы конструкций. Большое значение для разработки унифицированного метода расчёта имели работы д.т.н. профессора Н.С. Стрелецкого по вопросам анализа коэффициентов запаса

и неразрушимости конструкций, а также выбора и назначения величин этих коэффициентов, обеспечивающих требуемую величину неразрушимости.

Новый метод расчёта, названный *методом расчёта по предельным состояниям*, который имеет место по сегодняшний день, был к началу 50 – х годов 20 века разработан советской школой учёных и введён в действие с 1.01.1955 года с выходом новых норм проектирования строительных конструкций.

В последние годы в теорию расчёта строительных конструкций стали внедряться вероятностные методы. Одновременно с корректировкой существующих норм расчёта конструкций по методу предельных состояний, вероятностные методы предлагают новое содержание критерия качества – вероятность безотказной работы или надёжность конструкций.

Теория надёжности строительных конструкций является новым словом в строительной механике. Она учитывает случайные (вероятностные) отклонения расчётных величин от их средних значений. При этом детерминированные величины и зависимости заменяются вероятностными. Такая постановка задачи была применена ещё в 1935 году Стрелецким Н.С. при исследовании коэффициентов запаса в расчёте сооружений. Ему принадлежит выдающаяся роль во внедрение этих процессов в строительную механику.

Большая заслуга в изучении статистической природы коэффициентов запаса и применении теории надёжности к расчёту строительных конструкций принадлежит Ржаницину А.Р. Для его работ характерно стремление упростить весьма сложный математический аппарат вероятностных методов, довести его до стадии инженерного расчёта.

Важная роль в развитии вероятностных методов расчёта принадлежит Болотину В.В. Теория надёжности, развитая в его трудах, основана на понятиях отказа как случайного выброса.

Зарубежные исследования также внесли значительный вклад в развитие вероятностных методов расчёта строительных элементов и систем. В этом

плане достаточно обратить внимание на работу итальянских авторов, которая охватывает практически все аспекты применения теории вероятности в области строительства.

В настоящее время вероятностные методы и теория надёжности строительных конструкций служат основой для назначения расчётных величин в нормативных документах, а во многих случаях уже непосредственно применяются в практике проектирования.

2.4. Выдающиеся инженеры и учёные в области строительных наук

Роберт Гук (1635 – 1708 гг.) – английский физик, изобретатель, архитектор и инженер. Исключительно изобретательный человек, прекрасный механик. В области строительных конструкций Р. Гук известен как ученый, установивший один из важнейших законов упругости (1660 г.) для простейшего случая растяжения или сжатия стержня. Закон Гука и сейчас является основным соотношением, используемым при расчёте на прочность и деформируемость конструкций и сооружений.

Эйлер Леонард (1707 – 1783 гг.) – математик, механик, физик, астроном. По происхождению швейцарец и немец. В 1726 году он был приглашён в Петербургскую академию наук (АН) и переехал в 1727 году в Россию. В 1741 – 1766 годах работал в Берлине. Автор более 800 работ по математическому анализу, дифференциальной геометрии, теории чисел, приближённым вычислениям, небесной механике, математической физике, оптике, баллистике, кораблестроению и др., оказавших значительное влияние на развитие науки. В области строительных конструкций ему принадлежит теоретическая постановка задачи об устойчивости центрально сжатых стержней (1744 г.).

Навье Анри (1785 – 1836 гг.) – французский инженер и учёный. Труды по строительной механике, сопротивлению материалов, теории упругости, гидравлике и гидромеханике. Автор курса сопротивления материалов.

Ламе Габриель (1795 – 1870 гг.) – французский математик и инженер. В 1820 – 1832 годах работал в России, чл.-корр. Петербургской АН (1829 г.). Труды по математической физике, теории упругости.

Клайперон Бенуа Поль Эмиль (1799 – 1864 гг.) – французский физик и инженер, работал в России в 1820 – 1830 годах, чл.-корр. Петербургской АН (1830 г.).

Журавский Дмитрий Иванович (1821 – 1891 гг.) – русский учёный и инженер-мостостроитель и путеец. Разработал теорию касательных напряжений в балках прямоугольного профиля в связи с проектированием деревянных мостов для железной дороги, соединившей Петербург с Москвой (1844 – 1850 гг.).

Лолейт Артур Фердинандович (1868 – 1933 гг.) – российский инженер и учёный. Предложил (1905 г.) безбалочные перекрытия. Имел труды по теории прочности железобетонных конструкций; предложил новую гипотезу расчёта на прочность железобетонных конструкций по разрушающим усилиям.

Белелюбский Николай Анполонович (1845 – 1922 гг.) – российский учёный и инженер. По его проектам построены крупные металлические мосты через реки: Волгу, Днепр, Обь, др. Под руководством Н.А. Белелюбского разработаны методы испытания стройматериалов, нормы и технические условия на железобетонные работы.

Патон Евгений Оскарович (1870- 1953 гг.) – учёный в области мостостроения и сварки. Под его руководством в СССР был создан метод автоматической сварки под флюсом, построен в Киеве цельносварной мост через реку Днепр. Он – автор фундаментальных трудов по электросварке.

Келдыш Всеволод Михайлович (1878 – 1965 гг.) – учёный, генерал-майор инженерно-технической службы (1943 г.). Заслуженный деятель науки и техники России (1944 г.); один из основоположников метода расчёта железобетонных конструкций по предельным состояниям; участник проектирования и приёмки крупных строек (канал им. Москвы, Московский метрополитен и др.).

Рабинович Исаак Моисеевич (1886 – 1977 гг.) – учёный, чл.-корр. АН СССР (1946 г.), генерал-майор-инженер (1943 г.), Герой Социалистического Труда (1966 г.). Труды по динамике и прочности сооружений.

Стрелецкий Николай Станиславович (1885 – 1967 гг.) – учёный, чл.-корр. АН СССР (1931 г.), Герой Социалистического Труда (1966 г.). Создал теорию расчёта строительных конструкций по предельным состояниям; разработал статистическую теорию коэффициентов запаса прочности сооружений. Автор проектов металлических железнодорожных мостов через Волгу, Оку, Днепр и др.

Тимошенко Степан Прокофьевич (1878 – 1972 гг.) – учёный с мировым именем. Родился в России, академик АН Украины (1919 г.), чл.-корр. АН СССР (1928 г.), в 1920 году эмигрировал в Югославию с 1922 года – в США. Разрабатывал теорию устойчивости упругих систем; развил вариационные методы теории упругости и применил их в решении различных инженерных задач; разработал капитальные труды по сопротивлению материалов, вибрации в технике и др. В области строительства он внёс вклад в самые различные области расчета на прочность сооружений и конструкций. Сформулированные им методы и приёмы расчёта широко используются в настоящее время в строительном деле, в судостроении, авиастроении и других многочисленных областях инженерной деятельности.

Шухов Владимир Григорьевич (1853 – 1939 гг.) – инженер, изобретатель, учёный, почётный член АН СССР (1929 г.), Герой Труда (1932 г.); создал десятки конструкций, отличающихся смелостью решений, новизной, практичностью. В области строительных конструкций – автор мостов, висячих, сетчатых и арочных покрытий большепролётных зданий; гиперболоидных башен, в том числе высотой 148,3 м в г. Москве и др.

Кулибин Иван Петрович (1735 – 1818 гг.) – гениальный российский механик-самоучка. Изобрёл множество различных механизмов; усовершенствовал шлифовку стёкол для оптических приборов; создал зеркальный фонарь – про-

тотип прожектора, семафорный телеграф и многое другое. В области строительных конструкций известен как автор проекта одноарочного моста через Неву пролётом 298 м и его модели в 1/10 натуральной величины; разработал проект арочного покрытия с затяжками для зданий пролётом 136 м.

Власов Василий Захарович (1906 – 1958 гг.) – крупнейший специалист в области сопротивления материалов, строительной механики и теории упругости. Ему принадлежат фундаментальные работы по новым методам расчёта складчатых конструкций и оболочек, по строительной механике тонкостенных пространственных систем, чл.-корр. АН СССР (1953).

Герсеванов Николай Михайлович (1879 – 1950 гг.) – русский и советский учёный, основатель научной школы в области механики грунтов; чл.-корр. АН СССР (1939). Разработал способ расчёта конструкций на сваях с большой свободной длиной; разработал формулу для определения сопротивления свай по их отказу, которая и сегодня широко применяется.

