



О.С.СУББОТИН

А.П.ПИЧУГИН,

И.В.БЕЛАН

**МАТЕРИАЛЫ И АРХИТЕКТУРА
МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ,
ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В ОСОБЫХ
ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ**



НОВОСИБИРСК 2012

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

О.С. СУББОТИН, А.П. ПИЧУГИН, И.В. БЕЛАН

**МАТЕРИАЛЫ И АРХИТЕКТУРА
МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ,
ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В ОСОБЫХ
ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ**

МОНОГРАФИЯ

НОВОСИБИРСК 2012

УДК 721.011.26:502.58 (470.620)

ББК 85.11

С 89

Рецензенты:

*Денисов А.С., заслуженный строитель Российской Федерации,
доктор технических наук, профессор*

*Полянский Э.А. – заслуженный архитектор Российской Федерации,
член-корреспондент РААСН*

Субботин О.С., Пичугин А.П., Белан И.В.

**С89 МАТЕРИАЛЫ И АРХИТЕКТУРА МАЛОЭТАЖНЫХ
ЗДАНИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В ОСОБЫХ ПРИРОДНЫХ
УСЛОВИЯХ:** монография; НГАУ–РАЕН. Новосибирск, 2012. – 192 с.,
илл.

ISBN 978-5-94672-387-9

В монографии приведены основные виды материалов, используемых для возведения малоэтажных зданий, эксплуатируемых в особых районах с аномальными климатическими условиями. Приведен анализ народной архитектуры жилища на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера. Рассмотрены особенности архитектурно-планировочной организации малоэтажного жилищного строительства российских регионов. Изложены основные факторы формирования указанного строительства на территориях Сибири и юга России. Предложены варианты использования эффективных материалов и защитных композиций для увеличения срока службы зданий, а также намечены мероприятия по совершенствованию архитектурно-планировочных и градостроительных решений малоэтажных жилых зданий.

Книга рассчитана на специалистов в области проектирования, строительства и эксплуатации зданий и сооружений, а также будет полезна студентам высших и средних специальных учебных заведений.

ISBN 978-5-94672-387-9

© Субботин О.С., Пичугин А.П., Белан И.В.
© ФГОУ ВПО НГАУ-РАЕН, 2012

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. ВИДЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ОСОБЕННОСТИ ТЕРРИТОРИЙ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ПРИРОДНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ... ..	7
1.1. Чрезвычайные ситуации природного характера.....	7
1.2. Возведение и эксплуатация зданий в сейсмических районах....	14
1.3. Мероприятия при строительстве на просадочных грунтах....	17
1.4. Особенности строительства в северной климатической зоне.....	20
1.5. Строительство и конструктивные мероприятия по обеспе- чению надежности зданий в условиях вечной мерзлоты.....	24
1.6. Состояние строительных объектов на затопляемых территориях.....	27
1.7. Особенности возведения и эксплуатации зданий в условиях Сибири.....	33
Глава 2. МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	39
2.1. Горные породы, применяемые для получения строительных материалов и изделий	39
2.2. Армированные и укрепленные грунты.....	48
2.3. Материалы и изделия на основе необожжённой глины.....	60
2.4. Керамические изделия.....	68
2.5. Бетоны и строительные растворы.....	77
2.6. Сухие растворные смеси.....	90
2.7. Материалы и изделия из древесины.....	96
2.8. Материалы на основе отходов растительного происхождения и деревообработки.....	103
2.9. Использование зол и шлаков в строительстве	115
2.10. Теплоизоляционные и акустические материалы	118
2.11. Кровельные и гидроизоляционные материалы	125
2.12. Стекланные и плавленные материалы и изделия	127
2.12. Материалы и изделия на основе пластических масс.....	130
Глава 3. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ	

ПРИРОДНОГО ХАРАКТЕРА.....	138
3.1. Комплекс мероприятий инженерной подготовки территории населенных мест обеспечение малоэтажных жилых зданий автономным инженерным оборудованием.....	138
3.2. Применение современных энергосберегающих конструкций и технических решений в малоэтажных жилых зданиях.....	144
3.3. Опыт народной архитектуры жилища на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера.....	150
3.4. Основные факторы формирования малоэтажного жилищного строительства в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера	161
3.5. Архитектурные и конструктивные решения малоэтажных жилых зданий в аспекте сравнительной характеристики проектов и отдельных конструкций.....	167
3.6. Улучшение типологии социального и доступного жилья для территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера.....	174
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ.....	185
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	188

ВВЕДЕНИЕ

Изменения атмосферы, верхних слоев земной коры и водных ресурсов оказывают существенное влияние на социальные формы совместной жизни и деятельности человеческого общества. При этом большую роль играет закон обратной связи взаимодействия человек-биосфера, означающий, что любое изменение в природной среде, вызванное деятельностью человека, «возвращается» и имеет в своем распоряжении нежелательные последствия для человеческого общества. Важными для настоящего момента глобальными проблемами общества являются вопросы, связанные с экологией. На различных этапах развития городов и сельских населенных мест демографическая структура была неоднородна и неравномерна. Причины этих колебаний весьма сложны. К основным можно отнести: долговременные изменения режима воспроизводства, национальные традиции, природно-климатические условия, уровень занятости населения, степень образования и др. В то же время, особые природные условия для проживания людей, высокая стоимость и трудоемкость освоения земельных участков, благоустройство которых играет значительную роль в снижении дискомфорта, определяют актуальность проблемы разработки комплексных градостроительных и архитектурно-планировочных мероприятий по созданию благоприятных условий проживания людей и проблему интенсивности использования селитебных территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера. Важную роль при этом имеют используемые материалы и изделия, которые применяются для возведения зданий, сооружений и хозяйственных построек.

Как известно, на просторах России естественно-географические условия чрезвычайно разнообразны. Наличие тех или иных строительных материалов, климат и почвы, значительно отличающиеся в разных географических зонах, разнообразие природных ресурсов, полезных ископаемых и связанное с ними сельское хозяйство и промышленность – все эти факторы оказали непосредственное влияние на формирование и развитие различных типов жилища, значительно отличавшихся друг от друга в разных природно-географических и историко-культурных регионах страны. Особенности жилища в значительной степени зависят и от природно-географических условий, направления хозяйственной деятельности человека, исторического процесса, уровня развития общества, имущественно-классовых различий, формы семьи и особенностей семейного и общественного быта, религии и верований, обычаев и обрядов, эстетических представлений народа и др.

В настоящее время, количество опасных природных явлений, которые наносят существенный ущерб населению, постоянно возрастает. Особенно это касается наводнений и землетрясений, число которых значительно увеличилось за вторую половину XX века и начало XXI века. По данным ученых площадь опасных территорий на нашей планете составляет примерно 5 млн. кв. км, на которых прожива-

ет более 1 миллиарда человек. Ежегодные убытки от наводнений и землетрясений в отдельные годы превышают 300 миллиардов долларов. Гибнут десятки тысяч человек.

Природные причины наводнений хорошо известны. В большинстве районов земного шара наводнения вызываются продолжительными, интенсивными дождями и ливнями в результате прохождения циклонов. Наводнения на реках Северного полушария происходят также в связи с бурным таянием снегов, зазорами, заторами льда. Предгорья и высокогорные долины подвергаются наводнениям, связанным с прорывами внутриледниковых и завальных озер. В приморских районах при сильных ветрах нередки нагонные наводнения, а при подводных землетрясениях и извержениях вулканов наводнения, вызываемые волнами цунами. Примерно втрое увеличились средние расходы паводков на урбанизированных территориях в связи с ростом водонепроницаемых покрытий и застройкой. Существенное увеличение максимального стока связано с хозяйственным освоением пойм, являющихся природными регуляторами стока. В частности следует назвать несколько причин, непосредственно приводящих к созданию наводнений: неправильное осуществление паводкозащитных мер, ведущее к прорыву дамб обвалования, разрушение искусственных плотин, аварийные сработки водохранилищ и др.

Вследствие вышесказанного, исследования, посвященные архитектуре и используемым строительным материалам малоэтажных жилых зданий на территориях подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, представляются весьма своевременными. Большинство регионов России в силу природно-климатических факторов – сложностью рельефа, географического положения и особенностей циркуляции воздушных масс, периодически подвергается воздействиям стихийных явлений. В зависимости от силы их проявления, экономике этих территорий и населению наносится значительный материальный ущерб, который часто связан с человеческими жертвами. Однако специальные исследования, посвященные проектированию и строительству малоэтажных жилых зданий на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, практически отсутствуют, что представляет данное исследование особенно актуальным.

Регулирование архитектурной деятельности на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, мероприятия, предотвращающие разрушительный характер, научные положения в обеспечение требований для проектирования малоэтажных жилых зданий определяют актуальность темы данной монографии. Главная цель авторов настоящей монографии состоит в изучении исторического опыта малоэтажного строительства при освоении территорий, выявление принципов формирования малоэтажных жилых зданий с использованием традиционных и новейших достижений строительства, с учетом комфортности проживания на территориях регионов, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера.

Глава 1. ВИДЫ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ И ТЕРРИТОРИИ, ПОДВЕРЖЕННЫЕ ПРИРОДНЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

1.1. Чрезвычайные ситуации природного характера

Территория Российской Федерации имеет площадь более 17 миллионов квадратных километров и включает различные климатические, географические и геофизические зоны. На здания и сооружения этой огромной территории воздействуют более тридцати различных природных явлений, развитие и негативное проявление многих из которых приводит к природным катастрофам и стихийным бедствиям, ежегодно наносящим стране огромный материальный ущерб, сопровождаемый большими человеческими жертвами (рис. 1.1).

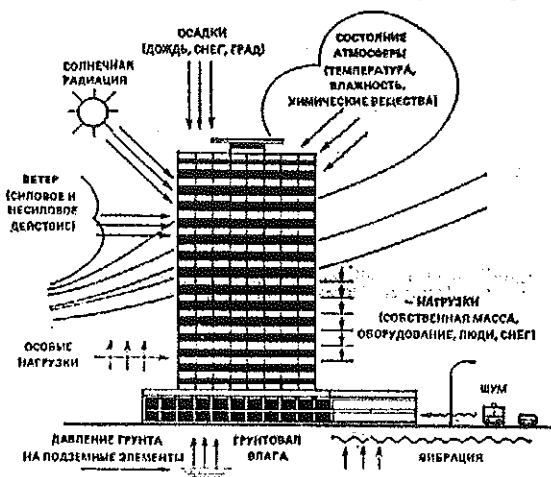


Рис.1.1. Внешние воздействующие факторы на здания и сооружения

Рассматривая современные требования к архитектуре малоэтажных жилых домов, размещаемых на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, необходимо иметь четкое представление о данных явлениях (рис.1.2).

Природная чрезвычайная ситуация - обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате возникновения источника природной ситуации, который может повлечь или повлечь за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей и окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение жизнедеятельности людей.

Основными этапами оценки возникновения чрезвычайных ситуаций природного характера являются:

- выявление и идентификация возможных источников чрезвычайной ситуации природного характера;
- прогнозирование возможных последствий воздействия поражающих факторов источников чрезвычайной ситуации на население, территорию и в частности, на малоэтажные жилые здания.



Рис.1.2. Классификация чрезвычайных ситуаций природного характера

Источник природной чрезвычайной ситуации – опасное природное явление или природный процесс, в результате которого на определенной территории или акватории произошла или может произойти чрезвычайная ситуация.

Причиной опасного природного явления или процесса может быть: землетрясение, вулканическое извержение, оползень, обвал, сель, карст, просадка в лессовых грунтах, эрозия почвы, цунами, лавина, наводнение, подтопление, штормовой нагон воды, сильный ветер, смерч, пыльная буря, засуха, сильные осадки, засуха, заморозки, туман, гроза, природный пожар.

Статистика людских и материальных потерь от природных стихийных бедствий и опасностей обнаруживает их быстрый рост по всему миру, и особенно во второй половине XX века.

Максимальное число чрезвычайных ситуаций природного происхождения обусловлено:

- наводнениями	- 32 - 36%
- ураганами, бурями, тайфунами, смерчами	- 18 - 20%
- сильными или особо продолжительными дождями	- 13 - 15%
- землетрясениями	- 7 - 9%
- сильными снегопадами и метелями	- 7 - 9%
- оползнями и обвалами	- 4 - 6%

Средние показатели чрезвычайных ситуаций природного происхождения в Российских регионах варьируют в широких пределах. Так, в горных районах чаще всего происходят землетрясения и снежные лавины (Алтай, Кавказ, Саяны, Приморье и др.).

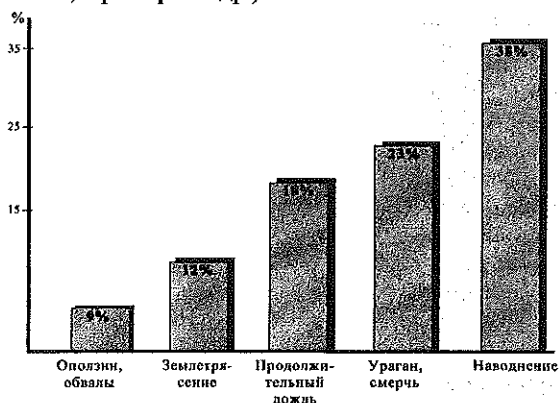


Рис 1.3. Примерное соотношение основных видов чрезвычайных ситуаций природного происхождения в Российских регионах

В пойменных участках рек и морей отмечаются подтопления ввиду повышения уровня воды; в северных территориях из-за наметившегося потепления избыточно неравномерные просадки зданий и сооружений ввиду от-

таивания вечномерзлых грунтов. На большей части страны длительный зимний период часто сопровождается снежными заносами и наледями. Западно-Сибирская низменность изобилует наличием просадочных и засоленных грунтов, а также торфяников с высоким уровнем грунтовых вод; ряд областей расположен в зоне действующей вулканической деятельности. Среднее соотношение основных видов чрезвычайных ситуаций природного происхождения в Российских регионах представлено на рис 1.3.

В связи с этим, возникают вопросы о степени защищенности людей, о стратегии защиты от бедствий различных зданий и сооружений, одними из которых являются малоэтажные жилые здания. Расширение научных исследований причин возникновения и характера чрезвычайных ситуаций природного характера, позволяет:

- предотвратить некоторые из них, ослабить силу их разрушительного воздействия;
- заблаговременно принять соответствующие меры, более конкретно и действенно осуществить меры по ликвидации последствий;
- определить правильное, разумное поведение населения.

В борьбе с чрезвычайными ситуациями большое значение имеют предупредительные работы для предотвращения или значительного уменьшения ущерба, а также получение необходимой информации.

Основой государственной политики предупреждения чрезвычайных ситуаций природного характера в Российской Федерации являются нормы международного и государственного (конституционного) права, обеспечивающие безопасность, благоприятную окружающую среду и сохранение жизни людей.

Практическое осуществление этой политики, исходя из понимания целостности и неделимости систем окружающего мира, окружающей природной среды, а также необходимости устойчивого, поступательного социально-экономического развития общества и повышения уровня жизни народа, заключается в определении условий, норм и правил антропогенной деятельности человека. При этом необходимо учитывать, что возникновение чрезвычайных ситуаций прямо пропорционально, а зачастую растет в геометрической прогрессии в зависимости от концентрации производства и населения, неблагоприятного влияния природно-географического и климатических факторов.

Учитывая вышеизложенное, следует, что процедуры государственного регулирования предупреждения чрезвычайных ситуаций или смягчения их вредных последствий предполагают установление и реализацию общих норм и правил организационного, социально-экономического и правового характера, являющихся основой для разработки системы ограничений в деятельности органов государственной власти, местного самоуправления, предприятий и учреждений (независимо от организационно-правовой формы и вида собственности) общественных организаций и граждан.

Эти нормы и правила с применением количественно определенных уровней целостной системы требований и показателей безопасности учитываются при решении вопросов размещения, проектирования, строительства, эксплуатации и вывода из эксплуатации не только объектов социально-производственного назначения, в какой бы то ни было отрасли, но и жилой застройке.

Общие положения Федерального закона №68 от 21.12.1994 г. «О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» достаточно полно раскрывают основные понятия терминов, связанных с чрезвычайной ситуацией.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций – комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций – аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей природной среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

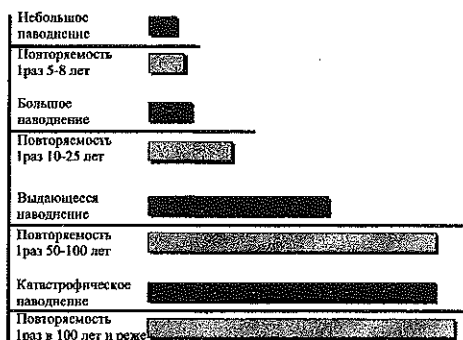


Рис 1.4. Классификация наводнений по предельным параметрам продолжительности (повторяемость 1 раз в кол-во лет)

Зона чрезвычайной ситуации – это территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация.

Одним из наиболее разрушительных является наводнение. Наводнением называется временное затопление значительной части суши, в результате дей-

ствий сил природы, которое причиняет, как правило, большой материальный ущерб и приводит к гибели людей и животных.

По размерам и наносимому им ущербу различают небольшие, большие, выдающиеся и катастрофические наводнения (рис. 1.4). Небольшое наводнение наносит незначительный материальный ущерб и почти не нарушает нормального течения жизни людей. Повторяемость их примерно 1 раз в 5 – 8 лет и характерны они для малых рек. Большое наводнение сопровождается значительным материальным ущербом, в том числе и причиняемым населению. Часть населения, материальных ценностей и скота эвакуируется. Повторяемость – примерно 1 раз в 10 – 25 лет. Выдающееся наводнение охватывает крупную речную систему, почти полностью парализует хозяйственную деятельность региона и наносит большой материальный и моральный ущерб. Возникает необходимость массовой эвакуации населения. Повторяемость таких наводнений – примерно 1 раз в 50 – 100 лет. Катастрофическое наводнение распространяется на несколько крупных речных бассейнов. Оно надолго парализует хозяйственную деятельность человека. Сопровождается человеческими жертвами. Повторяемость – 1 раз в 100 лет и реже.

Одним из наиболее опасных является наводнение, причина которого в прорыве плотины, дамбы или другого гидротехнического сооружения, либо в переливе воды через плотину из-за переполнения водохранилища. Затопление местности, расположенной ниже сооружения, осуществляется внезапно, с приходом, так называемой волны прорыва (вытеснения, пропуска), высота которой может достигать несколько метров, а скорость движения – несколько десятков м/с.

Поражающее действие наводнения выражается в затоплении жилищ, промышленных и сельскохозяйственных объектов, разрушении зданий и сооружений или снижении их капитальности, повреждении и порче оборудования предприятий, разрушении гидротехнических сооружений и т.п.

При крупных и катастрофических паводках, когда реки собирают воду с площадей в несколько сотен квадратных километров, поток вырывает с корнем деревья, сносит большие каменные глыбы и небольшие здания.

В результате размыва оснований и непрерывного углубления промоин от размывающего действия текущей воды может происходить разрушение кирпичных зданий в течение 5 – 10 суток. Более устойчивы блочные бетонные здания с фундаментами из бетонных (железобетонных) плит. Такие здания с заполненными водой подвалами сохраняют общую устойчивость до нескольких месяцев.

Сохранившиеся затопленные малоэтажные жилые здания теряют капитальность. Деревянные здания повреждаются гнилью. Предельная продолжительность устойчивости при хорошей проточности для различных древесных пород, применяемых в малоэтажном жилищном строительстве, колеблется от одного до трех месяцев. Разрушение деревянных зданий и сооружений связа-

но, в основном, с недостаточной прочностью фундаментов (исключение составляют свайные фундаменты). В кирпичных зданиях происходит разрушение кладки с выпадением кирпичей. Металлические конструкции и арматура железобетона подвергается коррозии.

В панельных малоэтажных жилых зданиях с ограждающими конструкциями из двухслойных панелей, изготовленных из неавтоклавного железобетона, происходит отслаивание пенобетонного утеплителя, а в сплошных стеновых панелях разрушается слой легкого бетона. Долговечность бетонных и железобетонных элементов, фундаментных блоков, оголовков свай и ростверков под воздействием воды уменьшается, что приводит к уменьшению капитальности зданий. При недостаточной плотности бетона в защитном слое железобетонных элементов интенсивно корродирует арматурная сталь. Особенно интенсивно корродируют закладные детали и сварные швы наружных стеновых панелей. Снижение капитальности малоэтажных жилых зданий в значительной степени происходит за счет коррозии арматуры из-за большого влагопоглощения пористым неавтоклавным пенобетонным утеплителем. Снижению долговечности и капитальности при затоплении способствует некачественное изготовление крупноразмерных конструкций, а также повреждение при их термовлажностной обработке. Таким образом, объем ущерба фиксируется по снижению класса капитальности малоэтажных жилых зданий в результате воздействия в зависимости от значений поражающих факторов затопления.

В целях предупреждения чрезвычайных ситуаций природного характера, смягчения их последствий и снижения возможного ущерба, обеспечения безопасности населения и устойчивого функционирования объектов экономики необходимо соблюдать правовое регулирование архитектурной деятельности на потенциально подтопляемых территориях, а именно выполнение следующих обязательных мероприятий:

- размещение объектов капитального строительства вести строго в соответствии с утвержденной градостроительной документацией;
- корректирование устаревшей градостроительной документации с учетом реальной ситуации;
- выполнение необходимого инвентаризационного зонирования территории с учетом существующего зонирования;
- запрещение размещения в зонах потенциальных подтоплений опасных производственных объектов;
- запрещение размещения в первых уровнях жилых зданий приборов энергоснабжения, теплообеспечения, газообеспечения;
- выбор такой конструктивной схемы жилого дома, при котором будет обеспечена необходимая жесткость и устойчивость всего здания. Это может быть достигнуто повышением жесткости сопряжения конструкций или наоборот, устройством шарнирных соединений, позволяющих взаимно пере-

мещаться соединяемым элементам без нарушения эксплуатационной надежности здания;

- защита оснований жилых домов от замачивания путем продуманной планировки территории, обеспечивающей сток атмосферных вод; надежного устройства сетей водопровода, канализации, теплоснабжения; выполнения водонепроницаемой отмостки здания;

- наличие обязательной информации о возможных последствиях в результате нарушений застройщиком существующего законодательства о градостроительной деятельности и подпись его о прохождении указанного инструктажа;

- формирование существующих ограничений (обременений) права, сервитутов на земельный участок и строения, регистрация их в Управлениях Федеральной регистрационной службы субъекта Российской Федерации (например: размещение жилых помещений выполнить не ниже 2,0 м от уровня планировочной отметки, обязательное страхование, необходимость использования только капитальных материалов, особая конструкция канализационных сетей и сооружений).

- выдача технических условий на строительство, реконструкцию и капитальный ремонт зданий и сооружений, для устройства проходов и подъездов к земельным участкам, проведения дренажных работ, использования земельного участка в целях ремонта и замены коммунальных, инженерных, электрических и др. линий и сетей, объектов транспортной инфраструктуры и т. п., должна производиться с учетом вышеперечисленных требований.

Следует обратить внимание, что в соответствии с пунктом 2 статьи 23 Земельного кодекса Российской Федерации, публичный сервитут устанавливается законом или иным правовым актом Российской Федерации, нормативным правовым актом субъекта Российской Федерации, нормативным правовым актом органа местного самоуправления в случаях, если это необходимо для обеспечения интересов государства, местного самоуправления или местного населения, без изъятия земельных участков. Установление публичного сервитута осуществляется с учетом результатов общественных слушаний.

1.2. Возведение и эксплуатация зданий в сейсмических районах

Сейсмическими называют районы, в которых возможны землетрясения 6 баллов и выше. В Российской Федерации эти районы занимают более 25% территории и расположены на побережье Черного моря, в Закавказье, на Алтае, в Сибири, на Дальнем Востоке, Камчатке, острове Сахалин, Курильских островах и др. По своей интенсивности, т.е. по проявлению на поверхности земли, землетрясения разделяются, согласно международной сейсмической шкале MSK-64, на 12 градаций-баллов. Для каждого из указанных районов определена нормативная – расчетная сейсмичность, а для зданий и со-

оружений эта расчетная величина, в зависимости от его назначения, значимости, количества одновременно находящихся там людей должна быть ниже расчетной на I балл для данного района строительства.

Способность зданий и сооружений противостоять сейсмическим воздействиям называется сейсмостойкостью. Для достижения необходимой сейсмостойкости зданий, которые возводят в сейсмических районах, их конструкции рассчитывают не только на обычные нагрузки, но и на действие инерционных сил, возникающих в здании во время землетрясения. Важное значение для сейсмостойкости зданий имеет ряд применяющихся конструктивных мер, которые разработаны на основании изучения и анализа характера разрушений, вызываемых землетрясениями. Принятие необходимых конструктивных решений для районов с различной расчетной сейсмичностью определено нормативными документами. Общим правилом для сейсмостойких зданий должна быть симметричная схема плана и единообразная конструктивная схема. В случае необходимости строительства зданий со сложными планами или перепадами высот должны быть устроены антисейсмические швы. В зданиях с несущими стенами швы устраивают путем постановки парных стен, а в зданиях каркасных – парных рам. Швы разделяют отдельные отсеки (в плане) по всей высоте здания, ширина швов назначается не менее величин, установленных нормами, для обеспечения свободного горизонтального смещения элементов, разделенных швами. Целесообразно совмещать швы осадочные, температурные и антисейсмические. При этом разрез по фундаментам должен быть произведен обязательно.

При строительстве зданий в сейсмических районах глубина заложения фундаментов должна быть, как правило, одинаковой для всего здания или отдельного контура. Наиболее целесообразно применять ленточные фундаменты, а под здания повышенной этажности – монолитные фундаменты в виде сплошной плиты. Важнейшим условием обеспечения устойчивости и жесткости зданий в условиях сейсмичности является устройство антисейсмических поясов. Антисейсмические пояса должны быть устроены на уровне перекрытий, включая надподвальные и чердачные. Пояс должен быть связан с нижележащими элементами кладки, стержнями и выполняется в монолитном железобетоне. Высота пояса должна быть не менее 150 мм, а ширина равна ширине стены. Класс бетона принимается не ниже В20. В этих случаях устраивается дополнительное армирование.

В сейсмических районах каменные кладки должны быть усилены арматурными сетками через каждые 700 – 900 мм. Растворы должны быть цементными с пластификаторами повышенной прочности. Перемычки над проемами следует делать железобетонными, в виде монолитных поясов (рис.1.5). Жесткость перекрытий обеспечивается омоноличиванием панелей перекрытий, связью их со стенами, заанкериванием с поясами и тщательной заделкой панелей на глубину не менее 180 мм. В районах с высокой сейсмической опасно-

Интенсивное строительство требует учета особенностей районов с жарким климатом. Эти районы, расположенные в поясе между 35-й и 45-й параллелями, отличаются продолжительным жарким летом и интенсивной солнечной радиацией, под действием которой облучаются ограждающие конструкции и тепловой поток проникает в здания и помещения, что негативно сказывается на состоянии людей. Неблагоприятные для человека климатические факторы, свойственные жарким районам, могут быть частично устранены за счет солнцезащитных (затеняющих) козырьков, экранов и других устройств. Способствует этому правильная ориентация и особые приемы планировки зданий по странам света с учетом направления господствующих ветров. Наружные поверхности стен рекомендуется окрашивать в холодные светлые тона (белый, голубоватый, синеватый, зеленоватый). Эти тона хорошо отражают солнечную радиацию и тем снижают нагрев ограждающих конструкций. Солнечная радиация усиливается при большой площади остекленной поверхности. Наиболее эффективно заполнение оконных проемов теплозащитным стеклом, стеклопакетами, стеклоблоками и светорассеивающим стеклом. Материалом для изготовления солнцезащитных устройств могут быть железобетон, алюминий, асбестоцементные листы. В ряде случаев они могут иметь автоматическую или механическую регулировку.

Перегрев производственных зданий может быть уменьшен не только конструктивными мероприятиями, но и планировочными решениями, т.е. методами наиболее благоприятного размещения зданий на отведенном под строительство участке. Так, в жарко-влажных климатических районах корпуса производственных предприятий целесообразно размещать на возвышенной местности. В этих местах скорость ветра повышается, что уменьшает перегрев помещений. При строительстве зданий в жарко-сухих районах целесообразно размещать их на юго-восточных и восточных склонах, где происходит более интенсивное охлаждение ночью. Важным является проветривание территории. Это достигается расположением зданий длиной осью параллельно направлению господствующих ветров или под углом не более 45° .

Особое значение в этих местах имеют зеленые насаждения. Крона деревьев и кустарников нейтрализует большую часть солнечной радиации и образует так называемый защитный экран. Все незастроенные зоны, резервные территории и разрывы между зданиями должны быть заняты газонами и цветниками. Это приводит к тому, что почва с таким покровом меньше нагревается, и, следовательно, изменяется микроклимат.

1.3. Мероприятия при строительстве на просадочных грунтах

Значительные территории России имеют так называемые просадочные грунты, которые, находясь в напряженном состоянии от внешней нагрузки и собственного веса, дают при замачивании дополнительные деформации, назы-

васмые просадками. К таким районам относится Западно-Сибирская низменность (равнина) и ряд других территорий, расположенных в поймах рек и вблизи побережья. В зависимости от величины просадки эти грунты могут вызывать нарушение прочности здания, а в ряде случаев разрушение их. Основные мероприятия, исключающее просадку грунта, - искусственное уплотнение массива путем трамбования, забивки свай (грунтовых) или устройства грунтовой подушки из более плотного грунта с послойной укаткой. В некоторых случаях целесообразно применять замачивание грунта, что также ведет к его уплотнению перед строительством.

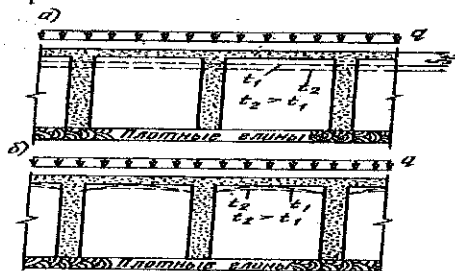


Рис.1.7. Принципиальные схемы укрепления грунтового основания для различных случаев воздействующих факторов

При строительстве и эксплуатации зданий на просадочных грунтах важное значение должна иметь защита основания от замачивания, т.е. недопущение стока или увлажнения грунта у основания и фундаментов здания. Для этого необходима такая планировка участка, которая бы обеспечивала отвод поверхностных – атмосферных вод с территории застройки, безопасное расположение водопровода, канализации, теплотрассы и других коммуникаций. Важным является укрепление грунтового основания под зданием различными методами: силикатизацией, цементацией, полимеризацией и др., а также устройство водонепроницаемой отмостки шириной не менее 1 м (рис. 1.7). В ряде случаев устраивают водонепроницаемые экраны под полом и в местах возможного увлажнения, особенно при строительстве промышленных зданий. Для предотвращения инфильтрации в просадочный грунт поверхностных вод следует до минимума сокращать срезку верхнего слоя грунта.

Основными конструктивными мероприятиями при строительстве зданий на просадочных грунтах следует считать применение жесткой конструктивной схемы всего здания, малочувствительной к неравномерным осадкам. Малочувствительные к неравномерным осадкам конструкции разделяют на жесткие и нежесткие. Жесткие конструкции обладают большой прочностью, не имеют взаимных перемещений и оседают как одно пространственное целое. В нежестких конструкциях элементы связаны между собой шарнирно, поэтому их взаимное перемещение вследствие неравномерной просадки основания прак-

тически не отражается на устойчивости здания в целом. Для предотвращения возможных деформаций при строительстве на просадочных грунтах, являющихся малонесущими, рекомендуется устраивать свайные основания и фундаменты (рис.1.8). Особенно эффективными являются конусные и пирамидальные сваи.

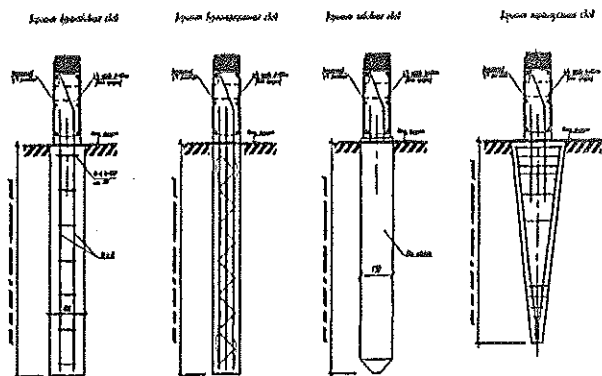


Рис. 1.8. Виды свай для устройства оснований и фундаментов на просадочных грунтах

Для многих угледобывающих и рудных районов страны – Донбасса, Урала, Кузбасса, Приморья и других мест, а также при прокладке туннелей метро, вследствие выемки пластов свойственны оседания, прогибы, наклоны, горизонтальные смещения и другие деформации, вызывающие значительные повреждения или разрушения расположенных на них зданий и сооружений. Строительство зданий и сооружений на подрабатываемых территориях (под которыми проводят подземные горные разработки) осуществляют согласно нормативным указаниям, приведенным в рекомендациях «Здания и сооружения на подрабатываемых территориях». Такие территории обычно бывают в районах угледобычи. Горные выработки оказывают вредное воздействие на конструкции зданий, расположенных над ними, вследствие неизбежных просадок земной поверхности.

При строительстве на подрабатываемых территориях предпочтение отдают зданиям небольшой площади, без выступов и пристроек. Здания большой протяженности разбивают на отсеки, что уменьшает усилия в конструкциях и вызывает их меньшие повреждения под воздействием горных выработок. Сохранность и надежность зданий и сооружений, расположенных на подрабатываемых территориях, обеспечивают рядом мероприятий, среди них:

- выбор территории под строительство и соответствующая планировка участков, не допускающих обрушений;
- уменьшение деформаций земной поверхности с помощью горнотехнических мер защиты;
- применение в здании конструктивных устройств, швов, жестких креплений, усиленных ригелей, панелей равнопрочных элементов каркаса и других мероприятий.

Конструктивные меры предусматривают исходя из принципа жесткости или податливости. В первом случае необходимо обеспечить жесткость и прочность, достаточные для восприятия дополнительных усилий в конструкциях без появления в них остаточных деформаций. Выбор тех или иных мер определяет проектная организация на основе технико-экономических сравнений и практических рекомендаций. Конструктивные решения во всех случаях должны быть основаны на использовании индустриальных изделий заводского изготовления. Крупные панели – наиболее рациональные конструктивные элементы для зданий, строящихся в особых грунтовых условиях. Наиболее рациональная однорядная панель на комнату. Для наружных стен это могут быть либо трехслойные панели с несущим слоем из тяжелого бетона класса не ниже В20, либо однослойные панели из легкого плотного бетона. Для восприятия горизонтальных растягивающих усилий от изгибающих моментов в плоскости панели при конструировании предусматривается устройство армированных поясов в теле панели.

В зданиях со стенами из кирпича, камней и крупных блоков, где применяются поясные и перемышечные блоки, плиты перекрытия при опирании на эти блоки не доводятся до стенки на 80 – 100 мм. В полученный зазор укладывается дополнительный пространственный каркас, соединяемый по длине в непрерывный пояс. Затем зазор замоноличивается бетоном класса В20. В зданиях со стенами из кирпича, камней и крупных кирпичных блоков в особых грунтовых условиях не допускается последующая наружная отделка и облицовка.

1.4. Особенности строительства в северной климатической зоне

Северные территории по существующему строительно-климатическому зонированию отнесены к 1 климатическому району. Южная граница ее в европейской части проходит вдоль побережья Баренцева, Белого, Карского морей, далее постепенно отклоняется на юг от Салехарда до Благовещенска и затем проходит вдоль Амура до его устья, снова отклоняясь на север до Берингова пролива. Северная строительно-климатическая зона, таким образом, занимает обширную площадь, составляя более половины всей территории России. Естественно, что ожидать однородности климата на такой обширной территории невозможно и в соответствии со Строительными нормами и правилами северная строительно-климатическая зона разделяется на три подзоны (рис.1.9):

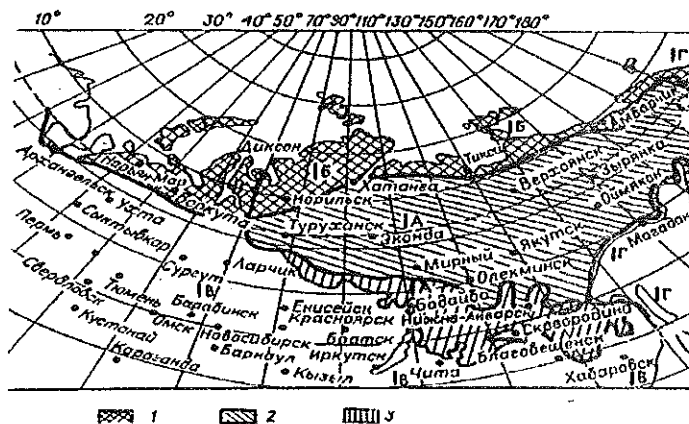


Рис.1.9. Северная строительно-климатическая зона с подрайонами

I (климатические подрайоны 1Б и 1Г) – районы побережья морей и океанов с суровой и длительной зимой, низкими температурами наружного воздуха, ветром, большими снеготаносами, полярной ночью, длящейся до трех месяцев, коротким холодным и влажным летом, вечномерзлыми грунтами на большей части территории;

II (климатический подрайон 1А) – районы с более суровой зимой и низкими температурами наружного воздуха (средняя температура января – 32°C) и коротким теплым летом;

III (климатический подрайон 1Д) – районы с холодной длительной зимой (средняя температура января до -32°C) и коротким теплым летом.

I подзона – арктическая полоса северной зоны – в связи с особенностями климата вызывает большую продолжительность отопительного периода, достигающую до 365 дней в год, увеличение почти в два раза теплотерьер через стены, а через окна в 4-5 раз по сравнению с теплотерьерями через аналогичные ограждающие конструкции зданий центральной части страны. Большое своеобразие в эксплуатацию населенных мест вносит сочетание больших скоростей ветра со снегом, хотя осадков здесь выпадает незначительное количество, под воздействием ветра образуются снеговые заносы высотой иногда в 10-15 м, оставляя оголенную землю на проветриваемых участках.

II подзона характеризуется резко континентальным климатом. Зимние температуры здесь снижаются до - 72°C, что, естественно, ограничивает возможность пребывания людей на открытом воздухе (табл.1.1).

Южные районы (III подзона) имеют более мягкий климат в сравнении с первыми двумя подзонами.

Таблица 1.1. Расчетные климатические параметры населенных пунктов Крайнего Севера

Населенный пункт	Температура наружного воздуха, °С			Период со среднесуточной температурой < 8 °С		Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Привед. сопротивление теплотеплопередаче $R_{\text{в.пр}}$ для стен
	абсолют. мин.	абсолют. макс.	наиболее холодной 5-дневки $K_{\text{об.н}}=0,92$	прод.ность, суток	средн. температура, °С		
Анадырь	-51	28	-40	307	-11,3	9609	1,73/4,74*
Архангельск	-45	34	-31	251	-4,7	6200	1,47/3,54
Магадан	-50	30	-29	278	-9,6	8229	1,41/4,26
Мурманск	-37	32	-27	281	-3,3	6547	1,35/3,68
Ноя (Южная Якутия)	-59	38	-49	252	-14,5	8694	1,98/4,41
Оймякон	-71	33	-60	275	-25,8	12595	2,30/5,97
Тикси	-54	33	-44	365	-13,4	12191	1,84/5,80
Якутск	-64	38	-55	254	-21,2	10465	2,16/5,10
Москва**	-42	37	-26	213	-3,6	5027	1,32/3,16

* В числителе – параметры для жилых зданий, вычисленные по формуле (1) СНиП II-3-79** при $K_{\text{об.н}}=0,92$, в знаменателе – по новым требованиям [15].

** Данные по г. Москве приведены для сравнения.

Большое разнообразие климатических характеристик каждой подзоны обуславливается в ряде случаев наличием сложного рельефа местности. Это обстоятельство также требует самостоятельного учета в строительстве. Нет такой стороны в строительстве, на которую бы не оказывали влияние описанные особенности климата Севера. Градостроительные, объемно-планировочные, конструктивные, технологические и экономические мероприятия хотя и определяются общими принципами, принятыми в Российской Федерации, но решающее значение при их назначении принадлежит особым природно-климатическим условиям, а также крайне неравномерному распределению объектов строительства (соответственно без стройиндустрии) по территории Северной зоны. При проектировании и строительстве в суровых климатических условиях при наличии на строительной площадке вечномерзлых грунтов к ним предъявляются повышенные требования к теплоизоляционным свойствам, обеспечению устойчивости и возможности их возведения при низких температурах.

Для кирпичных зданий, прежде всего, исключительно важными становятся меры по организации воздухопроницаемости. Это требует тщательной заделки вертикальных и горизонтальных швов между кирпичами. Обязательной является внутренняя и наружная штукатурка стен, так как ее отсутствие снижает теплозащитные характеристики стен при отрицательных температу-

рах (по сравнению с расчетными на 45 – 50%). В случае, если толщина стены по теплотехническому расчету должна быть более 64 см, необходимо переходить на эффективные конструкции каменных стен, то есть применять кладки с эффективным утеплителем. Зазоры между брусковыми перемышками заполняются утеплителем. При теплотехническом расчете стен целесообразно и экономически оправдано принимать конструкцию стен с термическим сопротивлением на 20 – 30% выше расчетного значения. Специальные меры по обеспечению устойчивости каменных стен необходимы в связи с возведением зданий при отрицательных температурах. Для этой цели производится армирование кладки обеспечивая прочность кладки в нужных пределах. При возведении кирпичных зданий по II принципу, когда заранее предполагается возможность неравномерных осадок здания, следует осуществлять конструктивные мероприятия, увеличивающие жесткость кладки (расчленение здания на короткие, жесткие отсеки, устройство жестких арматурных поясов в уровне перекрытий, соединение плит перекрытий в единую плиту сваркой закладных деталей и т.д.) (рис.1.10).

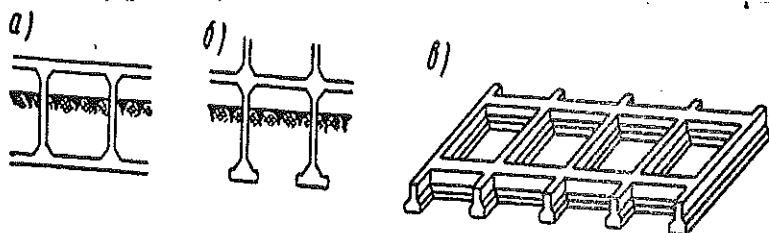


Рис.1.10. Схемы фундаментов, адаптированных к восприятию неравномерной осадки оснований: а), б) - рамные; в) – в виде перекрестных лент

Применение крупных панелей позволяет значительно индустриализировать процесс возведения стен, освободиться от массы растворных швов, существенно повысить жесткость несущего остова здания. Однако использование панелей в суровых северных условиях представляет известные трудности по степени насыщения конденсационной влагой и эксплуатационным параметрам. Это приводит к снижению теплотехнических качеств и требует увеличения их толщины стен до 0,5 – 0,6 м, что приводит к завышенной массе элементов ограждения. Положение еще более усугубляется для многоэтажных зданий. Материал самонесущих однослойных стен должен иметь прочность не менее 75 кг/см^2 ; что возможно для легкого бетона при плотности не менее $700\text{--}800 \text{ кг/м}^3$, а это приведет к толщине панелей 0,5–0,7 м.

Именно поэтому для северных условий настоятельно рекомендуется переход на многослойные эффективные конструкции панелей. Как известно, трехслойные панели могут изготавливаться с жесткими или гибкими связями наружного и внутреннего несущих слоев. В северных условиях предпочти-

тельное использование трехслойных панелей с гибкими связями. Это обусловлено тем, что гибкие связи дают возможность относительно независимой деформации наружного и внутреннего слоев, находящихся в контрастных температурных режимах. В панелях с гибкими связями применяются наиболее эффективные теплоизоляционные материалы: стекловатные, минераловатные плиты, пеностекло, пенополистирол и фенольные пенопласты. Еще одним преимуществом трехслойных панелей с гибкими связями является отсутствие в стенах сквозных теплопроводных включений, чего не избежать в панелях с жесткими связями. Теплозащитные свойства таких стен могут быть доведены до оптимальных значений по толщине с использованием современных конструкций всех узлов, особенно стыков панелей.

Обеспечение устойчивости крупнопанельных стен, строящихся по I принципу использования грунтов в качестве основания, не отличается от условий, считающихся нормальными. Другое дело, когда крупнопанельные здания намечается строить по II принципу. В этом случае требуются специальные мероприятия по обеспечению повышенной жесткости несущего остова, подобные тем, которые применяются при строительстве в сейсмических условиях. Одним из возможных методов повышения жесткости стенового остова крупнопанельных зданий может быть применение предварительного их обжатия. Особенностью панельных зданий напряженного типа является система напрягаемых элементов (поясов) в виде стальных сплошных стержней, проволочных пучков, прядей или канатов. Напрягаемые элементы в период монтажа закладываются в горизонтальные швы на всю длину здания в специальных бороздах в верхних гранях панелей. Они снабжаются анкерами, располагаемыми в торцах здания. Натяжение поясов осуществляется по достижении бетоном стыков проектной прочности. Преимущества этой конструкции неоспоримы. Здание в этом случае представляет собой коробчатую систему, потенциально обладающую высокой жесткостью. Но самое главное и важное для северных условий это – увеличение долговечности конструкций стыков, предотвращающих раскрытие трещин за счет обжатия.

1.5. Строительство и конструктивные мероприятия по обеспечению надежности зданий в условиях вечной мерзлоты

Район Крайнего Севера и районы с вечномерзлыми грунтами составляют более 50% территории России (рис.1.9). Эти районы характеризуются продолжительным зимним периодом с низкими отрицательными температурами и наличием большого температурного перепада, сильных ветров, достигающих 30 – 40 м/с при высокой относительной влажности воздуха (до 99%). Усугубляющим отличием от других территорий является вечномерзлое состояние грунтов при различных их теплофизических и строительных свойствах. Верхний покровный слой грунта, расположенный над вечномерзлыми пластами,

подвергается сезонному замерзанию и оттаиванию. В зависимости от глубины залегания вечномерзлого грунта сезонная мерзлота может сливаться с ним или же отделяться от него слоем талого грунта. Поэтому слой сезонной мерзлоты называют сезоннооттаивающим или сезоннопромерзающим.

Мерзлые грунты по их состоянию подразделяются на твердомерзлые, пластично-мерзлые и сыпучемерзлые. Основная особенность мерзлых грунтов – их высокая несущая способность в замороженном состоянии, которую они резко теряют при оттаивании. Оттаивание верхнего слоя вечной мерзлоты может стать причиной деформации сооружения и даже его разрушения. В районах вечной мерзлоты особую опасность имеют пучинистые грунты, которые смерзаются с фундаментами, воздействуют на них и могут подвергать деформации и выпучиванию. В условиях вечной мерзлоты особое значение приобретает правильный выбор участка под строительство. Наиболее пригодны площадки с сухими непучинистыми грунтами, не подверженные образованию провалов и наледей.

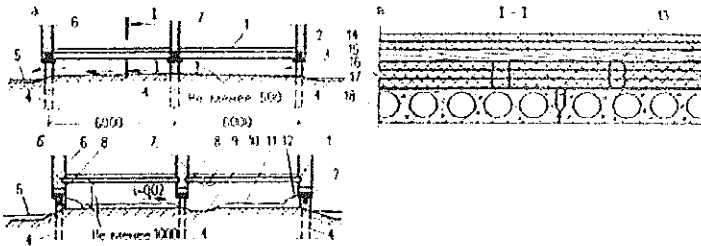


Рис.1.11. Принципы организации проветриваемых подполий:

а – низкого; б – высокого;

- 1 – перекрытие; 2 – фундаментная балка; 3 – отверстие; 4 – свайные фундаменты; 5 – отмостка; 6, 7 - наружные стены; продух для вентилирования; 9 - трубопроводы; 10 – лоток; 11 – внутренняя завалинка; 12 – утеплитель; 13 – прокладки; 14 – двух-слойный дощатый настил по лагам; 15 - четырехслойный ковер гидроизоляции; 16 – три слоя минерального войлока; 17 – два слоя пергамина; 18 – сборная железобетонная плита перекрытия

В зависимости от природных условий и особенностей построек в строительной практике используют два принципа:

1. грунты основания используют в мерзлом состоянии в течение всего периода эксплуатации здания или сооружения.

2. грунты основания используют в оттаивающем и оттаявшем состоянии.

При проектировании и строительстве зданий по первому принципу для сохранения грунтов основания в мерзлом состоянии и обеспечения их расчетного теплового режима предусматривают холодное подполье или холодный весь первый этаж, охлаждающие каналы или трубы в основании пола, а также термозолирующие слои под постройками. Пол первого этажа в этом случае

устанавливают на перекрытии, приподнятом над поверхностью спланированного грунта (рис.1.11).

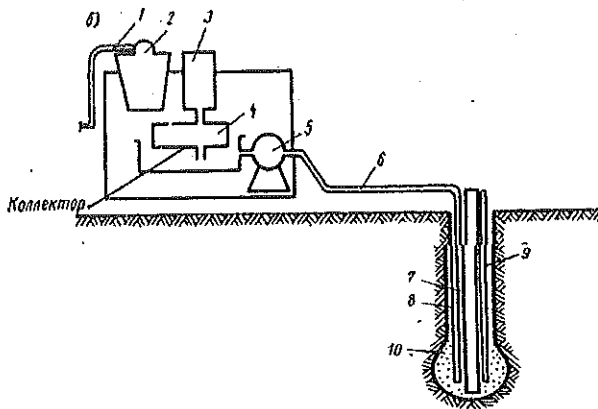


Рис. 1.12. Устройство свай с уширением: 1 – цементопровод; 2 – бункер; 3 – бак для воды; 4 – растворешалка; 5 – растворонасос; 6 – шланг для подачи раствора; 7 – свая; 8 – температурная трубка с выпуском концов термопар; 10 – щебень

Холодные подполья подразделяются на открытые и закрытые. Способ вентилирования подполья принимают с учетом снегозаносимости района и среднезимних скоростей ветра. При строительстве зданий по второму принципу в качестве основания используют грунты в оттаивающем и оттаявшем состоянии. К мероприятиям по второму принципу относится замена грунтов песчаными или крупнообломочными фракциями. В современных условиях здания и сооружения для северных районов проектируют с максимальной степенью сборности. Для обеспечения устойчивости, прочности и эксплуатационной надежности зданий применяют жесткую конструктивную схему, при которой конструкции зданий не могут иметь взаимных перемещений. Податливую конструктивную схему, при которой возможно взаимное перемещение шарнирно-связанных между собой конструкций, обычно применяют для одноэтажных зданий с пролетами более 12 м. Многоэтажные здания проектируют с использованием жесткой схемы, что в свою очередь обеспечивает надежность. Основные типы фундаментов для зданий, возводимых по первому принципу – свайные и сборные столбчатые. Сваи в этом случае рекомендуется применять металлические закручивающиеся или железобетонные сплошного сечения или трубчатые. Рациональными считаются сваи с термоуширенной пятой, позволяющие за счет уширения нижней части значительно повысить несущую способность сваи (рис.1.12). При строительстве по второму принципу для зданий предусматривают ленточные или сплошные плитные фундаменты. На фундаментах в виде лент и сплошных плит возводят здания с жесткой конструктив-

ной схемой, а на столбчатых фундаментах – здания с податливой конструктивной схемой.

1.6. Состояние строительных объектов на затопляемых территориях

В России количество чрезвычайных ситуаций природного характера, и прежде всего – наводнений, неуклонно растет, особенно в последние годы. Катастрофические явления, вызванные наводнениями, составляют 19-30% от общего числа. Наводнения занимают первое место в ряду стихийных бедствий по повторяемости, охвату территории и материальному ущербу. Ежегодно по стране затопляются обширные территории (в среднем более 50000 км²), на которых находятся более 300 городов, десятки тысяч других населенных пунктов, множество хозяйственных объектов, сельскохозяйственные угодья (40% затопляемых площадей).

В настоящее время одним из ведущих факторов, определяющим основные чрезвычайные ситуации природного характера, является изменение климатических условий – глобальное потепление (увеличение углекислоты в атмосфере) заметно уже не один год. В Южно-Российском регионе к 2050 году температура воздуха в январе и июле возрастет на 2,8-4,8 градуса соответственно, годовое количество осадков на - 11%, а испарение на -12%. Тенденция в этом направлении отмечается уже с начала 50-х годов прошлого века. Так, температура воздуха повысилась в зимний период на 0,5-1,5 градуса, а в летний период на 0,5-1,0 градуса. Количество атмосферных осадков возросло на 5-10%. Как следствие этого явления повсеместно в Южно-Российском регионе увеличился сток рек. По данным Росгидромета, сток реки Дон возрастет к 2020 году на 41%, а к 2050 году – на 100%, рек Кавказа – на 12 и 37% соответственно. К этому времени изменится внутригодовое распределение речного стока: весенний сток сократится на 43%, а зимний и летне-осенний соответственно увеличатся на 53 и 60%. Прогнозируемые изменения режима стока рек Дона и Кавказа приведут к определенным опасным природным явлениям. Поэтому необходимо уже сейчас заново пересмотреть проблему перспективной водообеспеченности Цимлянского и Краснодарского водохранилищ, выявить научно-обоснованные принципы формирования малоэтажных жилых зданий на территориях Южно-Российского региона, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, с использованием новейших достижений строительства и учета современного уровня комфорта проживания.

Для территории Южно-Российского региона присущ весь спектр источников природных чрезвычайных ситуаций. В зонах катастрофического затопления региона проживают 1,8 млн. человек (9%). В период паводков и таяния снегов в горах возможны наводнения. При возникновении паводковой ситуации может быть затоплено до 13 тыс. кв. км территории, из них 5,5 тыс. кв. км - сельхозугодий. В зонах затопления может оказаться свыше 700 тыс. человек. Сейчас

большинство гидрологических постов Росгидромета на Северном Кавказе не работают. Селевые процессы и сход снежных лавин происходят ежегодно в южных районах Ставропольского края, Карачаево-Черкесии, Кабардино-Балкарии, Северной Осетии, Дагестане. Наиболее сложная обстановка возможна в районах Крестового, Малишонского, Рокского перевалов и города Тырнауза. Постоянно существует опасность лесных и степных пожаров. Лесные угодья занимают около 40 тыс. кв. км. Общая площадь возможных пожаров составляет 4-5 тыс. кв. км. Практически ежегодно на протяжении последних 20 лет возникает от 49 до 108 лесных пожаров. Вместе с тем, несмотря на большое количество законодательных документов, регламентирующих проведение организационно-управленческих, инженерно-технических, санитарно-гигиенических, противоэпидемиологических и прочих мероприятий, направленных на предупреждение чрезвычайных ситуаций природного характера, достичь комплексного и сбалансированного обеспечения безопасности населения, объектов экономики и в целом национального достоинства страны до настоящего времени не удалось.

На территории Краснодарского края в зоны возможного затопления попадают 305 населенных пунктов, 69123 домовладения, в которых проживают 261103 человека (рис.1.13). Наиболее разрушительным были наводнения прошедшие в 2002 году, не имеющие аналогов за период наблюдения, как по подъему уровней воды, так и по ущербу, нанесенному населению (рис.1.14).

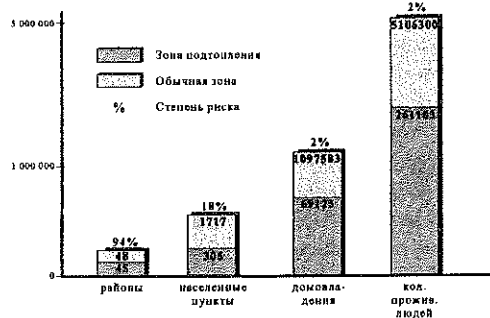


Рис. 1.13. Основные параметры зон возможного затопления на территории Краснодарского края

Из 48 муниципальных образований Краснодарского края территории только трех (Кавказский, Кореновский, Павловский районы) не подвержены возможному затоплению, поэтому необходим комплекс концептуальных мер, которые могут послужить научной и практической базой решения проблемы проектирования малоэтажных жилых зданий на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера.

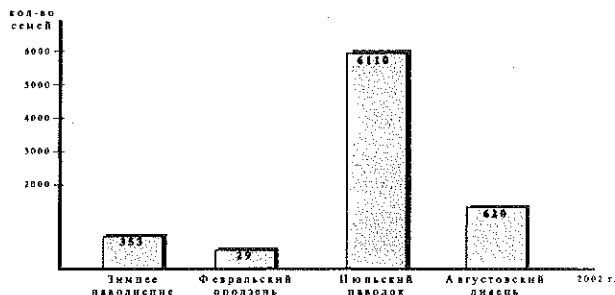


Рис. 1.14. Параметры ущерба от чрезвычайных ситуаций природного характера в Краснодарском крае в 2002 г.
(количество семей лишившихся жилья)

Наибольшую угрозу затопления представляют реки Кубань и Протока, так как их протяженность очень велика, и они протекают через 17 районов края. В зоны затопления в период паводков на реках Кубань и Протока попадает 73 населенных пункта, включая г.Краснодар. При этом затоплению могут подвергнуться 37209 домовладений, в которых проживает 181772 человека, что составляет почти 70% от общего количества населения, страдающих от наводнений в Краснодарском крае (рис. 1.13-1.14).

Таблица 1.2. Наиболее подверженные затоплению территории муниципальных образований Краснодарского края

№ п/п	Наименование муниципального образования (города, районы)	Наименование водного объекта (река, пруд и др.)	Общая численность населения	Численность жителей, попадающих в зону возможного затопления	% от общей численности населения
1	г.Армавир	р. Кубань	193500	10133	5,23
2	Белоглинский	р.Россытная р.Калалы р.Меклета	35832	3085	8,6

3	Красноармейский	р.Кубань, р.Протока, Ангелвинский Магистральный канал, Джерелевский глав. коллектор	103681	23205	22,38
4	г.Краснодар	р.Кубань	785500	46942	5,98
5	Курганинский	р.Лаба	108341	20644	19,05
6	Кушевский	р.Ея, р.Мокрая, р.Эл, р.Эльбузд, р.Кугоя, Чебурка,	72000	6591	9,15
7	Мостовской	р.Ходзь, р.Малая Лаба, р.Дальняк, р.Бугунжа, р.Губе, р.Шедок, р. Псебайка, р.Лаба, р.Андрюк,	72900	7261	9,96
8	Новокубанский	р. Кубань, р. Уруп	86760	17500	20,17
9	г. Славянск-на-Кубани	р. Кубань,	129424	77191	59,64

При прохождении паводков на реках: Лаба, Малая Лаба, Ходзь, Бугунжа, Чамлык, Синюха, Грязнуха и др., протекающих по территории Курганинского, Мостовского районов и города Лабинска, в зоны возможного затопления попадает 9026 домов, в которых проживает 28929 человек. При прохождении паводков на реках: Ея, Кугоя, Чембурка, Эльбузд, протекающих по территории Кушевского, Староминского, Щербиновского, Крыловского районов, в зону возможного затопления 2651 домовладение, в которых проживает 9767 человек. Положение усугубляется большим количеством каскадов прудов, которые работают без единого технологического регламента их эксплуатации, и многие из них находятся в неудовлетворительном техническом состоянии. Кроме того существует большое количество бесхозных прудов, что также осложняет гидрологическую обстановку на территории вышеперечисленных районов.

Основными причинами чрезвычайных ситуаций природного характера в Краснодарском крае являются зарегулированность рек и переполнение русел наносами твердого стока. Наличие многих ограничений на изъятие из русел

рек излишних наносов привело к тому, что за последние 10 лет расчистка русел не производилась, поэтому в период паводка вода идет по поймам рек. Ограниченность удобных для жилой застройки площадок привела к повсеместному освоению долин рек вплоть до меженного русла.

Таблица 1.3. Повторяемость наводнений в Краснодарском крае /1 раз в лет

Название рек	Наводнение			
	Не- большое	Большое	Выдающееся	Катастро- фическое
КУБАНЬ	1/2	1/7	1/16	1/16
БЕЛАЯ	1/2	1/4	1/10	1/10
УРУП	1/2	1/4	1/9	1/9
ЛАБА	1/2	1/3	1/6	1/6

Таблица 1.4. Параметры реки Кубань и ее основных притоков.

Название рек	Длина, км	Площадь бассейна, кв. км	Исток	Возможное затопление крупных нас. пунктов
Кубань	870	57900	Слияние рек Улукан и Уччулан	Краснодар
Белая	265	5990	Массив Фишт Оштеин	Белореченск
Уруп	231	3220	Передовой Хребет г. Уруп	Армавир, ст. Отрадная, ст. Передовая
Лаба	214	1250	Слияние Рек Бол. и Мал. Лаба	Лабинск, Курганинск

Одной из основных причин, приводящих к затоплению больших территорий, является неудовлетворительное техническое состояние систем обвалования рек Кубань и Протока ниже Краснодарского водохранилища, на которых имеются 84 аварийных участка общей протяженностью 69,8 км.

Общая протяженность валов составляет 648 км и предохраняет от затопления 87 населенных пунктов с населением 295 тыс. чел., а также земли сельскохозяйственного назначения. Более 50 лет системы обвалования этих рек эксплуатируются без капитального ремонта, и только при острой необходимости и во время чрезвычайных ситуаций проводятся ремонтно-восстановительные работы на наиболее слабых участках (табл.1.2 – 1.4).

Возможное подтопление крупных населенных пунктов, например, паводок, проходивший в конце февраля – начале марта 2004 года, подтвердил слабость системы обвалования этих рек. Так, уже при сбросах из Краснодарского водохранилища 870 куб.м/сек создалась напряженная ситуация на отдельных ее участках и возникла угроза разрушения дамб и затопления территорий, хотя нормальный уровень в реке Кубань должен сохраняться при сбросах из Краснодарского водохранилища до 1300 куб.м/сек. Очень трагичными оказались последствия сильных дождей в последние годы в районе г.г. Геленжика, Туапсе, Новороссийска, а также разрушительный ливень, прошедший вблизи г.Крымска в 2012 г., принесший многочисленные жертвы и разрушения (табл.1.3 – 1.4).

Научный анализ весенних и летних дождевых паводков последних лет, проходивших на других реках России, показывает, что для осуществления регламента архитектурной и градостроительной деятельности на затопляемых территориях необходимо:

- спланировать, организовать и обеспечить финансовыми и материальными ресурсами мероприятия по расчистке русел рек; созданию, восстановлению и реконструкции систем защиты территорий от воздействия паводков;

- для определения возможности размещения малоэтажных жилых зданий с привлечением специализированных организаций организовать выполнение проектно-изыскательских работ по определению зон возможного затопления и подтопления территорий вдоль рек (с учетом данных по катастрофическому паводку 2002 года) по вариантам: без выполнения работ по расчистке русел рек, восстановления и дополнительного строительства систем защиты от воздействия паводков на реках; при выполнении работ по расчистке русел рек, восстановлению и дополнительном строительстве систем защиты от воздействия паводков на реках;

- установить порядок ведения систематического наблюдения (особенно на малых реках) с организацией дополнительных постов по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Основополагающая роль должна отводиться и соблюдению законодательства в части положения о водоохраных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах. Проектирование водоохраных зон и прибрежных полос осуществляется в соответствии с нормативно-методическими документами, утвержденными Министерством природных ресурсов Российской

Федерации по согласованию со специальными уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей среды.

Поддержание в надлежащем состоянии водоохраных зон, прибрежных защитных полос и водоохраных знаков возлагается на водопользователей. Собственники земель, землевладельцы и землепользователи, на землях которых находятся водоохраные зоны и прибрежные защитные полосы, обязаны соблюдать установленный режим пользования этих зон и полос.

Установление водоохраных зон не влечет за собой изъятия земельных участков у собственников земель, землевладельцев, землепользователей или запрета на совершение сделок с земельными участками, за исключением случаев, предусмотренных законом.

На расположенных в пределах водоохраных зон приусадебных, дачных, садово-огородных участках должны соблюдаться правила их использования, исключающие загрязнения, засорение и истощение водных объектов.

Территории поселений, расположенных на прибрежных участках, должны быть защищены от затопления паводковыми водами, ветровым нагоном воды и подтопления грунтовыми водами подсыпкой (намывом) или обвалованием. Отметку бровки подсыпанной территории следует принимать не менее чем на 0,5 м выше расчетного горизонта высоких вод с учетом высоты волны при ветровом нагоме. Превышение гребня дамбы обвалования над расчетным уровнем следует устанавливать в зависимости от класса сооружений.

Таким образом, опыт ликвидации последствий крупных чрезвычайных ситуаций, возникших на территории региона в последние годы, определяет одно из главнейших направлений в предотвращении возможных указанных ситуаций - совершенствование системы комплексного мониторинга всех природных сред, лабораторного контроля и прогноза чрезвычайных ситуаций, а также разработку научных рекомендаций по архитектурно-планировочной организации малоэтажного жилищного строительства на данных территориях.

1.7. Особенности возведения и эксплуатации зданий в условиях Сибири

Важнейшая роль в повышении благосостояния российских граждан принадлежит дальнейшему развитию сельского и индивидуального строительства, что является составной частью формирования комплексного освоения природных богатств и развития народного хозяйства, особенно в сибирских регионах. Малоэтажное и сельское строительство имеют ряд специфических особенностей: низкая удельная капиталоемкость на единицу площади, рассредоточенность объектов, возведение одно-двухквартирных малоэтажных зданий, низкий уровень инженерного и технического обеспечения, отсутствие хороших дорог и коммуникаций, удаленность от баз индустрии и др. Это вызывает необходимость широкого использования местных материалов и вторичных

сырьевых ресурсов, а также поиск новых эффективных проектных, технологических и конструктивных решений.

Поставленная задача усугубляется постоянным дефицитом стеновых строительных материалов с улучшенными теплотехническими показателями, что является весьма актуальным в свете изменения нормативов и предъявляемых требований к ограждающим конструкциям. Кроме того, на этой обширной территории слабо развита промышленность стеновых строительных материалов, хотя регион, включающий в себя четыре края, одиннадцать областей и три автономных республики занимает площадь 12836,9 тыс. кв. км, что больше половины территории России и больше европейского континента. В данном регионе проживает более 20 млн. человек с различной степенью расселения по площади.

Континентальный климат Сибири формируется под воздействием воздушных масс преимущественно арктического происхождения. Зима здесь долгая, с неустойчивой погодой. Средняя температура января – около -20°C , но бывают морозы до минус 45 - 50°C . зимой выпадает около 100 – 150 мм осадков. Снежный покров, как правило, не более 20-40 см, поэтому грунт глубоко промерзает. Лето теплое, но короткое – около 3 месяцев. Средняя температура $+18-22^{\circ}\text{C}$, максимальная – выше 40°C (рис.1.9). Период без заморозков составляет не более 2-3 месяцев. Относительная влажность воздуха летом и зимой около 100%.

Все это способствует повышению параметров коррозионной агрессивности атмосферы, которая характеризуется продолжительным увлажнением (2020-2580 ч/год) поверхностей пленками влаги, а также продолжительным увлажнением фазовой и адсорбционной пленками влаги, величины которых составляют соответственно 1340-1690 и 710-1430 ч/год.

Однако строительство новых, реконструкции и ремонт существующих зданий и сооружений в Сибири и на Дальнем Востоке сопряжены с целым комплексом специфических особенностей, затрудняющих их выполнение. К ним относятся следующие: продолжительная зима с низкими температурами наружного воздуха, сильными порывистыми ветрами, высокой снеговой нагрузкой и снегопадами; неустойчивое короткое лето с дождями и ливнями с повышенной влажностью наружного воздуха и иногда заморозками; распространение заболоченных мест и территорий с высоким уровнем грунтовых вод, просадочными грунтами; наличием в некоторых местах вечной мерзлоты; слабое развитие сети круглогодичных транспортных путей и дорог с твердым покрытием, большая протяженность территории, дефицит трудовых ресурсов, текучесть кадров, неравномерность размещения материально-технической базы строительства.

Влияние физико-географических факторов на строительные проектные решения выражается в повышенной массивности и материалоемкости ограждающих конструкций, в разработке специальных мероприятий по заглублению

инженерных сетей и коммуникаций для предотвращения их промерзания, в максимальной блокировке зданий и сооружений, в организации целого набора конструктивных решений фундаментов, стен, полов, покрытий и других элементов зданий. Все это приводит к увеличению сметной стоимости объектов, которая и так значительно превышает аналоги для европейской территории страны ввиду более высоких отпускных и сметных цен на основные строительные материалы и изделия (табл.1.5).

Таблица 1.5. Толщина и масса перекрытия

Расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С	Минеральная вата плотностью до 200 кг/м ³		Отпукобетон или другой материал плотностью до 300 кг/м ³		Керамзит или другой материал плотностью до 500 кг/м ³	
	Толщина утеплителя, см	Масса 1 м ² перекрытия, кг	Толщина утеплителя, см	Масса 1 м ² перекрытия, кг	Толщина утеплителя, см	Масса перекрытия, кг
-15	8/6	90/70	10/8	150/120	15/11	220/180
-20	9/7	95/70	12/9	160/125	18/13	240/190
-25	11/8	100/75	14/11	170/130	21/15	260/200
-30	12/9	105/75	16/12	180/135	24/17	280/210
-35	14/9	110/80	18/14	190/140	27/19	300/220
-40	15/10	115/80	21/16	200/145	-	-
-45	17/11	120/85	24/18	210/150	-	-

Примечание. Толщина утеплителя и удельный вес перекрытия приведены: в числителе для цокольного перекрытия, в знаменателе для чердачного.

Кроме вышеперечисленных факторов, усугубляющим, является непосредственное возведение объектов, которое ввиду суровых климатических условий, как правило, осуществляется сезонно, сезонными бригадами, с низким качеством работ, с заменой одних материалом другими, с нарушением технологической и производственной дисциплины. Следует учесть также, что большая часть строящихся объектов и ремонтируемых зданий и сооружений в сельской местности возводится хозяйственным способом, а не силами подрядных организаций.

Кроме того, на эксплуатационные показатели зданий существенное влияние оказывает влажностный режим наружного ограждения в результате практически постоянно воздействия значительного интервала между температурой внутреннего воздуха и внешней среды. Повышение влагосодержания материала ограждений снижает теплозащитные свойства конструкций и их долговечность из-за разрушения переувлажненного материала при многочисленных циклах замораживания и оттаивания. В связи с этим предельное начальное влагосодержание конструкций ограничивается нормами проектирования. В процессе эксплуатации конструкций при высыхании в результате воздухообменных процессов с внутренней и наружной сторон ограждения и солнечной радиации начальное влагосодержание уменьшается. В то же время влагосо-

держание конструкций может возрастать под воздействием атмосферной влаги в виде дождя, мокрого снега, инея; грунтовой влаги, поднимающейся по капиллярам материала при отсутствии или плохом выполнении гидроизоляции между подземными и наземными конструкциями; конденсационной влаги.

Каждое из названных воздействий может вызвать переувлажнение конструкций в эксплуатации, но наиболее часто конденсационное переувлажнение ограждений вызывается влагой, содержащейся в воздухе помещения.

Абсолютная влажность воздуха измеряется количеством влаги в единице объема воздуха в $г/м^3$. В теплотехнических расчетах пользуются величиной относительной влажности воздуха

$$\varphi = \frac{e}{E} 100\%,$$

где E — предельная величина парциального давления водяного пара в мм рт. ст. при полном насыщении воздуха водяным паром при заданной температуре; e — парциальное давление водяного пара в помещении.

Величина φ имеет большое гигиеническое значение, так как влияет на интенсивность испарения влаги кожными покровами человека. По этому показателю различают сухой ($\varphi < 50\%$), нормальный ($\varphi = 50 \div 60\%$), влажный ($\varphi = 61 \div 75\%$) или мокрый ($\varphi > 75\%$) режим помещений. Величина φ влияет на влагосодержание материала ограждения, на процессы конденсации влаги в толще и на поверхности ограждения. Температура воздуха, соответствующая его полному насыщению водяным паром ($\varphi = 100\%$), называется точкой росы τ_p . При дальнейшем ее понижении избыток влаги конденсируется и в капельно-жидком виде оседает на ограждении. Во избежание этого при назначении теплозащитной способности стен обычно исходят из условия $\tau_B > \tau_p$. Однако и при соблюдении этого условия может возникнуть опасность выпадения конденсата на участках ограждения с увеличенными теплопотерями — в наружных углах и в местах теплопроводных включений (сквозных железобетонных ребер, стоек каркаса и др.) Наличие элементов неоднородности в ограждении вызывает искривления теплового потока и неравномерность распределения температур (температурного поля) в толще ограждения. Расчет температур на внутренней поверхности и в толще ограждений при этом осуществляется на основе дифференциального уравнения Лапласа:

$$\frac{d^2\tau}{dx^2} + \frac{d^2\tau}{dy^2} = 0,$$

где τ — температура в точке конструкции с координатами x и y , определенная расчетом на электроинтеграторе или приближенной формуле.

Если расчет выявляет, что температура на поверхности участков с теплопроводными включениями ниже τ_p , производится дополнительное утепле-

ние этих участков или изменяется сечение конструкции ограждения в целом. Конденсационное увлажнение в толще ограждения происходит при диффузии водяного пара из помещения наружу, из среды с большим парциальным давлением пара в среду с меньшим. В связи с этим диффузию водяного пара через материал ограждения называют его паропроницанием, а соответствующее качество материала измеряют коэффициентом паропроницания μ , характеризующимся количеством пара в г, который диффундирует через слой площадью 1 м^2 и толщиной 1 м за 1 ч . Коэффициент паропроницания μ измеряется в $\text{г}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{ммрт.см.})$. Чем выше рыхлость и пористость материала, тем больше значение μ . Величина, обратная μ , называется сопротивлением паропроницанию, R_n , $\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{ммрт.см.}/\text{г}$:

$$R_n = \frac{\delta}{\mu}$$

Общее сопротивление паропроницанию слоистого ограждения определяется по формуле:

$$R_{O,n} = R_{B,n} + \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\mu_n} + R_{H,n},$$

где $R_{B,n}$ и $R_{H,n}$ – сопротивление влагообмену на внутренней и наружной поверхности ограждения.

В процессе диффузии водяного пара через ограждение его парциальное давление падает от величины e_B до e_H за счет сопротивления ограждения паропроницанию. По аналогии с определением температуры в любой точке x по сечению ограждения парциальное давление в этой точке e_x вычисляют по формуле:

$$e_x = e_B - \frac{e_B - e_H}{R_{O,n}} \left(\sum_{x-1} R_n + R_{B,n} \right),$$

где $\sum_{x-1} R_n$ – сумма сопротивлений паропроницанию слоев, расположенных между внутренней поверхностью ограждения и рассматриваемым сечением.

Сопротивление паропроницанию внутреннего слоя ограждения (от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) из условий недопустимости накопления влаги в конструкции должно быть не менее требуемого R_n^{TP} : $R_n^{TP} = \frac{(e_B - E)R_{H,n}}{E - e_H}$,

где e_H – средняя упругость водяного пара наружного воздуха за годовой период; E – упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации; $R_{H,n}$ – сопротивление паропроницанию наруж-

ной части сечения ограждающей конструкции (от плоскости возможной конденсации до плоскости фасада).

Контроль влажностного состояния конструкций при проектировании не производят только в следующих случаях: для однослойных ограждений помещений с сухим и нормальным влажностным режимом; для двуслойных ограждений с сопротивлением паропрооницанию внутреннего слоя не менее $12 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{ммрт.см} / \text{г}$; для трехслойных ограждений, когда сопротивление паропрооницанию внутреннего слоя превышает паропрооницание наружных в 1,2 раза в помещениях с нормальным влажностным режимом и в 1,5 раза в помещениях с влажным режимом. Приведенные выше факты свидетельствуют о сложных условиях развития строительного комплекса Сибири и Дальнего Востока, о специфике природных, климатических и экономических особенностей этого региона.

Актуальной проблемой строительного-технологического комплекса России является снижение материалоемкости строительства, внедрение эффективных пористых материалов и изделий для ограждающих конструкций, улучшение теплотехнических и эксплуатационных параметров зданий и сооружений с целью экономии энергоресурсов. Современное индивидуальное и коттеджное строительство в большинстве своем базируется на применении местных строительных материалов и вторичных сырьевых ресурсов, что экономически целесообразно и является наиболее рациональным направлением развития собственной базы. Наибольшее применение при возведении и ремонте зданий и сооружений нашли материалы из природного камня, глины, песка, гравия, древесины, продуктов и отходов сельскохозяйственного производства, зол и шлаков, а также отходов промышленности.

Глава 2. МАТЕРИАЛЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ МАЛОЭТАЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

2.1. Горные породы, применяемые для получения строительных материалов и изделий

Виды горных пород

Все горные породы, применяемые в строительстве делятся на следующие группы:

а). по монолитности: на рыхлые (песок, гравий и др.) и массивные (гранит, мрамор, известняк и др.);

б). по плотности: на лёгкие (пористые) с объемной массой менее 1800 кг/м^3 (пемза, туф и др.) и тяжелые (плотные) с объемной массой, равной и более 1800 кг/м^3 (гранит, диорит, сиенит и др.);

в). по применению в строительстве; для получения природных каменных материалов (бутовый камень, щебень и др.) и для получения искусственных материалов с применением обжига пород или без него (обжиг глины дает керамику, известняка - известь, мергеля - цемент и т.д.);

г). по отдельным свойствам: по прочности, морозостойкости, водостойкости. По пределу прочности при сжатия (МПа) легкие породы подразделяются на марки: 0,4; 0,7; 1,0; 1,5; 2,5; 3,5; 5,0; 7,5; 10,0; 12,5; 20,0 и тяжелые – 10,0; 12,5; 15,0; 20,0; 30,0; 40,0; 50,0; 60,0; 80,0 и 100,0. По степени морозостойкости делятся также на марки: $M_{\text{раз}}$ 10,15,25,35,50,100,150 и 200. По водостойкости, т. е. по коэффициенту размягчения породы разделяют на группы с $K_{\text{раз}}$ не ниже 0,6; 0,75; 0,9 и 1

д). по происхождению или условиям образования (генетическая классификация).

Изверженные породы (первичные) образовались из расплавленной магмы на некоторой глубине (глубинные породы) или при излиянии её на поверхность в виде лавы и быстрого её остывания. Глубинные породы имеют зернисто-кристаллическое строение, это – гранит, сиенит, диорит, габбро и др. Излившиеся в результате быстрого остывания породы имеют аморфную массу с кристаллическими включениями (порфировая структура) – порфир андезит, диабаз и базальт.

Все эти породы имеют высокую прочность, низкое водопоглощение и высокую морозостойкость.

Пористые рыхлые излившиеся породы имеют стекловатое строение. Представителями рыхлых пород являются вулканический пепел, пемза и шлак, а сцементированных – вулканические туфы и трассы.

Вторичные (осадочные) породы образовались в результате разрушения первичных или путём накопления химических осадков, или продуктов жизнедеятельности организмов.

К механическим отложениям относятся глина, песок, гравий, щебень, а сцементированным – песчаники, конгломераты и брекчии.

Химические отложения – гипс, ангидрит, известняк и др.