Гвоздев Алексей Алексеевич (1897 – 1986 гг.) – учёный, заслуженный деятель науки и техники России (1967 г.), Герой Социалистического Труда (1971 г.). Основные труды по монолитным и сборным железобетонным конструкциям, по расчёту строительных конструкций, по предельным состояниям; дал теоретическое обоснование метода предельного равновесия; под его руководством разработаны нормы по расчёту железобетонных конструкций.

Карлсен Генрих Георгиевич (1894 – 1972 гг.) – известный исследователь в области теории расчёта и проектирования деревянных конструкций (в том числе клееных). Автор первых норм по расчёту деревянных конструкций; автор двухтомного учебника по деревянным конструкциям.

Ржаницын Алексей Руфович (1911 – 1987 гг.) – крупный специалист в области строительной механики, теории надёжности строительных конструкций. Труды по расчёту сооружений с учётом пластических свойств материалов; по теории расчёта строительных конструкций на надёжность и др.

Болотин Владимир Васильевич (р. 1926 г.) – учёный, академик РАН (1992 г.). Труды по теории колебаний, упругости, надёжности, механике композиционных материалов; впервые предложил использовать теорию случайных процессов к решению задач надёжности строительных конструкций.

3. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

3.1. Монолитное строительство

В нашей стране долгие годы предпочтение отдавалось сборным панельным домам. Хотя в 30-е годы, в период конструктивизма, уже был приобретен определенный опыт монолитного строительства. Но широкое распространение оно получило лишь в последние 10 лет.

Преимущества монолитного строительства. Среди них в первую очередь нужно отметить несущественность показателя шага конструкций. В сборном строительстве все конструкции имеют размеры, кратные определенному модулю. И технология изготовления конструкций на заводе не позволяет быстро изменить форму оснастки. Именно поэтому архитекторы и проектировщики были привязаны к определенным типовым размерам и ограничены в принятии проектных решений.

Увеличение шага конструкций по сравнению с крупнопанельным строительством с 12 до 15-16 м, а зачастую и до 20 м стало причиной появления совершенно новых планировочных решений квартир. Кроме того, при увеличении ширины здания удастся не только сэкономить материалы, но и на 20-30% снизить расход тепла на обогрев монолитного дома. И это при одинаковых теплотехнических качествах ограждающих конструкций.

Монолитное здание практически не имеет швов, что тоже повышает показатели его тепло- и звукопроницаемости. В сочетании с использованием эффективных утеплителей это позволяет улучшить режим эксплуатации дома в зимнее время, снизить массу и объем ограждающих конструкций (толщина стен и перекрытий существенно уменьшается). В результате монолитные здания

оказываются на 15-20% легче кирпичных. Вместе с тем за счет облегчения конструкций уменьшается материалоемкость фундаментов и удешевляется их устройство.

Еще одно важное преимущество монолитного строительства заключается в том, что весь его производственный цикл осуществляется непосредственно на стройплощадке, в отличие от панельного строительства, когда все элементы изготавливаются на заводе, а затем привозятся на площадку и монтируются с помощью кранов и другой тяжелой техники. Процесс возведения монолитного дома состоит из нескольких этапов: приготовления и доставки бетона, подготовки опалубки и собственно укладки бетона. Дело еще более упрощается, если есть возможность создать бетонный узел прямо на площадке. Ведь нередко при возведении зданий в местах точечной застройки не представляются возможными доставка и складирование панелей, прокладка рельсовых путей для кранов. А еще при изготовлении сборных конструкций предполагаются допуски на всех технологических этапах, из-за чего возникают дополнительные трудозатраты при отделке стыков. Так что если монолитное строительство ведется по четко отработанной схеме, возведение зданий осуществляется в более короткие сроки. Важно и то, что качественно выполненная работа при монолитном строительстве исключает необходимость "мокрых" процессов - стены и потолки практически готовы к финишной отделке.

Благодаря своим технологическим особенностям монолитные дома более устойчивы к воздействию техногенных и иных неблагоприятных факторов окружающей среды, более сейсмоустойчивы. И, что совершенно естественно, более долговечны. Если установленный проектировочный срок эксплуатации современных панельных домов - 50 лет, то построенных по монолитной технологии - не менее 200.

Росту популярности монолита среди строителей и инвесторов способствуют стремление максимально использовать имеющиеся территории, повы-

сить ликвидность нового жилья и получить максимальную прибыль от продажи.

3.2. Каркасное малоэтажное строительство

Строительство каркасных домов - одна из наиболее перспективных технологий малоэтажного строительства, она широко используется в Канаде, Скандинавии, Германии и других европейских странах и приобретает все большую популярность у нас в России. В наше время «канадский дом» - это самое доступное жильё. При минимальных затратах времени, усилий и средств человек получает тёплое, экономичное, экологически чистое, а главное - уютное, всегда современное и комфортабельное жильё. Гибкость технологии позволяет удовлетворить самые изысканные пожелания заказчика в плане архитектурного решения будущего дома. Такие дома не подвергаются моральному старению и легко модернизируются. Технология каркасного домостроения дает ряд неоспоримых преимуществ: быстрые сроки строительства (от 1,5 до 3-х месяцев); высокие теплоизоляционные свойства (при толщине стены в 175 мм приравняются к стене кирпичного дома толщиной в 2 м); благодаря легкости конструкции не требуются массивные фундаменты (ощутимая экономия денежных средств); возможность строительства в любое время года; для возведения стен каркасного дома не требуется тяжелой техники; все коммуникации (водопровод, канализация, разводка систем отопления и электрики) – спрятаны в стены; технология дает идеально ровные поверхности пола, стен и потолков (что значительно облегчит внутреннюю и наружную отделку); каркасные дома не дают усадки, что позволяет проводить чистовые отделочные работы сразу после завершения строительства; прочность конструкций – сейсмостойкость до 9 баллов.

В качестве основного материала для каркасного строительства, как правило, используется дерево или металл. Относительно недавно монополии дерева в возведении каркасных сооружений пришел конец, на смену привычным

доскам все более активно приходит сталь. Для металла практических ограничений по назначению не существует, например, в Европе с успехом строятся многоквартирные жилые дома с использованием одной из наиболее наукоемких современных технологий – быстровозводимых зданий из легких металлоконструкций (ЛМК). Для теплоизоляции, как правило, используются минеральная вата из стекла (Ursa - Урса, Isover - ИзOVER) или из каменных пород (Rockwool - Руквул). 150-миллиметровый слой теплоизоляции (при норме 125 мм) полностью обеспечивает круглогодичное комфортное проживание. В качестве ветровой защиты при строительстве каркасного дома используются древесноволокнистые или древесно-стружечные плиты. Внутренняя и наружная отделка зависит от пожеланий Заказчика.

3.3 Энергоэффективные технологии в строительстве

Энергоэффективные здания по стоимости строительства дороже на 5-15% обычного, однако, энергосберегающие технологии позволяют экономить до 30-40% при эксплуатации. Такие здания имеют большую инвестиционную привлекательность, в них выше капитализация и комфорт.

По данным Госстроя, средний расход тепловой энергии на отопление и снабжение горячей водой в России составляет 74 кг условного топлива на один квадратный метр в год, что в 2-3 раза превышает данные по Европе.

В Европе и США энергосберегающие технологии в строительстве применяются уже на протяжении многих лет. **Приоритетными направлениями повышения энергоэффективности** являются использование при строительстве и реконструкции зданий *эффективной теплоизоляции*, снижение теплопотерь через системы вентиляции путём *установки теплообменников (рекуператоров)*, предназначенных для возврата тепла вытяжного воздуха обратно в здание. Помимо систем вентиляции, не допускается инфильтрация (утечка) нагретого воздуха через оконные переплёты и балконные двери. Для этого устанавливаются *современные оконные системы, балконные и входные двери*. И, наконец, серьёзно

езную роль в повышении энергетической эффективности играют *котельные установки с повышенным КПД*, а также *приборы для поквартирного регулирования температурного режима*.

Несмотря на популярность энергосберегающих технологий в развитых странах, в России они ещё не получили повсеместного распространения. По мнению экспертов, основным фактором, сдерживающим внедрение энергосберегающих технологий, является отсутствие интереса со стороны собственников жилья, а также государственного стимулирования строительства энергоэффективных домов.

Поощрение внедрения энергосберегающих технологий требует комплексного подхода, в котором наравне с созданием законодательных норм необходимо учитывать экономические интересы собственников жилья и инвесторов (снижение налогов, субсидии, снижение процентной ставки по кредитам на энергоэффективное жилье и т.д.).