Органогенные породы – известняк-ракушечник, мел, диатомит, опока и др.

Метаморфические (видоизмененные) породы представляют собой преобразованные на большой глубине магматические или осадочные породы. К ним относятся гнейсы, кварцит, мрамор и др.

Важнейшие породообразующие минералы и их основные свойства

Основные минералы извержённых пород: кварц, полевые шпаты, слюда, темноокрашенные минералы.

Кварц – кристаллический кремнезём SiO_2 , плотность 2650 кг/м^3 , твёрдость 7, устойчив при действии кислот (кроме плавиковой), имеет высокую прочность при сжатии – до 200 МПа. Кварц входит в состав многих пород, вступает в реакцию с известью при повышенных температурах, давлении и влажности. Разновидности скрытокристаллического (аморфного) кварца – опал, халцедон, агат, яшма.

Полевые шпаты. Химический состав их – это водные алюмосиликаты. Плотность 2550-2760 кг/м^3 , твёрдость 6. К числу их относятся ортоклаз и плагиоклазы (калиевый, натриевый и кальциевый полевые шпаты). Прочность при сжатии до 170 МПа; они легко выветриваются.

Слюда – водные алюмосиликаты сложного и разнообразного состава, имеют слоистую структуру, расцепляются на тонкие пластинки. Разновидность: мусковит (светлая слюда), биотит (тёмная слюда), флогопит, вермикулит. Вермикулит обладает свойством вспучиваться при нагревании.

Темноокрашенные минералы имеют железисто-магнезиальный состав, тёмную окраску, высокую прочность, твёрдость и плотность – 3,2-3,5 г/см^3 . К ним относятся: пироксены, амфиболы, олевин. Олевин подвержен природным превращениям в серпентин, хризотил-асбест, тальк.

Для осадочных пород характерны минералы: кальцит, магнезит, доломит (группа карбонатов); гипс, ангидрит (группа сульфатов); каолинит и монтмориллонит (каолининовая группа).

Большинство краев, областей и территориальных образований России являются районами прошлой и частично (Алтай, Кавказ, Камчатка, Курильские острова) современной вулканической и тектонической деятельности и последующих движений земной коры, поэтому они имеют в основном гористую поверхность. В этих регионах имеются огромные запасы рудных ископаемых и нерудных горных пород различного происхождения, пригодных для применения в качестве строительных материалов или сырья для их изготовления. Не обнаружены в настоящее время только промышленные запасы гипса.

Виды и качество каменных материалов, и способы улучшения их свойств

В общем объёме современного малоэтажного и сельского строительства более двух третей массы строительных конструкций и изделий изготовлено на основе минерального нерудного сырья, а для некоторых объектов эта цифра достигает 90%. Наиболее широко распространены природные каменные материалы. Их добывают из различных горных пород, под которыми понимаются природные агрегаты материалов, образующих геологические тела, слагающие земную кору. В зависимости от своего происхождения, горные породы делятся на три группы: первичные или изверженные (магматические); вторичные или осадочные (пластовые); видоизменённые (метаморфические). Первичные горные породы образовались из расплавленных магматических масс, поднявшихся из глубин земли и отвердевших после остывания. По условиям образования изверженные породы подразделяются на глубинные (граниты, сиениты и др.), медленно затвердевшие в толще земли под большим давлением, и излившиеся (андезиты, диабазы, базальты и др.), твердевшие на поверхности земли (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Характеристика некоторых горных пород

Порода	Цвет	Свойства и применение
Гранит, Сиенит, диорит.	От светло-серого до тёмно-серого и от бледно-розового до тёмно-красного	Долговечны. Особенно погодоустойчивы и долговечны мелко- и среднезернистые граниты. Применяются для всех видов наружной отделки
Лабрадорит	Тёмно-чёрный и зеленовато-чёрного цвета; светло-серого цвета	Декоративен в зеркальной фактуре. Погодоустойчив, долговечен, обрабатывается легче гранита
Габбро (мелкозернистый, чёрный гранит).	При зеркальной фактуре – зеленовато-чёрный, при ударной – светло-серый	По сравнению с гранитом легко поддаётся обработке, хорошо полируется. Долговечность меньше чем у гранита
Кварцит.	Серый, розовый, красный	Погодоустойчив, долговечен. Обрабатывается труднее гранита
Мрамор и мраморовидные известняки	Белый, серый и другие цвета	Декоративен. Долговечность ниже, чем у изверженных пород. Более погодоустойчивы и долговечны мелко и среднезернистые белые мраморы. Цветные – для наружной облицовки монументальных зданий не пригодны
Известняк средней плотности и плотный	Серый, белый с различными оттенками	Распиливается. Пригоден для наружной облицовки

Осадочные породы образовались в результате разрушения изверженных и других пород под влиянием изменений температуры, действия воды и ветра, а так же в результате осаждения солей в морских водоёмах или скопления остатков растительного и животного происхождения. Продукты разрушения перемещались водными потоками на значительные расстояния, осаждаясь в местах со спокойным течением или в водоёмах, а так же перемещались ветром или ледниками. Наиболее распространёнными породообразующими минералами осадочных горных пород являются ангидрид, гипс, доломит, кальцит, каолинит, магнезит и др., а из используемых в строительных целях горных пород известны известняки, мергели, диатомиты, песчаники и различные обломочные породы в виде гравия, песка, глины и т.д.

Видоизменённые породы получились в результате последующих глубоких изменений (метаморфизма) изверженных и осадочных пород под воздействием высоких температур или давлений и протекающих в таких условиях физико-химических процессов. В результате перекристаллизации и видоизменения структуры образовались новые породы, существенно отличающиеся от первоначальных не только по внешним данным, но и обладающие другими свойствами. Широко распространённые горные породы этой группы: мрамор, кварциты, гнейсы, сланцы и др. (табл.2.1)

Таблица 2.2. Плотность и прочность некоторых горных пород

Породы	Плотность (кг/м ³)	Проба ударом молотка
Мелкозернистые кристаллические изверженные породы (граниты, сиониты, габбро, диабазы и др.), не затронутые выветриванием	2600–3100	При сильном ударе разбиваются с трудом, большей частью на два куска
Стекловидные изверженные породы (базальты, андезиты и др.) и крупнозернистые кристаллические породы (граниты и др.), не затронутые выветриванием	2700–3200	При сильном ударе разбиваются на два-три крупных куска
Плотные изверженные породы, затронутые выветриванием, с водопоглощением 1,5%	2500–3100	Разбиваются на несколько кусков
Кварцы, окварцованные песчинки, плотные известняковые песчинки с водопоглощением до 1%	2500–2600	Раскалываются на остроугольную щебёнку; хрупки
Известняки	1700–2700	Раскалываются на куски
Известняки – ракушечники	900–1800	Раскалываются на куски

В таблицах 2.1, 2.2 представлены характеристики некоторых горных пород и особенности их свойств в зависимости от ударных воздействий. Определение качества горных пород, как правило, производится в лабораторных условиях, однако многовековой опыт применения природных каменных материалов позволил выработать некоторые экспресс-методы, дающие удовлетворительные результаты и не требующие дорогостоящего прессового и другого лабораторного оборудования.

К таким простейшим устройствам для определения ориентировочной величины предела прочности при сжатии является шариковый прочномер Викторова, принцип работы которого основан на замере величины упругого отскока стального шарика от горизонтальной шлифованной поверхности образца камня любой формы, высотой не менее шести сантиметров, помещённого для выравнивания в песок. Прибор очень прост, он изготовлен (по принципу склероскопа) из штатива со стеклянной лабораторной трубкой внутренним диаметром 11,5-12 мм, длиной 80 см и мерной рейкой со шкалой. В целях предохранения трубки от раскапывания, концы её заклеивают колечком плотной бумаги. При проведении испытания необходимо добиться чтобы стеклянная трубка была перпендикулярна поверхности образца горной породы. Для испытания в трубку опускают стальной шарик диаметром 11 мм, массой 6,1 – 6,2 г, который, падая и ударяясь о гладкую поверхность образца, отскакивает в трубке вверх на высоту, приблизительно пропорциональную величине предела прочности камня. Трением шарика о стенки стеклянной трубки пренебрегают, т.к. оно незначительно. Отсчёт производят после первого наибольшего отскока шарика.

Высота отскока шарика сопоставляется с пределом прочности при сжатии, так как между прочностью и упругостью хрупких кристаллических тел существует некоторая степенная зависимость. Если не находится стального шарика с указанными размерами, можно воспользоваться любым другим, соответственно изменив диаметр трубки.

Наличие микротрещин и других дефектов каменных материалов определяют визуально или при помощи лупы, микроскопа и других оптических устройств. Плотность образцов материала правильной формы определяется путём замера всех рёбер или сторон, вычисления объёма и взвешивания.

При наличии малопрочных горных пород или применения ранее использованных, но подверженных воздействию окружающей среды каменных материалов, необходимо осуществлять мероприятия по повышению их качества и свойств. Для этого необходимо знать причины их разрушения в природе и эксплуатации (увлажнение и высушивание, воздействие атмосферных осадков, газов, пыли, морозов, перегрева и т.д.).

Поверхности мрамора и известняков подвергаются интенсивному разрушению сернистыми газами. Находящимися в воздухе. Мхи и лишайники,

растущие на камнях, извлекают для питания щелочные соли и выделяют органические кислоты, вызывающие биологическое разрушение камня. Наиболее интенсивное разрушение наблюдается у пористых каменных материалов, применяемых для наружной облицовки. Своевременное проведение защитных мер или повышающих качество мероприятий способствуеет не только продлению срока службы самих каменных материалов, но и гарантирует высокие эксплуатационные характеристики как отдельных конструкций, так и зданий в целом. При этом выбор способа улучшения свойств зависит от вида каменного сырья, степени его загрязнённости или разрушения, его последующего использования.

Самый доступный и надёжный способ предотвращения разрушений строительных материалов – это защита их от воды. Это прежде всего полировка поверхности – обеспечивающая сток воды. Повысить качество каменных материалов можно за счёт химического уплотнения поверхности их путём пропитки водным раствором веществ, вступающих в химические взаимодействия с минералом камня, при котором растворимое вещество минерала переходит в нерастворимое состояние. При этом после обработки материала значительно понижается его водопоглощение. В качестве пропитывающих составов используются соли кремнефтористоводородной кислоты, алюминиевый флюат и др.

Хорошие результаты могут быть получены при последовательной пропитке каменных материалов жидким стеклом и хлористым кальцием, в результате взаимодействия которых в порах камня образуются нерастворимые соединения силиката кальция и кремнекислоты, уплотняющие поры поверхности.

Для достижения химической стойкости и повышения долговечности может быть использован метод уплотнения поверхности каменных изделий путём пропитки (модификации) их полимерными материалами, обладающими гидрофобными свойствами, био- и коррозионной стойкостью. При этом материалы становятся водонепроницаемыми и обладают повышенной морозостойкостью. Их механических способов улучшения качества горных пород могут быть рекомендованы такие как рассев и фракционирование, промывка, обогащение, теска, полирование и т.д.

Материалы и изделия из природного камня

Строительные материалы, получаемые из горных пород без механической обработки (гравий, песок, глина) или с применением специальной обработки путем раскалывания, дробления, шлифования и полирования (облицовочные плиты, бутовый камень и др.) относят к природным каменным материалам. Эти материала сохраняют почти полностью свойства той горной породы, из которой они получены. Горные породы широко используются также в качестве сырья для изготовления искусственных строительных материалов; разнообразных вяжущих веществ, строительной керамики, стекла, теплоизо-

ляционных и других материалов. Природные каменные материалы являются нерудными полезными ископаемыми. В нерудной промышленности имеется огромное количество малоиспользуемых отходов, загромождающих карьеры и удорожающих стоимость основной продукции. Эти отходы необходимо всемерно использовать для переработки и применения их в качестве сырья для строительных материалов.

А.



Б.



Рис. 2.1. Примеры каменных зданий из оштукатуренного песчаника и мрамора (А) и известняка-ракушечника (Б)

Природные каменные материалы широко применяются в строительстве различных жилых, промышленных, административных и культурно-бытовых зданий и сооружений (рис.2.1). Бутовый камень, штучный камень и небольшие блоки, облицовочные плиты и другие изделия применяются для фунда-

ментов, стен, для наружной и внутренней облицовки и архитектурных частей зданий, облицовки мостовых опор и гидротехнических сооружений (набережных, пирсов, плотин), для дорожного строительства (бортовые камни, брусчатка, колотый булыжный камень). В качестве жаростойких и химически стойких облицовочных плит и камней правильной формы для полов и специальных конструкций (промышленные печи и их облицовка, ёмкости и технологические устройства для химических агрессивных жидкостей и др.) применяют породы хромит, базальт, диабаз, андезит, бештаунит и др.

Разработка природного камня требует устройства специальных карьеров с применением буровзрывных работ и специальных машин: экскаваторов, дробильно-сортировочных, камнерезных и др. для изготовления штучных камней и облицовочных плит требуются операции резания, тески, шлифования и полирования.

Использование каменных материалов в строительстве

Природные каменные материалы в России распространены довольно широко, хотя крайне неравномерно. Они пригодны для производства бута, щебня, пильных блоков, штучных стеновых блоков и др.

Пески и песчано-гравийные смеси довольно широко распространены по всей территории и применяются для растворов и бетонов, при производстве силикатного кирпича, силикатной черепицы, устройстве подсыпок, оснований дорог, тротуаров и т.п. Глинистое сырьё также широко распространено и запасы его практически не ограничены. Глину в основном применяют при производстве кирпича, лёгких искусственных пористых заполнителей, черепицы и других керамических изделий.

Применение местных нерудных ископаемых в строительстве может дать значительный экономический эффект в том случае, если их качество будет соответствовать требованиям, т.к. доля стоимости заполнителей в стоимости железобетонных изделий составляет более 30%. Важную роль в общей стоимости минеральных материалов играют работы по их дроблению, фракционированию, организации процессов мойки и обогащения, что существенно повышает их качество. В то же время низкое качество заполнителей для бетона (песка, гравия, щебня) влечёт за собой значительный перерасход цемента, снижение качества железобетонных изделий, отделочных и прочих работ и увеличение трудовых затрат на их производство.

Из добываемых горных пород получают и используют без обработки следующие каменные материалы.

Бутовый камень – крупные куски неправильной формы размером 150 – 500 мм и массой 20 – 40 кг, используемые для бутовой и бутобетонной кладки, фундаментов, подземных стен и стен неотопливаемых зданий, подпорных стенок, ледорезов, отстойников, резервуаров и т.д. (рис.2.2).

Валунный камень – крупные обломки размером более 300мм из горных пород, как правило, ледникового происхождения, характеризующиеся

окатанной, сильно выветренной поверхностью. Этот камень используется для вымощивания дорог, площадок, каменных набросок у мостов и т.д.

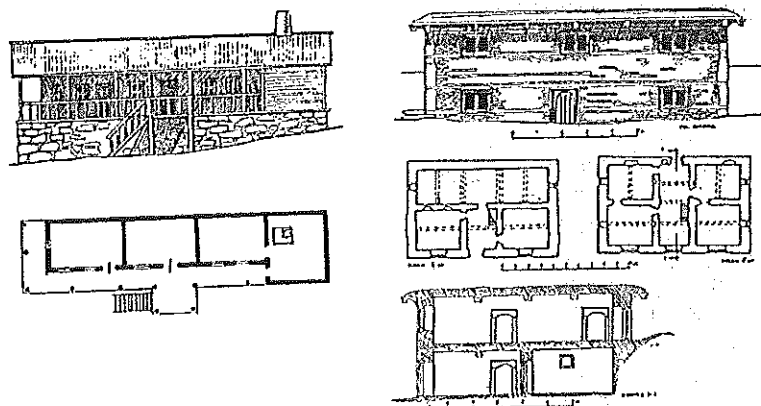


Рис. 2.2. Примеры каменных построек горских народов Северного Кавказа

Булыжный камень – это части горной породы размером до 300мм, имеющие окатанную форму и используемые для вымощивания дорог, площадок для хранения сельскохозяйственной техники, набросок, тротуаров и т.п.

Гравий – рыхлое скопление различных обломков горных пород с размерами зёрен от 5 до 70 мм. Добывают гравий со дна рек, озёр, используют в качестве крупного заполнителя в цементных и асфальтовых бетонах, как фильтрующий материал, при устройстве подсыпок, оснований дорог, тротуаров и т.п.

Песок – рыхлая горная порода, состоящая из минеральных зёрен размером от 0,1 до 5 мм. Песок широко распространён вдоль рек, озёр, поэтому их добыча чаще всего организовывается при помощи различных механизмов: экскаваторов, гидравлических всасывающих устройств, гидромониторов и т.д. Применяются пески для кладочных и штукатурных растворов, различных бетонов, асфальтобетона, подушек, подсыпок и т.д.

Качество песка характеризуется средней плотностью, объёмной насыпной массой, пустотностью, зерновым составом, модулем крупности и влажностью. Кроме того, обязательно определяют количество пылеватых и глинистых частиц, суммарная величина которых не должна превышать 5%. Модуль крупного песка определяется путём деления на сто суммы полных остатков на всех ситах стандартного набора с отверстиями диаметром 2,5; 1,25;

0,63; 0,315; 0,14 в процентах. Ниже представлены различные виды песка и их характеристики.

На практике используемые для строительных целей пески имеют в своём составе различные включения и примеси, а по гранулометрическому составу не соответствует оптимальному рассеvu, т.е. содержанию различных по размеру частиц в определённом соотношении. Да и не каждое хозяйство или строительное подразделение имеет набор сит. В этом случае для определения вида песка могут быть использованы соотношения, позволяющие в соответствии с видом песка осуществить правильный выбор состава бетона или раствора, т.к. от качества песка зависит расход минерального вяжущего вещества.

Кроме природных песков в строительной практике используют искусственные пески, получаемые при дроблении горных пород и производстве щебня. При этом измельчение больших кусков природного камня осуществляют при помощи дробилок различного типа и принципиальных технологических схем. Разновидностью искусственных песков, используемых так же широко в сельском строительстве, являются шлаковые или золошлаковые смеси, кирпичный бой и отходы, образуемые при вскрышных работах или при обогащении горных или рудных пород.

Наиболее широкое применение пески нашли при приготовлении строительных растворов, которые представляют собой искусственный каменный материал из правильно подобранной затвердевшей смеси вяжущего вещества, песка и воды. При производстве бетонных работ используется щебень, гравий, песок или песчано-гравийные смеси. Песок является мелким заполнителем, а гравий и щебень – крупным. По крупности или по размеру зёрен для гравия и щебня установлены пределы от 5 до 70 мм с разделением на фракции: 5-10, 10-20, 20-40 и 40-70 мм. Щебень, а при необходимости гравий и песок могут быть фракционированы с целью оптимального использования отдельных фракций в бетонах различного назначения, например, для бетонирования тонкостенных железобетонных изделий. Требуемые фракции щебня и песка могут быть получены из природных каменных материалов, в том числе и гравия, путём дробления на установках и машинах различного типа

2.2. Армированные и укреплённые грунты

Армированные грунты

Армированные грунты применяли в Китае уже в 3 веке до н.э. при возведении Великой Китайской стены в виде смеси глины с гравием, армированной ветвями тамариска. Известно, что римляне использовали грунт для строительства земляной дамбы вдоль реки Тибр. Недавно открытый в Лондоне причал порта Лондиниум, построенный римлянами в 1 веке свидетельствуют, что методы строительства прошлого схожи с существующими. Деревянный причал, участки которого сохранились в иле р. Темзы на протяже-

нии 1200 лет имел длину 1,5 км. Сооружения высотой 2 м строились из дубовых брусев длиной до 9 м, образующих вертикальную грань, удерживаемую с помощью деревянных армирующих элементов, заглублённых в обратную засыпку.

Современные представления о работе сооружений из армированного грунта сводятся к схеме: слабый грунт армируется высокопрочными диафрагмами, послойно укладываемыми в горизонтальном направлении (Вестерград 1978). Видаль в 60-х годах разработал новый тип армирования грунта. Им создан композитный материал, образуемый плоскими армирующими полосами, которые укладываются горизонтально в грунт. Причём взаимодействие между грунтом и армирующими элементами обеспечиваются за счёт трения, вызванного гравитационными силами. Этому материалу он присвоил название «армированный грунт», термин, который стал общепризнанным во многих странах. Работы Видаля ускорили развитие конструкций из армированного грунта. Различные лаборатории США, Англии, Франции в 70-е годы провели фундаментальные исследования в этом направлении. В 1974 г. Калифорнийский департамент транспорта применил сетки в качестве армирующих элементов подпорных стенок (Форсит 1978г.). Были созданы более совершенные типы армирования грунта в т.ч. новый вид армирования тканевым материалом. Технический прогресс позволил использовать для армирования искусственные и техногенные материалы. Текстиль для армирования стал использоваться с тех пор, как были разработаны синтетические материалы на полимерной основе. Синтетические ткани были известны до 40-х годов 20 столетия, но применяться для армирования грунта стали после отработки промышленных технологий с 40-х годов.

Полимерные материалы, применяемые для армирования грунта изготавливаются двух основных типов: в виде ткани (геоткань) или в виде сетки (геосетка). Геосетки используются в строительстве уже с начала 60-х годов нашего столетия в основном для создания более высокой степени уплотнения и повышения несущей способности слабых грунтов основания. В 1988 году они впервые стали применяться в Западной Сибири на строительстве автодорог для повышения несущей способности слабых грунтов оснований горизонтальной укладкой с поперечным уклоном равным уклону проезжей части.

Для борьбы с пучением или в целях обеспечения длительной несущей способности замороженных водонасыщенных грунтов широкое применение нашли замкнутоячеистые водонепроницаемые полистирольные и поливинилхлоридные пластмассы в виде плит толщиной 0,05 -- 0,10 м. Они позволяют уберечь грунт от морозного пучения, а на вечной мерзлоте предотвратить его оттаивание.

Рассмотренные конструктивные материалы с использованием неукрепленных грунтов показывают возможность их использования вместо других

дорогостоящих материалов (кирпича, бетона) там, где это позволяют условия работы грунта, используя его положительные свойства – внутреннее сцепление и взаимодействие межмолекулярных сил. Там же, где по условиям работы конструкций появляются растягивающие напряжения, требуется армирование грунта различными материалами. Одновременно с армированием грунта развивались и другие направления улучшения качественных характеристик грунта для строительных целей.

Укрепленные грунты

Введение в грунт вяжущих веществ позволило создать новые виды материалов для строительства – укрепленные грунты, где используются наиболее эффективно положительные свойства несвязанных грунтов – силы внутреннего трения и молекулярного взаимодействия связующего с частицами грунта. Новые материалы – грунтобетоны имеют стабильные физико-механические свойства и нашли широкое распространение в строительстве.

Укрепление грунтов – это комплекс воздействий на грунт включающих внесение вяжущих веществ и других добавок в определённых соотношениях с выполнением всех технологических операций, связанных с перемешиванием, укладкой и уплотнением, соблюдением режима ухода за изделиями. Укреплением грунтов начали заниматься ещё древние строители. Параллельно шёл процесс развития теории и практических внедрений.

За прошедшие тысячелетия грунтобетон использовался для возведения городов, поселков, дворцов, храмов, крепостных стен, фортов и т.п. В грунтобетонных жилищах и сейчас проживает около 1,5 млрд. человек.

В 1970 г. в Гренобле (Франция) созданы школы архитектуры «Кратер» для изучения проблемы использования глинистых грунтов в Европе и развивающихся странах, организована подготовка специалистов в этой области. В 1984 г. Юнеско вместе со специалистами «Кратер» был организован семинар по проблемам применения грунтобетона для строительства школ в странах Ближнего Востока и Африки. В 1985 г. при содействии научных, технических, учебных, культурных учреждений началось создание Международного института строительства с использованием грунтов.

Анализ отечественных и зарубежных публикаций за последние годы показывает, что в настоящее время исследованием и внедрением грунтобетона занимаются более 30 стран, в т.ч. все развитые капиталистические государства.

В Японии разработано 13 видов установок для изготовления грунтобетонных (цементогрунтовых) свай, которые широко используются в строительстве. В США грунтобетон применяется при возведении водохранилищ, где их построено более 60. Строительные фирмы Италии применяют грунтобетон для устройства оснований под водонесущие коммуникации, усиления оснований существующих зданий и т.п. Объём применения грунтобетонных

свай составляет 11 млн.м. В ФРГ и Франции грунтобетон широко используется для строительства автодорог – как просёлочных так и магистральных.

В СССР грунтобетон с 1934 г. применялся для строительства фундаментов, стен, площадок для хранения зерна, автодорог. НИИОСП и ЦНИИЭПсельстрой провели в 1982–1985 гг. обследование ряда зданий и сооружений, построенных в Западной Сибири и на Северном Кавказе с применением грунтобетона и эксплуатирующихся в течение 20–45 лет. Все сооружения находятся в хорошем состоянии, что свидетельствует о их жизнеспособности. В Саратовской области эксплуатируется установка французской фирмы «Сарат» для изготовления мелких грунтобетонных блоков, которые используются для возведения хозяйственных построек.

Первый большой отечественный опыт по применению грунтов, укрепленных цементом относится к довоенному периоду – в 1939 году на территории Всесоюзной сельскохозяйственной выставки было построено цементогрунтовое основание, укрепленное шлакопортландцементом, площадью 20000 м². Этот положительный производственный эксперимент позволил по-новому оценить те возможности и перспективы, которые открываются при применении грунтобетонов на цементном вяжущем.

В 1986 г. НИИОСП и ЦНИИЭПсельстрой подготовили проект ведомственных строительных норм по проектированию и устройству фундаментов из цементогрунта, которые представлены в Госагропром СССР (для зданий III класса). К недостаткам, резко снижающим эффективность укрепления грунтов, следует отнести и недостаточную технологичность процесса укрепления грунтов, неравномерное распределение вяжущих веществ в смеси, недостаточное уплотнение готовых изделий из укрепленного грунта, плохой уход за укрепленным грунтом; не любые грунты могут подвергаться укреплению вяжущими веществами. Даже те грунты, в основном супеси и суглинки, которые могут быть подвергнуты укреплению при точном соблюдении рецептурно-технологических параметров, порой имеют низкие показатели качества или дефекты структуры.

В общей степени отрицательными свойствами обладают засоленные и солонцеватые грунты, распространенные в равнинной части Западно-Сибирской низменности. Укрепление таких грунтов требует тщательного лабораторного анализа, подбора состава с предварительными исследованиями качества и долговечности материалов из грунта, а так же предварительной нейтрализации и соблюдения технологической дисциплины.

Использование грунтов, укрепленных цементом

Стабилизированные цементом грунты или цементогрунты получили широкое распространение во многих странах мира и интерес к их использованию не проходит до сих пор. Из грунтоцемента устраиваются основания и покрытия дорог, возводятся грунтоцементные фундаменты и монолитные стены домов, формуется стеновой кирпич и блоки и, даже, кровельная че-

репица; при этом используется местный грунт, извлекаемый из-под строящегося объекта или дома. На строительство доставляется только цемент, доля которого по массе, как правило, не велика и составляет 6 – 8%, поэтому материал выгодно готовить непосредственно на месте, используя для этого стационарные или мобильные передвижные линии. Подобные линии разработки и производятся в зарубежных странах и в России, однако опыт применения грунтоцементных материалов показывает, что в сибирских и северных климатических условиях они всё же мало пригодны ввиду недостаточной водостойкости и медленного набора прочности материала. Поэтому штучные материалы необходимо изготавливать с целью накопления прочности заранее и хранить в помещении не менее двух недель. Прочность грунтоцементных изделий составляет 5 – 7,5 МПа.

Кирпич естественного твердения более высокого качества (>10 МПа) может быть получен прессованием из цементно-песчаных смесей. Для этой цели подходят каменные отходы дробильно-сортировочных комплексов, золы и шлаки ТЭЦ, металлургические и электрофосфорные шлаки, различные пески, отходы и вскрышные породы. Технологические линии производительностью 1 – 4 млн. штук кирпича в год включает в себя приёмные бункера, сортировочный узел, дозаторы, смесители и прессовое оборудование высокого давления. Для производства не требуется значительных капитальных вложений и сложных энергоёмких агрегатов типа обжиговых печей и автоклавов. Отформованный цементно-песчаный кирпич набирает прочность в естественных условиях при обязательной выдержке на складе. Последнее является достоинством технологии, так как делает её энергосберегающей и в то же время недостатком, ибо при естественном накоплении прочности практически невозможно добиться стабильности. Подобные линии обязательно должны быть доукомплектованы устройствами для ускоренного отвердения кирпича типа пропарочных камер.

Для укрепления цементом рекомендуется связные грунты от супесчаных до глинистых, но имеющих верхний предел пластичности грунтов не более 45. Чем больше верхний предел пластичности грунтов, тем требуется большая норма цемента и тем сложнее распределяется в массе грунта цемент. При укреплении песков рекомендуется вводить в них добавки суглинистых грунтов, содержащих достаточное количество пылеватых и глинистых частиц с тем, чтобы довести смесь до состава оптимального (супесчаного) грунта. Наилучшие результаты получаются при укреплении песчаных грунтов.

При обработке грунта цементом процессы гидролиза и гидратации и химические реакции усиливаются или замедляются в зависимости от состава поглощающего комплекса грунта и его состояния в процессе обработки.

Не рекомендуется укреплять цементом грунты с кислой реакцией (водородный показатель рН менее 5), грунты с содержанием более 1% водо-

растворимых солей, гумусовые соли дерново-подзолистых и полуболотных почв. Содержание в грунтах сернокислых солей вызывает при обработке цементом образование водорастворимых солей и снижение прочности цементогрунта при увлажнении.

Для создания благоприятных условий при протекании физических и химических процессов между вводимым вяжущим и грунтом важнейшую роль играет размельчение грунта и своевременное его уплотнение при достаточной влажности. Примерные нормы введения портландцемента и оптимальная влажность грунта приводится в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Рекомендуемые расходы цемента для укрепления различных видов грунта

Вид грунта	Норма вяжущего по массе, %	Оптимальная влажность к массе цементогрунта, %
Супесчаные и гравелистые грунты оптимального состава	6 - 8	7 - 12
Супесчаные грунты	8 - 10	9 - 15
Суглинистые и пылеватые грунты	10 - 14	14 - 20
Тяжелосуглинистые и глинистые грунты и чернозёмы	12 - 15	18 - 24

Для обеспечения морозостойкости цементогрунтов в условиях возможности водонасыщения следует проводить испытание на морозостойкость; суглинистые и глинистые грунты для достижения морозостойкости требуют не менее 9% цемента. Достаточная прочность и водоустойчивость цементогрунта для несущих слоёв достигается при норме 6 - 12% в зависимости от типа грунта. По экономическим соображениям считают нецелесообразным назначение более 12-14% цемента.

Смешивание грунта с цементом производится различными устройствами или при помощи специальной машины, которая перемешивает и распределяет обработанный грунт. Совмещение цемента с грунтом, имеющим влажность больше оптимальной, не допускается. Если влажность грунта меньше оптимальной, то грунт доувлажняется, после чего производится повторное перемешивание. Перемешивание должно заканчиваться до срока схватывания цемента, в пределах 6 - 10 часов, после начала совмещения цемента с грунтом.

В сухих районах, во избежание быстрой потери цементогрунтом влаги, рекомендуется после уплотнения произвести розлив жидкого битума или

эмульсии по норме $0,7 - 1,0 \text{ л/м}^2$. Можно так же организовать защиту плёнкой или другими водонепроницаемым материалом.

Производство работ по укреплению грунта цементом зависит от условий погоды. В дождливую и сырую погоду угрожает опасность переувлажнения грунта, а в сухую погоду грунт быстро высыхает. Эти затруднения могут быть устранены при смешении в стационарной смесительной установке с вывозом готовой смеси для укладки. В этом случае повышается равномерность распределения цемента и прочность цементогрунта.

Интересен метод возведения стен с использованием грунтоцементного бетона, приготавливаемого в виде смеси в бетономешалках и укладываемого в щитовую сборно-разборную опалубку. При этом, могут быть использованы высокопроизводительные смесительные установки периодического действия, что может быть достаточно эффективным при массовой застройке. В то же время монолитный грунтоцементобетон более однородный и менее трудоёмкий по сравнению со стенами из штучных изделий.

Укрепление грунтов известью

Известкование грунта применяется давно, а технология укрепления грунта известью нашла пока недостаточное распространение, т.к. полученные при этом грунтобетоны характеризуются меньшей морозостойкостью и медленным набором прочности по сравнению с цементогрунтами. Технология по укреплению грунта известью мало отличается от описанной выше для цемента.

Существенным различием являются сроки уплотнения готовых изделий или известково-грунтовых оснований, которые вследствие медленного схватывания извести могут осуществляться в более продолжительные сроки. Для укрепления грунта применяют и воздушную и гидравлическую известь. Воздушную известь вводят в порошкообразном виде как негашёную, так и гашёную (гидратную) в количестве $5 - 12\%$ по массе грунта в зависимости от его вида. В таблице 2.4 приведены составы грунтов для укрепления известью.

Таблица 2.4. Рекомендуемые расходы извести для укрепления грунта

Наименование грунта	Норма извести по массе, %
Супесчаные грунты и оптимальные смеси	4 – 6
Лёгкие и средние пылевато-суглинистые и глинистые грунты	5 – 8
Тяжёлые пылевато-суглинистые и тяжелосуглинистые	7 - 9

При использовании молотой негашёной извести, уплотнение смеси можно производить не ранее чем через $10 - 12$ часов после увлажнения и

перемешивания, т.к. необходимо время для увеличения извести в объёме в результате её гидратации. В противном случае может быть нарушена монолитность, образованы трещины и неравномерные деформации. Для полного обеспечения процесса гашения негашёной извести, в грунтобетонные смеси вводят воды больше требуемого количества для состава оптимальной влажности на 0,7 – 0,8 от массы извести.

Лучшие результаты получаются при укреплении известью тяжёлых суглинков и глин, а при укреплении кислых и гумунированных грунтов, известь даёт большой эффект по сравнению с цементом при одинаковых расходах минерального вяжущего. Укрепляемые известью грунты должны иметь влажность границы текучести не более 55% и число пластичности не менее 4. Глинистые грунты с числом пластичности от 17 до 27 укрепляются одной известью, а в песчаные и супесчаные грунты с числом пластичности менее 4 необходимо до введения извести вносить добавки суглинка или золы-уноса. Торфяные грунты и органические известковым вяжущим не укрепляются.

Ввиду отрицательного воздействия молотой извести на слизистые оболочки глаз и дыхательные органы, работы по укреплению грунтов необходимо проводить с соблюдением всех правил и требований охраны труда и производственной гигиены. Рабочие должны обеспечиваться пыленепроницаемой спецодеждой, резиновыми перчатками, респираторами с пылезащитными очками.

Снижение таких отрицательных качеств извести, как быстрая потеря активности по времени, трудность транспортировки и распределения (введения) в грунт из-за пылимости, плохие санитарно-гигиенические условия при работе с ней, может быть организовано при гидрофобизации молотой негашёной извести путём обработки её органическими вяжущими материалами, создающими тонкую защитную плёнку на поверхности каждой частицы. Процесс гидрофобизации осуществляется в битумноварочных котлах при кипении битума и прохождении его паров через псевдооживлённый (взвешенный) слой молотой извести. Полученное при этом вяжущее обладает комплексными свойствами и может быть использовано в течение длительного срока. При перемешивании с грунтом, битумная плёнка разрушается, вода попадает в известковое зерно, которое, реагируя с водой и увеличиваясь в объёме, создаёт необходимое вяжущее тесто. Кроме того, битумная плёнка при разогреве от повышенной температуры гашения извести более равномерно распределяется в структуре известегрунта, придавая грунтобетону дополнительные связующие и гидрофобные свойства, увеличивая деформативность и другие его качества. Расход извести для укрепления грунта значительно меньше, чем при использовании цемента, т.к. дополнительные порции извести не способствуют значительному повышению физико-механических показателей.

Упрочнение грунтов органическими и минеральными веществами

Для упрочнения грунтов без механического перемешивания могут быть использованы различные минеральные и органические вяжущие вещества, вводимые в массив в виде растворов под давлением, или осуществлено термическое закрепление глинистых и лессовых грунтов через специальные скважины. При этом, в зависимости от вида грунта, используется тот или иной приём укрепления: цементация, силикатизация, электрохимическое закрепление, термическое упрочнение, цементация, смолизация, полимеризация и др.

Цементация грунтов заключается в нагнетании в грунт под давлением цементного раствора, который, затвердевая в порах грунта, связывает между собой частицы, повышая прочность, водостойкость и резко снижая фильтрацию воды. Цементацию рационально применять в грунтах с наличием крупных пор размерами не менее 0,1 мм, т.е. с песчаными, галечниковыми, гравийными или крупнообломочными отложениями. Подготовленный цементоводный раствор из растворомешалки нагнетательным насосом под давлением 0,3–1,0 МПа по напорному трубопроводу подаётся через иньекторы в грунт, заполняя поры и пустоты. При этом по обратному трубопроводу откачивается вода из грунта.

Аналогичным образом производится силикатизация, рабочими растворами при которой принимаются поочерёдно водные растворы силиката натрия (жидкого стекла) и хлористого кальция, цементирующих грунт и повышающих его прочностные показатели. Этот способ применим для песков и лёссовых грунтов, т.к. достаточно резко увеличивается прочность (до 15 . . . 35 МПа) и именно для этих грунтов снижаются просадочные свойства. Пески и пlyingуны могут быть закреплены одним раствором, состоящим из силиката натрия, фосфорной или серной кислоты и сернистого алюминия. Для лёссовых грунтов используют однокомпонентный раствор жидкого стекла, которое соединяется с сернистым калием, содержащимся в лёссах, образуя при этом водонерастворимый гель, цементирующий частицы грунта.

Закрепление грунтов производится следующим образом. В грунт на заданную глубину до 10–15 м погружают перфорированные трубы диаметром 19–38 мм по которым нагнетаются упрочняющие растворы под давлением до 3–5 МПа. При двухрастворных композициях иньекторы располагают попарно на расстоянии 0,1–0,2 м друг от друга, или производят поочерёдное нагнетание растворов по одному трубопроводу.

Существует так же эффективный способ закрепления и упрочнения водонасыщенных грунтов методом электроосмоса за счёт явления передвижения воды под действием электрического тока. Откачиваемая от катодов вода способствует уплотнению грунта за счёт обезвоживания. Для глинистых грунтов эффективность откачки воды может быть увеличена при дополнительном использовании иглофильтров с электроосущением.

Для увеличения водонепроницаемости и уменьшения фильтрации используется смолизация, битумизация, полимеризация. Подготовленный раствор полимера или разогретый до высокой температуры битум или смолу нагнетают через инъекторы в поры грунта под давлением 1,0–2,5 МПа. В качестве полимерных связующих могут использоваться карбамидные, мочевиноформальдегидные смолы с отвердителем - 4% раствором щавелевой кислоты, лигносульфонат, нефтеполимерные и дёгтеполимерные составы, а так же комбинированные органоминеральные композиции – полимерцементные растворы на водорастворимых полимерных связующих.

Технология закрепления грунта представляет собой аналогичную схему введения растворов методами силикатизации, т.е. осуществляется нагнетание упрочняющих растворов совместно с отвердителями. Следует отметить, что указанные выше методы закрепления грунтов полимерами представляют собой достаточно трудоёмкий и дорогостоящий технологический процесс, поэтому должны быть технологически и экономически обоснованы.

Термическая обработка может быть рекомендована для закрепления просадочных глинистых и лёссовых грунтов: лёссов, чернозёмов, лёссовых песков, а так же глин и тяжёлых суглинков. При этом, ввиду высоких энергетических затрат, данный способ упрочнения грунтового основания должен быть достаточно чётко обоснован с экономической точки зрения.

Различают три этапа воздействия высоких температур на грунт: начальный прогрев грунта при температуре 200–500 °С для его обезвоживания; обжиг глинистых составляющих при температуре 800 – 850 °С до спекания легкоплавких минералов; плавление грунта (температура выше 1200–1300 °С), приводящее к образованию очень прочной камневидной монолитной структуры.

При прогреве грунта за счёт его дегидратации резко уменьшаются его пластические свойства, поэтому прогретые грунты могут быть использованы для нижних слоёв оснований. Обожжённый грунт приобретает свойства грубой керамики и даже при интенсивной последующей эксплуатации и разрушении ведёт себя как кирпичный щебень. Существенно повышая несущую способность и прочность грунта по сравнению с неукреплённым.

Устройство грунтобетонных фундаментов

Наибольшее распространение нашли способы устройства свайных грунтобетонных фундаментов по трём методам: СибЗНИИЭП(а), треста «Омск-целинстрой» и метод РИСИ. В шестидесятых годах в СибЗНИИЭПе была изготовлена буромешалка М-1 для устройства грунтобетонных свай диаметром до 0,7м и длиной до 2,7м, а так же была создана на базе буровой машины УРБ-ЗАМ машина АГС-7 (авторское свидетельство №156108), которая после отработки технологии на экспериментальных сваях была использована для устройства свайных фундаментов на ряде объектов г.Новосибирска и облас-

ти. Устраиваемые грунтобетонные сваи имели длину до 7 м и диаметр до 0,8 м.

Технологическая последовательность работ следующая: цемент и вода подаются в количестве, необходимом для изготовления одной сваи, в мешалку, перемешиваются, образуя водоцементную суспензию, которая растворонасосом по шлангу через полую буровую штангу и рабочий орган нагнетается в грунт. Количество и равномерность подачи суспензии регулируется расходомером. Расход цемента составляет 9 – 12% от массы сухого грунта и его естественной влажности. Рабочий орган, совершая одновременно вращательное и поступательное движение, погружается в грунт, разрыхляет, измельчает и перемешивает его с водоцементной суспензией, образуя грунтобетонную смесь. В результате образуется достаточно прочная свая цилиндрической формы.

Достоинствами приведённой технологии является использование местных грунтов, залегающих в основание здания, комплексная механизация всех технологических процессов, исключение транспортных операций кроме доставки цемента. Наиболее эффективно использование данной технологии при укреплении слабых грунтов. Несущая способность (расчётная нагрузка) грунтобетонных свай диаметром 0,7 м и длиной 8,0 м колеблется в пределах 25 – 40 тонн.

Объединением «Новосибирсксельстрой» были разработаны проекты грунтобетонных свайных фундаментов и осуществлено строительство объектов различного назначения в Новосибирской области, в том числе в совхозе «Палецкий», 16-квартирный двухэтажный кирпичный дом серии 2м-16-32, торговый центр по типовому проекту 274-011-2; в совхозах «Морской», «Обской», «Кудряшовский» семь двухэтажных 12-квартирных крупнопанельных домов серии 1-464; в совхозе «Морской» – детсад-ясли на 140 мест; в совхозах «Быструхинский» и «Культура» – два коровника на 200 голов.

По сваям устраивался монолитный ростверк или монолитные оголовки и сборный ростверк. Шаг свай 2–3,5 м при длине 3–4 м. Объекты нормально эксплуатируются в течении 25 – 40 лет. Полученный экономический эффект составляет от 30 до 60% от стоимости железобетонных фундаментов.

Объединение «Омскцелинстрой» в 1964 году применило для изготовления грунтобетонных свай иную технологию, сущность которой заключается в следующем: первоначально бурится лидерная скважина (диаметром 0,4–0,5 м), из которой удаляется грунт и проводится заполнение скважины песком, цементом, водой согласно расчёту; после этого скважина разбуривается на большой диаметр (до 0,7–0,8 м) тем же буром со сменным режущим ножом, обеспечивающим задний диаметр и перемешивание грунта с песком, цементом и водой до получения однородной массы. При этом используется существующее оборудование, однако применение ручного труда при засыпке песка, цемента и при заливке воды, снижает производительность работ.

Не менее интересен метод с применением станков ударно-канатного бурения типа БС-1М, оборудованных штангами со специальным наконечником диаметром 426 мм и углом при вершине 60°. Скважина пробивается на глубину до 20 м при диаметре до 0,5 м; послойно заполняется грунтобетоном, который втрамбовывается в скважину тем же наконечником и получается частотрамбованная свая. Грунтобетон готовится в отдельных смесителях.

Этот технологический метод отличается простотой, использованием серийного оборудования, возможностью получения свай большой длины и повышенными характеристиками грунтобетона, вследствие его уплотнения трамбованием.

Таким образом, благодаря развитию теории взаимодействия грунта с вяжущими созданы новые материалы на основе использования местных грунтов. Разработаны и внедрены в практику различные виды укрепленных грунтов различного генезиса и состава с применением как неорганических, так и органических вяжущих материалов и других веществ.

Установлено, что не любые виды грунтов и не во всех случаях могут подвергаться эффективному укреплению, а многие грунты для достижения положительного эффекта по прочности, морозостойкости требуют тщательного подбора состава смесей, точного соблюдения правил производства работ, больших энергетических затрат.

Компенсировать все указанные недостатки при укреплении грунтов можно, как показали многочисленные исследования, только в случае комплексного использования вяжущих и волокнистых добавок в грунт. Последние как армирующие элементы выравнивают отклонения прочности, деформативности по всему конструктивному изделию. Но и в этом случае требуются большие энергетические затраты по перемешиванию грунта с волокнистыми добавками и связующим, специальное оборудование по их равномерному распределению; в теле грунта возникают отдельные зоны, где волокнистые добавки и связующие имеют наибольшую или наименьшую концентрации. Поэтому совершенствование технологии изготовления изделий из грунта имеет немаловажное значение.

При устройстве ленточных фундаментов или получения грунтоблоков процесс производства работ сводится к следующим основным операциям: ручным или механизированным способом отрывается траншея под будущий ленточный фундамент; грунт из траншеи пропускается через валковую дробилку для размягчения агрегатов (комков) или уменьшается другим способом до крупности не более 2–3 мм, после чего загружается в бетономешалку, в которую в необходимом количестве загружают известь и воду. После перемешивания готовую смесь укладывают послойно слоями высотой по 0,15–0,20 м в траншею с уплотнением ручным способом или вибраторами. Стоимость 1 м³ грунтобетонного фундамента при такой технологии составляет 25–40% от железобетона или бутовой кладки.

Кроме цемента и извести для укрепления грунтов могут быть рекомендованы комплексные вяжущие, состоящие из цемента или извести и золы, шлака, различных отходов производства, в т.ч. отходы асбестоцементного производства, являющиеся не только высокодисперсным наполнителем, но и микроармирующим элементом укрепленных грунтов.

Укрепление грунтов и получение из них конструкционных материалов рационально и экономически целесообразно для районов, в которых отсутствуют природные каменные, гравийные и песчаные материалы. При соблюдении технологических регламентов это вполне экономически выгодное мероприятие, позволяющие при требуемом качестве существенно уменьшить стоимость оснований или фундаментов в 1,5 – 2,5 раза.

2.3. Материалы и изделия на основе необожжённой глины

Исторический опыт применения необожжённой глины

Необожжённая глина нашла широкое применение при производстве стеновых изделий (сырцовый кирпич, саман, блоки) и в качестве связки при устройстве стен из этих изделий; для гидроизоляции фундаментов, подвалов, полов; в качестве подготовки под полы; в виде добавок к растворам и бетонам, при защите горючих органических и теплоизоляционных материалов от тепловых и огневых потоков и т.д.

Человечество десятилетиями применяло саман, возводя из него различные здания и сооружения: жилые дома, крепости, культовые объекты. Из этого материала построены знаменитые Египетские и Перуанские пирамиды (2500 – 3000 лет до н.э.), Тезифонская Арка, Великая Китайская стена (3 век до н.э.), крепость Афрасиаб (6 век до н.э.) и др. В России, наряду с использованием самана, широкое применение нашли глинобитные здания. А одно из них – Приоратский Дворец вблизи Санкт-Петербурга, построенный в конце 18 века архитектором Н.А. Львовым сохранился до настоящего времени.

Землебитные постройки известны с времён древнего Рима, Египта, Персии. В 17 – 19 веках землебитные строения были распространены во Франции, Германии, Швейцарии, а так же у египтян и персов. При этом, наряду с жилыми домами строились фабричные и заводские корпуса.

В двадцатом веке к безобжиговым глиняным материалам неоднократно возвращались в разных странах. Так, в тридцатых годах в Германии возведён был целый посёлок из двухэтажных домов для горняков и жителей Мюхельна. Архитектором Л.Лалто в 1947 году запроектировано и построено студенческое общежитие для американского Массачусетского университета из сырцового кирпича. Имеется положительный опыт использования такого материала в шестидесятые годы во Франции при строительстве нескольких посёлков.

Широкое распространение сырцовые и саманные стены нашли в Средне-Азиатских республиках бывшего СССР: Киргизия, Узбекистан, Казахстан

и др. В этих регионах из грунтобетона возведены и до сих пор успешно эксплуатируются не только жильё, но и производственные здания и сооружения.

Анализ литературных популярных и научных произведений показывает, что настоящее время на земле в домах из грунта или необожжённых глин проживает более миллиарда человек, в том числе и в благополучных с экономической точки зрения странах Европы и Америки.

Учитывая положительные качества материалов и изделий из необожжённой глины, простоту технологии, доступность сырья, удовлетворительные теплофизические и эксплуатационные параметры при минимальной себестоимости, можно считать перспективными эти материалы не только для сельского, но и городского строительства. А при творческом подходе и использовании новых эффективных приёмов. Воспроизводительного оборудования и оснастки, новых оригинальных конструктивных решений выгодность применения глиняных изделий с социальной, экономической, технологической и архитектурной точек зрения не вызывает сомнения.

Саман

Для устройства стен из самана или сырцового кирпича глину заготавливают в осенний период и укладывают в валки высотой до одного метра на открытом месте. Увлажнение во время осенних дождей и перемерзшая в зимние холода, глина вспучивается и хорошо разрыхляется. Приготовление самана начинают с перемешивания глины с песком до получения однородной массы, после чего в неё вводят предварительно смоченную водой сечку и перемешивание продолжается. Полученная таким путём формовочная масса используется для изготовления блоков, оптимальный размер которых принят 35,7х17,3х13 см. Формы для производства саманных блоков делают немного на конус с уширением понизу на 2 – 3 см, что обеспечивает лёгкий съём отформованных блоков. Перед укладкой саманной массы форму смачивают водой и стенки обсыпают песком или мякиной. Заполнение формы осуществляют с обязательным уплотнением особенно в углах, а излишки массы убирают мокрой дощечкой. После снятия формы, блок сушится в течении 7 – 15 суток.

Состав самана зависит от жирности глины и может быть выбран по массе на 1 м³ в следующих соотношениях - песок: глина.

Глины средней жирности - 1: 3 - 1: 4 при расходе волокнистых добавок в количестве 8-10 кг;

глины жирные - 1: 3 - 1: 2 при расходе волокнистых добавок 15-18 кг;

глины очень жирные - 1: 2 - 1: 1 при расходе волокнистых добавок 15-18 кг.

Приведённая выше технология изготовления самана насчитывает тысячелетний опыт и практически не изменилась за последние несколько столетий – примитивная опалубка из пяти досточек и максимальное использова-

ние ручного труда. Самым узкими и трудоёмкими операциями являются подготовка (перемешивание) глиняной массы и формование изделий. В этом направлении, начиная с 60-х годов нашего столетия были предприняты широкомасштабные исследования и технологические решения. Так, был разработан в Латинской Америке высокопроизводительный пресс «Синве-Рам», создающий давление более 10 МПа и выпускающий 500 – 600 штук саманных блоков в смену. В Англии Д.Уэббом изобретён пресс с производительностью 300 саманных блоков в смену при аналогичном давлении прессования.

Отечественные учёные, изобретатели и конструкторы также на протяжении последних пятидесяти лет успешно решают вопросы увеличения производительности и повышения качества самана. Так, получены саманные блоки с пределом допустимой прочности до 20МПа.

Качественно изготовленный саманный блок должен быть сухим, не иметь трещин и сколов, не ломаться при падении с высоты двух метров и не разваливаться в течение не менее суток при нахождении в воде.

Стены из самана выкладываются на густом глиняном тесте или на аналогичной саманной массе. Толщина швов не должна быть более 1 – 1,5 см. Облицовка дома выполняется из обыкновенного глиняного кирпича, но может быть произведено оштукатуривание самана известково-глиняным раствором состава 1: 1: 1,5 с добавлением мякины или солома. Опыт эксплуатации саманных домов показал их хорошие качества: помещения сухие, тёплые, и обеспечивают требуемые параметры микроклимата. Во избежание замачивания и ухудшения качества саманных стен их необходимо предохранять от атмосферных осадков путём увеличения свеса крыш (карниза) не менее 0,6 м от поверхности кладки. При возведении зданий из самана следует также учитывать их повышенную деформативность и усадку.

Разновидностью самана является сырцовый кирпич, представляющий собой необожженный глиняный материал. Он может применяться при кладке стен одноэтажных домов или как заполнитель каменной кладки в средней части при облицовке обычным обожжённым глиняным кирпичом. Порядок изготовления и устройства стен из сырцового кирпича аналогичен вышеописанным процессам, но значительно проще.

Таким образом, с учётом положительных свойств при определённой технологической модернизации (внедрение бетоносмесительного и прессового оборудования, эффективных транспортирующих и грунтодобывающих машин и механизмов и пр.) сырцовый кирпич и саман могут быть конкурентно способными, успешно применёнными для возведения малоэтажных жилых домов, общественных и производственных зданий и сооружений различного назначения.

Глинобитные постройки

Глинобитные материалы и возведённые из них объекты не получили большого распространения в наше время. Однако в некоторых сёлах России до сих пор такой метод строительства хозяйственных построек используется, а в комбинации с деревянным каркасом или для оштукатуривания и утепления стен глинобитный материал является просто единственным и незаменимым, так как составляющие его компоненты являются общедоступным сырьём.

Приготовление глинобитного материала заключается в следующем: на заготовленную и уложенную ровным слоем в большой ёмкости или яме толщиной 10 – 15 см глину укладывается последовательно слой вереска (резка прутьев) и слой навоза. Могут быть уложены и несколько таких слоёв, но меньшей толщины. После этого всю массу поливают водой до верхнего уровня ёмкости или ямы и начинают производить перемешивание путём размятия различными способами до образования равномерного густого теста. При наличии смесителей (желательно принудительного действия) процесс приготовления глинобитной массы может быть модернизированным и ускоренным, а, следовательно, и менее трудоёмким.

Возведение глинобитных построек начинается с устройства элементов каркаса, для чего по углам здания устанавливаются столбы, тщательно закреплённые как в грунте или на фундаменте. Так и по верхнему поясу или уровню стен. При этом должно соблюдаться обязательное требование: ровные обтёсанные углы столбов должны плотно прилегать к углам строения и хорошо закреплены подкосами (рис.2.3).

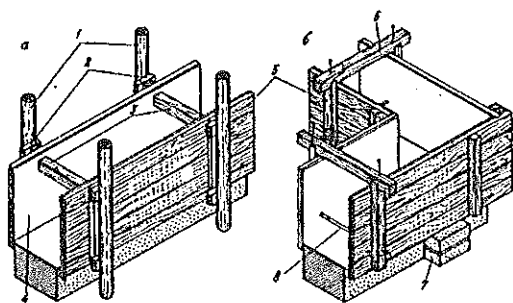


Рис.2.3. Конструкции опалубки для устройства глинобитных стен:
1-8 отдельные элементы опалубки

Перед возведением глинобитных стен по фундаменту прокладывается гидроизоляция. Укладка глинобитного материала осуществляется слоями толщиной до 15 – 20 см с последующей подсушкой массы. Для обеспечения ровности стен укладку глинобитного материала ведут по шнуру с обрезкой лишней массы лопаткой и выравниванием по правилу. После обрезки уложенного слоя по всему периметру снаружи и изнутри приступают к укладке

нового слоя. Дверные коробки устанавливают заранее на своих проектных местах, а оконные проёмы могут быть вырублены после высыхания стен.

Оштукатуривание глинобитных стен производят раствором. Состоящим из двух частей глины. 1 части песка, 1/8 части известкового теста, разведённых на навозной воде. Этой же водой обрызгивают стены перед оштукатуриванием. После нанесения штукатурного слоя и его подсушки производят затирку. А после полного высыхания стены можно красить. Глинобитные постройки отличаются достаточной прочностью и хорошими теплофизическими показателями.

Землебит

Не менее интересным материалом для устройства стен является землебит. Представляющий собой грунтобетон. В состав которого входят следующие компоненты в процентах по объёму: глина - 17-19; песок - 57-59; гравий крупностью 3-7мм - 3-5; пылеватый грунт- 19-21.

Землебит готовят из различных видов грунта кроме торфа, или. Растительного слоя, очень жирных и очень тощих почв. К тощим грунтам добавляют до 30 - 40% глины, а в жирную почву вводят отощающие добавки: соломенную сечку, опилки, стружку, камышовую мелочь, хвою и т.д. Кроме того могут быть добавлены мелкие камни диаметром до 20 мм и другие примеси. Способствующие упрочнению землебита и снижению его теплопроводности. В зависимости от наличия глинистых веществ в массу вводят определённое количество утеплителя (таблица 2.5).

Таблица 2.5. Количество утеплителя в зависимости от содержания глинистых частиц в грунте

Количество глинистых частиц, %	Утеплитель, кг на 1 м ³ грунта			
	Соломенная резка	Полова	Костра	Хвоя
11 - 15	До 4	до 4	До 3	до 6
15 - 20	5 - 8	5 - 8	3 - 5	6 - 10
20 - 30	8-10	8 - 10	5 - 8	10 - 15

Землебитные стены возводятся двумя способами: в деревянной опалубке, т.е. между двумя щитами, и между выложенных наружной и внутренней кирпичных или сырцовых стенок (рис.2.4).

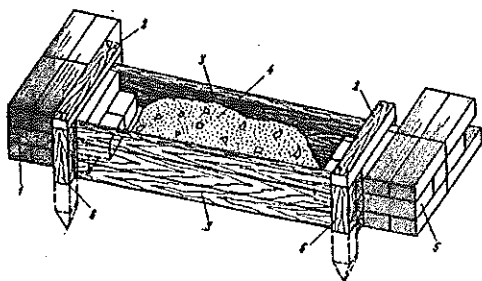


Рис.2.4. Порядок выполнения операций по устройству землебитных стен:
 1, 5 – кирпичные столбики; 2 – перемышечные тяги; 3 – элементы опалубки;
 4 – землебитная смесь со щебнем; 6 – стойки опалубки

Высота одного яруса щитов (опалубки) или выложенной каменной коллоцевой кладки должна быть не более одного метра, а толщина подготовленной неуплотнённой землебитной смеси принимается 0,3 – 0,35 м, что обеспечивает нормальное уплотнение и качество стен. Следует иметь ввиду, что выложенные кирпичные элементы стен до начала работ должны набрать прочность или просохнуть. А если это по технологическим соображениям выполнить невозможно, их укрепляют различными способами. При возведении землебитных стен в опалубках или формах доски необходимо тщательно прострогать, что обеспечит получение гладкой ровной поверхности ограждения и уменьшит затраты на исправление дефектов. Для предотвращения коробления досок от переменного действия влаги грунта и высыхания они должны иметь достаточную жёсткость (толщину) и надёжные крепления, а так же может быть использована плёночная или металлическая защита.

Землебитные стены армируют соломой. Поволокой и другими материалами. Послойно утрамбовывают с таким расчётом, чтобы объём материала уменьшился в 1,8 – 2 раза и трамбовка отскакивала от него. Для обеспечения качественного сцепления слоёв нижний утрамбованный царапают или частично разрыхляют на небольшую глубину. Первоначальная прочность землебита на сжатие составляет не менее 1,5 МПа, через несколько лет она может доходить до 10 – 12 МПа и более.

Усовершенствованным вариантом землебитных построек является технология возведения стен в опалубке с оболочкой. В изготовленную щитовую опалубку помещается оболочка из водонепроницаемой ткани, в которую засыпается и постепенно послойно трамбуется грунт. Стыковка отдельных секций осуществляется тем же грунтом, после разборки опалубки и установки специальных фартуков для перекрытия швов. Состав землебитной массы зависит от назначения здания (жилой дом, животноводческое помещение,

склад и т.д.) и может быть аналогичным выше приведённому или не иметь каких-либо компонентов.

Землебитные стены долговечны и прочны, по технологическим показателям превосходят кирпичные стены из обожженного кирпича и могут быть рекомендованы для строительства жилых, складских, служебно-технических одно-двухэтажных зданий в тех районах, где они смогут просохнуть за летний период.

Глиносолома

Глиносоломенные объекты чаще всего относились к разряду временных, однако опыт их эксплуатации показал достаточно высокие прочностные и теплофизические характеристики, позволяющие экономить до 20 – 30% топлива для отопления таких зданий при значительном снижении стоимости строительства. Важным условием получения качественных ограждений из глиносоломы является тщательное перемешивание или подготовка глиномассы до получения однородного состава.

В качестве минеральных заполнителей в глину могут быть использованы песок, шлак, гравий, щебень и волокнистые органические заполнители: солома, сено, хвоя, камыш. Ветки и т.п. Органические заполнители должны быть сухими, а минеральные перед введением в глину необходимо увлажнить. Приготовление глиномассы осуществляется, как правило, механизированным путём в растворо- или бетоносмесителях. Расход волокнистых веществ составляет не менее 50 – 80 кг на 1 м³ готовой соломоглиняной смеси в уплотнённом состоянии.

Толщина стен из глиносоломы для наружных ограждающих конструкций должна быть не менее 0,5 м, а для внутренней – не менее 0,3 м, но в любом случае осуществляется теплотехнический расчёт в зависимости от климатических условий района строительства.

Возведение глиносоломенных стен похоже на устройство их из монолитного бетона в стационарной или подвижной (скользящей) опалубке (рис.2.1 и 2.2). Качество стен и перегородок зависит от тщательности трамбовочных работ, поэтому влажность массы должна быть такой. Чтобы при сжатии в горсть сохранялась преданная ей форма, но при лёгком надавливании пальцем разваливаться. Такая влажность гарантирует качественное уплотнение глиносоломенной массы. Трамбовочные работы при небольших объёмах работ могут быть осуществлены вручную трамбовками массой 6 – 10 кг площадью 100 – 200 см², изготовленными из древесины или металла. Толщина каждого слоя должна быть в пределах 0,15 – 0,2 м. Для упрочнения стен в углах в углах и пересечениях стен каждый слой армируют тонкими прутьями или деревянными брусками. Внутренняя и наружная отделка глиносоломенных стен осуществляется известково-песчаным сложным с добавлением глины штукатурным раствором с последующей побелкой.

Разновидностью глиносоломенных построек является использование плетёного метода возведения стен, заключающегося в том. Что из соломы, смоченной и перематой в жидком глиняном растворе плетут толстые жгуты (верёвки). Толщина их может достигать 0,1 – 0,15 м, а длина практически неограничена, т.к. укладываются жгуты в каркас по простенкам, прививая конец одной к началу другой пока не уложат на всю высоту дома. После каждого уплощенного ряда производят уколачивание, т.е. уплотнение. Такие стены обладают высоким термическим сопротивлением, экологически чистые, лёгкие и негорючие. Многовековой опыт их эксплуатации доказал их высокие прочностные показатели и, конечно же, чрезвычайно низкую стоимость.

Гидроизоляция

Наиболее доступной формой гидроизоляции является устройство так называемого глиняного замка, который выполняется по всей высоте фундамента от подошвы до отмостки или включая её. Для этой цели используются жирные глины, уложенные ровным уплотнённым слоем толщиной не менее 25 см. Таким же слоем покрывают всю площадь пола в подполье или подвале. При устройстве глиняной гидроизоляции необходимо обращать внимание на качество уплотнения глины, а при необходимости производить её доувлажнение, тщательное перемешивание. После чего она может быть использована в указанных целях.

Кроме гидроизоляции фундаментов глина достаточно эффективно может быть использована при устройстве простейших дренажных сетей и колодцев, дно которых изолируют слоем глины толщиной 0,15 – 0,20 м. Глину тщательно уплотняют, выравнивают и заглаживают, устраивая лоток с уклоном в сторону понижения или водоотвода. Поверх глиняной гидроизоляции укладывают крупные камни с обязательным укреплением бортов, а затем засыпают крупным щебнем или гравием.

Полы из глины, хотя встречаются редко, но для некоторых типов сельскохозяйственных зданий (склады, навесы, крытые токи) они могут быть рекомендованы. Лучшие результаты при этом могут быть получены при устройстве глинобитных полов. Которые устраивают в следующей последовательности: полностью удаляют растительный слой; производят выравнивание поверхности грунта по нивелиру с установкой маяков и устройством необходимого уклона для организации стока вод; трамбуют грунт, добавляя для прочности щебень или гравий. Затем готовят глиняное тесто с соломенной сечкой, которое укладывают ровным слоем толщиной 5 – 7 см, трамбуют, выравнивают и заглаживают. В высохшем полу заделывают образовавшиеся усадочные трещины и производят затирку или покрытие известково – глиняным раствором.

Широкое применение глины нашли при изготовлении строительных растворов различного назначения – штукатурных и кладочных в качестве

неорганического пластификатора. При этом глина используется в виде теста с глубиной погружения стандартного конуса 13 – 14 см. Расход глиняного теста зависит от марки строительного раствора, марки цемента, назначения и колеблется от 0,2 до 1,4 на одну часть цемента по объёму. В строительной практике используются цементно-глиняные и известково-глиняные растворы и реже с применением гипса.

2.4. Керамические изделия Классификация керамических изделий

Керамическими называют изделия, получаемые обжигом глин. Которые предварительно отформованы по заданной форме и размерам, высушены до определенной степени влажности. Керамические изделия можно разделить на следующие группы: по пористости, огнеупорности, по виду поверхности и по применению.

По пористости: пористые, способные впитывать сравнительно много воды – более 5% по массе (в среднем 8-20%) и плотные (спёкшиеся) с водопоглощением менее 5%.

По огнеупорности керамические изделия могут быть огнеупорными, тугоплавкими и неогнеупорными (легкоплавкими).

По виду поверхности керамика независимо от её структуры и фактуры поверхности может быть глазурованной и неглазурованной. Глазурованная поверхность может иметь различный цвет и даже рисунок. Неглазурованные керамические изделия тоже могут иметь различный цвет.

По применению в строительстве различают следующие группы керамических изделий: стеновые; кровельные и изделия для перекрытий; облицовочные (отделочные); материалы для полов и дорог; теплоизоляционные; санитарно-технические; трубы; изделия специального назначения (химически стойкие, огнеупорные, электроизоляционные); заполнители для лёгких бетонов.

Виды, состав и основные свойства глины, как сырья для керамических изделий

Глины относятся к осадочным рыхлым породам и могут быть классифицированы по следующим признакам.

1. По происхождению: первичные глины (остаточные) – продукты Пывеетривания полевошпатовых пород (гранит, гнейсы и др.) и отложившиеся на месте разрушения; вторичные (перенесённые) глины, отложившиеся на новом месте в результате различных природных процессов.

2. По чистоте состава: каолинитовые (каолиновые) глины – имеют белый или светло-серый цвет, содержат в своём составе в основном минерал каолинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$; гончарные глины – имеют светло-жёлтый, жёлтый или

светло-коричневый цвет, кроме каолинита содержат минералы галлуазит и пирофиллит, окраска зависит от содержания оксидов железа и других металлов, содержат также небольшое количество пылевидных и песчаных примесей; кирпичные глины имеют тёмно-жёлтые, светло-коричневый или красноватый цвет, наиболее загрязнены примесями оксидов металлов, песка карбонатными включениями, органикой и др.

3. По огнеупорности глины делятся на: лёгкоплавкие, имеющие температуру огневого размягчения менее 1350°C, тугоплавкие – с температурой размягчения в пределах 1350-1580°C; огнеупорные – с температурой размягчения выше 1580°C.

Вообще глинистое вещество – это частица крупностью менее 0,005 мм. В отличие от пылевидных частиц (крупностью 0,005-0,14 мм) глинистые частицы имеют свойство разбухать в воде. Строение основного глинистого минерала пластинчатое.

Глины обладают свойством пластичности – способностью изменять форму (отформованного изделия) под действием нагрузки (внешнего усилия) без появления трещин и сохранять принятую форму после снятия нагрузки.

Пластичность глины – важнейшее технологическое свойство, позволяющее формировать изделия из глины самой сложной конфигурации. По пластичности глины делят на высокопластичные, имеющие водопотребность более 28%, средней пластичности – водопотребность 20-28% и малопластичные – с водопотребностью менее 20%. Пластичность глин зависит от их гранулометрического состава (крупности частиц). Чем выше содержание мелких глинистых (каолинитовых) частиц, тем выше пластичность. Для некоторых керамических изделий, например кирпича, высокая пластичность глин является отрицательным свойством. Понизить пластичность глин можно добавкой отощателей – песка, шамота, опилок, пылевидной золы, мелкого дроблёного шлака или угля и др.

Глины всегда имеют свойства воздушной и огневой усадки.

Воздушная усадка – уменьшение объёма изделия при сушке, колеблется у глин в пределах 5-12%. Уменьшение воздушной усадки и ускорение сушки изделий достигается с помощью также отощателей.

Огневая усадка глины при обжиге происходит в результате частичного спекания и колеблется в пределах 1-2%.

С помощью отощателей и выгорающих добавок можно регулировать пористость керамических изделий. Для улучшения других свойств – прочности изделий, пластичности глин и др., иногда вводят различные химические добавки (полифосфаты натрия, сульфитно-дрожжевую бражку и др.).

Цветную керамическую массу можно получить, добавляя к беложущимся глинам различные оксиды металлов – железа, кобальта, хрома и др. Общие принципы технологии производства керамических изделий представляют собой различные варианты и схемы получения строительной керамики.

Формование керамических изделий производят пластическим и полусухим способом. При пластическом (мокрое) способе формования (прессования) глина проходит дробление на вальцах грубого и тонкого помола, бегунах или дезинтеграторах, затем направляется в глиномешалку, где проходит её перемешивание с отощателями и одновременное увлажнение водой или паром до получения однородной пластичной массы с влажностью 20-25%. Непосредственную формовку сырых изделий из полученной массы производят преимущественно на ленточных прессах различных типов. После пластического прессования изделия (сырец) проходят обязательно сушку на воздухе или искусственную сушку, что в настоящее время значительно чаще. Искусственная сушка сырца производится в камерных или туннельных сушилках. Сушка изделия производится до влажности 8-12%.

Обжиг изделий из глин производится также в камерных (кольцевых) или туннельных печах. Процесс обжиге происходит постепенно и его можно разделить на несколько периодов: досушка (выпаривание) и подогрев до 100-120°C; быстрый подъём температуры до 700-800°C (при этом происходит дегидратация каолинита и выгорание органических примесей); обжиг изделий при температуре 900-1100°C и медленное остывание. В результате обжиге керамическое изделие приобретает камневидное состояние, высокую водостойкость, прочность, морозостойкость и другие важные строительные качества.

Полусухой способ изготовления от пластического отличается подготовкой сырья (глину сначала сушат и тонко измельчают), формованием сырца на гидравлических или механических прессах под давлением 15-20 МПа и отсутствием процесса сушки изделия – плотной, полусухой сырец после формования поступает сразу на обжиг. Пластическим способом изготавливают различные виды кирпича, черепицу, некоторые виды облицовочных изделий, камни и блоки, керамические трубы, изделия для перекрытий и др. полусухой способ применяется при изготовлении плиток для полов, облицовочных изделий, кирпича всех видов, разнообразных огнеупорных изделий и др. Штампование – это разновидность полусухого способа.

Керамзит и полый керамический гравий изготавливают по упрощённой технологии методом формования на ленточных прессах с последующей обкаткой гранул и обжигом (вспучиванием).

Метод литья применяются для изготовления керамических изделий санитарно-технического назначения и других изделий сложного профиля (раковины, унитазы, ванны, радиаторы, архитектурные детали и др.).

Характеристика основных видов керамических изделий

Стеновые изделия

К наиболее распространённым видам керамических стеновых изделий относят кирпич глиняный обыкновенный (рис.2.5), эффективные виды стеновой керамики (кирпич повышенной пористости, дырчатый, пустотелый; керамические камни пустотелые), крупные стеновые блоки и панели из кир-

пича и керамических камней. К этим материалам предъявляют определённые требования по прочности, теплопроводности, объёмной массе, водопоглощению и морозостойкости.



Рис.2.5. Современный загородный кирпичный дом

Кирпич глиняный обыкновенный. На кирпич глиняный обыкновенный существует ГОСТ 530-71, который нормирует следующие свойства.

1. Размеры кирпича обыкновенного $250 \times 120 \times 65$ мм и модульного $250 \times 120 \times 85$ мм с обязательными технологическими пустотами и массой не более 4 кг. Отклонения от размеров по длине не должны превышать ± 4 мм, по ширине и толщине ± 3 мм. Для кирпича, изготовленного полусухим прессованием, допустимые отклонения от указанных размеров меньше на 1 мм. ГОСТ нормирует искривления поверхности и рёбер, наличие трещин и отбитостей.

2. В зависимости от предела прочности при сжатии (с учётом предела прочности при изгибе) кирпич делится на марки 75, 100, 125, 150, 200, 250, 300 ($\text{кг}/\text{см}^2$).

3. Водопоглощение кирпича марок выше 150 должно быть не менее 6%, а для остальных марок – не менее 8%.

4. Объёмная масса кирпича колеблется в пределах $1700\text{--}1900 \text{ кг}/\text{м}^3$.

5. По морозостойкости кирпич подразделяют на четыре марки: Мрз.15, 25, 35, 50.

Кирпич глиняный обыкновенный обладает отрицательными свойствами – относительно высокой теплопроводностью – около $0,81 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ и большой объёмной массой. Кирпич должен быть нормально обожжён. Не дожжённый кирпич обладает более низкими свойствами прочности и морозостойкости, а пережжённый имеет повышенную прочность, теплопроводность и искажённую форму. Кирпич глиняный обыкновенный применяют

для кладки наружных и внутренних стен зданий, перемычек над проёмами, печей, сводов, внутренних несущих столбов, а также для заводского изготовления крупных кирпичных блоков и панелей.

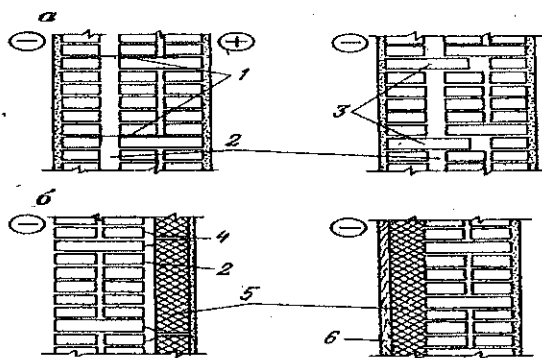


Рис.2.6. Конструкции эффективных каменных стен:

- 1 – гибкие связи; 2 – воздушные каналы; 3 – жесткие связи;
4 – крепление утеплителя; 5 – утеплитель; 6 – наружная отделка

К **эффективным** видам стеновой керамики относятся изделия с меньшей объёмной массой, чем у кирпича глиняного обыкновенного и меньшим коэффициентом теплопроводности. Улучшение этих свойств достигается повышенной пористостью керамических изделий или созданием в них отверстий, пустот. Виды эффективных стенок из керамических изделий следующие: кирпич глиняный пустотелый пластического и полусухого прессования; кирпич строительный лёгкий (с повышенной пористостью); камни керамические пустотелые пластического формования (рис.2.6–2.8).

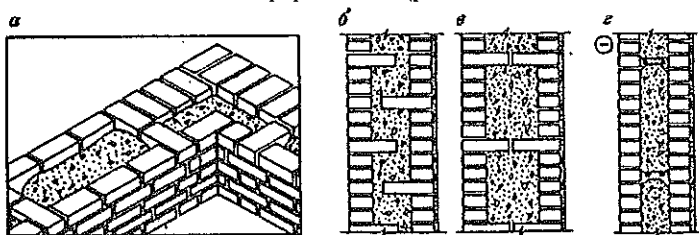


Рис.2.7. Различные типы эффективной кладки стен с заполнением легким бетоном

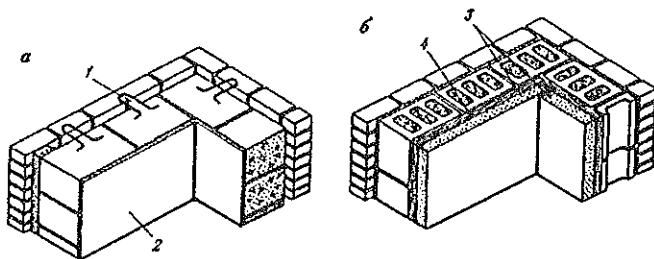


Рис. 2.8. Крупные блоки и стеновые панели из кирпича или керамических камней производят на заводах: 1 - анкерные петли; 2 - крупный блок;

3 - внутренняя отделка; 4 - дополнительная теплоизоляция

Технико-экономическое преимущество применения облегчённых и укрупнённых керамических изделий: уменьшение толщины стен на 20-30%, снижение массы стен на 35%, снижение расхода раствора при кладке на 45% и т.д. кроме того, повышается производительность заводских сушилок и печей на 20-25%, уменьшается расход сырья на 30-40%, топлива - до 20%.

Кровельные керамические изделия

Кровельные керамические изделия изготовляют в виде черепицы разнообразной по форме и размерам. В строительстве применяют черепицу четырёх видов: штампованную, пазовую, плоскую ленточную и коньковую.

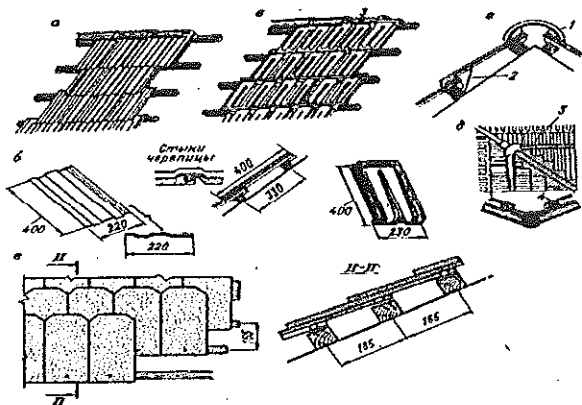


Рис.2.9. Виды и способы устройства и крепления черепичной керамической кровли

Глиняная черепица является относительно недорогой, отличается высокой долговечностью, водонепроницаемостью, огнестойкостью; она не нуждается в периодической окраске и имеет хорошие декоративные качества. Недостатки: значительная масса черепичной кровли (до 65 кг/м²) и высокие

уклоны (не менее 30°), вызывающие необходимость устройства громоздких стропильных (поддерживающих) конструкций (рис.2.9).

Изделия керамические пустотелые для перекрытий

Эти изделия выпускают следующих видов: камни для часторесбристых перекрытий (сборных и монолитных), камни для армокирпичных балок и накатов (заполнители между балками).

Производят их способом пластического прессования с объёмной массой 1000-1300 кг/м³, марок 50-200, различных (небольших) размеров. Применяются в перекрытиях, не подверженных вибрации или действию больших сосредоточенных нагрузок.

Облицовочные (отделочные) керамические изделия

Все керамические облицовочные изделия делятся на две группы:

- 1) для облицовки фасадов и внешних поверхностей стен зданий;
- 2) для облицовки внутренних поверхностей стен и других конструкций.