В России исторически сложилось так, что государство использует преимущественно административные рычаги воздействия, практически полностью забывая о финансовых механизмах стимулирования. Например, принятие СНиПа 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» позволило снизить энергопотребление вновь строящихся жилых домов. Однако при отсутствии экономических стимулов многие инвесторы продолжают финансировать строительство энергорасточительных зданий. Такой подход обеспечивает им большую прибыль за счёт снижения затрат на строительство. Ещё одной проблемой является несовершенство действующего законодательства, в частности, отсутствие механизмов контроля и привлечения к ответственности застройщиков, которые не соблюдают стандарты энергоэффективности при строительстве жилых домов.

В последние годы в ряде регионов началось создание нормативной базы для стимулирования собственников жилья и инвесторов к повышению энергоэффективности зданий при строительстве и реконструкции.

В качестве приоритетных направлений деятельности закон выделяет организацию системы контроля за расходом энергоресурсов и их эффективным использованием, совершенствование правового регулирования в области энергосбережения, а также обеспечение заинтересованности производителей, поставщиков и потребителей энергоресурсов в повышении эффективности их использования.

3.4 Строительство экодому

Пассивный дом, энергосберегающий дом или экодому (нем. *Passivhaus*, англ. *passive house*) — сооружение, основной особенностью которого является отсутствие необходимости отопления или малое энергопотребление — в среднем около 10 % от удельной энергии на единицу объёма, потребляемой большинством современных зданий. В большинстве развитых стран существуют собственные требования к стандарту пассивного дома.

Показателем энергоэффективности объекта служат потери тепловой энергии с квадратного метра ($\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$) в год или в отопительный период. В среднем составляет 100—120 $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$. Энергосберегающим считается здание, где этот показатель ниже 40 $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$. Для европейских стран этот показатель ещё ниже — порядка 10 $\text{кВт}\cdot\text{ч}/\text{м}^2$. Достигается снижение потребления энергии в первую очередь за счёт уменьшения теплопотерь здания.

Экодому - в идеале это абсолютно автономное строение со своим водо- и энергоснабжением, позволяющее не только организовать полную переработку и утилизацию бытовых отходов, но и не наносящее ущерба экологии окружающей среды. Следуя существующим концепциям, экодому должен строиться из возобновляемых экологически чистых материалов, обеспечивающих эффективную теплоизоляцию и в то же время естественный воздухообмен и вентиляцию.

Водоснабжение экодому. В данном случае могут быть использованы, атмосферные осадки, постоянно сопутствующий и не всегда заметный конденсат, очищенные бытовые стоки и в определенной степени артезианские источники.

Доступные технические возможности для реализации проектов стабильного водоснабжения сегодня уже имеются.

Задача переработки продуктов жизнедеятельности не является простой, но разрешима. Конечно, обеспечить каждый экодом индивидуальным безотходным мусороперерабатывающим комплексом представляется, по меньшей мере, мероприятием нерентабельным. Однако в рамках создания экопоселений и этот вопрос не должен вызывать трудностей.

Архитектурная концепция пассивного дома базируется на принципах: компактности, качественного и эффективного утепления, отсутствия мостиков холода в материалах и узлах примыканий, правильной геометрии здания, зонирования, ориентации по сторонам света. Из активных методов в пассивном доме обязательным является использование системы приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией.

Главной же проблемой остается *автономное энергоснабжение и энергосбережение*. В идеале, пассивный дом должен быть независимой энергосистемой, вообще не требующей расходов на поддержание комфортной температуры. Отопление пассивного дома должно происходить благодаря теплу, выделяемому живущими в нём людьми и бытовыми приборами. При необходимости дополнительного «активного» обогрева, желательным является использование альтернативных источников энергии. Горячее водоснабжение также может осуществляться за счёт установок возобновляемой энергии: тепловых насосов или солнечных водонагревателей. Решать проблему охлаждения - кондиционирования здания также предполагается за счет соответствующего архитектурного решения, а в случае необходимости дополнительного охлаждения — за счет альтернативных источников энергии, например, геотермального теплового насоса.

В настоящее время стоимость постройки энергосберегающего дома примерно на 8-10 % больше средних показателей для обычного здания. Дополнительные затраты на строительство окупаются в течение 7-10 лет. При этом нет

необходимости прокладывать внутри здания трубы водяного отопления, строить котельные, ёмкости для хранения топлива и т. д.

4. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И ЭФФЕКТИВНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА

Строительство является важной сферой экономической деятельности человека, направленной на удовлетворение его потребностей в жилье (жилищное строительство), общественной и культурной жизни (гражданское строительство), развитии производительных сил общества (промышленное, сельскохозяйственное, транспортное, энергетическое строительство), благоустройстве среды обитания, обеспечении обороноспособности и т.д. В строительстве экономически развитых стран занята, как правило, значительная часть трудоспособного населения. Строительство связано с переработкой больших объемов нерудных ископаемых, потреблением значительной доли энергоресурсов, продукции смежных отраслей. На долю строительства приходится примерно 45 % потребления энергии и 40 % перерабатываемых материалов. Строительство оказывает влияние не только на экономический потенциал общества, но и на изменение окружающей среды и даже климата. В связи с этим важной задачей, стоящей перед человечеством, является применение в строительстве ресурсосберегающих технологий, что предопределяет широкое использование достижений науки и техники в строительных технологиях. Вместе с тем строительство является достаточно консервативным, поскольку появившиеся сотни и даже тысячи лет назад материалы и технологии могут использоваться и используются сегодня. Это связано с некоторыми *специфическими особенностями строительной продукции*. Во-первых, строительная продукция часто создается по конкретному заказу. Во-вторых, строительная продукция, как правило, предназначена для эксплуатации в течение жизни не одного поколения. В-третьих, часто строительная продукция, созданная по заказу одного владельца и принадлежащая ему, косвенно используется многими, например, красивый

дом несет в себе элементы художественности, искусства, которое ежедневно визуально доступно многим. Иногда архитектуру называют «музыкой в камне». *В-четвертых*, строительная продукция, даже если это типовый проект, всегда несет в себе элементы индивидуальности, и практически никогда не меняет адреса, т.е. становится на долгие годы элементом окружающей нас среды, воздействуя на человека не только на физическом, но и на эмоциональном уровне. Именно поэтому зодчие часто очень осторожны при выборе новых материалов и технологий, предпочитают проверенные временем решения. Тем не менее, научно-технический прогресс неизбежно «внедряет» в строительную практику новые материалы, архитектурные формы, технологии, которые могут быть более или менее удачными, но, независимо от этого, на долгие годы и даже десятилетия становятся спутниками нашей жизни, соседствуя с вековыми строительными традициями...

В первую очередь это можно увидеть на примере развития строительных материалов. *Строительные материалы* играют доминирующую роль в развитии строительных технологий, поскольку появление нового материала позволяет создавать новые конструкции, что часто влечет за собой создание новых технологий. Возможна и обратная связь, когда новые конструкции или технологии определяют требования к материалам,

«вынуждая» специалистов создавать их. Эффективность строительства в значительной степени определяется уровнем используемых материалов, причем это относится к эффективности в