Керамические изделия для облицовки фасадов и наружных поверхностей стен зданий.

К этим видам изделий относятся кирпич и камни керамические лицевые, ковровая керамика, плитки керамические малогабаритные, плиты керамические фасадные, подоконные керамические сливы и др.

1) Кирпич и камни лицевые являются одним из основных облицовочных керамических материалов с хорошими декоративными качествами и одновременно служат конструктивным несущим элементом, так как укладываются одновременно с основной кирпичной кладкой стен.

Изготавливаются они из светложгущихся глин и могут быть сплошные и пустотелые, с гладкой или рельефной поверхностью. В зависимости от форм и назначения их подразделяют на рядовые и профильные. Размеры рядовых изделий почти не отличаются от стеновых камней и кирпича. Свойства: по пределу прочности делятся на марки 75, 100, 125, 150, 200, 250, и 300(кг/см²); по морозостойкости имеют три марки – Мрз 25, 35 и 50; водопоглощение должно быть в пределах 6-14% по массе. Профильные кирпичи и камни применяют для архитектурного оформления зданий (карнизы, тяги, пояски) и изготавливают различных типов.

Выпускается и применяется также глазурованный кирпич с различным цветом глазури (для облицовки фасадов зданий, бассейнов и др.), водопоглощение которых не более 5%.

2) Ковровая керамика глазурованная и неглазурованная выпускается в виде квадратных или прямоугольных плит размером от 20×20×2 до 48×48×4 мм, различных цветов, наклеенных на бумажную основу для применения в виде ковра. После укладки ковров на растворе на поверхность панели, блока или стен, бумага должна легко смываться. Водопоглощение плиток не долж-

но превышать 12%, морозостойкость – не менее 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

3) Плиты фасадные керамические в зависимости от конструкций, способ изготовления подразделяются на закладные, устанавливаемые одновременно с кладкой стен, и прислонные, устанавливаемые на цементном растворе после возведения и осадки стен здания, выпускаются эти плиты различного размера из светложгущихся глин наименьший размер 250×215 мм при различной толщине.

Предел прочности при сжатии прислонных плит должен быть 7,5-10МПа, закладных – не менее 15 МПа. Водопоглощение этих плит должно быть не более 12%, морозостойкость – не менее Мрз 25.

4) Плитки фасадные малогабаритные изготавливают и применяют с гладкой и фактурной глазурированной поверхностью. На тыльной стороне этих плиток делают углубления для лучшего их сцепления с цементным раствором. По форме плитки бывают прямые (рядовые) и угловые с размерами по длине 120-240 мм, высота 65-140 мм и толщине 6-17 мм.

Керамические изделия для внутренней облицовки

В зависимости от назначения эти изделия подразделяются на две группы: плитки облицовочные стеновые и плитки для полов.

Для внутренней облицовки стен применяют майоликовые и фаянсовые плитки. Они должны иметь точные размеры, правильность формы, одинаковую окраску, быть водонепроницаемыми, огнестойкими, достаточно прочными. Применяются для облицовки стен ванных комнат, туалетов, кухонь, бань, прачечных и других помещений. По форме эти плитки выпускаются квадратными или фигурными пластинками, изготовление из глиняного порошка (молотой высушенной глины) с добавками или без них и покрытые глазурью. Поверхность тыльной стороны плиток рифлёная для лучшего сцепления с цементом раствором. Выпускаются квадратные, прямоугольные, фасонные, угловые, карнизные и плитусные плитки различных размеров – до 150 мм и толщиной до 6 мм. Водопоглощение плиток не должно превышать 16%, структуре черепка плотная, глазурированная поверхность не должна иметь видимых, даже самых тонких трещин.

Изготавливают плитки формованием в стальных пресс-формах при давлении 14-16 МПа (140-160 кг/см²).

Майоликовые облицовочные плитки изготавливают из легкоплавких глин с добавкой 20% мела (углекислый кальций). После сушки плитки обжигают и получают пористый окрашенный черепок, который с лицевой стороны покрывают глазурью (иногда предварительно наносят цветной рисунок), а затем снова обжигают.

Глазури представляют собой стекловидное вещество, наносимое на поверхность тонким слоем – 0,1- 0,2 мм. По составу они бывают стронцовые,

циркониевые, боровые, свинцовые, и др. Цветные глазури получают путём введения в массу оксидов различных металлов. Глазури могут быть прозрачными и непрозрачными (глухими).

Фаянсовые плитки изготавливают из огнеупорных глин с добавкой мелкого кварцевого песка и плавней (веществ понижающих температуру плавления) в виде известняка, мела или шпатов.

Керамические изделия для полов и дорог

1) **Керамические плитки для полов** широко применяются в жилищном, гражданском и промышленном строительстве: в вестибюлях, банях, прачечных, санитарных узлах, на предприятиях химической промышленности и т.д.

Керамические плитки для полов выпускают двух видов: для обычных полов и для мозаичных. Изготавливают плитки из порошкообразной глиняной массы с отошающими и понижающими температуру плавления добавками и формуют на гидравлических или механических прессах при давлении 25-30 МПа, затем сушат до влажности 3% и обжигают при температуре 1200-1300°C до частичного и полного спекания. Получают плитки с высокой плотностью, практически водонепроницаемые, с высокой прочностью черепка, надёжно защищающих конструкции перекрытий от увлажнения, стойко сопротивляющихся истирающим воздействиям, гигиеничные, легко моющиеся водой, обладающие устойчивостью по отношению к действию кислот и щелочей. Для придания плиткам различного цвета, в массу перед формованием вводят красители (хромистый железняк, оксид кобальта и др.).

По форме и размерам плитки изготавливают 15 типов: квадратные, прямоугольные, треугольные, шестигранные, пятигранные и их половинки с размерами сторон от 23 до 48 мм (мозаичные) и до 150 мм (обычные керамические) и толщиной, соответственно, 6-8 и 10-13 мм. Укладывают их по одиночке на цементный раствор, полимерную мастику по заданному рисунку или в виде наклеенных на бумагу ковров.

3) **Дорожный кирпич (дорожный клинкер)** изготавливают из тугоплавких глин обжигом до спекания. Такой кирпич обладает высокой прочностью при сжатии (до 100МПа) и другими положительными свойствами.

Теплоизоляционные керамические изделия

К теплоизоляционным искусственным материалам на основе глины относятся диатомовые (трепельные) изделия, пенодиатомовые, вспененные и вспученные изделия из глин и глинистых пород и др. Кроме того, к ним относится большой класс комбинированных материалов и изделий: керамзитовый гравий, аглопорит, пенокерамические материалы и др. Виды их, свойства и применение подробно изложены в специальной технической литературе.

Санитарно - технические керамические изделия

Основным сырьём для производства санитарно-технических изделий являются беложгущиеся огнеупорные глины, каолины, кварц и полевые шпа-

ты. В зависимости от состава, различают три группы таких изделий: фаянсовые, полуфарфоровые и фарфоровые.

Из фаянса изготовляют унитазы, умывальники, смывные бочки и ванны; полуфарфор и фарфор идет на изготовление специальных керамических изделий. Глазурованные фаянсовые и фарфоровые изделия обладают высокой прочностью, водонепроницаемостью, высокой термической и химической стойкостью.

2.5. Бетоны и строительные растворы

Определение и общая классификация бетонов

Бетоном называют искусственный каменный материал, получаемый в результате формования и твердения правильно подобранной бетонной смеси, состоящей из вяжущего вещества, воды, заполнителей и, в необходимых случаях, специальных добавок.

Бетоны классифицируются по следующим основным признакам.

По назначению:

обычный (для балок, колонн и др.), гидротехнический, санитарно-технический, дорожный и аэродромный, конструктивно-теплоизоляционный (для стен и перекрытий), теплоизоляционный, бетоны специального назначения (жароупорный, кислотостойкий, декоративных, бетон для защиты от радиоактивного излучения и др.).

По плотности:

особо тяжёлые бетоны с плотностью более 2500 кг/м^3 ; тяжелые бетоны с плотностью от 1800 до 2500 кг/м^3 ; лёгкие бетоны с плотностью от 500 до 1800 кг/м^3 и особо лёгкие (теплоизоляционные) бетона с плотностью менее 500 кг/м^3 .

По виду вяжущего:

цементные, силикатные, гипсовые, на шлаковом и других бесклинкерных вяжущих, на жидком стекле, полимерцементные и т.д. и бетоны на органических вяжущих.

По виду заполнителей:

бетоны на плотных заполнителях (с водопоглощением зёрен менее 6%); бетоны на пористых заполнителях (с водопоглощением зёрен более 6%); бетоны на специальных заполнителях, удовлетворяющих специальным требованиям, например, по жаростойкости, химической стойкости, радиационной непроницаемости и т.д.

По крупности зёрен заполнителей:

крупнозернистые бетоны с крупным и мелким заполнителем (наибольшая крупность зёрен более 10 мм) и мелкозернистые – бетоны, не содержащие крупного заполнителя (щебня или гравия).

По структуре:

плотные бетоны (степень заполнения пустот между зёрнами заполнителей не менее 94%); крупнопористые (пространство между зёрнами крупного за-

полнителя только частично заполнено мелким заполнителем и вяжущим); поризованные (цементный камень между зёрнами заполнителей имеет повышенную пористость вследствие введения поризующих добавок) и ячеистые (высокопористые бетоны без зёрен крупного заполнителя).

По условиям твердения:

бетоны естественного твердения (на воздухе или во влажных условиях); бетоны, подвергнутые тепловой обработке при атмосферном давлении (для ускорения твердения); бетоны автоклавного твердения (при повышенных давлении и температуре).

По прочности при сжатии бетоны разделяют на марки. Тяжёлые бетоны имеют класса 10-60; лёгкие – 2,5-30; ячеистые – 2,5-20;

Классы бетона. Тяжёлый бетон по пределу прочности при сжатии подразделяется на классы, которые являются основной характеристикой конгломератного материала. Критерием прочности является испытание при осевом сжатии в МПа эталонных образцов-кубов размером 15×15×15 см, изготовленных из рабочей бетонной смеси и испытанных через 28 суток твердения в нормальных условиях (температура $20 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительная влажность воздуха не ниже 90%). Нормативными документами установлены для тяжёлых бетонов следующие классы: В5, В7,5, В10, В15, В20, В25, В30, В40, В45, В50, В60, В70, В80, В90, В100. Бетон класса В5-В15 применяют для фундаментов, внутренних частей массивов и других конструкций с невысокими расчётными напряжениями. Для обычных железобетонных конструкций в гражданском и промышленном строительстве используют бетоны класса В20-В30, в предварительно напряжённых конструкциях – класса В40-В60 (и даже В80), в мостостроении – класса В20-В60 и т.д.

По морозостойкости (долговечности) бетоны также разделяются на марки: для тяжёлых бетонов Мрз 50 – Мрз300 и для лёгких бетонов Мрз 10 – Мрз 200.

Тяжёлые и лёгкие бетоны

Тяжёлый бетон, применяемый для изготовления сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций промышленных, жилых и общественных зданий и сооружений, должен отвечать определённым требованиям по свойствам, а состав его – экономичным. Свойства бетона определяются материалами для приготовления тяжёлого бетона.

Цемент. Для приготовления тяжёлого бетона применяют портландцемент и все его разновидности, цементы с гидравлическими (активными минеральными) добавками и другие вяжущие вещества. Характеристика и требования к ним приведены в разделе 7 данного курса лекций.

Вода. Для затворения и поливки бетона должна применяться вода, не содержащая вредных примесей, препятствующих нормальному схватыванию и твердению цемента в бетоне (кислот, сульфатов, жиров, масел, сахара и т.д.). Без каких-либо проверок применяется питьевая вода. Нельзя применять воду

болотную и сточную, воду имеющую водородный показатель $\text{PH} < 4$ и содержащую более 2,7 г/л солей серной кислоты (в пересчёте на SO_3). Для массивных неармированных конструкций в тех случаях, когда допускается появление высолов и выцветов на поверхности бетона, можно применять морскую воду.

Мелкий заполнитель. В качестве мелкого заполнителя в бетонах применяют природные и искусственные пески крупностью 0,1-5,0 мм, получаемые дроблением некоторых горных пород, шлаков и обжиговых материалов. Для тяжёлого бетона преимущественно применяют природные пески: кварцевые, кварцево-полевошпатовые, полевошпатовые, известняковые, доломитовые и др., а также соответствующие отходы горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности.

При использовании песков в них ограничивается количество вредных примесей: пылевидных, илистых, глинистых частиц; органических примесей; слюды, опала, халцедона и опаловидных материалов; сернокислых соединений (гипса, пирита и др.). Наиболее вредна в песке глина, которая повышает водопотребность бетонной смеси и препятствует сцеплению заполнителей с цементным камнем, вследствие чего прочность и морозостойкость бетона понижается. Содержание глинистых, илистых и пылевидных частиц устанавливается отмучиванием и не должно превышать 3% по массе. Органические примеси вредно влияют на прочность бетона и также снижают его морозостойкость. Слюда снижает прочность, а сернокислые и сернистые соединения понижают коррозионную стойкость бетона.

Зерновой состав песка имеет особое значение для получения бетона высокого качества, межзерновая пустотность должна быть минимальной: чем меньше объём пустот в песке, тем меньше требуется цемента для получения плотного бетона.

Зерновой состав песка определяется просеиванием через набор контрольных сит с отверстиями 5; 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 и 0,14 мм. По результатам просеивания определяется модуль крупности песка M_k , по которому они делятся на крупные – M_k более 2,5; средние – M_k в пределах 2,5-2; мелкие – M_k 2-1,5 и очень мелкие – M_k 1,5-1.

В песке, предназначенном для бетона, допускаются зёрна гравия или щебня размером 5-10 мм в количестве до 5% по массе; количество зёрен, проходящих через сито с сеткой № 014 не должно превышать 10%.

Для получения оптимального зернового состава песок рекомендуется фракционировать как минимум на 2 фракции (крупную и мелкую).

Крупный заполнитель – щебень или гравий. Щебень подразделяется на естественный (из каменных осыпей) и искусственный, получаемый дроблением прочных горных пород, кирпича (кирпичный щебень), доменных и мартеновских шлаков (шлаковый щебень). По крупности зёрен щебень и гравий разделяются на следующие фракции, раздельно дозируемые

при приготовлении бетонной смеси: 5-10, 10-20, 20-40 и 40-70 мм. Щебень и гравий должны удовлетворять определенным требованиям в отношении чистоты, прочности и морозостойкости. К вредным примесям, понижающим прочность и долговечность бетона, относятся те же примеси, что и в песке. Прочность щебня для бетона характеризуется дробимостью при сжатии (раздавливанием) в цилиндре.

По ГОСТ 8267-75 щебень для бетона в зависимости от дробимости делится по прочности на марки: 200, 300, 400, 600, 1000, 1200 и 1400. по морозостойкости щебень подразделяется на марки: Мрз 15, 25, 50, 100, 150, 200 и 300.

Виды легких бетонов и их свойства

Легкие бетоны классифицируют по различным признакам: основному назначению, виду вяжущего, виду заполнителя, структуре.

По назначению легкие бетоны подразделяют на два вида: конструкционные, включая конструкционно-теплоизоляционные, и специальные, к которым можно отнести жаростойкие, химически стойкие, декоративно-теплоизоляционные, теплоизоляционные и др. По виду вяжущего легкие бетоны могут быть на основе цементных, известковых, шлаковых, гипсовых, полимерных, обжиговых и других вяжущих, в отдельных случаях обладающих специальными свойствами.

По виду крупного пористого заполнителя установлены следующие виды легких бетонов: керамзитобетон, шунгизитобетон, аглопоритобетон, шлакопемзобетон, перлитобетон, бетон на щебне из пористых горных пород, вермикулитобетон, шлакобетон (бетон на топливном или пористом отвальном металлургическом шлаке), бетоны на аглопоритовом или зольном гравии.

По структуре легкие бетоны подразделяют на плотные (бетоны плотного строения), поризованные и крупнопористые: обычные легкие *бетоны плотной структуры*, которые изготавливают из вяжущего (иногда с добавками), воды, крупного и мелкого заполнителя при максимальном заполнении раствором межзерновых пустот крупного заполнителя; *поризованные* легкие бетоны изготавливают из вяжущего, воды, кремнеземистого компонента, крупного заполнителя, порообразователя. В этом бетоне искусственно поризовано цементное тесто. Образующая при этом структура в наибольшей мере отвечает самой природе легкого бетона, так как поризованы и заполнитель и цементный камень, что делает материал более однородным. *Беспесчаные (крупнопористые)* легкие бетоны изготавливают из вяжущего, воды и крупного пористого заполнителя при расходе вяжущего не более чем 300 кг на 1 м³. *Малопесчаные* легкие бетоны изготавливают из вяжущего, воды, крупного и мелкого заполнителя при частичном заполнении межзерновых пустот крупного заполнителя раствором.

Классификация легких бетонов по структуре показывает, что они могут быть различной степени пористости и плотности, вследствие чего и различной прочностью. В зависимости от плотности легкие бетоны подразделяют на особо плотные, повышенной плотности, средней плотности, обычной и низкой плотности с соответственно минимальной маркой по водонепроницаемости (ГОСТ 12730,5 – 84): В12, В10, В8, В6, В4, В2 – для конструкционных бетонов, кроме конструкционно-теплоизоляционных.

Таблица 2.6. Свойства бетонов различных классов

Класс по СТ СЭВ 1406-78	В1	В1,5	В2	В2,5	В3,5	В5	В7,5	В10	В12,5	В15
Средняя прочность бетонов при коэффициенте вариации 13,5%	1,29	1,93	2,57	3,21	4,5	6,43	9,64	12,8	16,1	19,3
Класс по СТ СЭВ 1406-78	В20	В25	В30	В35	В40	В45	В50	В55	В60	
Средняя прочность бетонов при коэффициенте вариации 13,5%	25,7	32,1	38,5	45,0	51,4	57,8	64,3	70,7	77,1	

В зависимости от предела прочности при сжатии легкие бетоны делят на марки: 35, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500 – для конструкционных бетонов; 5, 10, 15, 25 – для теплоизоляционных (обозначаются М35, М50 и т.д.). По пределу прочности на осевое растяжение R_p и растяжение при изгибе $R_{p,i}$ (ГОСТ 10180) легкие бетоны делятся на марки 5, 10, 15, 20, 25 и 30. В этом случае, когда проектируют строительные конструкции с учетом СТ СЭВ 1406, прочность бетона на сжатие характеризуется классами (табл. 2.6).

Для перехода от класса бетона размером образцов 15x15x15 см (при нормативном коэффициенте вариации 13,5%), следует применять формулу $M=B/0,778$, где M – марка бетона, B – класс бетона. В соответствии с ГОСТ 25192 зависимость между классом бетона по прочности и его средней прочностью в контролируемой партии бетона выражается формулой

$$B = R(1 - tV),$$

где B – класс бетона по прочности, МПа; R – средняя прочность бетона, МПа, которую следует обеспечить при производстве конструкций; V – коэффициент вариации прочности бетона; t – коэффициент, характеризующий принятую при проектировании обеспеченность класса бетона.

Для легких бетонов устанавливают следующие классы: В2; В2,5; В3,5; В7,5; В10; В12,5; В15; В17,5; В29; В22,5; В25; В30; В40 – для конструкционных бетонов; В0,35; В0,75; В1 – для теплоизоляционных. Минимальные значения масштабного коэффициента для образцов-кубов, с длиной ребра 70, 100, 150, 200, 300 мм соответственно 0,85; 0,95; 1; 1,05; 1,1. Минимальная

отпускная прочность изделия из легкого бетона на пористых заполнителях М150 и выше должны быть 50%, а для изделий из такого же бетона М100 и ниже – 80% от проектной марки.

По виду применяемого вяжущего различают легкие бетоны:

- а) На минеральном вяжущем – цементные бетоны (бетоны с применением портландцемента, пуццоланового портландцемента, шлакопортландцемента, известково-шлакового, глиноземистого, быстротвердеющего и других цементов); силикатные бетоны – легкие бетоны автоклавного твердения на известковом вяжущем; гипсовые бетоны; бетоны на жидком стекле; на обжиговой связке – керамзитобетон, стеклобетон и т.п.;
- б) На органических вяжущих – полимербетоны.

В зависимости от вида и происхождения пористых заполнителей разновидности легкого бетона на пористых природных или искусственных заполнителях часто называют по виду заполнителя, не уточняя вида вяжущего (пемзобетон, туфобетон, шлакобетон, керамзитобетон и т.д.).

Новым и перспективным видом легкого бетона является бетон на обжиговом искусственном пористом заполнителе. Например, на обжиговом зольном гравии и пылевидной золе в качестве мелкого заполнителя возможно получение легкого бетона М100, М150 со средней плотностью 1300...1400 кг/м³, а при введении в бетонную смесь в качестве мелкого заполнителя кварцевого песка – бетона марок 200, 250 со средней плотностью 1600...1750 кг/м³. Имеются данные о возможности изготовления легких бетонов марок 100, 150, 200 на безобжиговом зольном гравии и ГЦП вяжущем. Исследования физико-механических свойств таких бетонов показали, что они не уступают бетонам на аглопоритовом гравии и могут быть использованы в производстве легкобетонных изделий для гражданского строительства.

По условиям твердения различают бетоны естественного твердения; прогретые без давления (паро- и электропрогрев и контактный прогрев); автоклавного твердения, прогретые при повышенной температуре и давлении; обжиговые, нагретые при высоких температурах до появления расплава, который после затвердения выполняет роль связующего, соединяя между собой зерна пористого заполнителя и образуя легкобетонную структуру и др.

По морозостойкости (ГОСТ 10060–96) легкие бетоны делят на марки (Мрз): 25, 35, 50, 75, 100, 150, 200, 300, 400, 500. Оценку морозостойкости производят по количеству циклов попеременного замораживания и оттаивания, которые выдерживает бетон без снижения прочности более чем на 25%, без потери в массе более 5% и без явно видимых следов разрушения (трещин, отслоений).

По области применения в строительстве различают легкие бетоны:

- а) Теплоизоляционные, в которых решающее значение имеют плотность и теплопроводность. Средняя плотность в высушенном состоянии менее

500 кг/м³, прочность M15 и M25, коэффициент теплопроводности λ до 0,14 Вт/(м·°С);

б) Конструкционно-теплоизоляционные – в основном для изготовления наружных стеновых ограждений. Средняя плотность 500...1800 кг/м³, прочность не менее M35; коэффициент теплопроводности $\lambda = 0,14...0,54$ Вт/(м·°С);

в) Конструкционные, в которых решающее значение имеют прочность и стойкость. Средняя плотность 1400...1800 кг/м³, прочность не менее M50 и морозостойкость не менее Мрз15, а в отдельных случаях имеющие высокую морозостойкость – морозостойкие легкие бетоны. Значение коэффициента теплопроводности для таких бетонов не нормируется.

По средней плотности (объемной массе) установлены следующие марки легкого бетона: ПЛ200, ПЛ300, ПЛ400, ПЛ500, ПЛ600, ПЛ700, ПЛ800, ПЛ900, ПЛ1000, ПЛ1100, ПЛ1200, ПЛ1300, ПЛ1400, ПЛ1500, ПЛ1600, ПЛ1700, ПЛ1800, ПЛ1900, ПЛ2000. при промежуточном значении средней плотности легкий бетон относится к бетону с ближайшей средней плотностью. Марки легких бетонов устанавливают в сухом состоянии.

Строение и структура бетона. Строение обычного (тяжелого) бетона - конгломератное; оно характеризуется большим удельным содержанием зерен заполнителей разной формы и размеров, цементированными в одно целое сравнительно тонкими прослойками цементного камня. Бетон может иметь также ячеистое и крупнопористое строение. Ячеистое строение характеризуется наличием значительного количества (до 75-85% от общего объема) равномерно распределенных в цементном камне или растворе, крупных условно замкнутых пор в виде ячеек воздуха размером 0,5 - 2 мм. Крупнопористое строение характерно для беспесчаных (или малопесчаных) бетонов, состоящих в основном из зерен крупного заполнителя, цементированных прослойками цементного камня. Отличительной чертой, даже относительно плотного бетона (на заполнителях из плотных пород), является его капиллярно-пористая структура. Пористость цементного камня является неизбежной (неотъемлемой) составляющей его структуры и наличие ее обусловлено тем, что только часть воды затворения вступает в химическое взаимодействие с цементом. Суммарный объем этой, так называемой, естественной пористости в отличие от пористости, искусственно создаваемой в бетоне, составляет обычно 8-10% от общего объема бетона. Помимо пор в бетоне могут быть также микро- и макротрещины, возникающие вследствие неравномерности температурных и усадочных напряжений в теле бетона в процессе твердения.

Структура бетона и его строение в целом являются главными факторами, определяющими его основные физико-механические, упруго-пластические характеристики и поведение в различных эксплуатационных условиях. Структура бетона формируется на различных стадиях производ-

ственного процесса: при приготовлении бетонной смеси, укладке и уплотнении смеси в формах, а также при последующем твердении бетона. Дополнительная пористость в бетоне образуется вследствие воздухововлечения, а также деструкции при формировании начальной структуры, обуславливающей нарушение сплошности, чаще всего по границе раздела «цементный камень - зерна заполнителей». Приближенное суждение о плотности бетонов различного строения можно получить по объемной массе этих бетонов.

Прочность бетона

Основными характеристиками прочностных свойств тяжелого бетона, применяемого в строительстве, являются предел прочности при сжатии и предел прочности на растяжение при изгибе.

Теоретически предел прочности при растяжении составляет примерно 0,1 предела прочности при сжатии. В действительности же вследствие большего влияния вида заполнителей и характера их поверхности на прочность бетона при растяжении, прочность бетона при сжатии в 8-20 раз больше прочности на растяжение.

Прочность бетона при сжатии зависит от активности цемента, водоцементного отношения, вида и качества заполнителей, степени уплотнения бетонной смеси, срока и условий твердения бетона.

Влияние активности цемента прямым образом влияет на прочность бетона при сжатии. Чем выше активность цемента, тем выше прочность бетона.

Влияние водоцементного отношения было впервые установлено в 1895г. И.Г.Малюгой. В дальнейшем эту зависимость уточнили проф. Н.М.Беляев и В.Г.Скрамтаев, приведя расчетные формулы и графики этой зависимости. Формула Н.М.Беляева для бетона в возрасте 28 дней имеет вид эмпирической зависимости

$$R_{28} = \frac{R_{ц}}{A(B/C)^n}$$

где А. и n – эмпирические коэффициенты: А = 3,5 при применении щебня, А= 4 при применении гравия и n = 1,5.

Теоретически на твердение цемента в бетоне требуется 15-20 % воды, но для смачивания заполнителей и обеспечения удобоукладываемости бетонной смеси требуется вводить значительно большее количество воды минимально 35-40% от массы цемента, т.е. практически можно укладывать бетонные смеси с В/Ц = 0,35-0,4 и выше. Чем больше воды в бетонной смеси, тем значительно ниже будет прочность твердеющего бетона (рис.2.10).

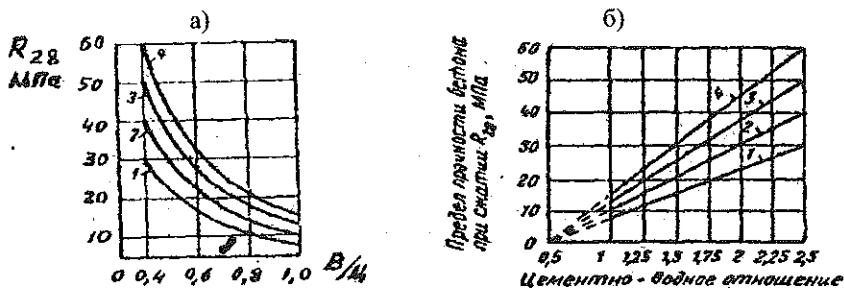


Рис.2.10. График зависимости прочности бетона при сжатии от водоцементного отношения: а). от цементно-водного отношения; б). марки цемента:
1 - М 400; 2 - М 500; 3 - М 500; 4 - М 600

Проф. Б.Г.Скрамтаевым и Ю.М.Баженовым уточнены расчетные эмпирические формулы зависимости прочности бетона при сжатии от активности цемента и цементно-водного отношения:

$$R_6 = A \cdot R_{II} (Ц/В - 0,5) \text{ для бетона с } В/Ц \geq 0,4 (Ц/В \leq 2,5) \text{ и}$$

$$R_6 = A \cdot R_{II} (Ц/В + 0,5) \text{ для бетона с } В/Ц < 0,4 (Ц/В > 2,5),$$

где: R_6 – предел прочности бетона при сжатии в возрасте 28 дней;

R_{II} – активность цемента (или его марка);

$Ц/В$ – цементно-водное отношение;

A и A_1 – безразмерные коэффициенты, характеризующие качество применяемых материалов, выбираемые по ниже приведенной таблице 2.7.

Таблица 2.7. Значение коэффициентов для расчета состава бетона

Характеристика заполнителей и вяжущего (цемента)	Значение коэффициентов	
	A	A_1
Высококачественные	0,65	0,43
Рядовые	0,60	0,40
Пониженного качества	0,55	0,37

Приведенные зависимости прочности бетона в виде формул и графиков позволяют заранее определить ориентировочную прочность бетона в 28 суточном возрасте, а также требуемое водоцементное отношение, обеспечивающее получение бетона заданной прочности.

Вид и качество заполнителей оказывают большое влияние на предел прочности при сжатии и другие свойства бетона. Применение крупных заполнителя с прочностью ниже требуемой марки бетона может значительно снизить прочность бетона. Шероховатость поверхности также оказывает влияние на прочность бетона (сцепление с цементным камнем): бетон, при-

готовленный на щебне, при прочих равных условиях имеет прочность выше, чем бетон на гравии. На прочность бетона оказывает влияние крупность песка (мелкие пески требуют большего расхода цемента) и количество вредных примесей в заполнителях.

Степень уплотнения бетонной смеси зависит от принятых способов и режимов уплотнения бетонной смеси при укладке ее в опалубку: применения вибрации, виброштампования, проката и т.д. В этом случае большое значение имеет однородность распределения компонентов бетонной смеси при ее приготовлении и ее удобоукладываемость.

Время твердения бетона. Прочность тяжелого бетона при благоприятных условиях (положительной температуре и достаточной влажности) непрерывно повышается. При нормальных условиях твердения бетонных образцов на портландцементе их средняя прочность в 7-ми суточном возрасте составляет 60-70 % прочности 28-ми суточных образцов (марочной прочности). У образцов в возрасте 3-х месяцев прочность примерно на 25%, а в возрасте, 12-ти месяцев на 75% сказывается выше, чем у образцов 28-ми суточного возраста,

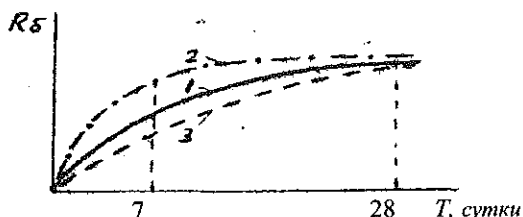


Рис. 2.11. Твердение бетона во времени: 1 – на портландцементе; 2 – на быстро твердеющем портландцементе; 3 – на пуццолановом портландцементе

На скорость твердения влияет минералогический состав цемента. Бетоны на глиноземистом и быстротвердеющем цементах в первые 3-7 суток твердеют (наращивают прочность) значительно быстрее бетонов на обычном портландцементе. Бетоны на цементах с активными минеральными добавками в первые 14 дней твердеют медленнее, а к возрасту 28 дней интенсивность нарастания прочности сравнивается с бетоном изготовленным на портландцементе (рис.2.11).

Условия твердения бетона оказывают непосредственного влияние на прочность бетона. Нормальными условиями твердения являются положительные температуры ($20 \pm 2^\circ\text{C}$) и относительная влажность воздуха не менее 90%. Увеличение температуры и влажности среды (тепловлажностная обработка) приводят к значительному ускорению твердения бетона. На этом принципе основано заводское изготовление бетонных и железобетонных изделий. Отпускная прочность этих изделий, пропаренных при температуре $80-90^\circ\text{C}$ в течение 8-12 часов, должна составлять не менее 70% от марки данного

бетона в изделии. Автоклавная обработка бетона даёт 100% и выше марочной прочности. Снижение влажности среды против нормальной приводит к замедлению твердения бетона в результате быстрого испарения воды затворения и к засушиванию (прекращению твердения) бетона.

Понижение температуры среды до 0°C замедляет скорость нарастания прочности бетона, а при отрицательных температурах твердение бетона быстро прекращается, в результате превращения воды в лёд. В то же время при повышении температуры (кроме автоклавной) выше 100°C приводит к быстрому испарению воды затворения, прекращению процессов гидратации цемента в бетоне и его твердения.

Строительные растворы подразделяются по плотности на тяжёлые ($>1500 \text{ кг/см}^3$) и лёгкие с объёмной массой менее 1500 кг/м^3 . В зависимости от вида вяжущего вещества растворы могут быть цементные, известковые. Гипсовые и со сложными (смешанными) вяжущими: цементно-известковые, известково-гипсовые, цементно-глиняные и др. По назначению растворы делят на кладочные, предназначенные для кладки стен и других конструкций из кирпича, камня, блоков; отделочные – для оштукатуривания поверхностей стен, потолков, архитектурно-декоративных и других элементов и деталей; специальные – для устройства специальной защиты или придания каких-либо качеств, например, гидроизолирующих свойств, коррозионной стойкости, биологической устойчивости и т.п.

Прочность раствора характеризуется маркой. Установлены следующие марки строительных растворов: 4, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200, 300.

Штукатурные растворы рекомендуется применять в зависимости от эксплуатационных условий: для помещений с относительной влажностью воздуха до 60% могут быть использованы известковые, гипсовые и известково-гипсовые растворы; для наружной отделки и при влажности помещений более 60% оштукатуривание производится цементными или цементно-известковыми составами.

При производстве бетонных работ используется щебень, гравий, песок или песчано-гравийные смеси. Песок является мелким заполнителем, а гравий и щебень – крупным. По крупности или по размеру зёрен для гравия и щебня установлены пределы от 5 до 70 мм с разделением на фракции: 5 – 10, 10 – 21, 20 – 40, и 40 – 70 мм. Щебень, а при необходимости гравий и песок могут быть фракционированы с целью оптимального использования отдельных фракций в бетонах различного назначения, например, для бетонирования тонкостенных железобетонных изделий. Требуемые фракции щебня и песка могут быть получены из природных каменных материалов, в том числе и гравия, путём дробления на установках и машинах различного типа. Для бетонов различных видов должно выполняться одно обязательное условие: прочность естественных заполнителей должна соответствовать для пористых

не менее 50%, тяжёлых (плотных) – не менее 150 – 200% от требуемой прочности бетона.

В зависимости от объёмной массы бетоны делятся на особо тяжёлые – 2500 кг/м³, тяжёлые – 2200-2500 кг/м³, облегчённые – 1800 – 2200 кг/м³, лёгкие – 500 – 1800 кг/м³, и особо лёгкие – до 500 кг/м³. По структуре бетоны могут быть: плотные, крупнопористые, ячеистые; по виду используемого вяжущего: цементные, силикатные, гипсобетоны, асфальтобетоны, полимерцементные бетоны, полимербетоны на основе полимерных связующих.

Наиболее широкое применение в строительных работах получили обычные тяжёлые бетоны на основе местных заполнителей (песка, щебня или гравия), лёгкие керамзитобетоны для ремонта ограждающих конструкций, а так же ячеистые газо- и пенобетоны для устройства теплоизоляций покрытий и стен. Основным технологическим свойством бетонной смеси является удобоукладываемость, которая оценивается в соответствии с ГОСТ подвижность и жёсткость. Подвижность бетонной смеси определяют по осадке конуса (см.) под действием собственной массы, величина которой замеряется линейкой. По осадке конуса бетонные смеси делят на жёсткие и особо жёсткие, не дающие осадки; малоподвижные с осадкой конуса более 15 см. Подвижность бетонной смеси следует выбирать в соответствии с видом возводимой конструкции:

Вид конструкции	Осадка конуса, см
Покрытия под фундаменты, полы, дорожные покрытия и внутрифермские проезды.	1 – 2
Массивные неармированные конструкции с редко расположенной арматурой.	2 - 4
Каркасные железобетонные (плиты, балки, колонны большого и среднего сечений).	4 - 6
Железобетонные, сильно насыщенные арматурой (арочные и балочные конструкции, опорные части).	8 - 12
Конструкции, выполняемые путём подвижного бетонирования при ремонте фундаментов	12 - 18

Чтобы бетонная смесь не расслаивалась в период транспортировок к месту укладки, необходимо соблюдать минимально допустимые пределы расхода цемента (табл.2.8).

В зависимости от величины зёрен и требуемой подвижности бетонной смеси установлены минимальные значения расхода цемента на 1м³ в пределах:

10 мм –	160 – 250 кг;
20 мм -	150 – 220 кг;
40 мм -	140 – 180 кг;
70 мм -	130 – 180 кг.

При этом нижние значения соответствуют особо жёстким смесям, а верхние – литым подвижным.

Таблица 2.8. Состав и потребность материалов для приготовления 1 м³ известково-песчаного бетона

Состав по объёму	Известковое тесто, м ³	Добавка цемента или цемянки, кг/м ³	Песок	Крупный заполнитель, м ³
Известь: песок (1:5)	0,2	-	1,00	-
Известь: песок: кирпичный щебень (1: 5: 1)	0,17	-	0,89	0,17
Известь: цемент: песок (1: :0,2: 8)	0,1	39	1,00	-
Известь: цемянка: песок: гравий (1: 0,5: 4: 5)	0,14	36	0,44	0,62
Известь: цемент: песок: щебень (1: 0,2: 4: 2)	0,14	39	0,68	0,38
Известь: цемент: песок: кирпичный щебень (1: 0,2: 4: :5)	0,09	29	0,48	0,58

Основными свойствами затвердевшего бетона являются прочность при сжатии, растяжении при изгибе, водопоглощение, водонепроницаемость, морозостойкость, деформация усадки и расширения.

В зависимости от требуемой марки бетона расход цемента изменяется в широких пределах. Технология приготовления бетонов заключается в дозировке составляющих, тщательном перемешивании и доведении бетонной смеси до требуемой подвижности при испытании на стандартном конусе. В приложении представлены расходы цемента на 1 м³ бетонной смеси в зависимости от характера строительных конструкций зданий и сооружений.

2.6. Сухие растворные смеси

В последние годы строительная промышленность претерпела изменения, обусловленные необходимостью сокращать сроки и стоимость работ, внедрять новые технологии и материалы для упрощения и повышения производительности труда. Эти же тенденции определяли и развитие промышленности минеральных стройматериалов, которая с 1970-х годов начала последовательную разработку и выпуск модифицированных сухих смесей и растворов. Целями технологий с применением сухих смесей являются:

- 1) высокий уровень качества и его стабильность;

- 2) легкая переработка продуктов при высокой производительности труда;
- 3) оптимизация затрат на транспортировку и использование стройматериалов;
- 4) достижения свойств продукции, согласованных с методами строительных работ и требованиям к готовым объектам.

Для реализации этих целей производители сухих смесей должны рассматривать в тесной связи, как способы усовершенствования технологии, так и вопросы поставок сырья и технологического состояния оборудования. Они проводят много мероприятий по обеспечению целенаправленного сбыта своей продукции. Кроме того, с помощью этой работы мы хотим всем интересующимся технологом, строителям и коммерсантам дать информационный материал по характеристикам и возможностям применения отделочных материалов на основе дисперсионных порошков Виннапас. Целесообразность использования сухих смесей, как материала полной заводской готовности, подтверждена зарубежной и отечественной практикой строительства. Область применения сухих смесей обширна: выполнение бетонных, штукатурных, кладочных, плиточных работ, устройство покрытий полов, заделка стыков. Кроме этого, предусматривается выпуск сухих смесей для малярных, декоративных и облицовочных работ, причем для декоративных покрытий сухие смеси будут выпускаться с богатой палитрой цветов, в том числе на пигментах фирмы Bayer и других фирм.

Сухие смеси, по сравнению с товарными, растворными и бетонными, имеют ряд преимуществ:

- выполнение минимума доводочных технологических операций для перевода сухих смесей в рабочее состояние (затворение водой);
- экономия дорогостоящего цемента (на 10-15%) за счет пластификации и водоудерживающей способности приготовленных растворов;
- использование как при минусовых, так и при положительных температурах, что особенно актуально для сибирского региона;
- снижение отходов растворов на 5-7% в результате порционного приготовления;
- стабильность составов сухих смесей в результате точной дозировки компонентов и их эффективного смешения;
- повышение производительности труда строителей на 20-25%, благодаря улучшению пластических свойств приготовленных растворов;
- снижение транспортных расходов на 15%;
- повышение качества строительных работ при одновременном снижении трудоемкости строительных технологических процессов.

Ассортимент сухих строительных смесей, выпускаемых предприятиями, довольно обширен и представлен следующими видами, которые можно разделить на:

- строительные (пескобетоны М 100, 200, 300; кладочные М 75, 50; штукатурные М 25, 10);
 - клеевые (для наклейки кафеля, мрамора, гранита, ПСБС, кирпича, ячеистых бетонов);
 - декоративные (цветные фасадные водостойкие, фуговочные, для заделки швов кафельной плитки; обычные и цветные шпаклевки);
 - специальные (огнезащитные составы ОПВ-1, теплые штукатурки и кладочные растворы с заполнителем (вермикулитом);
 - наливные (самовыравнивающиеся, с водоудерживающими, водоотталкивающими свойствами); герметизирующие шламы.
- По приданию свойств сухие смеси можно разделить на классы по видам добавок:
- обычные растворы (глины, ЛСТМ и т.д.);
 - с полимерами Виннапас;
 - с диспергируемыми порошками на основе КМЦ по технологии ИХ-ТИМС;
 - с целлюлозными продуктами Габроза Х 220.

Отделочные материалы - сухие смеси

В качестве отделочных материалов для производства строительных работ в России и на стройках Новосибирской области применяются материалы на основе сухих смесей с введением в их состав полимерных композиций, повышающих физико-технические свойства покрытий. К таким отделочным материалам можно отнести различного рода жесткие сухие строительные смеси, шпаклевки, фасадные смеси, герметизирующие шламы.

Штукатурные и отделочные составы

Современные растворы для штукатурки и отделки бывают сухими или мокрыми и изготавливаются в заводских условиях.

Для декоративной отделки стен зданий, сложенных из кирпича и других каменных материалов, и защиты стен от атмосферных влияний применяют следующие способы: оштукатуривание известковыми, цементными или смешанными растворами, ранее представленными в разделе 3, под окраску или оштукатуривание декоративной штукатуркой.

Известковые растворы затвердевают под воздействием двуокси углерода путем карбонизации, а известково-цементные (смешанные) растворы методом карбонизации и гидратации под влиянием влаги. Чем больше цемента в растворе, тем прочнее будет штукатурка и быстрее будет достигнута окончательная прочность.

Составы штукатурных растворов устанавливают с учетом их назначения и условий эксплуатации зданий. Подвижность штукатурных растворов и предельная крупность применяемого мелкого заполнителя для каждого слоя различны. Для увеличения подвижности растворов вводят гидрофобно-пластифицирующие добавки.

Декоративные (отделочные) растворы изготавливают на белом, цветном и обычном портландцементе. Заполнителем служит чистый кварцевый песок, либо дробленые пески из белого известняка, мрамора и т.п. Для лицевого отделочного слоя панелей наружных стен применяют раствор марки 50 (для легких бетонов), а для железобетонных изделий - марки 150 с морозостойкостью не ниже F 35.

Сухие смеси с добавками полимеров

Модификация строительных материалов органическими веществами в форме водных дисперсий известна с давних времен. Наши предки интуитивно пришли к выводу о том, что известь и другие минеральные вяжущие приобретают большую прочность, если к ним добавлять некоторые природные органические продукты. Уже в 1932 году было впервые описано применение химически синтезированного полимерного термопластичного латекса для модификации цементных растворов и бетона. Водные дисперсии добавлялись на стройках при замесе строительных растворов с водой.

Применение в существенных объемах порошкообразных, термопластичных полимеров, так называемых дисперсионных порошков, началось в 70-х годах. Германский концерн Ваккер-Хеми ГмБХ был первым в мире производителем и поставщиком дисперсионных порошков для промышленности стройматериалов. Ваккер-Хеми располагает очень широким набором мономеров. В соответствии с видом исходных мономеров производимые сегодня полимеры Виннапас делятся на большие группы: это полимеры с виниловым эфиром, этиленом, винилхлоридом, акрилатом и другими исходными мономерами. Благодаря очень низкой температуре стеклования этилена можно в комбинации с винилацетатом производить очень мягкие и гибкие, но при этом устойчивые против омыления в среде цементных составов, долговечные сополимеры.

Преимущества модифицированных полимерами сухих смесей по сравнению с растворами, модифицируемыми жидкими дисперсиями:

- значительное повышение производительности труда на стройке;
- более простая транспортировка и обращение;
- исключение опасности замораживания;
- высокий и стабильный уровень качества работ;
- упрощение утилизации тары.

Комбинация дисперсий и порошков с цементом

Самым значительным вяжущим в строительстве является цемент. Общеизвестны такие свойства цементных продуктов, как высокая прочность при сжатии и хорошая атмосфероустойчивость. Недостатками являются низкая прочность при изгибе и растяжении.

Цемент отверждается в результате гидратации, при этом расходуется определенная часть использованной для затворения воды. Вода в течение всего процесса отверждения должна иметься в наличии. Если имеющегося количе-

ства воды не достаточно для гидратации, то цемент теряет по крайней мере часть своих свойств. Это особенно относится к применению в тонких слоях и на маленькой поверхности, например, в случае нанесения известково-цементной краски, шпаклевки, тонкослойного клея и ремонтных замазок. Вода быстро поглощается впитывающей основой или испаряется. Не полностью схватившийся цемент лишь частично работает как вяжущее, что проявляется в повышенной усадке, недостаточной прочности, потери адгезии к основе и излишней чувствительности затвердевшего раствора к влаге.

Сухие смеси для плиточного клея

Цементный раствор вообще не склеивается, например, с деревом и ПВХ. Только за счет добавки органических вяжущих становится возможной адгезия цементных растворов к таким основам. Значительно повышается адгезия к бетону и к стали. Плиточные клеи с повышенной деформируемостью способны полностью скомпенсировать срезающие нагрузки, которые могут появляться между покрытием и основой, например, из-за усадки бетона или из-за различного линейного расширения основы и покрытия. При использовании немодифицированных плиточных клеев, не способных скомпенсировать деформации, возникают повреждения облицовки в виде трещин, сколов или даже полностью отваливающейся плитки. Высокая деформируемость клеевых растворов имеет определяющее значение особенно при облицовке наружных стен. Значительно улучшается и адгезия после многократного замораживания и оттаивания затвердевшего клея. Модификация клеевых сухих смесей дисперсионными порошками Виннапас и метилцеллюлозой придает плиточным клеям фиксирующую способность, т.е. плитка при ее наклейке на стену не сползает. Это позволяет плиточникам работать без привычной оснастки.

Сухие смеси для ремонта и санирования бетона

Наряду с улучшенной адгезией к стали и старому бетону, ремонтный раствор должен иметь модуль упругости ниже, чем у ремонтируемого старого бетона. Кроме этого, предел прочности на растяжение при изгибе ремонтного раствора должен быть как можно выше. Благодаря модификации модуль упругости ремонтного раствора снижается с увеличением дозировки полимеров, а предел прочности на растяжение при изгибе отчетливо повышается.

Многие из применяемых в строительстве смесей для сухого торкретирования модифицированы дисперсионными порошками Виннапас. Даже когда сухая смесь затворяется с водой буквально в считанные доли секунды непосредственно перед соплом, происходит очень быстрое и практически полное редиспергирование дисперсионных порошков Виннапас. Следующий положительный эффект модификации полимерами в форме дисперсий и дисперсионных порошков проявляется в том, что значительно уменьшается проникновение хлоридов и углекислоты, поэтому находящаяся в отремонтированном бетоне арматура лучше защищена от коррозии.

Смеси для саморастекающихся наливных полов

Модификация сухих смесей полимерами очень важна для наливных полов. В напольных стяжках и саморастекающихся полах, наряду с улучшением адгезии к основе и повышением гибкости, в значительной степени улучшаются также износостойкость, вязкость и, тем самым, долговечность.

Кроме этого, благодаря правильной комбинации дисперсий и дисперсионных порошков Виннапас с разжижителями и другими добавками, можно достичь значительно лучшей растекаемости и глянцевого покрытия таких масс. Минеральные штукатурки и системы полной теплоизоляции. Для модификации минеральных штукатурок имеются специальные дисперсионные порошки Виннапас, которые придают растворам сильно гидрофобный (водоотталкивающий) характер.

Во всех видах минеральных штукатурок и в теплоизолирующих штукатурках модификация дисперсионными порошками Виннапас гидрофобного действия дает целый ряд преимуществ, например, улучшенную технологичность переработки, повышенную вязкость, лучшую адгезию, повышенную гибкость, в 10...20 раз уменьшенное водопоглощение и водоотталкивающий эффект. Благодаря меньшей потребности в воде для затворения штукатурки достигается, наряду с повышенной долговечностью, также и пониженная склонность штукатурки к высолам и загрязнению. Длительные испытания образцов на полигонах показывают, что такой эффект пониженного водопоглощения на практике сохраняется десятилетиями. Принципиальное улучшение свойств всех сухих строительных смесей благодаря их модификации полимерными дисперсионными порошками и дисперсиями Виннапас сочетается с улучшенной технологичностью переработки (консистенция, пластичность, тягучесть, уменьшается склонность к сворачиванию, лучшая наносимость.

Гипсодержащие строительные материалы

В зависимости от состава, свойств и возможного применения различают следующие основные сорта гипсов:

- отделочный гипс тонкоизмельченный, отличается средним временем начала отверждения и относительно коротким временем отверждения;
- штукатурный гипс (смешанный и многофазный гипс, содержит небольшое количество дигидрата, около 30% полугидрата, около 20% ангидрита III и около 50% ангидрита II); относительно раннее начало отверждения, но длительное время отверждения, т.е. длительное время переработки;
- формочный гипс, производимый по автоклавной технологии, обладает высокой прочностью, малым расходом и небольшой способностью деформироваться;
- строительные гипсы состоят из смесей отделочных и штукатурных гипсов, к которым добавлены вспомогательные вещества;
- гипсовые и ангидритовые стяжки (тонкоизмельченный ангидрит с песком и инициатором схватывания) для полов; их можно изготавливать са-

морастекающими. Ангидритовые стяжки благодаря отсутствию усадки можно наносить толстыми слоями на большие поверхности.

Многообразное применение гипсовых продуктов в строительстве объясняется целым рядом их преимуществ:

- хорошая прочность и твердость (в сухом состоянии);
- время схватывания можно в широком диапазоне отрегулировать путем смешения сортов гипса со вспомогательными добавками;
- относительно низкая теплопроводность;
- маленькая звукопроводность;
- высокая паропроницаемость;
- короткое время схватывания и высыхания;
- высокая стойкость против климатических воздействий (в сухом состоянии);
- хорошая химическая стойкость, высокая огнестойкость;
- надежное и простое применение за счет возможности изготавливать гипсовые сухие смеси;
- широко распространенный и недорогой стройматериал.

Главным недостатком гипсосодержащих строительных материалов следует считать чувствительность к воде, обусловленную относительно высокой растворимостью гипса (около 2,5 г на 1 л воды). Уже небольшое повышение влажности гипсовых продуктов ведет к существенной потере прочности. Поэтому гипсовые продукты в принципе не применяются для наружных работ.

Добавка дисперсионного порошка в гипсопесчаный раствор дает ярко выраженное улучшение свойств, из них прежде всего следует назвать улучшение технологичности переработки. Уже с 2% дисперсионного порошка Виннапас RI 551 Z прочность на растяжение при изгибе возрастает более чем на 50%, а деформируемость - многократно.

Модифицированные дисперсионными порошками гипсопесчаные растворы отличаются от немодифицированных отчетливым улучшением адгезии как к органическим, так и к неорганическим основам. Применение дисперсионных порошков Виннапас в гипсопесчаных растворах приводит лишь к незначительному замедлению схватывания. Скорость капиллярного водопоглощения несколько понижается, однако значительного уменьшения водопоглощения в целом не происходит, хотя и отмечается существенное улучшение водостойкости.

Кроме того, добавка дисперсионных порошков Виннапас улучшает свойства гипсоизвестковых систем, которые преимущественно применяются как штукатурки для стен. У данных материалов улучшаются технологические свойства, а также повышается прочность на растяжение при изгибе и деформируемость. Количество вводимого дисперсионного порошка при этом должно быть более 2%, чтобы достичь оптимальных свойств продуктов. Добавка дисперсионного порошка Виннапас RI 551 Z резко снижает водопоглощение.

Этот эффект отчетливо выражен при вводе 2% RI 551 Z, большие дозировки снижают водопоглощение еще в большей степени. Дисперсионный порошок Виннапас RI 551 Z позволяет изготавливать гипсоизвестковые штукатурки даже для наружных работ, благодаря его сильному и долгосрочному гидрофобному действию.

Гидрофобное действие дисперсионного порошка основывается не на гидрофобизирующих добавках к полимеру, а придано при синтезе полимера, поэтому при щелочном активировании достигается надежное и равномерное водоотталкивающее действие. При необходимости можно применять модификации этого порошка, обладающие дополнительными полезными свойствами: антивспенивающими, тиксотропными, водоудерживающими, воздухововлекающими и т.д. При производстве гипсоволокнистых, гипсокартонных плит и других гипсовых строительных изделий рекомендуется применять дисперсии, в частности, акрилат-стирольную Виннапас SAF 54 в комбинации с гидрофобизатором Ваккер BS 15 для улучшения таких свойств, как водостойкость, механическая прочность и водоотталкивание.

2.7. Материалы и изделия из древесины

Российская Федерация – самая богатая страна в мире по запасам древесины. Однако трудности разработки и высокие требования к деловой древесине делают древесные материалы и изделия остродефицитными, особенно в безлесных районах нашей страны.

Достоинства древесины: сравнительно высокая прочность при малой объёмной массе, низкая тепло- и звукопроводность, лёгкая обрабатываемость и способность соединяться в детали, конструкции при помощи врубок, шпонок, гвоздей, болтов и клеев. К достоинству древесины относится также высокая долговечность при благоприятных условиях эксплуатации.

Недостатки древесины: анизотропность (следствие неоднородного строения), гигроскопичность и способность к набуханию и усушке, сгораемость, подверженность при определённых условиях загниванию и некоторые другие свойства.

Строение древесины

Строение видимое невооружённым глазом называют макроструктурой древесины, а видимое лишь при сильном увеличении микроскопа – микроструктурой.

Микроструктура древесины хорошо видна на разрезах ствола (рис.2.12-2.13).

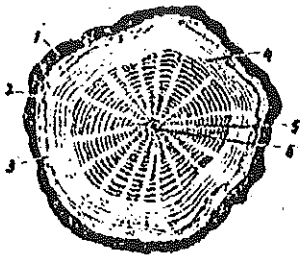


Рис.2.12. Торцевой разрез ствола:

- 1- кора; 2- луб; 3- камбий;
- 4- заболонь; 5- ядро;
- 6- сердцевина.

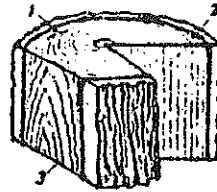


Рис.2.13. Разрезы ствола дерева:

- 1-торцевой; 2-радиальный;
- 3- тангенциальный.

Все древесные породы можно разделить на ядровые, имеющие ядро и заболонь, заболонные, лишённые ядра. На торцевом разрезе ствола невооруженным глазом или при небольшом увеличении можно заметить большое число концентрически расположенных слоёв. Каждый слой соответствует году жизни дерева и поэтому называется годовым слоем или годичным кольцом. Микроструктура древесины видна при сильном увеличении и состоит из очень большого числа живых и отмерших клеток, имеющих различную форму и размеры. Каждая живая клетка имеет оболочку и находящиеся внутри неё протоплазму.

Виды древесины, свойства и применение

По запасам древесины Россия – самая богатая страна в мире, так как обладает около одной третьей общей площади лесов земного шара. Лесные материалы используются при возведении различных объектов многие сотни лет, так как древесина обладает целым комплексом ценных свойств, таких, как высокая прочность, малая плотность, низкая теплопроводность, долговечность, технологичность переработки различными способами, относительно невысокая стоимость и т. д. Все эти качества создали древесине широкую популярность и большие возможности для применения в строительстве. Однако как строительный материал древесина имеет и некоторые недостатки:

неоднородность строения (анизотропность), обуславливающая различие показателей прочности и теплопроводности вдоль и поперек волокон, что создает затруднения при использовании древесины для строительных изделий;

гигроскопичность, т. е. способность поглощать и испарять влагу при изменении влажности и температуры окружающего воздуха. При возрастании влажности древесина набухает, при уменьшении – усыхает;

загниваемость, т. е. способность разрушаться под действием низших микроорганизмов, наблюдается в древесине, находящейся в неблагоприят-

ных условиях;

легкая воспламеняемость, из-за которой деревянные конструкции являются огнеопасными, если не принимать специальных мер для защиты их от возгорания;

большая изменчивость показателей прочности даже в пределах одной и той же породы в зависимости от условий роста и наличия тех или иных пороков.

Кроме того, при использовании древесины следует учитывать большую роль лесов в формировании климатических, водных, ландшафтных и экологических характеристик местности и то, что площадь их в последнее время сокращается.

Древесина — это освобожденная от коры часть дерева. При изучении торцевого среза можно выделить наружный слой (кору) и собственно древесину, состоящую из сердцевины, ядра и заболони, камбия (рис.2.11). Непосредственно древесина состоит из молодых клеток, составляющих заболонь и полностью отмерших клеток в ядре, поэтому заболонь отличается повышенной влажностью по сравнению с ядром. У деревьев некоторых пород (сосна, дуб, кедр) окраска ядра темнее окраски заболони; у других (ель, пихта, бук) центральная часть древесины, имеющая все свойства ядра, не отличается по цвету от периферийной и носит название спелой древесины. Существуют породы (береза, клен, ольха), так называемые заболонные, у которых ядро отсутствует.

Все древесные породы можно разделить на ядровые, имеющие ядро и заболонь, заболонные, лишенные ядра, имеющие только заболонную древесину, и спелодревесные, имеющие спелую древесину и заболонь (табл. 2.9).

Далеко не все лиственные и хвойные древесные породы одинаково используются в строительстве. Преимущество хвойных пород — в большей их распространенности, прямизне стволов и лучшем качестве древесины. В настоящее время использование лиственных пород увеличивается. Перед строителями и технологами поставлена важная задача по применению в строительстве не менее 40% осины, березы, ольхи, липы и тополя от общего расхода древесины при возведении временных подсобных зданий, а также для изготовления дверей, наличников, плинтусов, перегородок и пр. Древесину названных лиственных пород разрешается применять для рубленых стен (за исключением нижних венцов), для опалубки (при бетонных работах) и подмостей. Широкие возможности использования древесины открываются при ее модификации полимерными составами.

В связи с тем, что на протяжении столетий древесину использовали в основном для производства пиломатериалов, в том числе и выработки круглых сортаментов с малой степенью обработки в

виде бревен для стен зданий и сооружений, балок для перекрытий и мостов, телеграфных столбов, рудничной стойки и т.п., для лесопиления выделялось лучшее сырье (рис.2.14).

Таблица 2.9. Свойства древесины наиболее широко используемых в строительстве пород дерева

Свойства	Сосна	Ель	Дуб	Береза	Осина
Внешний вид	Годичные слои ясно видны			Годичные слои не ясны	
	Сердцевидные лучи узкие		Сердцевидные лучи узкие и широкие	Сердцевидные лучи почти незаметны	
	Смоляные ходы			Смоляных ходов нет	
	Ядро красновато-бурое. Заболонь широкая, желтовато- или розовато-белая	Ядра нет. Древесина желтовато-белая	Ядро от светло-бурого цвета до темно-бурого. Заболонь узкая	Ядра нет. Древесина светлая красноватая.	Ядра нет. Древесина белая и гватобелая
Смолистость, кг/м ³	18-20	3-8	Нет	Нет	Нет
Число годовых слоев на 25 мм	18-25				
Плотность, кг/м ³	500-600	500-600	700-800	700-800	500-600
Спелость древесины, лет	80-100	80-100	80-200	50-80	40-60
В Сибири и северных районах			140-200		
Сроки жизни дерева, лет	300-350	250-300	500-2000	100-150	60-100

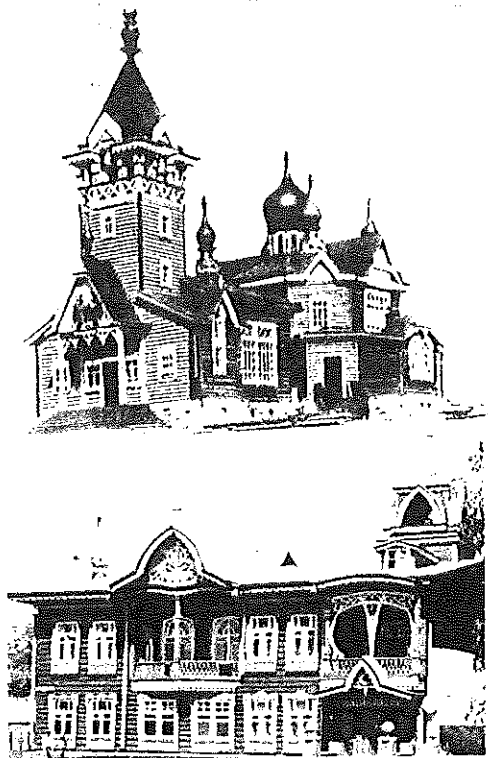


Рис. 2.14. Примеры деревянных зданий с декоративно-художественным оформлением фасадов (Новосибирская область, Алтайский край)

Однако при переходе к рыночным отношениям с интенсивным развитием химических производств и расширением применения продукции из пластических масс, настала пора проанализировать и тщательно взвесить рациональность использования лесной биомассы в современном балансе получения конечной продукции из древесины. В общей структуре баланса древесного сырья из 100% всего объема дерева, подсчитанного с кроной и корнями, доля конечной качественной продукции составляет от 20 до 30 %, а большая часть древесины превращается в опилки, стружку, горбыли, торцовую и продольную срезку.

В современном малоэтажном, коттеджном, индивидуальном и сельском строительстве используется древесина различных видов: круглые лесоматериалы, пиломатериалы, различные полуфабрикаты и изделия.

Круглыми лесоматериалами называют отрезки древесного ствола (разных размеров), очищенные от сучьев и коры. В строительстве из круглых лесоматериалов применяют бревна строительные и пиловочные (рис.2.14- 2.16). Так называют отрезки ствола толщиной в верхнем отрубе 0,12 м и более. Бревна пиловочные и строительные хвойных пород различают по длине:

- 1). короткие (до 3,5 м);
- 2). средние (от 4 до 7 м), используемые для распиловки на доски, а в целом виде — на балки и конструкции;
- 3). длинные (от 7 до 9 м), которые идут в целом виде на столбы и ответственные детали несущих конструкций.

По качеству древесины лесоматериалы этого вида разделяют на три сорта. Бревна строительные первого сорта применяют для изготовления ответственных элементов несущих конструкций, имеющих большие пролеты (стропила, фермы). Бревна второго сорта используют для изготовления частей (балок) несущих конструкций небольших пролетов; бревна третьего сорта — для неответственных конструкций, рубленых стен деревянных зданий, для крепления откосов и траншей, свай и пр.

Подтоварник и жерди представляют собой очищенные от сучьев отрезки ствола длиной от 3 до 9 м и толщиной в верхнем отрубе от 0,08 до 0,11 м для подтоварника и от 0,03 до 0,07 м — для жердей.

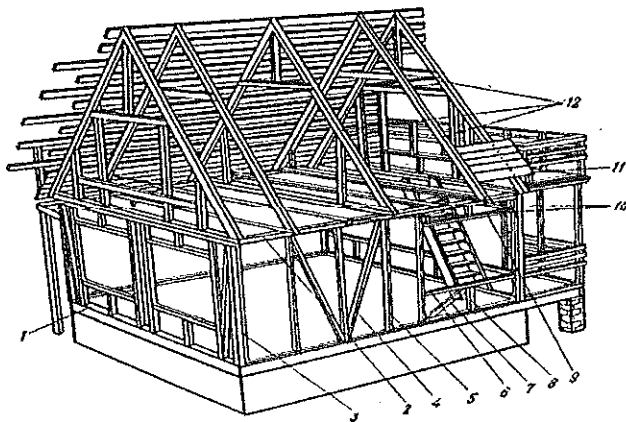


Рис.2.15. Конструкция каркасного деревянного дома:

1 — 12 - элементы каркаса здания и его частей

Пиломатериалы получают путем продольной распиловки пиловочных бревен. В зависимости от качества древесины и наличия пороков пиломатериалы из хвойных пород делят на шесть сортов: отборный, I, II, III, IV и V. Пиломатериалы разделяют по размерам и характеру обработки: .

Виды пиломатериалов, получаемых при распиловке ствола дерева: пластины, брусья, четвертины, горбыль, необрезная доска, обрезная доска (рис.2.15). Отличительными характеристиками в данном случае являются следующие:

- а). по соотношению ширины и толщины: на доски — ширина более двойной толщины; бруски — ширина не более двойной толщины;
- б). по толщине: на тонкие — толщиной до 35 мм и толстые — толщиной более 35 мм;
- в). по характеру обработки: на обрезные, у которых обе кромки пропилены по всей длине или каждая из них не менее чем на половину длины; необрезные, у которых кромки пропилены менее чем на половину длины или совсем не пропилены

При изготовлении различных изделий, конструкций и деталей из древесины необходимо предотвратить возможное переувлажнение ее, приводящее к загниванию и выходу из строя материала.

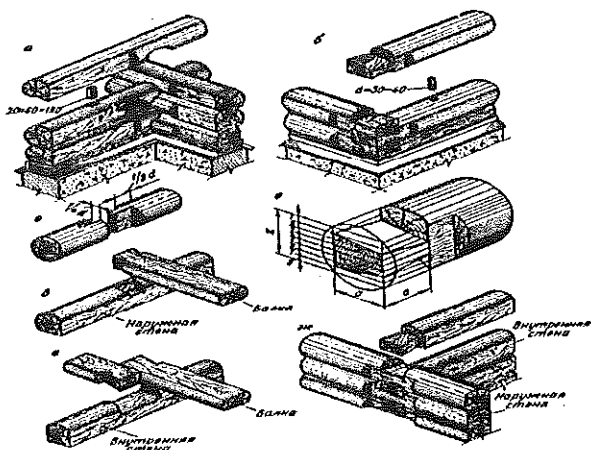


Рис.2.16. Узлы сопряжения деревянных бревенчатых стен

При эксплуатации деревянных конструкций в условиях коррозионных сред и повышенной влажности необходимо осуществлять антисептирование в соответствии с приведенными рекомендациями по продлению срока службы материалов и изделий из древесины. В случае использования деревянных пролетных и несущих конструкций древесину необходимо защищать от возгораний пропиточными, обмазочными или другими средствами (антипиренами).

2.8. Материалы на основе отходов растительного происхождения и деревообработки

Разнообразие отходов производства и местных материалов преопределили еще большее число технологических приемов по подготовке, переработке и использованию этих ресурсов в строительстве, поэтому для определения наиболее объективного использования того или иного сырья в конкретных условиях данный вопрос должен рассматриваться не по одному или нескольким отдельным категориям, а комплексно, т.е. с учетом всех возможных, сопутствующих и влияющих факторов. При этом должны быть учтены следующие основные вопросы: район образования отходов или месторождение строительных материалов, вид, объем и качественные показатели, доступность извлечения, состояние транспортных коммуникаций и их протяженность, наличие погрузо-разгрузочных и прочих устройств и приспособлений для первичной обработки, обогащения или фракционирования материалов, обеспеченность энергоресурсами: электроэнергией, теплом, сжатым воздухом, водой и т.п. Такое обилие вопросов ставит задачу по упрощению определения эффективности использования вторичных ресурсов и местного сырья в современном строительстве. С этой целью проведена классификация всех отходов и местного сырья по трем группам: минеральные, органо-минеральные (комбинированные); органические.

К первой группе отнесены: отходы переработки каменных материалов в виде пиленого камня, отсева, минеральной муки; вскрышные горные породы; тонкодисперсные материалы (хвосты) горнообогатительных комбинатов; зола и шлаки предприятий энергетики; отходы металлургической промышленности, асбестоцементного производства; керамический бой, стеклобой.

В группу комбинированного сырья включены отходы угледобычи и углеобогащения, химического производства, побочные продукты предприятий пищевой промышленности, строительной индустрии; растворы и воды, содержащие химические продукты; прочие материалы и отходы других отраслей промышленности.

К органическим отнесены отходы деревообработки, сельскохозяйственного производства, резинотехнической промышленности, полимерное вторичное сырье, макулатура и текстильные вторичные материалы.

Наиболее рациональными направлениями использования отходов и местного сырья могут стать следующие:

1. восполнение дефицита строительных материалов;
2. замена части материала отходами;
3. получение новых материалов и изделий;
4. повышение качества выпускаемых материалов и конструкций;
5. создание безотходной технологии производства;
6. расширение сферы использования отходов;
7. повышение стойкости и долговечности;

3. снижение энергозатрат;
9. снижение транспортных расходов;
10. охрана окружающей среды.

Важным фактором реализации этих направлений является выбор тех или иных способов переработки или технологии производства материалов, изделий и конструкций на основе или с применением местного сырья и отходов. В этом вопросе также проведена систематизация с выделением технологических направлений.

1. Прямое использование без дополнительных технологических операций.
2. Механическая подготовка материалов (дробление, фракционирование, измельчение и т.д.).
3. Термическая обработка (сушка, прогрев, обжиг).
4. Агрегатирование (грануляция, брикетирование и т.п.).
5. Смешивание с другими отходами.
6. Промывка, нейтрализация и связывание вредных веществ.
7. Пропаривание и автоклавная обработка.
8. Химическая переработка.
9. Модификация полимерами и другими веществами.
10. Защита и консервация.

В зависимости от направления использования сырья на предприятиях строительного комплекса принимается тот или иной набор технологических операций, позволяющий получать материал или изделие с требуемыми параметрами свойств. При этом наиболее рациональными формами внедрения отходов можно считать следующие: заполнители для бетонов и растворов; минеральные вяжущие вещества; минеральные добавки; органические добавки и компоненты; стеновые керамические изделия; искусственные пористые заполнители; теплоизоляционные материалы; плитные, щитовые и прочие элементы; защитные покрытия; модифицированные материалы, изделия и элементы; защитные покрытия; комбинированные материалы, изделия и конструкции.

Приведенная выше комплексная систематизация позволила, назначить определенные критерии оценки экономической эффективности, которые могут быть получены при решении следующих слагаемых организационных, технических и социально-экономических задач использования вторичного сырья и местных материалов в строительстве:

- снижение себестоимости материалов от замены;
- уменьшение расхода дефицитных материалов (цемент, сталь, древесина и др.);
- снижение массы конструкции;
- улучшение качества материалов (прочность, водостойкость, морозостойкость и др.);

расширение видов материалов и изделий, а также более прогрессивных способов переработки отходов;
упрощение технологий производства или снижение времени на отдельные операции;
снижение трудовых затрат;
уменьшение энергетических затрат;
уменьшение транспортных расходов;
социально-экономический эффект от снижения отрицательного воздействия отходов на окружающую среду.

Таким образом, оценивая возможности и эффективность использования отходов и местного сырья в строительстве, можно представить наиболее интересные конкретные формы применения материалов и критерии параметров сопоставления рациональных вариантов.

Суммарная величина экономического эффекта представляет собой значение общей экономической эффективности вышеприведенных направлений и может быть определена по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{общ}} = A \cdot E_n \cdot K_m (\mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 + \dots + \mathcal{E}_i) \cdot B_k, \quad (2.1)$$

где A – годовой объем использования;

E_n – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений;

K_m – коэффициент учитывающий местные условия;

$\mathcal{E}_1, \mathcal{E}_2, \dots, \mathcal{E}_i$ – единичная эффективность по частному направлению снижения расходов или затрат;

B_k – сумма банковской кредитной ставки.

Приведенные выкладки позволяют не только систематизировать процесс оптимального расчета экономической целесообразности, но и с помощью компьютерных программ осуществить выбор рациональной технологии переработки тех или иных отходов или сырьевых материалов в соответствии с реальной потребностью строительно-технологического комплекса.

Древесностружечные плиты. Древесностружечные плиты получают горячим прессованием древесных стружек, смешанных с синтетическим полимером. Связующее должно обладать достаточной прочностью, хорошей адгезией к древесине, способностью быстро отверждаться в процессе горячего прессования и долго сохранять свою клеящую способность. Этим условиям в достаточной степени удовлетворяют резольные фенолоформальдегидные и карбамидные терморезактивные полимеры, которые в основном и применяются для производства древесностружечных плит. При горячем прессовании слой стружек уплотняется, а полимер переходит из вязко-текучего состояния в твердое стеклообразное и прочно склеивает частицы древесины в однородный монолитный материал.

В массу вместе с полимером вводят гидрофобизирующие, антисептические и антипиреновые добавки для придания плитам водостойкости, биостойкости и огнестойкости.

Выпускаются плиты одно-, двух- и трехслойные.

Однослойные плиты состоят из стружек различных фракций, равномерно распределенных по всей толщине плиты.

Двухслойные — из двух слоев разной стружки: нижний (подстилающий) — из длинных и узких стружек, а верхний (облицовочный) — из тонких широких.

Трехслойные плиты состоят из двух облицовочных слоев, расположенных по обе стороны от среднего слоя из длинных и узких стружек, который составляет примерно 2/3 общей толщины плиты.

Технология изготовления древесностружечных плит может осуществляться двумя способами: путем периодического или непрерывного прессования. Процесс горячего прессования происходит на многоэтажных гидравлических прессах под давлением до 3,5 МПа и при температуре 160-190° С.

В зависимости от степени уплотнения при прессовании получают древесностружечные плиты различной плотности:

- легкие (до 400 кг/м³) — теплоизолирующий материал;
- полутяжелые (450-750 кг/м³) — применяются для устройства стен и перегородок;
- тяжелые и сверхтяжелые (750—1110 кг/м³) — применяются для устройства стен и полов.

Промышленность выпускает плиты длиной 2,50-3,50 м, шириной 1,25; 1,40; 1,50; и 1,75 м и толщиной 0,010-0,022.

Древесностружечные плиты хорошо поддаются механической обработке (распиловке, сверлению и пр.), в них легко проходят гвозди. Но древесностружечные плиты обладают существенным недостатком — они подвержены набуханию, что не позволяет применять их в помещениях с повышенной влажностью.

Древесноволокнистые плиты. Древесноволокнистые плиты — это листовая материал, получаемый формованием с последующим высушиванием древесноволокнистой массы с добавкой синтетических полимеров. Для повышения водостойкости плит в эту массу добавляют парафиновую эмульсию. Основным сырьем для изготовления древесноволокнистых плит служат неделовая древесина (горбыль, рейки, опилки, стружки, щепя), бумажная макулатура, льняная и конопляная костра, стебли кукурузы, подсолнечника и т. п.

Древесноволокнистые плиты применяют для тепло- и звукоизоляции стен, перегородок, междуэтажных перекрытий, утепления кровли промышленных сооружений. Размеры выпускаемых древесноволокнистых плит:

длина—1800, 2500, 2700, 3000 мм, ширина — 1200, 1600 мм, толщина — 8, 12, 5, 16, 25 мм. Плотность 250-350 кг/м³, а предел прочности на изгиб не менее 1,2 МПа, коэффициент теплопроводности не более 0,06 Вт/(м • °С), водопоглощение за 2 ч не более 30%.

Производство изоляционных древесноволокнистых плит складывается из следующих операций: приготовление щепы, размол щепы на волокна, пропитка древесноволокнистой массы вяжущим, формование плит, их сушка, обрезка кромок. Промышленность выпускает кроме изоляционных древесноволокнистых плит изоляционно-отделочные твердые Древесноволокнистые плиты с окрашенной поверхностью, что исключает необходимость отделочных работ при строительстве. Плотность плит до 350 кг/м³. Древесноволокнистые плиты толщиной 9-10 мм, применяемые для внутренней отделки, называют сухой органической штукатуркой. Применение этого строительного материала значительно ускоряет отделочные работы.

Клееная древесина. Клееная древесина может с успехом применяться в малоэтажном строительстве для изготовления оконных и дверных блоков, щитовых дверей, погонажных изделий, а также элементов строительных конструкций. Производство клееной древесины по сравнению с древесностружечными плитами требует в 10-15 раз меньше синтетических смол и в 3—4 раза меньше капиталовложений. Несмотря на неоспоримую эффективность производства и применения клееной древесины и несложность ее изготовления, этому производству пока еще не уделяется должного внимания.

При распиловке круглого леса (пиловочника) на пиломатериалы и раскрое досок остается много отходов в виде реек, коротких обрезков, узких и короткомерных материалов, которые не находят применения в строительстве. Выход деталей из досок колеблется от 40 до 60 % от их первоначального объема или от 25 до 35 % от объема бревна. Наиболее простым и эффективным способом использования этих отходов лесопиления, так же как и низкосортных и маломерных пиломатериалов, доступным лесопильным деревообрабатывающим предприятиям с большим и малым объемом переработки древесины является производство клееной древесины, которая заменяет высококачественные пиломатериалы.

Фибролит. Довольно широкое применение в строительстве получил такой теплоизоляционный материал, как цементный фибролит. Он представляет собой спрессованные и затвердевшие плиты из низкосортной древесной стружки и портландцемента (рис.2.17).

Технология производства фибролита достаточно проста и состоит из следующих операций: распиловка древесины на чурки, окорка древесины, получение древесной стружки (шерсти), смешивание стружки с цементом и минерализаторами, формование плит, прессование и выдержка плит в формах, распалубка и складирование. Древесную стружку-шерсть для фибролита получают из неделовой древесины ели, сосны, липы на древесно-шерстных

станках СД-3. Затем ее обрабатывают цементным раствором и минерализаторами в растворомешалках и под давлением 0,1-0,4 МПа из смеси формируют плиты, которые затем подвергают тепловой обработке и сушке.

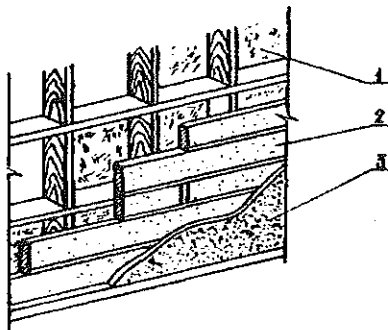


Рис.2.17. Фрагмент деревянной каркасной стены с заполнителем фибролитом в два слоя: 1 — первый слой фибролита; 2 — второй слой фибролита; 3 — штукатурка.