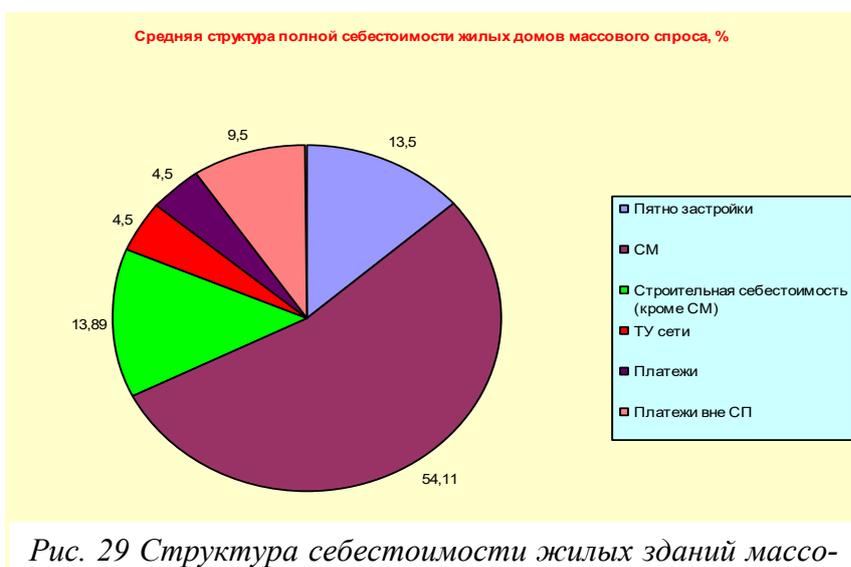


Рис. 29 Структура себестоимости жилых зданий массового спроса

общем смысле – экономическом, техническом, экологическом, социальном. Например, представленные на рис. 29 данные свидетельствуют о том, что в полной себестоимости жилых домов массового спроса доля строительных материалов превышает 54 %. Следовательно, снижение себестоимости строительных материалов, полученное в результате развития их технологий на основе достижений науки может существенно отразиться на себестоимости зданий, т.е. уровень технологии строительных материалов влияет на экономическую эффективность. Это положение имеет важное для России значение, поскольку показатель 21 м² общей площади на гражданина России (в среднем) в несколько раз ниже уровня США и многих стран Европы (Норвегия – 74 м²/чел., США – 70, Великобритания – 62, Германия – 50, Франция – 43). Поставленная задача довести к 2025 году уровень обеспеченности жильем в России до 32 м² на человека требует увеличения объемов вводимого в эксплуатацию жилья с 56 млн. м² в 2007 г. до 80 млн. к 2010, а в перспективе к 2018 – до 145 млн. м² в год. Т.е. речь идет об увеличении объема части строительной продукции (жилищного строительства) примерно в 2,5 раза в ближайшие 11 лет. Темп роста весьма высокий. И это только в области жилищного строительства. Естественно, это должно сопровождаться соответствующим ростом производства строительных материалов и мощности строительного комплекса.

Сегодня в строительстве широко используется такой традиционный конструкционный материал, как железобетон. Но если в начале 20 века используемые при расчете железобетонных конструкций допускаемые напряжения не превышали для бетона 5 МПа, а для стали 105 МПа, то сегодня развитие технологии бетона и арматурных сталей позволяет использовать при производстве железобетона бетоны с нормативным сопротивлением более 100 МПа, арматурные стали с временным сопротивлением более 1000 МПа. Такой скачок в развитии технологии материалов позволил создать предварительно напряженные железобетонные конструкции и использовать железобетон в качестве конструкционного материала при возведении уникальных объектов: зданий и со-

оружий высотой в сотни метров, мостов, платформ для добычи нефти на материковом шельфе и др. Другой пример. Древесина используется в строительстве с незапамятных времен. Археологами обнаружены деревянные постройки, датируемые 2 тысячелетием до н.э. Но если в древнем мире деревянные системы перекрытий обеспечивали максимальный пролет около 9 м, то развитие технологии обработки древесины и методов расчета конструкций позволило в начале 20 века перекрывать пролеты до 186 м. Эти факты можно рассматривать как примеры технической эффективности, обусловленной совершенствованием технологии и развитием методов расчета и проектирования конструкций.

2003 г.
2,1 млрд. т

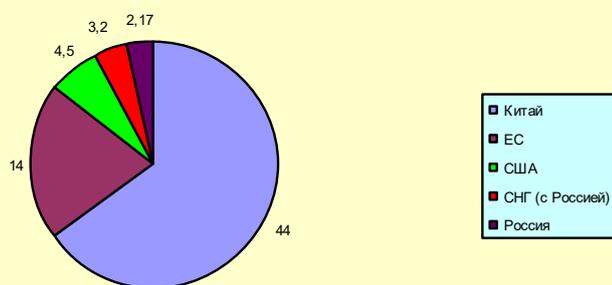


Рис. 30 - Объем производства портландцемента в мире

Как уже отмечалось, строительство потребляет значительное количество энергии и материальных ресурсов. Одной из «ключевых» фигур является цемент, называемый иногда «хлебом строительства». Уровень производства цемента можно рассматривать как характеристику уровня экономического потенциала страны. Сегодня

производство цемента в США превышает 300 кг/чел. в год, в России составляет примерно 220 кг, в Украине 110. На производство 1 т портландцементного клинкера расходуется, в зависимости от принятой технологии, от 130 до 185 кг у.т. Представленные на рис. 2 данные свидетельствуют о том, что в 2003 г. производство портландцемента в мире превысило 2 млрд. т, что составляет более 300 кг на душу населения. Это соответствует значению 40 – 60 кг. у.т., или выбросу на душу населения в год до 100 м³ углекислого газа.

И это только при производстве цемента. Если учесть выбросы CO_2 при сжигании топлива в технологических процессах получения конструкционных и арматурных сталей, извести, стекла, керамических материалов и др., то совершенно очевидно, что важной проблемой развития стройиндустрии является снижение энергопотребления при производстве строительных материалов. Это имеет существенное значение не только с экономической, но и экологической точки зрения.

Рациональное применение цемента обеспечивает существенное энергосбережение. Определяющей тенденцией в этом направлении является использование малоклинкерных вяжущих, или композиционных цементов, содержание клинкера в которых может снижаться до 40 %. При использовании цементов в бетонах применение современных добавок – суперпластификаторов позволяет обеспечивать требуемую удобоукладываемость бетонных смесей при снижении водосодержания, что влечет снижение расхода цемента до 20%. Поэтому серьезный вклад в развитие ресурсосбережения в технологии бетона должна внести наука химия и химическая промышленность, обеспечив разработку и производство современных высокоэффективных суперпластификаторов.

Железобетонные конструкции современных зданий и сооружений все в большем объеме возводят в монолитном варианте с использованием инвентарных или несъемных опалубок. При производстве бетонных работ существенные затраты связаны с укладкой и уплотнением бетонных смесей. При реализации традиционных технологий эти работы являются социально непривлекательными. Важной задачей технологии бетона является разработка и широкомасштабное применение современных самоуплотняющихся бетонных смесей (SCC – self compacting concrete) на основе современных суперпластификаторов. Это позволит не только исключить использование вибрации при уплотнении, но и существенно повысить производительность труда при укладке с применением бетононасосов, что позволит заменить бригаду бетонщиков всего двумя бетон-

щиками и оператором. Развитие монолитного высотного строительства требует срочного решения этих задач и выдвигает на первый план проблему обеспечения долговечности во всех ее аспектах. Положения стандарта на бетоны EN 206, принятого в странах Европы, направлены, прежде всего, на обеспечения долговечности.

Серьезной задачей, на решение которой сегодня устремлены усилия крупных исследовательских центров и мировых производителей, является совершенствование опалубочных систем, поскольку трудоемкость опалубочных работ составляет до 40 % трудозатрат на возведение железобетонных конструкций. Лидирующее положение в развитии опалубок сегодня принадлежит «интеллектуальным» опалубкам – высокомеханизированным опалубочным системам, позволяющим производить перестановку опалубок без применения грузоподъемных механизмов при минимальных трудозатратах. Перспективными являются разработки, направленные на развитие несъемных опалубок и пневмоопалубок.

Еще одним важным резервом в снижении трудозатрат при монолитном бетонировании является совершенствование арматурных работ. В этой области можно условно выделить две составляющие. Первая - совершенствование собственно арматуры: повышение свойств арматурных сталей, расширение сортамента, развитие производства неметаллической арматуры и фибровой арматуры. Стеклопластиковая арматура уже выпускается в России в промышленных масштабах и находит все более широкое применение. Второе направление повышения эффективности - совершенствование арматурных работ, в первую очередь отказ от сварки при монтаже арматурных элементов, внедрение инвентарных анкеров и элементов стыковки стержней и др.

Совершенствование технологии сборных железобетонных конструкций, основанное на снижении затрат за счет применения высокопрочных бетонов, предварительно напряженных железобетонных элементов рационального сечения, снижения затрат на тепловую обработку при производстве изделий, рации-

онального сочетания сборного и монолитного железобетона, также является важной составляющей научно-технического прогресса в строительстве.

Широкое использование железобетона в строительстве уже свыше ста лет неизбежно приводит к необходимости решения задачи утилизации железобетонных конструкций после завершения нормированного срока их эксплуатации. Проблема имеет важное экологическое значение, и задача ставится таким образом, что железобетон должен стать полностью «возобновляемым» материалом, т.е. последующие конструкции должны изготавливаться в значительной степени из сырья, полученного в результате утилизации железобетонных конструкций по завершению их эксплуатации. Сегодня развитые страны широко используют отходы бетонного лома в качестве заполнителя для бетона, материалов для подсыпок и др.

В несущих конструкциях зданий и сооружений широко применяются стальные конструкции, а также конструкции из сплавов, например, алюминиевых. Создание эффективных сплавов, обеспечивающих высокую прочность наряду со стойкостью к коррозии при приемлемой стоимости представляет важную задачу строительной, и не только, науки. Здесь же уместно отметить важную роль разработки материалов и способов защиты конструкций от воздействия пожара. Это актуально не только для металлических, но и для железобетонных конструкций, конструкций из дерева и пластмасс. В последние годы некоторые пластмассы успешно конкурируют с металлами не только как элементы строительных конструкций (ванты, балки, панели и др.), но и как элементы инженерного оборудования зданий (системы горячего и холодного водоснабжения, отопления, канализации), а так же как детали строительных машин и оборудования. Использование современных пластиков позволяет при инженерном оборудовании зданий отказаться от сварочных работ, выводит из потребления значительное количество металла, что составляет весомый вклад в решение проблемы снижения энергозатрат в строительстве. Следует отметить еще один важный аспект проблемы энергосбережения при инженерном оборудовании

довании зданий. Это выбор систем обеспечения горячей водой и теплом. В России достаточно распространено централизованное снабжение указанными ресурсами, поскольку при этом обеспечивается высокая эффективность использования энергии при их производстве. Но этот эффект резко снижается при транспортировании ресурсов на значительные расстояния. В Европейских странах достаточно распространена система «одного носителя», когда в жилой дом централизованно подается только холодная вода и электроэнергия, а горячее водоснабжение и отопление реализуется на месте «по потребности». Безусловно, это целесообразно только при низкой стоимости (в сравнении с другими энергоносителями) электроэнергии. Но задача выбора рациональной схемы энергоснабжения массовых потребителей с учетом региональных особенностей, весьма актуальна и требует усилий специалистов многих отраслей науки. В перспективе развитие жилищного строительства будет идти и уже идет по пути создания «интеллектуального дома», функционирование которого в значительной степени будет управляться автоматически единым центром, а в системе энергообеспечения все большую роль будут занимать сегодня нетрадиционные, в т.ч., возобновляемые источники энергии, например, солнечной.

С 2000 г. в России введены новые нормы проектирования тепловой защиты зданий, предусматривающие существенное повышение требований по термическому сопротивлению ограждающих конструкций. Такое изменение норм неизбежно повлекло увеличение затрат на возведение этих конструкций, но в целом, с учетом затрат на отопление в эксплуатационный период, приведет к существенному снижению энергопотребления, что обеспечит экологический эффект. Кроме того, повышение уровня комфортности проживания и производственной деятельности имеет важное социальное значение. Важной задачей является совершенствование существующих и разработка новых эффективных теплоизоляционных материалов и систем тепловой защиты зданий и сооружений. Эффективные материалы на органической основе (различные пластмассы) обладают рядом недостатков, например, горючесть, ограничение температуры

применения. Поэтому развитие технологии теплоизоляционных материалов на неорганической основе (минераловатные и т.п. утеплители, пеностекло) является важным направлением материаловедения.

Крыша здания, обеспечивая защиту от атмосферных воздействий, в значительной степени предопределяет функциональную надежность и долговечность конструкций и здания в целом. Но в ряде случаев крыша оказывает влияние и на эстетическое восприятие здания, подчеркивая его архитектурную выразительность. Поэтому архитекторы иногда называют крышу «пятым фасадом». Совершенствование конструкций крыш и кровель, разработка новых и совершенствование традиционных кровельных материалов, создание методов диагностики состояния кровли, разработка технологий ремонта покрытий без прекращения эксплуатации представляют актуальные задачи для строительной науки. Вопрос требует пристального внимания еще и потому, что в наши дни наряду с традиционными кровельными материалами (керамическая черепица, рулонные материалы на основе битумов, в том числе модифицированных полимерами, оцинкованная кровельная сталь и др.) применяются новые, опыт эксплуатации которых еще недостаточен для оценки их долговечности в реальных условиях эксплуатации (металлочерепица, материалы на основе пластика, стекло). Применение стекла в конструкциях кровель, а также при устройстве фасадов открывает новые возможности для создания зданий с высокой архитектурно-художественной выразительностью и комфортностью внутренних объемов, обеспеченных естественным освещением. Конечно, используемое для этих целей стекло по своим качествам значительно отличается от обычного оконного. Кстати, сегодня в качестве оконных все шире используются специальные стекла, например, теплозащитные, увиолевые (пропускающие ультрафиолетовые лучи). Для фасадных систем используются зеркальные, в т.ч. окрашенные стекла. В общественных зданиях используются безопасные и упрочненные (закаленные) стекла при устройстве перегородок, дверей, потолков. Сегодня значительная часть этих материалов являются импортируемыми, и

важной задачей является широкое развитие технологии производства стекол со специальными свойствами в России.

Отделочные работы являются завершающим этапом создания объекта, «последним аккордом музыки в камне». Качество отделочных работ предопределяет наше восприятие объекта на бытовом уровне, поскольку надежность и долговечность, как правило, скрыты от глаз даже специалистов. В массовом гражданском строительстве отделочные работы составляют до 35 % себестоимости 40 % трудоемкости. Если говорить о зданиях, несущих существенный градостроительный акцент, либо имеющих важное общественное значение, то эта доля может значительно возрастать. Именно поэтому развитие технологий отделочных работ является составной частью повышения эффективности строительства. Сегодня ведущей тенденцией в развитии технологий отделочных работ является широкое применение сухих строительных смесей (ССС), представляющих собой строительные растворы различного назначения, модифицированные добавками, число которых в одном составе может достигать до 12. Применение СССР позволяет в ряде случаев повысить производительность труда до 5 раз в сравнении с традиционными технологиями, обеспечивает высокий уровень отделки за счет применения высококачественных материалов, отдозированных в заводских условиях в рациональном соотношении, устраняет влияние погодных условий на транспортные и складские операции и существенно упрощает их, исключает влияние «живучести» растворной смеси на график выполнения работ, поскольку позволяет приготавливать на месте производства работ любое требуемое для заданного ритма выработки количество готовой смеси. Рис. 3 иллюстрирует динамику развития производства СССР в России.



Рис. 31 Развитие производства ССС в России

Анализируя приведенный выше краткий обзор основных направлений развития строительных технологий, можно увидеть, что определяющей тенденцией является применение новых материалов, полученных в результате развития технологий смежных отраслей (химической промышленности, металлургии и др.), которые позволяют создавать новые конструкции и технологии их возведения с целью повышения надежности, долговечности, комфортности искусственной среды обитания человека. Следует особо подчеркнуть, что для любого вида строительных технологий одной из ключевых проблем является создание системы качества, позволяющей оперативно принимать решение об уровне качества продукции с учетом рисков производителя и потребителя. Формирование систем качества требует затрат, и часто значительных, но должно рассматриваться как важнейший фактор обеспечения эффективности современного строительства. Таким образом, «сопутствующей» тенденцией повышения эффективности строительства является повышение единовременных затрат на создание строительной продукции. Это так же естественно, как тот факт, что стоимость современного океанского лайнера превышает, например, стоимость ладей викингов, пересекавших много веков назад Атлантический океан. Повышение единовременных затрат неизбежно, но «наша задача не строить дешево, а

эксплуатировать дешево» (В.И. Ресин). Оценить же экологический и социальный аспекты строительной деятельности «в рублях» далеко не всегда возможно. Поэтому при оценке эффективности строительства в целом нельзя оперировать только экономическими показателями. Важным этапом в оценке эффективности следует рассматривать принятую в течение последних лет развитыми странами концепцию устойчивого развития, в том числе в строительстве.