По назначению различают фибролит теплоизоляционный с плотностью 300-350 кг/м³, применяемый для тепловой изоляции зданий, и конструктивно-теплоизоляционный с плотностью 400-450 кг/м³, применяемый для устройства стен, перегородок, накатов, перекрытий. Фибролит выпускают в виде плит толщиной 25, 50, 75, 100 мм, шириной 500 и 750 и длиной 1500, 2000, 2400 мм. Основные свойства цементного фибролита приведены ниже: марки плит по плотности 300, 350, 400, 500 (кг/м³); при пределе прочности при изгибе соответственно 0,4; 0,5; 0,7; 1,2 МПа. Теплопроводность фибролита находится в пределах от 0,085 до 0,13 Вт/м·°С.

Фибролит легко подвергается механической обработке, его можно сверлить, пилить, вбивать в него гвозди. Влажность цементного фибролита не должна превышать 20%, водопоглощение — 60—70%. Водостойкость фибролита недостаточна, поэтому его необходимо защищать от увлажнения. Домовым грибок цементный фибролит поражается при влажности выше 35%. Фибролит — сгораемый материал: он не горит открытым пламенем, но тлеет.

Производство фибролита широко развито. Однако его серьезным недостатком является то, что кондиционную стружку длиной 500 мм из отходов или некачественной древесины получить практически невозможно, так как нужны чурки длиной 500 мм без сучков и извилистости. В настоящее время широкое применение нашли цементно-стружечные плиты, обладающие более высоким и эксплуатационными свойствами.

Опилкобетон. В районах, имеющих большие запасы древесных отходов и удаленных от производственной базы строительных материалов и конструкций, широко применяется опилкобетон. Опилкобетон — это конструктивно-теплоизоляционный легкий бетон, где в качестве заполнителя используются опилки и песок, а в качестве вяжущего — цемент и известь (табл. 2.7).

Опилки хвойных пород сначала просеивают через сито с отверстиями 10-20 мм для отсева коры, щепы и других примесей, а затем — через сито с отверстиями до 5 мм. Для увеличения прочности бетона на 10-15% можно добавить до 30% древесной стружки, просеянной сквозь сито с отверстиями 10 мм. Если опилки лежалые или бетон предназначен для эксплуатации во влажных помещениях, древесный заполнитель предварительно следует обработать минерализатором. Это способствует снижению водопоглощения бетона, а также повышению его прочности и огнестойкости. Один из способов минерализации опилок — насыщение их известковым молоком с последующим высушиванием и вымачиванием в растворе жидкого стекла — жидкое стекло (1) : вода (7).

Таблица 2.10. Потребность материалов для получения 1 м³ опилкобетона

Марка опилкобетона в возрасте 90 суток, МПа	Цемент марки 300, кг	Известь гашеная, кг	Опилки влажностью 40-50 %, кг	Песок, кг	Состав опилкобетона по объему (вяжущее песок: опилки)	Примерная объемная масса, кг/м ³
1,0	90	165	210	530	1:1,1:3,2	950-1050
1,5	135	135	200	590	1:1,3:3,3	1050-1150

Последовательность приготовления опилкобетона следующая: сначала тщательно перемешивается отмеренное количество песка и вяжущего, затем к сухой смеси добавляется необходимое количество приготовленных опилок, и масса перемешивается вновь с последующим и постепенным введением в нее (через разбрызгиватель) воды. Для приготовления массы могут быть использованы обычные растворомешалки. При строительстве зданий с расчетной зимней температурой -30, -40°С толщина стен должна быть не менее 0,45-0,50 м, а для хозяйственных построек допустимая толщина стен — 0,20-0,25 м.

Кроме монолитных набивных стен из опилкобетона высоких марок, можно изготавливать мелкие блоки. Кладку из опилкобетонных блоков рекомендуется вести на теплом растворе с заполнителем в виде опилок и золы. Рекомендуемый состав раствора по объему — портландцемент (1): известь

(1): песок (3): опилки (5). Оштукатуривать стены из опилкобетона следует только после их полного просыхания, т. е. через 4-6 месяцев. Перед оштукатуриванием стены должны быть увлажнены. На стены снаружи и внутри наносят штукатурный раствор — портландцемент (1): известь (2): песок (9).

Опилкобетон в качестве стенового материала экономически выгодней некоторых других материалов. Квадратный метр стены из опилкобетона примерно в 3 раза легче и вдвое дешевле такой же стены из кирпича.

Деревобетон. Разновидностью опилкобетона является деревобетон, в котором в качестве заполнителя используются опилки и мелкозернистый гравий. Для приготовления деревобетона цемент сначала тщательно перемешивают с гравием и гашеной известью, затем в смесь постепенно добавляют опилки и нужное количество воды. Старые опилки необходимо за несколько дней до употребления пропитать известковым молоком. Деревобетон используют в качестве заполнителя в каркасных зданиях, несущих конструкций в одноэтажных бескаркасных зданиях, при строительстве малоэтажных зданий и различных сельскохозяйственных объектов.

Нужно помнить, что преждевременное быстрое высыхание стен из деревобетона может привести к разрушению поверхностного слоя. Для предотвращения этого стены до затвердения рекомендуется прикрывать пленкой или соломой, а для снижения влагоемкости деревобетона стены необходимо оштукатуривать, но только после полного их просыхания.

Арболит. В последние десятилетия большое применение в малоэтажном строительстве нашли изделия из арболита. Арболит (от греческих слов «арбо» — дерево и «литое» — камень) в отечественной практике сравнительно новый строительный материал. Он относится к группе легких бетонов, его получают в результате формования и твердения смеси, состоящей из органического заполнителя, вяжущего, химических добавок и воды. Органический заполнитель может быть древесный (в виде кусков и измельченной древесины) и из отходов сельскохозяйственного производства (костра льна, конопли, соломы, стеблей хлопчатника и т. д.), что особенно важно для производства арболитовых изделий в сельской местности.

В зависимости от прочности установлено пять классов конструкционного арболита: В1,0; В1,5; В2,0; В2,5 и В3,5, имеющих соответствующие значения предела прочности при сжатии. Расход сухого древесного заполнителя колеблется в пределах от 160 до 250 кг/м³, цемента — от 260 до 450 кг/м³, а количество воды составляет 280-510 литров на 1 м³.

Традиционный способ производства арболита включает в себя следующие операции: подготовка древесного заполнителя — подготовленная и просеянная щепка замачивается в минерализаторе (водный раствор жидкого стекла и хлористого кальция), полученную массу тщательно перемешивают с вяжущим (портландцемент, белитошламовый цемент, строительный гипс) в бетоно- или растворосмесителе, а затем подают в формы или опалубку и

тщательно уплотняют ручными, пневматическими или электрическими трамбовками или уплотнителями. Для ускорения твердения можно использовать электроподогрев в формах или паровой обогрев после распалубки (рис.2.18).

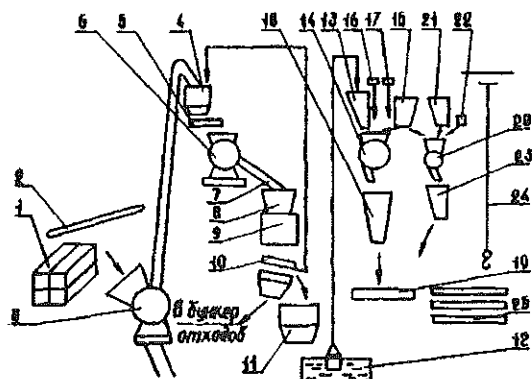


Рис. 2.18. Технологическая схема производства арболита:

1 — отходы древесины; 2, 5 — ленточные конвейеры; 3 — рубильная машина; 4,8 — циклоны; 6 — молотковая дробилка; 7 — ленточный конвейер; 9 — накопительный бункер; 10 — грохот; 11—бункер для заполнителя; 12 — емкость для замачивания заполнителя; 13 — дозирующий бункер; 14 — смеситель; 15, 16, 17 — дозаторы цемента, химических добавок, воды; 18 — арболито-укладчик; 19—формовочный пост; 20 — смеситель для фактурного слоя; 21, 22 — дозаторы для песка и щебня; 23 — раствора-укладчик; 24 — мостовой кран; 25 — пост тепловой обработки

Основные технические характеристики приводятся ниже.

Средняя плотность, кг/м ³	400-800
Прочность при сжатии, МПа	0,5-3,5
Прочность при изгибе, МПа	0,7-1,0
Модуль упругости, МПа	200-1600
Морозостойкость, не менее циклов	25-50
Водопоглощение, %	40-85
Усадка, %	0,4-0,5
Теплопроводность, Вт/(м. ° С)	0,12-0,22
Сорбционное увлажнение (при относительной влажности 40-90%)	4,5-1,2
Биостойкость	биостоек
Огнестойкость	0,75-1,5 ч (трудно-сгораемый)

При производстве арболита используется в основном портландцемент без шлаковых добавок марки 400 и 500. Выгодно применять быстротвердеющие цементы, так как они резко ускоряют процесс нарастания прочности. Примером может служить белитошламовый цемент.

Древесную дробленку получают из сосны, ели, пихты, реже из осины и бука. Перед применением древесины и древесную дробленку подвергают длительному (от 6 до 12 месяцев) выдерживанию на открытых складах сырья. Сложность производства арболита заключается в том, что при твердении массы древесные частицы выделяют растворимые сахара («цементный яд»), а это снижает прочность конструкций из цемента. Для уменьшения влияния растворимых сахаров древесины на цемент и применяют длительное выдерживание древесины.

Химические добавки также уменьшают или совсем исключают влияние растворимых сахаров на прочность изделий. Такими химическими добавками являются хлористый кальций, жидкое стекло, сернистый алюминий. Изделия из арболита легко пилить, сверлить, они хорошо окрашиваются, оклеиваются обоями, не разрушаются насекомыми и грызунами, относятся к трудногоряемым материалам. Арболит обладает высокими звуко- и теплоизоляционными свойствами. Удельная теплоемкость его в 2-3 раза выше, чем у минеральных материалов, толщина стен по сравнению с кирпичной кладкой меньше в 2 раза. Это имеет важное значение для поддержания устойчивых тепловых режимов в эксплуатируемых помещениях. Разработано и реализовано несколько серий типовых проектов жилых домов из арболита.

Арболит почти не поддается микробиологической коррозии. Это объясняется тем, что древесный наполнитель обрабатывается различными химическими добавками, которые одновременно играют роль антисептиков, а сами древесные частицы покрыты слоем цементного клея. Это свойство арболита особенно важно для стен зданий с коррозионно-активной средой. Обладая повышенной сопротивляемостью к ударам, изделия из арболита более транспортабельны в сравнении с другими видами легких и ячеистых бетонов, что особенно важно при доставке их к месту строительства. При изготовлении арболитных изделий снижается расход топлива и электроэнергии по сравнению с керамзитобетонными.

Арболит становится незаменимым при отсутствии легких минеральных пористых наполнителей и наличии отходов древесины. К его преимуществам нужно отнести также и низкую объемную массу ($400-750 \text{ кг/м}^3$), что снижает транспортные расходы и дает возможность изготавливать крупногабаритные индивидуальные конструкции с полной заводской готовностью и отделкой. Себестоимость конструкций из арболита на 25-30% ниже себестоимости конструкций из бетона на минеральных наполнителях и из ячеистых бетонов. Эффективность применения арболита обусловлена также низкими капитальными вложениями в создание сырьевой базы для его производства

по сравнению с соответствующими затратами на производство изделий из бетона на минеральных заполнителях и ячеистых бетонов. Масса 1 м^2 стены из арболита в 7-8 раз меньше, чем из кирпича, и в 2-3 раза меньше, чем из керамзитобетона, что сказывается на значительном снижении стоимости 1 м^2 стены.

Одним из преимуществ арболита является сравнительно простая технология изготовления: получение дробленки, смешивание заполнителя с минерализаторами и цементным раствором (укладка полученной смеси в формы и ее уплотнение, твердение отформованных изделий). В данной технологии менее отработанными являются два процесса: уплотнение смеси и твердение. До настоящего времени нет отработанного способа ускорения твердения арболита. На большинстве предприятий изделия из арболита выдерживают в закрытых помещениях в течение 2-5 суток при температуре 20-30° С до приобретения транспортной прочности (75%, марочной). На некоторых предприятиях изделия подвергают тепловой обработке с помощью регистров, доводя температуру до 40-50° С в течение суток.

В настоящее время в стране применяются различные способы формования арболитовых конструкций. Арболитовая смесь отличается по своим свойствам от бетонной, так как она полностью не разжижается, что затрудняет ее формование. Причем нынешние способы формования имеют серьезные недостатки: уплотнение смеси прессованием не обеспечивает создание плотной структуры арболита по толщине изделия. Формирование изделий ударной нагрузкой (трамбовавшем) довольно эффективно, но этот процесс весьма трудоемкий и малопроизводительный. Вибрационный метод также имеет ряд сложностей, т.к. при уплотнении вибрацией происходит процесс переукладки частиц в более плотную структуру. Одним из оптимальных методов формирования конструкций из арболита является метод послойного укапывания. Изделия формируются не на всю толщину, послойно, с уплотнением и разравниванием валиком каждого слоя отдельно.

Среди технологических производств арболитовых конструкций необходимо особо отметить новую технологию изготовления поризованного арболита. В результате введения в арболитовую смесь технической пены значительно упрощается процесс формования изделий, что позволяет отказаться от дорогостоящего формовочного оборудования и перейти на уплотнение смеси на обычных виброплощадках без дальнейшего прессования, уплотнения и т. п. Результаты, полученные при формовании на вибростолах изделий из поризованной арболитовой смеси, показывают, что при одном и том же расходе цемента получают изделия повышенной прочности по сравнению с обычным арболитом. Кроме того, при изготовлении поризованного арболита можно применять стандартное оборудование, выпускаемое промышленностью для производства железобетонных конструкций.

Гранулированный наполнитель для арболита повышенной прочности. Существенным недостатком технологии производства арболита является то, что органические наполнители в противоположность минеральным химически более активны. При изготовлении арболитовой смеси они выделяют в цементное тесто легкогидролизуемые вещества (простейшие: сахарозу, глюкозу, фруктозу а также крахмал, таниды и смолы), чему способствуют щелочная среда ($\text{pH}=11-13$). Наличие сахара замедляет схватывание и твердение цементного камня. Усилия ученых и практиков направлены на локализацию экстрактивных веществ — «цементных ядов». Однако низкую прочность арболита нельзя объяснять однозначно только наличием в органическом наполнителе экстрактивных веществ, так как даже в том случае, когда из древесной дробленки полностью удалены все легкогидролизуемые вещества, прочность арболита, полученная на этом наполнителе, повышается незначительно, и в то же время не обеспечивает стабильных свойств арболита.

Далеко не полное использование прочности компонентов, входящих в состав арболита, объясняется тем, что разрушение арболита из высокопрочных материалов (цементного камня, древесины) обуславливается нарушением сцепления между ними. Таким образом, низкая прочность арболита (0,6-3,5 МПа) при значительном расходе цемента (280-500 кг/м³) в некоторой степени может быть объяснена также и слабой адгезией (сцеплением) древесины с цементным камнем. Поэтому одним из резервов повышения прочности арболита при совершенствовании технологии его производства должно являться повышение адгезии органического наполнителя с минеральным вяжущим, а также когезионной прочности, которую следует увязать с процессом минерализации.

Итак, для получения арболита с более высокими прочностными, теплофизическими, экономическими характеристиками необходимо полностью исключить вредное влияние экстрактивных веществ древесного наполнителя на цементный камень, повысить сцепление органического наполнителя с минеральным вяжущим. Ставя перед собой такие задачи, мы нашли новый способ подготовки древесного наполнителя для арболита. В качестве сырья использовали станочную стружку и опилки.

Из станочной стружки и опилок путем прессования изготавливаются гранулы различного диаметра, которые покрываются защитной полимерной пленкой, предотвращающей проникновение экстрактивных веществ древесины в цементный камень. Это исключает такие операции, как длительное выдерживание его на воздухе, вымачивание древесных отходов в минерализаторах. Такая технология позволяет повысить прочность арболита до 10 МПа и выше, уменьшить время приготовления арболитовых изделий в 2—3 раза, снизить расход цемента до 250 кг на 1 м³ изделий.

На покрытые защитной пленкой гранулы наносится слой гипса или измельченных асбестоцементных отходов. Минеральное покрытие необхо-

димо для лучшего сцепления древесного заполнителя с цементным камнем. Приготовленные гранулы подсушиваются и подаются на склад готовой продукции, где хранятся в специальных контейнерах или бункерах. Таким образом, изготовленный заполнитель можно использовать для легких бетонов в производстве стеновых панелей, различных засыпок как утепляющий материал. В последнем случае можно опустить стадию опудривания гранул минеральным порошком.

2.9. Использование зол и шлаков в строительстве

В настоящее время у нас в стране довольно широко ведутся работы по использованию зол-уноса, шлаков ТЭЦ, но их применение требует, как правило, развитой индустриальной базы, больших расходов электрической энергии. Для малоэтажного строительства большое значение имеет использование и изготовление местных строительных материалов, не требующих развитой индустриальной базы, больших капитальных затрат и транспортных расходов и т. д., но позволяющих получить удовлетворительного качества строительные материалы для одно- и двухэтажного производственного и жилищного строительства.

Одними из самых распространенных местных материалов и отходов производства для легких бетонов являются топливные шлаки, золы и золошлаковые смеси, которые за последние годы нашли самое широкое применение в различных материалах и изделиях для строительных целей: известково-золые вяжущие, клинкерные вяжущие вещества, отошающие и выгорающие добавки, заполнители, шлаковые расплавы, шлако-, золо- и золошлаковые бетоны и камни из них. По каждому из этих направлений имеются свои технологии и особенности, регламентирующие рациональное использование отходов. В настоящее время для нужд народного хозяйства перерабатывается не более 10% зол и шлаков ТЭС, которые, в основном, идут на замену части цемента и заполнителей - около 15% от общего объема использования, в производстве цемента - 8,1 %, кирпича - 5,8%, пористых заполнителей - 1,2%. Кроме того, зола и золошлаковые отходы применяются в сельском хозяйстве для раскисления почв и при строительстве дорог различного назначения. Учитывая большие запасы зол и шлаков (свыше десяти миллиардов тонн) и постоянный их прирост на сотни миллионов тонн в год, задача разработки новых технических решений по максимальному использованию данных отходов весьма актуальна (рис.2.19).

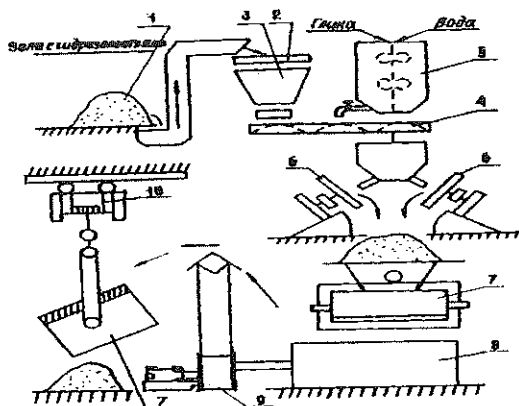


Рис. 2.19. Технологическая схема получения глинозольного аглопорита из рядовых зол гидроэлектростанций ТЭЦ и ГРЭС на полузаводской установке: 1 — элеваторный питатель; 2 — эксцентриковый грохот; 3 — дозирочный бункер золы; 4 — шнековый смеситель; 5 — глиноболтушка; 6 — тарельчатый гранулятор; 7 — съемная спектральная чаша; 8 — коробка разряжения; 9 — вентилятор; 10 — тельфер $Q=3$ т

Для рационального направления применения золошлаковых отходов необходимо рассмотреть их классификацию по различным свойствам и параметрам. Существует несколько различных классификаций топливных зол и шлаков, различающих все эти отходы по виду сжигаемого топлива, способам удаления (сухой или мокрый) и по применению. По виду сжигаемого топлива золы делят на антрацитовые, каменноугольные и бурогольные. Основные направления применения зол и шлаков следующие: в качестве минеральных вяжущих известсодержащих отходов; в ячеистых бетонах с использованием гидравлической активности и повышенной дисперсности; при производстве пористых заполнителей для легких бетонов и теплоизоляции, для дренажных подсыпок и устройства оснований дорог. В зависимости от направления применения: для железобетонных конструкций и изделий (I), для бетонных (неармированных) элементов (II), для конструкций гидротехнических сооружений (III).

Кроме того, установлены классы использования золошлаковых отходов: А - для тяжелого бетона и Б - для легкого бетона, с соответствующим перечнем требуемых параметров и показателей. Золошлаковые смеси классов А и Б должны иметь влажность не более 15 и 35% по массе соответственно, а насыпная масса для класса А не менее 1300 кг/м^3 , а для Б - не более 1300 кг/м^3 . Регламентируется содержание органических, сернистых и прочих примесей, а также химический состав зол и золошлаковых смесей, особенно по SiO_2 и

по суммарному количеству (CaOсв. + Mg); процентное содержание последних не должно быть более 10% в зольной фракции и 1% - для шлаковой фракции.

В основе классификации зол ТЭС по химическому составу лежит разделение по количественному содержанию различных оксидов: SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO, MgO. По этим признакам золы разделяются на два класса: I - смеси, способные при затворении водой твердеть и образовывать камневидное тело; II - затвердевающие только при смешивании с известью или другим минеральным вяжущим и водой. Для первого класса характерна гидравлическая активность и способность к самостоятельному твердению, для второго - только лишь пуццолановые свойства, т.е. активность проявляется в присутствии вяжущего. Качественной оценкой принадлежности зольных отходов к тому или иному классу является значение модуля основности, выражаемого отношением $(\text{Ca}+\text{Mg}) / (\text{SiO}_2+\text{Al}_2\text{O}_3)$. Золой и шлаки с высоким содержанием CaO+MgO используют при производстве минеральных вяжущих веществ, а неактивные - для заполнителей различных бетонов и растворов или в производстве искусственных пористых заполнителей (шлаковая пемза и др.).

Рассматривая фазовый состав зол и шлаков, можно выделить следующие составляющие: стекло, образующееся при резком переохлаждении расплавленных частиц сгоревшего топлива; кристаллическую или не полностью закристаллизованную фазу, получаемую при медленном охлаждении расплава; вещество аморфизованного вида из неорганической части топлива. От количественного соотношения этих основных фаз зависят гидравлические свойства и активность зол и шлаков и, следовательно, возможные пути использования

Таким образом, анализируя возможные направления использования зол и шлаков, можно сделать вывод о достаточно разветвленной вариации их применения, но главными и наиболее значимыми могут быть: известково-зольные вяжущие, отощающие и прочие добавки, заполнители для бетонов и растворов, материалы и изделия на основе шлаковых расплавов. Перечень технологических приемов и операций зависит от вида и качественных показателей сырья, а также от характеристик и требуемых свойств получаемых изделий. Это могут быть и механическая обработка (рассев, дробление, промывка, помол), обжиг совместно с другими компонентами или получение расплавов для производства шлаковой пемзы, ваты, литых и прочих изделий; введение в бетонные смеси и получение тяжелых, легких и пористых бетонов (газосиликат, газошлакобетон, силикатные бетоны и т.п.). Еще большим разнообразием может быть отмечен список объектов, в которых используются золошлаковые материалы и изделия из них: промышленные, гражданские и сельскохозяйственные здания и сооружения, объекты мелиоративного строительства; дамбы, насыпи, дороги, площадки для хранения техники и т.д.

2.10. Теплоизоляционные материалы и изделия

Теплоизоляционными называют неорганические и органические мало-теплопроводные материалы, предназначенные для тепловой изоляции строительных конструкций, а также промышленного оборудования и трубопроводов. Эти материалы используют также для защиты от нагревания (например, для теплоизоляции холодильных камер). Главной особенностью строения теплоизоляционных материалов является высокая пористость, определяющая их основные технические свойства. Теплоизоляционные материалы имеют малую объемную массу и значительно менее прочны, чем конструктивные. Они нуждаются в защите от увлажнения, которое частично или полностью лишает пористые материалы теплоизоляционных свойств.

Классификация теплоизоляционных материалов

Теплоизоляционные материалы и изделия классифицируют по следующим признакам:

- а) по виду основного сырья – на неорганические и органические;
- б) по характеру строения: жесткие (кирпич, плиты, цилиндры, скорлупы, сегменты); гибкие (полужесткие плиты, маты, рулоны, листы и шнуры); рыхлые (волокнистые, зернистые, порошкообразные);
- в) по назначению и области применения: для тепловой изоляции холодных поверхностей в зданиях (стен, кровель) и для изоляции горячих поверхностей (тепловых установок, трубопроводов и др.);
- г) по показателям объемной массы в сухом состоянии (в $\text{кг}/\text{м}^3$) теплоизоляционные материалы делят на марки 15, 25, 35, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 500, 600, 700.

Таким образом, объемная масса теплоизоляционных материалов и изделий в сухом состоянии должна быть не более $700 \text{ кг}/\text{м}^3$, что ограничивает наибольшее значение коэффициента теплопроводности величиной $0,21 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$.

Строение и свойства теплоизоляционных материалов

Теплоизоляционные материалы представляют собой пористые тела, состоящие из «каркаса» и воздуха. Воздух в замкнутом пространстве наименее теплопроводен из всех сред, не считая безвоздушного пространства. Коэффициент теплопроводности сухого воздуха, заключенного в мелких порах, составляет лишь $0,026 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot ^\circ\text{C})$ при температуре 20°C . Поры в теплоизоляционных материалах могут быть замкнутые и открытые (сообщающиеся). В зависимости от вида пор теплоизоляционные материалы могут иметь различное строение: ячеистое (ячеистые бетоны, пеностекло, газонаполненные пластмассы и др.), зернистое (сыпучие материалы), волокнистое (асбест, минеральная вата, растительные волокна и др.), пластинчатое (слода, вспученный вермикулит). Строение материала влияет не только на теплоизоляционные свойства,

но и на прочность, объемную массу и другие физико-механические показатели.

Пористую структуру материала получают различными способами: вспучиванием, введением стойкой пены или газообразующих добавок, применением дробленых пористых материалов и т.д.

Для получения пористой структуры иногда в формовочные массы добавляют в значительном количестве воду, которая удаляется в процессе сушки, оставляя вместо себя поры.

Основные свойства теплоизоляционных материалов: пористость, плотность, теплопроводность, прочность, температуростойкость, огнестойкость, химическая и биологическая стойкость, морозостойкость, водопоглощение и влажность, газо- и паропроницаемость, звукоизолирующая способность. Пористость, объемная масса и теплопроводность – главные свойства, характеризующие качество теплоизоляционных материалов.

Теплоизоляционные материалы имеют пористое строение, поэтому прочность их невелика. Чаще всего предел прочности при сжатии колеблется от 0,2 до 2,5 МПа. Некоторые материалы обладают прочностью выше 5 МПа и их называют теплоизоляционно-конструкционными. Во всех случаях требуется, чтобы прочность теплоизоляционных материалов была достаточной для складирования, транспортирования и использования материалов в теплоизоляционных и строительных конструкциях в зависимости от условий службы изоляции.

Температуростойкость оценивается предельной температурой применения теплоизоляционного материала, которая зависит от вида и состава исходного сырья и способа его обработки. Температуростойкость является важнейшим свойством неорганических материалов применяемых для изоляций нагретых поверхностей оборудования и трубопроводов. Огнестойкость связана со сгораемостью материала, т.е. его способностью воспламениться и гореть, зависящей от состава материала.

К несгораемым относятся все неорганические (минеральные) теплоизоляционные материалы.

Трудносгораемыми являются минераловатные изделия с органическим связующим, фибролит, пробковые изделия, пенопласты кремнийорганические, винилхлоридные и фенолоформальдегидные, бисерный полистирол.

К группе сгораемых относятся почти все органические теплоизоляционные материалы.

Морозостойкость важна для материалов и изделий, используемых в ограждающих конструкциях зданий и холодильников.

Органические теплоизоляционные материалы и изделия

Органические теплоизоляционные материалы вырабатывают из различного растительного сырья и отходов. К органическим теплоизоляционным материалам относят также пористые материалы на основе полимеров. Все орга-

нические материалы предназначены для изоляции холодных или теплых поверхностей.

Древесноволокнистые плиты. В качестве теплоизоляционных материалов применяют мягкие (изоляционные) и полужесткие древесноволокнистые плиты, получаемые путем слабого прессования обезвоженной древесноволокнистой массы, смешанной с полимерами, антисептиками и антипиренами. Толщина плит от 5 до 25 мм; объемная масса – 150-250 кг/м³; предел прочности при изгибе – не менее 1,2 МПа; водопоглощение – не более 30 %; теплопроводность – не более 0,07 Вт/(м·°С). Выпускаются также изоляционно-отделочные твердые древесноволокнистые плиты с окрашенной лицевой поверхностью.

К утепляемым поверхностям древесноволокнистые плиты крепятся гвоздями, шурупами или приклеиваются битумными мастиками. Пористые древесноволокнистые плиты используют для тепло- и звукоизоляции стен, потолков, полов, перегородок и межэтажных перекрытия жилых зданий, утепления кровель и перекрытий в промышленных и общественных сооружениях, для акустической отделки различных «шумных» помещений.

Древесностружечные плиты подробно описаны в различной технической литературе. Для целей теплоизоляции используют легкие плиты с плотностью 250-400 кг/м³ и полутяжелые с плотностью 400-800 кг/м³. Область применения древесностружечных плит в строительстве примерно та же, что и древесноволокнистых.

Торфяные плиты, скорлупы, сегменты изготовляют из верхнего сфагнового (волокнистого) торфа мокрым или сухим способом с прессованием торфяных волокон и последующей тепловой обработкой. Применяют торфоплиты для утепления стен и перекрытий и в некоторых других случаях.

Фибролит – это плитный материал, изготовляемый путем прессования и отвердевания древесных стружек и неорганического вяжущего вещества. Вяжущим веществом является портландцемент или каустический магнезит. Для получения фибролитовых плит высокого качества применяют специально приготовленную древесную стружку (древесную шерсть) длиной не менее 40 см. По объемной массе плиты делят на четыре марки – 300, 350, 400 и 500. Предел прочности при изгибе плит должен быть соответственно маркам не менее 0,4-1,2 МПа, коэффициент теплопроводности 0,096-0,197 Вт/(м·°С), Фибролит хорошо поддается механической обработке и гвоздится, он не горит открытым пламенем, но тлеет. Теплоизоляционный фибролит применяют для утепления стен и покрытий; конструктивно-теплоизоляционный – для устройства перегородок, каркасных стен и перекрытий в сухих условиях.

Теплоизоляционные материалы на основе полимеров

Сотопласты изготовляют путем склеивания гофрированных листов бумаги, стеклянной или хлопчатобумажной ткани, пропитанных полимером. Они служат эффективным утеплителем в трехслойных панелях, а также в корабле-

строении. Теплоизоляционные свойства сотопластов улучшаются при заполнении ячеек крошкой из мипоры.

Ячеистые (газонаполненные) пластмассы подразделяют, в зависимости от характера пор, на пенопласты и поропласты. Пенопласты имеют преимущественно закрытые мелкие поры в виде ячеек, разделенных тонкими перегородками. К поропластам относят ячеистые пластмассы с крупными сообщающимися порами или со смешанной структурой пор. Для теплоизоляции лучше применять пенопласты, а поропласты целесообразно применять как звукопоглощающий материал.

В ячеистых пластмассах поры занимают 90-98 % объема материала и поэтому они малотеплопроводны. Плотность газонаполненных пластмасс находится в пределах: 10-20 кг/м³ – мипора – вспененный мочевиноформальдегидный полимер без наполнителей; 30-200 кг/м³ – пенополистирол и пенополиуретан; 200-400 кг/м³ – пенополисилоксан. Предел прочности при сжатии колеблется, соответственно, в пределах 0,02-3,5 МПа; коэффициент теплопроводности – 0,03-0,06 Вт/(м.°С); водопоглощение – 1-18 %. Исключение составляет мипора, имеющая открытую пористость и потому водопоглощение до 80 %. Температура применения ячеистых пластмасс из термопластичных смол до +60°С, из терморезистивных – до +150°С.

Ячеистые пластмассы в виде плит и скорлуп применяют для утепления стен, перекрытий и покрытий, а также для теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов при температурах от -40 до +100°С.

Неорганические теплоизоляционные материалы

Это наиболее многочисленная группа материалов и изделий, применяемых для изоляции горячих и холодных поверхностей.

Теплоизоляционные материалы из минеральной ваты

Теплоизоляционный материал, состоящий из искусственных стекловидных волокон, получаемых распылением расплавов горных пород или металлургических шлаков, называют минеральной ватой. Вату, полученную из шлаков, называют шлаковой ватой, из отходов (боя) стекла или чистого кварцевого сырья – стеклянной ватой. Горные породы, служащие сырьем для минеральной ваты: мергели, сланцы и смеси известняков и доломитов с глинистыми и кремнеземистыми породами. Минеральное волокно изготовляют дутьевым способом (распылением расплава массы струей пара или воздуха под давлением) или центробежным способом (распылением струи жидкого расплава быстровращающимся диском центрифуги). Длина волокон минеральной ваты в зависимости от способа производства 2-60 мм и более, диаметр менее 8 мкм. В зависимости от плотности минеральную вату разделяют на три марки – 75, 100 и 125. Вследствие высокой пористости ваты, содержащей до 95 % объема воздушных пустот, она имеет высокие теплоизоляционные свойства: коэффициент теплопроводности при 25°С находится в пределах 0,042-0,047 Вт/(м.°С).

Минеральная вата не горит, не гниет, ее не портят грызуны, она малоигроскопична, морозостойка.

Минеральный войлок (маты) и полужесткие изделия, изготавливают в виде рулонов и листов (плит) из минеральной ваты, пропитанной битумной или полимерной эмульсией и уплотненной под удельной нагрузкой (валками) около 0,2 МПа. Объемная масса 150-300 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,045-0,055 Вт/(м.°С).

Минераловатные жесткие изделия получают смешиванием минеральной ваты с битумной эмульсией или полимерным связующим с последующим формованием, прессованием и сушкой. Применение синтетических смол позволяет получить изделия с меньшей объемной массой (100-250 кг/м³) и меньшей теплопроводности (0,058-0,064 Вт/(м.°С)), чем у изделий на битумном связующем (соответственно – 250-400 и 0,064-0,080). Минеральную вату и изделия из нее применяют для утепления покрытий и стен жилых и промышленных зданий, холодильников, поверхностей промышленного оборудования при температуре изолируемой поверхности от -100 до +70 (на битумном связующем), +400°С (на полимерной связующем). Выпускают также стекловолокно, из которого получают многослойные прошивные или склеенные полимерами маты, полосы и полужесткие плиты, а также штапельное полотно и различные текстильные материалы для целей тепло- и звукоизоляции. Плотность стекловолоконистых теплоизоляционных материалов обычно находится в пределах 75-150 кг/м³, коэффициент теплопроводности – от 0,04-0,07 Вт/(м.°С).

Ячеистое стекло (пеностекло)

Плиты и блоки из пеностекла получают путем спекания порошка стекольного боя или некоторых горных пород вулканического происхождения (трахиты, сиениты, нефелины, обсидианы и др.) с газообразователями, например, с известняком или углем, антрацитом. Пористость различных видов ячеистого стекла составляет 80-95 %; объемная масса 100-300 кг/м³, коэффициент теплопроводности 0,058-0,128 Вт/(м.°С); предел прочности при сжатии 2-6 МПа; температуростойкость (до начала размягчения) для обычного пеностекла в пределах 300-400°С, а для бесщелочного – 800-1000°С; водопоглощение ничтожно мало, а водостойкость очень высока; изделия из пеностекла обладают высокой морозостойкостью, хорошо поддаются механической обработке.

Основные изделия из ячеистого стекла – блоки и плиты – получают в огнеупорных формах и применяют для теплоизоляции стен, перекрытий, полов и кровель зданий, холодильников, а также для изоляции тепловых установок, тепловых сетей при бесканальной прокладке и т.д.

Материалы на основе асбеста

Асбестовые материалы предназначены для теплоизоляционной защиты горячих поверхностей котлов, автоклавов, трубопроводов и т.д. Асбестовая бумага – листовая или рулонный материал, изготовленный из асбестового во-

локна с небольшим количеством склеивающих веществ (крахмал, козеин) на листоформовочных машинах. Листовую асбестовую бумагу выпускают размером 1,00×0,95 м и толщиной 0,5-1,5 мм. Плотность асбестовой бумаги 650-1200 кг/м³; коэффициент теплопроводности при 0°С колеблется в пределах 0,128-0,174 Вт/(м.°С). Предельная температура применения асбестовой бумаги 500°С. Для получения гофрированной бумаги гладкую асбестовую бумагу пропускают между двумя обогреваемыми рифлеными барабанами.

Асбестовый картон изготавливают из асбестовой бумаги или асбестового волокна, смешанного с наполнителем (каолином) и крахмалом. Ячеистый асбестовый картон состоит из чередующихся слоев гладкой и гофрированной бумаги, склеенных между собой жидким стеклом или клеем. Несколько слоев асбестовой бумаги, склеенных между собой, называются асбестовым войлоком. Толщина его от 5 до 50 мм.

Изготавливают также асбестовый шнур толщиной от 3 до 25 мм из нескольких скрученных нитей с оплетением или без оплетения, который применяют его для теплоизоляции трубопроводов и промышленного оборудования при температурах до 500°С. Асбестодиатомовые теплоизоляционные материалы представляют собой порошки, состоящие из смеси асбеста (15 %), молотого диатомита или трепела (85 %) (прежнее название – асбозурит), иногда с добавками других веществ, например, слюдяных чешуек (асбослюда), отходов асбестоцементных заводов (асботермит). Применяют эти материалы для мастичной изоляции теплового оборудования и трубопроводов при температурах поверхности до +300-400°С.

Асбестоцементные теплоизоляционные изделия изготавливают в виде плит и скорлуп путем формования и последующей сушки смесей, состоящих из асбеста и порландцемента. Плотность плит 300-500 кг/м³, теплопроводность 0,087-0,104 Вт/(м.°С), предел прочности при изгибе 0,3-0,5 МПа. Асбестоцементные изделия водостойки и биостойки. Применяют их для теплоизоляции горячих поверхностей (до +450°С) и утепления ограждающих конструкций зданий.

Асбестовермикулитовые теплоизоляционные изделия применяют в виде плит, полуцилиндров (скорлуп) и сегментов для теплоизоляции сооружений, промышленного оборудования и трубопроводов при температуре поверхности до +600°С.

Изделия из вспученных и обожженных горных пород

Эти материалы используют в виде теплоизоляционных засыпок или формованных изделий (плит, скорлуп, сегментов). Их применяют также в качестве легкого заполнителя в теплоизоляционных и конструктивно-теплоизоляционных бетонах. Вспученный вермикулит представляет собой сыпучий зернистый материал чешуйчатого строения золотистого цвета, получаемый в результате обжига природной гидратированной слюды (вермикулита). При нагревании до температуры 800-1000°С вермикулитовые зерна увели-

чиваются в объеме в 15-40 раз за счет быстрого превращения межслойной воды в пар, который давит перпендикулярно плоскости спайности слоев.

По плотности вермикулит подразделяют на марки: 100, 150 и 200; коэффициент теплопроводности при 25°C равен 0,064-0,076 Вт/(м.°С). Применяют вермикулит в качестве теплоизоляционной засыпки при температурах изолируемой поверхности до +1100°C, а также в качестве заполнителя для легких бетонов и для приготовления отделочных, огнезащитных, теплоизоляционных и звукопоглощающих растворов, плит, скорлуп, сегментов на основе различных связующих.

Вспученный перлит представляет собой пористые материалы в виде щебня и песка, получаемые при термической обработке дробленых водосодержащих вулканических стекол (перлита, обсидиана, витрофира и др.). Перлит вспучивается при нагревании до температуры 900-1200°C в шахтных или вращающихся печах в результате быстрого удаления паров кристаллизационной воды. Вспученный перлит имеет зерна белого или серого цвета с пористостью до 90%. Насыпная плотность перлитового песка составляет 100-500, а щебня – 300-600 кг/м³; коэффициент теплопроводности нормируется только для перлитового песка – 0,052-0,070 Вт/(м.°С); коэффициент вспучивания (увеличения объема природного сырья) колеблется в пределах 5-15. Перлит применяют для высокотемпературной изоляции (засыпок) до 800°C; для теплоизоляционных, огнезащитных и акустических штукатурных растворов; как мелкий и крупный заполнитель в теплоизоляционных и конструктивно-теплоизоляционных легких бетонах.