Экономическое развитие не может остановиться, но это развитие не должно разрушать окружающую среду, поскольку иначе невозможны здоровое общество и экономика. По отчётным данным Римского Клуба, существованию человечества на планете Земля грозят три основные опасности:

- резкое уменьшение не воспроизводимых запасов сырьевых материалов;
- интенсивно развивающееся загрязнение окружающей среды;

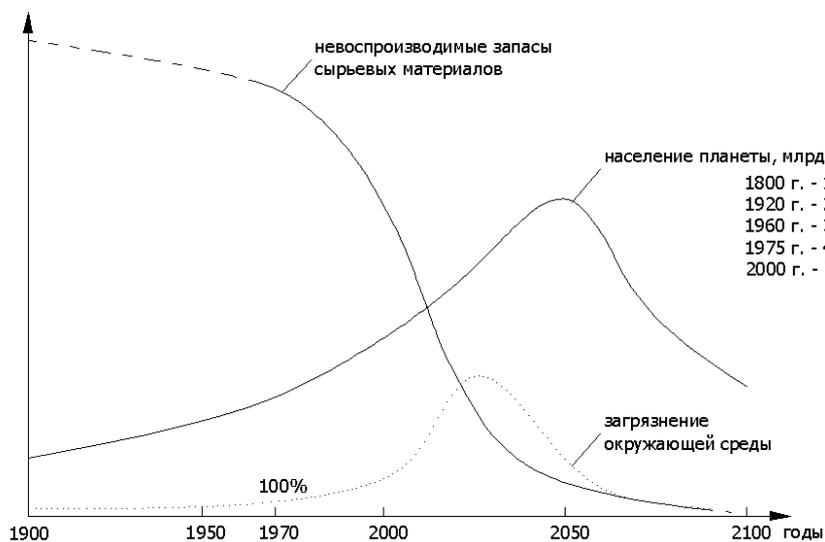


Рис. 32 - Развитие основных процессов, связанных с экологией планеты (по данным Римского Клуба)

- резко возрастающая численность населения планеты.

Все три названных фактора, непосредственно связанные со строительством, могут привести к экологической катастрофе, если человечество в ближайшее

время не примет эффективных мер по резкому изменению характера своего развития (рис. 32). При существующих технологиях и темпах использования сырьевых материалов к 2010 году человечество практически будет лишено наиболее важных сырьевых ресурсов (этот вывод был получен достаточно давно и не совсем соответствует реальному положению).

Ситуация с загрязнением окружающей среды может быть критической уже к 2030-2040 гг., когда масштабы загрязнения в сравнении с 1970 годом увеличатся в 8-10 раз.

По мнению Римского Клуба, серьёзную проблему представляют также темпы увеличения населения планеты. Чтобы население планеты с 1800 г. увеличилось на 1 млрд. человек, понадобилось 120 лет. Для увеличения населения планеты на следующий миллиард понадобилось уже только 40 лет. По прогнозам, к 2050 году население Земли может достигнуть уровня в 13 млрд. человек. Фактически же, по данным Фонда по развитию населения при ООН (UNFPA), по состоянию на октябрь 1999 года население планеты составляло 6 млрд. человек, что примерно на 1 млрд. меньше, чем по прогнозу Римского Клуба. Согласно опубликованным данным ООН, к 2050 году произойдёт увеличение населения до 7,3 – 10,7 млрд. человек, причём, наиболее вероятным называется численность населения около 8,9 млрд. чел. Несмотря на значительные расхождения в прогнозировании прироста населения на Земле, можно отметить закономерную тенденцию прогрессирующего роста численности населения, связанного с угрозой перенаселения наиболее благоприятных и развитых регионов в мире. Рост населения предопределяет рост потребностей в жилье, развитии инфраструктуры, необходимости освоения неблагоприятных сегодня для проживания регионов, что требует создания в них искусственной среды обитания. Все эти факторы предопределяют рост темпов строительного производства и, следовательно, обострения всех проблем, связанных со строительной деятельностью человека.

Понятие «устойчивое развитие», по заключению ООН, станет в ближайшем будущем основной и руководящей идеей развития общества в большинстве жизненных сфер, что потребует, в свою очередь, перестройку образа мышления и систему взглядов человека на свою деятельность в окружающем его мире. Началом формирования концепции устойчивого развития можно считать отчёт Брундландской Комиссии ООН от 1987 года, а также Международную

Конференцию ООН, посвящённую окружающей среде и развитию (UNCED), проведённую в Рио-де-Жанейро в 1992 году, на которой была принята Повестка на 21 век «AGENDA 21». Согласно определению, данному Брундландской Комиссией, «устойчивым можно назвать развитие, если оно отвечает потребностям сегодняшнего поколения, не подвергая при этом опасности последующие поколения, удовлетворять свои потребности в будущем». В 1992 г. в Рио-де-Жанейро 179 государств мира огласили свою приверженность курсу на устойчивое развитие. Характер этого развития представляет собой гармоничное сочетание высоких технологий, экологических, экономических и социальных аспектов.

В Концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию от 1 апреля 1996 г. № 440 дано определение: «устойчивое развитие – это стабильное социально-экономическое развитие, не разрушающее своей природной основы», т.е. «...улучшение качества жизни людей должно обеспечиваться в тех пределах хозяйственной ёмкости биосферы, превышение которых приводит к разрушению естественного биотического механизма регуляции окружающей среды и её глобальным изменениям. Лишь выполнение этих условий гарантирует сохранение нормальной окружающей среды и возможность существования будущих поколений людей». Кратко можно сформулировать, что устойчивое развитие – это стабильное социально-экономическое развитие, не разрушающее своей природной основы и обеспечивающее непрерывный прогресс общества.

Одним из важных экологических аспектов является вопрос ресурсосбережения и устойчивости экосистем. Формы общественно-хозяйственного развития при этом, характеризующиеся прямой зависимостью производства от потребления энергии и других природных ресурсов, должны рассматриваться как неперспективные. Концепция устойчивого развития в строительстве основана на следующих основных принципах:

- полное использование, т.е. комплексная переработка добываемого природного сырья;

- учёт всего жизненного цикла материалов, в т.ч. переработка отходов в конце их жизненного цикла с целью повторного использования;
- развитие ресурсосберегающих технологий;
- безотходные технологии строительного производства.

Сформулированные принципы устойчивого развития в строительстве определяют необходимость решения следующих задач:

а) экологического характера:

- ограничение территориально разбросанного строительства;
- организация материальных потоков в строительстве, обеспечивающих ресурсосбережение;
- прекращение использования материалов, содержащие вредные вещества, в любом цикле использования строительных материалов;
- снижение выброса CO₂ в атмосферу;
- сокращение энергопотребления на производство и эксплуатацию зданий и сооружений;
- увеличение эффективности использования существующего строительного фонда;
- разработку эффективных технологий повторного применения материалов;

б) экономического характера:

- обеспечение профилактики строительных конструкций, обеспечивающей высокий уровень их надежности в процессе эксплуатации, для эффективного использования существующего строительного фонда;
- проектирование новых строительных конструкций по критериям долговечности, ремонтпригодности, ресурсосбережения;
- снижение затрат в любом жизненном цикле зданий: возведение, эксплуатация, реконструкция, демонтаж и утилизация отходов;
- снижение стоимости мероприятий по техническому перевооружению и реконструкции строительных объектов в сравнении с новым строительством;

- оптимизация затрат на создание технической и социальной инфраструктуры;
- в) социального характера:
 - оценка культурного наследия и его значения в сохранении материальной ценности зданий и сооружений,
 - создание и сохранение строительного фонда в соответствии с социальной потребностью; обеспечение приемлемости жилищных затрат для малоимущей части населения;
 - создание благоприятной жилой и рабочей среды, социальной интеграции, исключение закрытых жилых районов;
 - «здоровый образ жизни» как внутри, так и за пределами жилья;
 - создание и обеспечение рабочих мест в строительстве.

Таким образом, глобальное развитие науки и техники непосредственно связано и должно решать, в том числе, задачи развития строительства и жилищного комплекса, что является особенно важным для экономического и общественного развития. Научно-исследовательскому потенциалу отводится основная роль в разработке технологий эффективного использования ресурсов, реконструкции объектов строительного комплекса, разработке новых строительных материалов и технологий их утилизации. Важная роль в решении этих вопросов принадлежит совершенствованию научно-исследовательской инфраструктуры, изменению законодательной базы и улучшению системы образования. Основными задачами, требующими решения для повышения эффективности строительства, можно считать:

- разработку технологий комплексного использования строительных материалов, вплоть до создания замкнутых циклов полной периодической переработки;
- развитие ресурсосберегающих, в первую очередь, энергосберегающих технологий.

На этих ведущих задачах, стоящих перед строителями, стоит остановиться подробнее.

Повторное применение материалов, конструкций и отходов строительного производства имеет в истории человечества многовековую традицию. Ещё у индейских племён Северной и Южной Америки, кочующих народов Азии или населения ранее аграрной Европы из поколения в поколение передавались знания и опыт, касающиеся переработки и повторного применения отходов жизнедеятельности и использования ранее произведённых материалов и элементов конструкций. Основанием такого рода деятельности было, конечно же, стремление к снижению затрат собственного труда при добыче материалов для производства необходимых обиходных предметов, но никак не осознание экологических проблем в сегодняшнем понятии. В древние времена некоторые материалы, в особенности камни и бревна, использовались строителями многократно. Взгляды, заставляющие строителей сегодня думать и созидать с позиций кругооборота материалов, однако не являются закономерным результатом такой исторической ситуации. В индустриально развитых странах стремление к постоянному экономическому росту глубоко завладело сознанием людей, отходы производства и жизнедеятельности часто подвергаются захоронению или сжиганию без учета на воздействие на природу и здоровье людей, строительные отходы сбрасываются в водоёмы или закапываются в землю. И только с резким скачком затрат на добычу природных ресурсов и связанной с этим потребностью в ценных окультуренных землях, а также с растущим уровнем знаний об исходящей потенциальной экологической опасности всё больше набирает темп мысль целенаправленного повторного применения строительных элементов и повторного использования отходов. В первую очередь это касается именно строительства как производящей огромное количество отходов отрасли. Например, при общем годовом объёме мусора в Германии в размере около 400 млн. тонн объём строительных отходов составляет около 285 млн. тонн, или более 70%. Значительная доля отходов образуется при выемке грунта и дорож-

ных работах. Утилизация этих отходов представляет первоочередную задачу. Учитывая значительную долю потребления ресурсов, приходящуюся на строительный комплекс, ресурсо- и энергосбережение должны быть непосредственно связаны с эффективным выбором строительных материалов и технологий уже на стадии проектирования. Во время строительного производства имеет место потребление первичных материалов в виде природных ресурсов и энергии, потраченной на добычу, переработку и производство материалов, а также на транспортировку продукции к месту строительства. При конечном этапе жизненного цикла здания требуются территории для размещения не пригодных для повторного применения отходов и энергия для сжигания не пригодного для захоронения на свалках строительного мусора. Для сокращения объёма как вводимых в систему в начале цикла материалов, так и выводимых из неё, целесообразно возвращение вторичных материалов в процесс повторного использования, позволяющее снизить потребление первичных ресурсов.

Здание и отдельные его элементы в зависимости от различных эксплуатационных требований, интенсивности износа, а также воздействия погодных факторов имеют ограниченный период эксплуатации, состоящей из определённых этапов. Перед принятием решения о сносе здания должны быть изучены различные возможности продления его жизненного цикла, например:

- перепрофилирование здания под новое производство, предусматривающее сохранение его основных частей и элементов;
- смена месторасположения здания, т.е. полный демонтаж здания и его последующее возведение на другом месте.

Величина затрат, связанных с реализацией вышеуказанных возможностей продления жизненного цикла здания зависит, главным образом, от его конструктивных особенностей. Вариант перепрофилирования более приемлем для каркасных зданий, а перенос – для зданий из модульных элементов. При этом затраты на проведение мероприятий по демонтажу и последующему возведению здания оказываются практически равными затратам на строительство та-

кого же нового здания. Учитывая это фактор, вышеуказанные решения вряд ли получат широкое распространение. Но повторное применение элементов конструкций, практически исключая затраты на производство новых строительных элементов, может получить «право на жизнь». А вот повторное использование стройматериалов, предусматривающее переработку элементов конструкций, не отвечающим больше функциональным требованиям, до уровня строительных материалов и повторное вовлечение их в производство, имеет огромную перспективу. Уже сегодня некоторые страны, например, Нидерланды, при производстве бетонных работ в качестве заполнителей используют в основном вторичные ресурсы. Для переработки и вторичного использования материалов основополагающими являются следующий основной принцип: чем однороднее и чище исходные материалы, тем проще их последующая переработка и тем легче они используются в качестве вторичного сырья.

Повторное применение является одним из определяющих направлений развития ресурсосберегающих технологий. Например, при повторном применении некоторых теплоизоляционных плит может быть сэкономлено до 95% энергии, необходимой для производства конечного продукта из первичного сырья. Следует учитывать, что производство первичной продукции связано зачастую с транспортировкой сырья на большие расстояния, включая даже межконтинентальные перевозки. Переработка вторичного сырья ограничена, как правило, региональными перевозками, что даёт значительную экономию энергии. Переработка и повторное использование строительных отходов обеспечивает следующий экологический эффект:

- сохранение природных запасов сырья, объемов захоронений, а значит, и природного ландшафта. По некоторым оценкам, вторичное использование материалов может заменить до 20% первичного сырья;

- экономия энергии при использовании вторичных строительных материалов, как уже отмечалось, может достигать 95%, что снижает образование вредных веществ, характерных для первичного производства.

Таким образом, создание закрытых кругооборотов строительных материалов на достаточно высоком функциональном уровне повторного их применения является мощным средством снижения потребления первичного сырья и должно стать одним из основных направлений развития строительных технологий. По некоторым оценкам, около 16% строительных отходов, преимущественно несущие конструкции, применяются сегодня повторно. Применение еще примерно 50% таких конструкций является технически возможным. Около 60% объёма составляют отходы при переработке ненесущих конструкций, которые можно рассматривать как огромный потенциал для увеличения доли использования вторичных материалов.

Сегодня одним из основных факторов, сдерживающих развитие повторного применения материалов, как ни странно, является экономический. Проблема состоит в том, что в расчёт берутся не реальные затраты на производство новых материалов, а только их часть. Не учитывается в полной мере экологический фактор - загрязнение воздуха, воды и земли, в связи с чем, как правило, строителям проще и дешевле отправить отходы на свалку, чем на переработку. Ситуацию можно изменить только на государственном уровне, в т.ч. законодательном. Необходимость принятия решения диктуется интересами последующих поколений.

Возможная схема повторного применения материалов, формирующая циклы кругооборота, представлена на рис. 33.

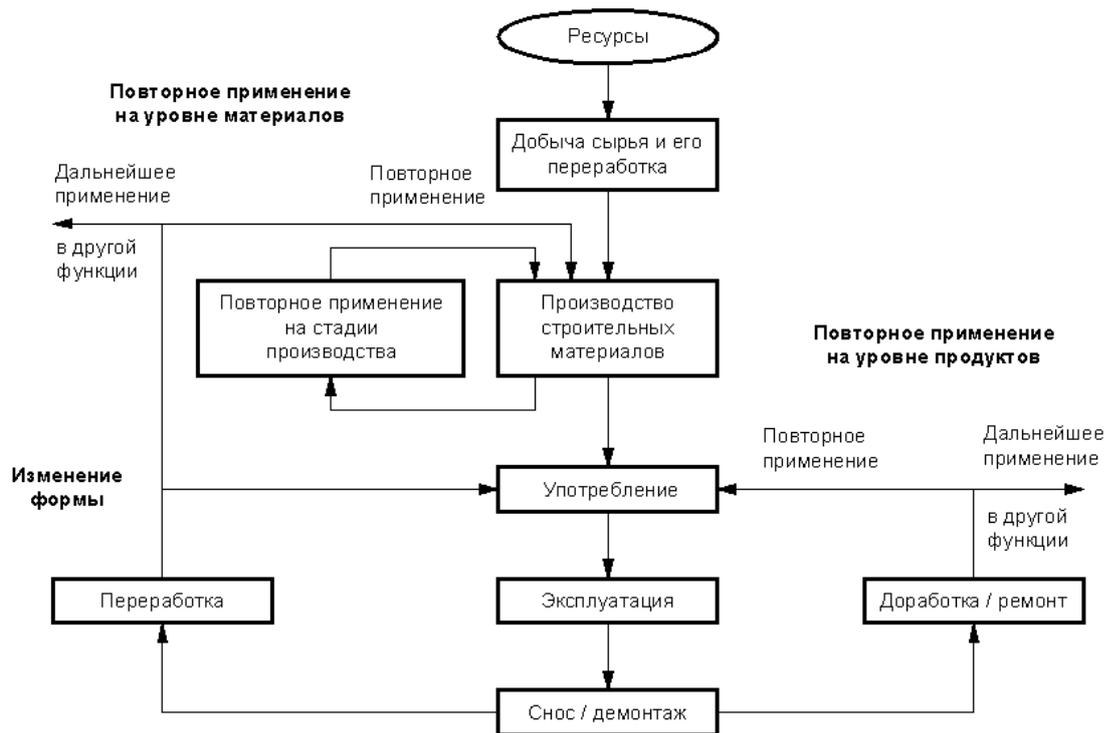


Рис.33 - Возможная схема «кругооборота» строительных материалов.

Сегодня наиболее распространённым вариантом повторного применения материалов в строительном производстве является принцип Down Cycling, при котором перерабатываемые строительные материалы используются на более низком качественном уровне (например, продукт переработки железобетонных конструкций используется как материал для оснований в дорожном строительстве). Основная задача состоит в том, чтобы на основе достижений современной науки создать систему Recycling, т.е. разработать технологии, позволяющие повторно применять материал на том же или даже более высоком уровне. В таблице представлены возможные направления решения проблемы на всех этапах жизненного цикла здания, от проектирования до эксплуатации.

Таблица - Направления решения проблемы на всех этапах жизненного цикла здания

Жизненный цикл здания	Мероприятия
Этап проектирования	<ul style="list-style-type: none"> - выбор конструктивных решений с учётом повторного применения материалов; - ориентация на экологически чистые, пригодных для повторного применения материалы
Этап строительства	<ul style="list-style-type: none"> - в стройиндустрии: безотходное производство материалов и элементов; - на стройплощадке: без- либо малоотходные технологии производства работ
Период эксплуатации	<ul style="list-style-type: none"> - эксплуатация зданий и сооружений с последующим перепрофилированием производства; - реконструкция, реставрация либо перестройка зданий и сооружений с применением экологически чистой продукции.
Этап переработки и устранения отходов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Повторное использование отходов строительного производства; 2. Энергетическое устранение неиспользуемых отходов в соответствии с экологическими требованиями.

Таким образом, в соответствии с принципами устойчивого развития в строительстве главной целью на всех этапах жизненного цикла зданий: проектирование, возведение, эксплуатация, возможная реконструкция, демонтаж и утилизация, является обеспечение проектных решений и технологий, ориентированных на минимальное потребление энергии и ресурсов. Основополагающая роль в реализации указанной цели принадлежит проектированию. Лишь на этом этапе за счёт выбора прогрессивных технологий и инженерных решений возможно оказать существенное влияние на снижение затрат за весь жизненный период объекта. В основу проектных решений и сегодня закладываются принципы, сформулированные около 2 тысяч лет назад Витрувием: «прочность и стабильность, красота и удобство в эксплуатации». В современной интерпретации эти положения могут быть представлены в следующем виде:

- целесообразность и практичность, направленные прежде всего на удовлетворение человеческих потребностей;
- соответствие технического уровня функциональному назначению;
- приспособляемость к различным условиям использования, надёжность в эксплуатации;
- защитная функция против погодных и других внешних факторов (шум, пыль, загрязнения);
- безопасность, устойчивость и стабильность;
- долговечность;
- репрезентативность, или архитектурная выразительность и привлекательность, определяющая форму, выбор материала;
- совместимость с окружающей средой по критериям потребления энергии, занятости территорий, экологического воздействия.

Стоимость проектирования обычно не превышает 8% сметной стоимости объекта, но решения, закладываемые на этой стадии, оказывают существенное влияние на величину затрат в период всего жизненного периода здания (рис. 34).

Основная часть затрат приходится на период эксплуатации здания, но на этом этапе оказать существенное влияние на текущие затраты, если был допущен просчет на стадии проектирования, уже практически невозможно. С позиций устойчивого развития проектирование и строительство зданий и сооружений требует принципиально нового подхода. Особенно это актуально для промышленного и энергетического строительства, где доля общестроительных работ ча-

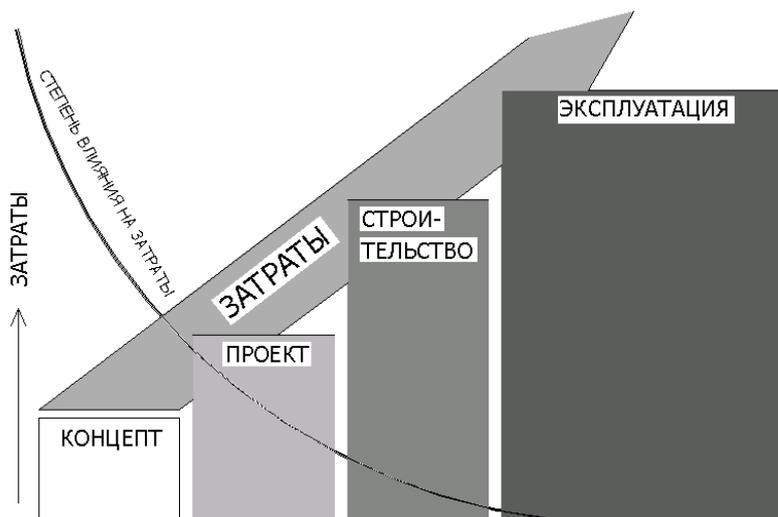


Рис. 34 - Влияние стадий проектирования и строительства на стоимость и эксплуатацию зданий

сто составляет меньшую часть общей стоимости объектов. Анализ уровня строительных затрат при возведении, эксплуатации и реконструкции объектов показывает, что на протяжении их жизненного цикла доля затрат на строительство при проведении реконструкции, обусловленной внедрением новых производственных технологий с интервалом в 8 лет, может превысить стоимость нового строительства. Период эксплуатации производственных зданий и сооружений составляет обычно от 40 до 50 лет, т.е. примерно от трёх до шести поколений оборудования, связанных с внедрением новых технологий. В жилищном и общественном строительстве, как правило, срок службы зданий существенно выше, но замена некоторых строительных конструкций может быть обусловлена не физическим сроком их нормативной эксплуатации, а появлением новых возможностей вследствие технического развития. Например, в последние годы происходит широкомасштабная замена окон, внедряются навесные фасады и др. Не всегда это связано с физическим износом конструкций, чаще доминируют соображения эстетического характера, «престиж фирмы» и т.д., т.е. определяющую роль в принятии технических решений или новых технологий начинает играть социальный фактор.

Учитывая вышеизложенное, при принятии проектных решений сегодня недостаточно ориентироваться только на экономические или технические показатели. Собственно, этот подход уже реализуется в практике. Например, все чаще производится экологическая экспертиза проектов. В связи с этим целесообразно организацию проектирования строить с учетом следующих положений:

- общее и расширенное рассмотрение проектных решений;
- системная организация проекта;
- ступенчатое проектирование;
- разработка вариантов решений на различных этапах проектирования;
- чёткое распределение целей и задач среди всех участников проекта;
- интегрированная работа всех участников проекта между собой;

- усмотрение и учёт возможности будущего развития общества, производства, региона;
- учёт требований к сохранению маневренности строительной субстанции к развивающемуся производству;
- проектирование всего жизненного цикла зданий и размещаемого в них оборудования (включая снос здания и утилизацию отходов).

Перечисленные положения в принципе не являются новыми, и в той или иной форме всегда реализовывались в проектной практике. Современные условия диктуют необходимость комплексного использования положений, подчиняя их решению основной задачи – ресурсосбережению на всех этапах в соответствии с концепцией устойчивого развития общества.

Литература

1. Приказ Минобрнауки России от 31.05.2017 N 482 (ред. от 08.02.2021) "Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта высшего образования - магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство" (Зарегистрировано в Минюсте России 23.06.2017 N 47144) (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2021)
2. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 08.04.01 Строительство. С изменениями и дополнениями от: 26 ноября 2020 г., 8 февраля 2021 г.
3. Указ Президента РФ от 1 ноября 2013 г. №819 «О Министерстве строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации».
4. История строительной техники / под общ. ред. В.Ф. Иванова. – Л.-М., 1962.
5. Морозов В. В., Николаенко В. И. История инженерной деятельности. Харьков, 2007
6. Сыркин П.С. Шахтное и подземное строительство. Введение в специальность. Часть 2. Основы строительного дела. - Новочеркасск, 2004.
7. Данилкин М. С., Мартыненко И. А., Страданченко С. Г. Основы строительного производства. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2010. - 384 с.
8. Сетков В. И., Сербин Е.П. Строительство. Введение в специальность. – М.: ИЦ «Академия», 2009
9. Колесов А.И., Лапшин А.А., Ковлягин А.М. История строительных наук: Учебное пособие / Под общ. ред. А.И. Колесова. – Н.Новгород: Нижегород. гос. ар-хит.-строит. ун-т, 2003, 140с.
10. Морозов В.В., Николаенко В.И. История инженерной деятельности. Харьков: НТУ «ХПИ», 2007. – 336 с.