На основе перлита и различных связующих веществ изготовляют различные теплоизоляционные изделия с добавкой или без добавки асбеста. Чаще всего применяют плиты, кирпич, полуцилиндры (скорлупы) и сегменты битумоперлитовые, цементноперлитовые и перлитокерамические с объемной массой 250-400 кг/м³. Такие изделия применяют для теплоизоляции строительных конструкций, промышленного оборудования и трубопроводов при температуре изолируемых поверхностей от -60 до +50°C (битумные) и до 600°C (цементные).

Многие территории богаты месторождениями вулканических стекол различной степени вспучиваемости (Кавказ, Алтай, Приморье, Камчатка и др.). Однако производство и применение вспученного перлита пока налажено в небольшом объеме. К вспученным рыхлым теплоизоляционным материалам относят также керамзит, шлаковую пемзу (термозит) и аглопорит, которые применяют для изоляции перекрытий и покрытий промышленных и общественных зданий, а также для теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов при температурах до 900°C. К теплоизоляционным изделиям, полученным методом обжига, относятся диатомитовые, трепельные и некоторые керамические изделия с выгорающими или порообразующими добавками. Принцип их производства заключается в обжиге отформованных плит, блоков,

скорлуп, сегментов до частичного спекания массы при температурах 900-1100°C. Для специальной высокотемпературной (выше 1000°C) изоляции котлов, печей, топок и т.д. выпускают керамические огнеупорные пено- и газолегковесы, получаемые на основе смеси огнеупорной глины, шамота и пеногазообразователей с последующей сушкой и обжигом.

Теплоизоляционные материалы из ячеистых бетонов

По методу производства изделия из ячеистого бетона могут быть автоклавного и безавтоклавного твердения. Наиболее часто выпускаются плиты из ячеистого бетона с плотностью 400 и 500 кг/м³, пределом прочности при сжатии, соответственно, не менее 0,8 и 1,2 МПа и теплопроводностью при 25°C не более 0,11-0,128 Вт/(м·°C). Размеры плит – 1,00×0,50 м при толщине 0,08-0,20 м. Теплоизоляционные плиты, мелкие блоки и камни из ячеистых бетонов применяют для теплоизоляции строительных конструкций и промышленного оборудования при температуре изолируемых поверхностей до +400°C. В конструкциях, которые при эксплуатации подвергаются увлажнению, эти изделия необходимо защищать от воздействия влаги гидроизоляцией. К отдельной группе теплоизоляционных материалов следует отнести легкие поризованные бетоны с объемной массой до 800 кг/м³, изготовленные на пористых природных или искусственных заполнителях: пемзе, вулканическом туфе и шлаке, керамзите, алгопорите и т.д.

Акустические материалы

Акустические материалы в зависимости от назначения подразделяют на звукопоглощающие и звукоизоляционные. Звукопоглощающие материалы служат для поглощения падающего на них звука, т.е. главным образом для борьбы с воздушным шумом. Среди звукопоглощающих материалов принято выделять декоративно-акустические, необходимые для создания акустического комфорта, и одновременной отделки помещений. К акустическим относятся самые разнообразные пористые материалы и изделия. Звукопоглощающие и звукоизоляционные материалы применяются в ограждающих конструкциях зданий и сооружений (стены, потолки, перекрытия в перегородки), для акустической отделки зрительных залов, радио- и телестудий, шумных промышленных и служебных помещений, а также для звукоизоляции некоторых видов оборудования. Эластичные материалы применяют в свободном или сжатом состоянии; плитные материалы приклеивают на мастики, на специальных каркасах («на отnose») или подвешивают в плоскости потолка, а рыхлые материалы применяются в виде засыпок.

2.11. Кровельные и гидроизоляционные материалы

К этим видам материалов предъявляются следующие требования: полная водонепроницаемость, огнестойкость, морозостойкость, стойкость против атмосферных воздействий, а также достаточная механическая прочность при небольшой плотности. Листовые кровельные материалы изготовляют в

виде волнистых и плоских листов из металла, асбестоцемента, керамики, стеклопластика и других материалов. Применяют также кровельные утеплённые панели из трех листов стеклопластика – два наружных гладкого профиля и внутренний - волнистого профиля. Эти панели укладывают по прогонам или стропилам крыши, а швы между ними заполняют гидроизоляционным материалом. Кровля из стеклопластиков легка, красива и прозрачна, пропускает много естественного света, равномерно его рассеивая. Недостатком этих материалов является их возгораемость при непосредственном воздействии огня.

Наибольшее применение получили рулонные и пленочные кровельные и гидроизоляционные материалы, из которых следует отметить рубероид, пергамин, толь кровельный и гидроизоляционный, основой которых является картон. Разновидностью этих кровельных материалов являются стеклорубероид, гидроизол, металлоизол, бризол, фольгоизол, толь-кожа и другие рулонные и штучные материалы. Кроме того, в строительной практике используются следующие материалы.

Изол – бесосновный гидроизоляционный и кровельный материал, изготовленный на основе резинобитумного вяжущего и различных наполнителей.

Рулонный изол и кровельные плитки из него вырабатываются из резинобитумного вяжущего асбеста, пластификатора и антисептика.

Мастика из изола обладает высокими клеящими способностями к металлу, стеклу, керамике, бетону. Основное назначение мастики – гидроизоляция.

Гидроизоляционные пленочные материалы изготавливают из полиэтилена, поливинилхлорида, синтетического каучука и других полимеров. Эти пленки не пропускают влагу и пары воды, поэтому пригодны для гидро- и пароизоляции.

Кровельные керамические изделия изготавливают в виде черепицы разнообразной по форме и размерам. В строительстве применяют черепицу четырех видов: штампованную, пазовую, плоскую ленточную и коньковую. Глиняная черепица является относительно недорогой, отличается долговечностью, водонепроницаемостью, огнестойкостью, она не нуждается в периодической окраске и имеет хорошие декоративные качества. Недостатки – значительная масса черепичной кровли (до 65 кг/м²) и высокие уклоны (не менее 30°), вызывающие необходимость устройства громоздких стропильных (поддерживающих) конструкций.

Эффективным направлением при устройстве кровли является мембранная технология, основанная на использовании больших свариваемых полотнищ из поливинилхлорида. Такая кровля, обладает повышенной растяжимостью (до 600%) и значительным сроком службы – более 50 лет и т.д.

Герметизирующие материалы. К этим видам материалов на основе полимеров относят эластичные полосы пленок, прокладки (жгуты), мастики и

насты. Они служат для заполнения стыков панелей, гидроизоляции стыков подземных сооружений и других конструкций.

2.12. Стекланные и плавленые материалы и изделия

Минеральные расплавы в зависимости от вида и исходного сырья можно разделить на следующие группы - стекланные, каменные, шлаковые, ситаллы и шлакоситаллы.

Стекло представляет собой при нормальной температуре твердое хрупкое вещество аморфной однородной структуры, являющееся в основном сплавом щелочных и щелочно-земельных силикатов. По оптическим свойствам различают прозрачное, окрашенное, бесцветное и рассеивающее свет стекло.

Физико-механические свойства стекла характеризуются следующими показателями- твердость 5-7, предел прочности при сжатии 600-1200 МПа, при изгибе не менее 45 МПа и при растяжении 30-80 МПа (300-800 кг/см²), объемная масса и плотность 2450-2550 кг/м³. Стекло очень плохо сопротивляется удару. Стекло непроницаемо для воды и воздуха, обладает плохой электропроводностью, атмосферостойкостью. При воздействии щелочей вследствие выщелачивания оксида кремния стекло мутнее и снижает прочность. Водные растворы кислот, кроме фтористоводородной (плавиковой), на стекло практически не действуют.

Вследствие малой величины теплопроводности и значительного коэффициента термического расширения, стекло имеет низкую термостойкость - при нагревании и охлаждении в нем возникают большие напряжения, вызывающие растрескивание изделий. Указанные отрицательные свойства характерны не для всех видов стекла. Промышленностью выпускаются специальные виды стекла - небьющиеся, термостойкие, армированные и др.

Сырьем для получения стекла являются кварцевые пески или кварцевые песчаники, кальцинированная сода или сульфат натрия, поташ, известняк, доломит и некоторые другие вещества. Для придания стеклу необходимого цвета в шихты добавляют перекись марганца, оксиды кобальта, хрома и другие красящие вещества.

Производство стекла включает следующие технологические операции- подготовку сырьевых материалов (обогащение, сушку, измельчение), приготовление шихты (смешивание компонентов, иногда брикетирование), варку стекла, формование стекла и изделий и, при необходимости, дополнительную термическую обработку. Варка стекла производится при температуре 1100-1200 °С и выше в специальных печах (ванных) непрерывного или периодического действия (горшковых печах).

Формирование стекла производят лодочным или безлодочным способом путем горизонтального или вертикального вытягивания ленты между валка-

ми специальных машин. Затем стекло медленно охлаждается и проходит (если необходимо) термическую обработку (обжиг или закаливание) для упрочнения или уменьшения хрупкости стекла. Стекланные изделия строительного назначения можно получать также способом литья и прокатки, а бытового и другие виды изделий - методом выдувания.

Ниже, перечислены все виды стекла, применяемого в строительстве.

1. Листовое оконное стекло выпускается толщиной 2-6 мм, различной длины и ширины; светопропускаемость оконного стекла должна быть не менее 85%.

2. Узорчатое стекло – разновидность листового стекла, одна сторона этого стекла гладкая, а другая тисненая с различными узорами.

3. Матовое стекло, как и узорчатое, не пропускает прямых лучей света (непрозрачно). Матовое и узорчатое стекла применяются в качестве декоративного и светозащитного стекла.

4. Армированное листовое стекло выпускается методом проката, при этом внутрь стекла закатывается металлическая сетка с ячейками 20-40мм. Оно может быть с гладкой или узорчатой поверхностью, бесцветное или цветное.

5. Витринное полированное и не полированное стекло изготовляют способом вертикального вытягивания с длиной и шириной листов до 2,95 м и толщиной 6,5 – 10,0 мм.

6. Солнцезащитное и теплозащитное стекло получают на машинах вертикального вытягивания с аэрозольной обработкой поверхности его растворами.

7. Увioletовое стекло – разновидность листового стекла, не пропускающего ультрафиолетовые лучи солнца.

8. Цветное стекло выпускается обычно мелкогазмерными листами разного цвета для архитектурно-декоративного оформления зданий и сооружений.

9. Стекло с оксидометаллическими пленками, нанесенными на поверхность ленты стекла при помощи пульверизатора в процессе его вытягивания. В зависимости от применяемой пленки можно получать стекло с различными свойствами и цветом (теплопоглощающие, теплоотражающие, токопроводящие и др.).

10. Закаленное стекло («сталинит») получают путем вторичной термической обработки охлажденной ленты стекла и одного слоя (между стеклами) полимерной пленки. Такое стекло в результате сильного удара дает трещины, но не разлетается, не дает осколков, что особенно важно для переднего транспортного остекления.

Все указанные виды стекла применяются в зависимости от требований, предъявляемых к различным помещениям и ограждающим поверхностям. На основе стекла выпускаются также следующие изделия.

1. Профилированное строительное стекло (стеклопрофилит) получают путем гнутья или прокатки ленты из бесцветного или окрашенного стекла, в виде швеллерного или коробчатого сечения. Эти изделия должны обладать высокой прочностью при изгибе - не менее 100 МПа. Ограждения из стеклопрофилита дает мягкий рассеивающий свет, имеет хорошие акустические свойства (звукоизоляцию) и применяются для устройства светопрозрачных и самонесущих стен и перегородок промышленных, гражданских и сельскохозяйственных зданий. Стеклопрофилит можно применять в виде крупноразмерных панелей в сочетании с металлическими, бетонными, кирпичными или деревянными элементами зданий с прокладками различных герметиков (губчатой резины, мастик и др.).

2. Стекланные блоки (стеклоблоки) – это изделия, состоящие из двух прессованных полых (пустотелых) полублоков, сваренных по периметру. Поверхность блоков может иметь разнообразную фактуру, а полая внутренность заполнена разряженным воздухом, что обеспечивает их уменьшенную теплопроводность, которая составляет в среднем 0,4 Вт/(м.°С) и высокие звукоизоляционные свойства. Выпускают стекланные блоки прямоугольными, квадратными и угловыми с максимальным размером стороны 294мм. Светопропускаемость бесцветных блоков составляет 50-56%, а цветных – 35-40%. Стеклоблоки применяют для заполнения световых проемов и устройств наружных и внутренних ограждений во всех видах зданий и сооружений.

3. Стеклопакеты – это два или несколько листов оконного, витринного, армированного или другого стекла герметично соединенного между собой по периметру и имеющего полости между стеклами, заполненные воздухом. При остеклении световых проемов стеклопакетами упрощается конструкция (например, окон), увеличивается световая площадь и снижаются теплопотери. Применяются для остекления промышленных и общественных зданий.

4. Коврово-мозаичная стеклнная плитка выпускается с глянцевой или матовой поверхностью различных расцветок, наклеенная на плотную бумагу в виде ковриков. Размер плиток от 15*15 до 25*25мм, толщиной 3-5 мм. Применяется для наружной облицовки стеновых панелей и внутренней отделки помещений.

5. Стекланные трубы широко применяются в химической, пищевой и других отраслях промышленности, в теплогазоснабжении и в качестве декоративно-конструктивного материала внутри зданий. Стекланные трубы выдерживают давление 0,2-0,7 МПа и эксплуатируются при температуре до 80°С.

6. Пеностекло - высококачественный теплоизоляционный материал, который имеет целый ряд преимуществ по сравнению с другими видами теплоизолирующих материалов и изделий.

2.13. Материалы и изделия на основе пластических масс

Пластическими массами называют большую группу материалов, основой которых являются природные или искусственные высокомолекулярные соединения - вещества с молекулами, состоящие из сотен или тысяч атомов, соединенных между собой валентными связями. Одной из особенностей пластических масс является их способность в процессе переработки легко переходить в пластическое состояние и под действием внешних сил принимать заданную форму, устойчиво сохраняя её и образуя законченные изделия, не требующие дополнительной обработки или отделки.

Пластические массы готовят из связующего вещества (обязательный компонент), наполнителя и добавок, регулирующих свойства: пластификаторов, отвердителей, стабилизаторов, наполнителей и др. В качестве связующих веществ применяются синтетические смолы или производные целлюлозы. Источником сырья для получения синтетических смол служит попутный газ, сопровождающий выход нефти, природный газ, газообразные продукты нефтепереработки и каменноугольный деготь, получаемый при коксовании угля. Кроме того, для производства смол используют азот и кислород воздуха, известняк, воду и некоторые другие вещества, широко распространенные в природе.

Примерами синтетических смол, полученных синтезом указанных веществ (полимеризацией и поликонденсацией) являются; фенольно-формальдегидные, карбамидные (мочевиноформальдегидные), поливинилхлоридные, полиэтиленовые, полистирольные, полиэфирные, эпоксидные и другие смолы. Производные целлюлозы получают на основе целлюлозы, которую в свою очередь, получают из короткого волокна хлопка или из древесины. Сама целлюлоза не обладает свойством переходить в пластическое состояние при нагревании, но при взаимодействии с кислотами образует эфиры, на основе которых получают нитроцеллюлозу.

Синтетические смолы и производные целлюлозы являются полимерными соединениями. Название «полимера» происходит от греческого слова «поли» - много и «мерос» - доля, часть. Полимер - это вещество, в котором каждая молекула представляет собой цепь из сотен или тысяч атомов, последовательно соединенных одинаковых групп атомов, например $\dots - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \text{CH}_2 - \dots$. По строению различают высокомолекулярные соединения с линейным и трехмерным строением молекул. Молекулы с длинной цепью одинаковых групп атомов отличаются гибкостью и эластичностью. В зависимости от типа межмолекулярных связей различают два вида синтетических смол: термопластичные и термореактивные.

Термопластичные смолы могут неограниченное количество раз попеременно размягчаться при нагревании (за счет ослабления межмолекулярных связей) и отвердевать при охлаждении. Эти смолы также легко разбухают и растворяются в различных органических соединениях и по этим свойствам

напоминают битумные материалы. К термопластичным связующим относят преимущественно вещества, полученные методом полимеризации: полиэтилен, полипропилен, полистирол, поливинилхлорид и др., а также эфиры целлюлозы.

К терморезистивным относятся такие вещества, которые будучи отформованы в процессе их образования, в дальнейшем, после отверждения, уже не способны значительно размягчаться при повышенных температурах. К числу таких смол, устойчивых к температурным воздействиям и нагреванию, относятся полиэфирные, эпоксидные, фенолформальдегидные, кремнийорганические, фторсодержащие и др. полимеры.

Регулирующие добавки – пластификаторы, стабилизаторы, красители и др. вводят в состав пластмасс до их формования. Для получения пористых пластмасс в полимеры вводят добавки – порообразователи. В качестве наполнителей в пластмассах применяют порошкообразные, волокнистые, листовые и тканые вещества и изделия. Наполнители уменьшают расход полимерных связующих, удешевляют стоимость изделий, уменьшают усадку пластмасс, повышают теплостойкость, увеличивает долговечность и играют роль арматуры, повышая сопротивление материала растяжению и изгибу, а также улучшая внешний вид пластмасс. Количественное соотношение между связующим веществом и наполнителем в пластмассах колеблется в широких пределах. В зависимости от вида наполнителей образованы названия изделия из пластмасс: стеклопластик, асботекстолит и др.

Основные свойства пластических масс

Все пластические массы, в зависимости от физико-механических свойств, разделяются на жесткие, полужесткие, мягкие и эластичные. Физико-механические свойства пластмасс:

- а) малая плотность; она колеблется от 15 до 2500 кг/м³;
- б) высокая прочность: при сжатии – от 20 до 420 МПа; при растяжении – 10-950 МПа; при изгибе – 10-150 МПа;
- в) высокий коэффициент конструктивного качества (отношение прочности материала к его плотности) – у стекловолокнистых пластмасс он равен 2,2, у древесных пластиков 2,5. Для сравнения: у кирпича 0,02, у бетона 0,06-0,08, у стали 0,5-0,6.

Пластические массы имеют низкую теплопроводность: у плотных -0,23-0,7 Вт/(м.°С), у наиболее пористых – 0,03 Вт/(м.°С); высокую химическую стойкость; малую истираемость, высокие электроизоляционные свойства, и другие положительные свойства. Пластмассы легко обрабатываются, склеиваются с другими материалами, свариваются. Отрицательными свойствами пластических масс являются: малая теплостойкость большинства пластических масс (70-200°С); высокий коэффициент температурного расширения (в 2,5-10 раз выше, чем у стали); повышенная ползучесть; относительно вязкая твердость поверхности некоторых пластмасс (например, целлюлозных); воз-

горяесть большинства пластических масс (полиэтиленовых, полистирольных и др.); токсичность в старение некоторых видов пластмасс – растрескивание, помутнение, снижение прочности и др.

Пластические массы изготовляют методом литья под давлением (инъекция), непрерывными профильными выдавливанием (экструзия), переработкой на вальцах с последующим каландрированием (формовка в рулонные материалы на специальных машинах – каландрах), прессованием изделий их порошковых смесей, намазыванием на ту или иную основу, свариванием и др.

Материалы для полов

Для настилки полов применяют рулонные и плиточные полимерные материалы, а также устраивают монолитные (бесшовные) покрытия. Материалы для полов должны обладать достаточной прочностью на истирание и ударные воздействия, иметь малое водопоглощение и не набухать, не содержать токсичных примесей и иметь прочную, красивую окраску.

Рулонные и плиточные материалы для полов могут быть основные, т.е. иметь основу (тканевую, картонную, пленочную и теплозвукоизоляционную, причем последняя может быть волокнистой, пористой и пробковой) и бесосновные – многослойные и однослойные. Все рулонные материалы относят к гибким материалам.

Плиточные изделия разделяют на жесткие, образующие трещины при изгибе плитки и полужесткие, не образующие трещин при изгибе вокруг стержня диаметром 100 мм. Плиточные материалы могут иметь квадратную, прямоугольную или фигурную форму. По фактуре лицевой поверхности материалы для полов подразделяют на: гладкие, рифленые, тисненые и ворсовые.

1. Рулонные, материалы. В настоящее время применяют следующие виды линолеумов на основе синтетических полимеров; поливинилхлоридный на тканевой, войлочной, пористой основе и бесосновный; алкидный (глифталевый) на тканевой основе; коллоксилиновый или нитроцеллюлозный бесосновный однослойный; резиновый многослойный (релин) и некоторые другие. Лучшими по качеству являются релин и основной поливинилхлоридный линолеум. Они обладают высокими тепло- и звукоизоляционными свойствами. Выпускаются линолеумы рулонами длиной 12-30 м, шириной 1,40-3,00 м. Толщина линолеума бесосновного 1,5-4,0 мм, основного – до 6-8 мм. Настилают линолеум на сухое основание пола (деревянное, древесноволокнистое или бетонное) путем наклейки акриловыми клеями, ПВА дисперсией, козенно-цементной, битумной, кумароновой или резино-битумной мастиками. Теплозвукоизоляционные линолеумы на войлочной или полимерной основе обычно укладывают без мастик, насухо.

2. Ковровые ворсовые покрытия для полов вырабатываются из синтетических волокон и выпускаются следующих типов (по способу производства):

тканые, трикотажные, иглопробивные (войлочные), ворсово-прошивные (тафтинговые), клеевые, флокированные, ворсовые из расплава полимеров (теплозвукоизоляционные). Ковровые покрытия выпускаются в виде рулонов различной длины, шириной до 5 м и толщиной до 6-6,5 мм. Лицевая сторона ковровых покрытий бывает цветной, узорчатой или с печатными тисненными рисунками. Ворсовые покрытия высоко гигиеничны (легко пылесосятся), имеют прекрасные декоративные качества, обладают тепло- и звукоизоляционными свойствами, долговечны, почти всегда не имеют швов. Применяются ковровые ворсовые покрытия для полов в жилых и общественных (служебных) помещениях, в вестибюлях, гостиницах, в зрелищных помещениях и т.д. Ковровые покрытия укладывают без приклейки.

3. Плиточные материалы для полов изготавливают на основе синтетических полимеров, наполнителей, пигментов и пластификаторов; широкого ассортимента, различные по форме, цвету и фактуре (гладкие и рифленые). Наиболее распространены поливинилхлоридные, кумароновые, фенолитовые, асбесто-смоляные и резиновые плитки. Варьируя сочетания плиток различных по цвету, можно получать красивые и разнообразные по цвету и рисунку покрытия полов. Приклеивают плитки различными клеями и мастиками, применяемыми для наклейки рулонных материалов. Покрытия полов из полимерных плиток применяют в жилых, общественных в промышленных зданиях. Резиновые плитки особенно целесообразны для устройства полов в общественных зданиях; они прочны, влагоустойчивы, эластичны и бесшумны.

Крупноразмерные древесноволокнистые и древесностружечные плиты используют при устройстве полов из линолеумов для улучшения теплотехнических свойств этих полов. Древесноволокнистыми плитами называют листовые материалы, получаемые путем горячего прессования волокнистой массы, состоящей из органических волокнистых наполнителей и синтетических полимеров. Для устройства полов применяют твердые и сверхтвердые плиты длиной 1,20-5,40 м, шириной 1,20-1,80 м и толщиной 3-6 мм. Эти плиты имеют объемную массу не более 950 кг/м^3 , водопоглощение за 24 ч не более 15%, предел прочности при изгибе не менее 30-50 МПа.

Твердые древесностружечные плиты имеют не большую объемную массу – до 800 кг/м^3 , высокую плотность и относительно низкую водостойкость. Эти плиты запрещается применять в помещениях с влажным режимом эксплуатации. Настлают плиты на хорошо подготовленные, сухие и гладкие основания путем приклеивания на мастики.

4. Монолитные покрытия полов (бесшовные полы) отличаются высокой прочностью на истирание (превосходят линолеумные и плиточные покрытия), наиболее гигиеничны и удобны в эксплуатации, благодаря отсутствию швов и стыков. Бесшовные полы бывают мастичные и полимерцементные, однослойные и двухслойные различных цветов и окраски. Мастики для по-

лов состоят из поливинилацетатной водной эмульсии, мелкого кварцевого песка, молотого кварцевого песка, минеральных пигментов и воды. Масличные полы характеризуются высокой прочностью, хорошим сцеплением с основанием и долговечностью. Полимерцементные составы обладают высокой стойкостью к истиранию, водонепроницаемостью и хорошими декоративными свойствами. Масличные и полимерцементные составы применяют для устройства бесшовных монолитных полов в общественных и промышленных зданиях, а также в ваннных комнатах, санузлах, лестничных клетках жилых зданий.

Стеновые и конструкционные материалы

К этой группе материалов на основе полимеров относятся стеклопластики, древесностружечные в древесноволокнистые плиты, древеснослоистые пластики, органическое стекло, полимербетоны и бетонополимеры. В качестве стеновых изделий применяются трехслойные панели, у которых защитную и несущую роль выполняют стеклопластики или древесные пластики, а заполнителем между наружным и внутренним слоями служат теплоизоляционные полимерные материалы пористой или ячеистой структуры.

Стеклопластики – это большая группа полимерных материалов, в которых в качестве наполнителя применено стеклянное волокно. Основными видами стеклопластиков являются стеклотекстолит, СВАМ (стекловолокнистый анизотропный материал) и стеклоэфиропласты.

Стеклотекстолит – непрозрачный листовый слоистый материал получаемый горячим прессованием стеклоткани, пропитанной полимерной смолой.

СВАМ – слоистый стеклопластик, получаемый горячим прессованием пакета листов стеклошпона. Стеклошпон представляет собой тонкие полотна однонаправленных стеклянных нитей, склеенных спиртовыми растворами карбамидных, эпоксидных или других смол. СВАМ более прочен, чем другие слоистые полимерные материалы.

Стеклоэфиропласты – прозрачные или полупрозрачные пластики, состоящие из стеклянных матов и коротких разнонаправленных нитей стекловолокна (рубленого), связанных полиэфирной смолой.

Стеклопластики характеризуются высокой механической прочностью ($R_{\text{раст}} = 65-280$ МПа, $R_{\text{ож}} = 75-130$ МПа, $R_{\text{изг}} = 100-200$ МПа), малой объемной массой, низким водопоглощением (1,5-3,5%) и являются эффективными конструктивными материалами. Непрозрачные стеклопластики выпускают в виде цветных листов и используют для изготовления стеновых панелей, при устройстве перекрытий и перегородок. Прозрачные и полупрозрачные стеклопластики применяют в виде плоских или волнистых листов для ограждения лестниц, балконов, для устройства навесов, прозрачных перегородок, прозрачных кровельных покрытий различных зданий и т.д.

Органическое стекло – полиметилметакрилат – прозрачный термопластичный листовой или блочный материал аморфно-стеклообразного строения, как правило, не содержащий наполнителей. В строительстве оргстекло применяют для заполнения оконных переплетов и дверных проемов, в устройствах верхнего света (световых плафонов естественного или искусственного освещения), устройства прозрачных перегородок и т.д.

Древесностружечные плиты – материалы, состоящие из дробленой древесины, станочной или специально приготовленной стружки, склеенной синтетическими смолами в процессе горячего прессования. Исходным сырьем служит дровяной кругляк, отходы лесопильного и фанерного производства (горбыли, рейки, "карандаши"), станочная стружка, костра льна, конопля, камыш с небольшой объемной массой (0,35 - 0,5 г/см³). В качестве связующего применяют карбамидные и фенольные смолы (водные эмульсии смол 50%-ной концентрации) в количестве от 6 до 12 % (в пересчете на сухой продукт) к массе стружки. Для уменьшения водопоглощения плит добавляется 0,5-1,5% парафина и антисептики против гниения. Древесностружечные плиты выпускаются однослойными (сплошные или многопустотные) или трехслойные.

Древеснослоистые пластики представляют собой листовые материалы, получаемые горячим прессованием листов древесного шпона, пропитанного полимером. При толщине пластика до 15 мм его называют тонколистовым, а при большей толщине – толстолстовым. Физико-механические свойства этих пластиков зависят от качества шпона, состава и количества связующего, качества пропитки шпона и др. Древеснослоистые пластики используют для обшивки стен и для изготовления трехслойных стеновых панелей, а также для изготовления мебели.

Полимербетоны характеризуются высокой химической стойкостью к различным агрессивным средам, так как в качестве связующего в них применяют синтетические смолы. В сравнении с бетонами на портландцементе, полимербетоны имеют более высокие показатели механических свойств.

Санитарно-технические изделия и трубы

Пластмассы являются ценными материалами для многих видов изделий, применяемых для санитарно-технического оборудования жилых и общественных зданий. Такими изделиями являются ванны, умывальники, раковины, душевые кабины, вентиляционные и радиаторные решетки, трубы и многие мелкие детали из акрида и других полимеров, а также оборудования ванных комнат, туалетов, кухонь, моющих помещений и т.д. Крупногабаритные изделия изготовляют методом прессования с помощью эластичного пуансона, повторяющего форму изделия. Мелкие изделия и детали формуют литьем под давлением или штампованием. Для изготовления санитарно-технических изделий используют фенолформальдегидные, карбамидные, полистирольные

и другие полимеры с соответствующими наполнителями и пигментами для получения необходимого цвета.

Кровельные и гидроизоляционные материалы

К этим видам материалов на основе полимеров предъявляются требования: полной водонепроницаемости, огнестойкости, морозостойкости, стойкости против атмосферных воздействий, а также достаточной механической прочности при небольшой объемной массе. Листовые кровельные материалы изготавливают в виде волнистых и плоских листов из стеклопластика на основе полиэфирных, полистирольных, а иногда из фенольно-формальдегидных смол, армированных стеклянным волокном.

Применяют также кровельные утепленные панели из трех листов стеклопластика – два наружных гладкого профиля и внутренний волнистого профиля. Эти панели укладывают по прогонам или стропилам крыши, а швы между ними заполняют гидроизоляционным материалом. Кровля из стеклопластиков легка, красива и прозрачна, пропускает много естественного света, равномерно его рассеивая. Недостатком этих материалов является их возгораемость при непосредственном воздействии огня.

Рулонные кровельные и гидроизоляционные материалы

Изол – бесосновный гидроизоляционный и кровельный материал, изготовленный на основе резинобитумного вяжущего и различных наполнителей.

Рулонный изол и кровельные плитки из него вырабатываются из резинобитумного вяжущего, асбеста, пластификатора и антисептика.

Мастика из изола обладает высокими клеящими способностями к металлу, стеклу, керамике, бетону. Основное назначение мастики – гидроизоляция.

Пленочные материалы. Гидроизоляционные пленочные материалы – пленки изготавливают из полиэтилена, поливинилхлорида, синтетического каучука и других полимеров. Эти пленки не пропускают влагу и пары и поэтому пригодны для гидро- и пароизоляции.

Полиэтиленовую и полиамидную пленку выпускают в рулонах методом непрерывной экструзии. Рулоны обертывают плотной бумагой и хранят в сухом помещении. Пленки не гниют, обладают эластичностью и достаточно высокой долговечностью, выдерживают температуры в пределах $-60 +80^{\circ}\text{C}$ (полиамидные – до 120°C) и бывают прозрачными или окрашенными.

Новым направлением эффективного использования полимерных кровельных материалов является мембранная кровля на основе поливинилхлорида с добавками направленного действия. Такая кровля, кроме водо- и морозостойкости, обладает рядом интересных технических характеристик: увеличенная растяжимость (до 600%) в широком интервале температур; способность к пропуску водяных паров из-под кровельного материала; высокая долговечность – более 50 лет и т.д.

Герметизирующие материалы. К этим видам материалов на основе полимеров относят эластичные полосы пленок, прокладки (жгуты), мастики и на-

сты. Они служат для заполнения стыков панелей, гидроизоляции стыков подземных сооружений и других конструкций.

Погонажные изделия и детали оборудования

Погонажные архитектурно-строительные изделия представляют собой цветные длинноразмерные гибкие, эластичные, полужесткие и жесткие элементы разнообразного строительного назначения, изготовленные из полимерных материалов методом экструзии. Выпускаются они различного профиля по сечению и различного цвета: плинтусы, уплотнители, кабель-каналы, поручни для лестничных ограждений, трубы различного диаметра и назначения и т.п. К мелким деталям оборудования, приготовленным из пластических масс относят приборы для окон и дверей, мебельную фурнитуру, оконные жалюзи, туалетные принадлежности для ванных комнат, вешалки и тому подобные изделия.

Синтетические клеи

Клеями называют растворы высокомолекулярных органических веществ, применяемые для соединения конструктивных элементов, выполненных из пластических масс, древесины, стекла, бетона, стали и других материалов. Наиболее часто в строительстве применяют клеи МФ-17, ФР-12, БФ-6, Э.Д.-5, акриловые, тиоколовые, нитроцеллюлозные и другие клеи разнообразного состава и марок.

И ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА ТЕРРИТОРИЯХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ

3.1. Комплекс мероприятий инженерной подготовки территории населенных мест

Немаловажное значение при размещении малоэтажных жилых зданий, размещаемых на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, следует уделять инженерной подготовке территории городов и населенных пунктов - комплексу инженерных мероприятий и сооружений по обеспечению пригодности территории для различных видов градостроительного использования и обеспечению оптимальных санитарно-гигиенических и микроклиматических условий.

Комплекс мероприятий инженерной подготовки территории и параметры сооружений должны устанавливаться в зависимости от инженерно-геологических условий осваиваемой территории с учетом функционального зонирования и планировочной организации населенного места. Сложные инженерно-геологические условия осваиваемой территории в ряде случаев определяют архитектурно-планировочную структуру населенного пункта и направления его территориального расширения. При этом следует учитывать данные о возможности (прогнозом) ухудшения инженерно-геологических условий территории вследствие ее застройки и функционального зонирования города и населенного пункта.

Вопрос освоения под жилую застройку малопригодных в инженерно-строительном отношении территорий с особой остротой встал сегодня в тех районах страны, где возникли конфликтные ситуации в использовании земель, удобных для сельского хозяйства с одной стороны и для развития градостроительства – с другой. Особенно это актуально для территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера. В условиях после ведущегося уплотнения существующей застройки единственным перспективным направлением пространственного развития городов и населенных пунктов остается освоение «неудобных» для строительства территорий. Овраги, карьеры, заболоченные участки и другие земли, требующие производства сложных инженерных работ – земляных, гидротехнических, осушительных и т.п., представляют значительный резерв для дальнейшего роста населенных мест.

Градостроительная гибкость и вариабельность малоэтажных жилых домов, не связанных жестко инсоляционными требованиями, позволяют наиболее эффективно использовать «сложные» земли, воздействия на природный ландшафт без нарушения основных компонентов экологического равновесия.

Сложность необходимого комплекса мероприятий инженерной подготовки территории населенных мест характеризует степень ее пригодности, что

находит отражение на инженерно-геологической карте и схеме планировочных ограничений (в материалах технико-экономических обоснований и генеральных планах населенных мест) и определяет техническую осуществимость и экономическую целесообразность освоения территории.

Основополагающая роль в инженерной подготовке территории играет организация рельефа в увязке с системой водостоков. На вновь осваиваемых под жилую застройку территориях (особенно территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера) должна быть выполнена вертикальная планировка, включающая в себя организацию отвода поверхностных вод. Одним из основных мероприятий инженерной подготовки территорий являются также мероприятия по понижению уровня грунтовых вод и осушение заболоченностей, защита прибрежных территорий от затопления и подтопления.

Мероприятия по понижению уровня грунтовых вод и осушение заболоченностей должны обеспечивать нормальные условия для осуществления строительства, эксплуатации зданий и сооружений, произрастания зеленых насаждений и пр. Следует отметить, что ликвидация зеленых насаждений, без соответствующего научного обоснования, является одной из причин провоцирующих трагедию. При ливневых осадках вода не успевает просачиваться в почву. На равнине в этих случаях образуются лужи, а в горах – вода начинает стекать по склонам. Естественный регулятор стока – лес. Доказано, что наименьший сток наблюдается в зрелом лиственном лесу, в хвойном лесу он вдвое больше, а на вырубках – в 100 раз превышает сток в хвойном лесу. Налицо связь между наводнениями и вырубкой лесов.

Допускаемая минимальная глубина залегания грунтовых вод (норма осушения, м) для конкретного вида использования территории.

Участки застройки:

- здания и сооружения с подвальными помещениями - 0,5-1,2 м от пола подвала;
- здания и сооружения без подвалов - 0,5 м от подошвы фундамента;
- проезжая часть улиц, площадей - 0,5 м и более от подстилающего слоя дорожной одежды;

зеленые насаждения общего пользования:

- древесные насаждения - 1,0-2,5 м;
- газоны - 0,5-1,0 м;
- стадионы - 0,5-1,0 м;
- кладбища - 2,5 м;
- овощехранилища - 4,5 м.

В городах и населенных пунктах, расположенных на берегах рек, морей, водохранилищ и других водоемов, необходимость защиты прибрежных территорий вызывается постоянным или временным затоплением, подтоплени-

ем территорий и переработкой берегов. Способы и мероприятия по защите территорий от затопления следует выбирать с учетом рекомендаций, приведенных в таблице 3.1.

Таблица 3.1. Способы и мероприятия защиты территорий от затопления

Способы защиты территории	Мероприятия	Основные характеристики		Область применения
		достоинства	недостатки	
Обвалование	Устройство дамбы обвалования	Минимальный объем земляных работ	Необходимость перекачки ливневых вод и устройства берегового дренажа. Затруднен непосредственный выход к акватории	Большие площади, подлежащие защите. Защита ранее застроенных территорий
Повышение отметок поверхности территории	Подсыпка или насып	Не требуется перекачка ливневых вод и устройство дренажа	Относительно высокая стоимость при больших площадях защищаемой территории	Наличие близ защищаемой территории карьеров преимущественно песчаных грунтов; малые площади территорий, подлежащих защите
Понижение паводочного расхода	Регулирование стока рек, выправление русел, устройство разгрузочного русла, обводного канала	Отпадает необходимость в выполнении дополнительных мероприятий на территории города	Высокая стоимость работ по устройству специального водохранилища, углублению русел рек, устройству разгрузочных русел	Применяется при использовании существующих или при постройке новых водохранилищ на небольших реках

Выбор мероприятий по понижению уровня грунтовых вод осуществляется в зависимости от геологического строения участка, характеристики водоносного пласта (водопроницаемости и водоотдачи), условий питания и стока грунтовых вод, а также назначения территории и типов защищаемых подземных сооружений. При проектировании дренажных систем следует учитывать влияние на снижение уровня грунтовых вод других мероприятий инженерной подготовки территории: организацию поверхностного стока, усиление дренирующей способности рек и водоемов, повышение отметки

поверхности территории подсыпкой (намывом) грунта и пр., а также дренирующее влияние подземных коммуникаций.

При размещении жилых, промышленных и других районов на прибрежных участках планировочные отметки принимаются не менее чем на 0,5 м выше расчетного горизонта высоких вод (ГВВ) с учетом расчетной волны и ее нагона, а также подпора и уклона водотока.

За ГВВ следует принимать наивысший уровень воды с вероятностью превышения один раз в 100 лет для предприятий крупного народнохозяйственного и оборонного значения, жилых и общественных зданий, один раз в 50 лет для остальных предприятий и капитальной застройки, один раз в 10 лет для зданий и сооружений с коротким сроком эксплуатации (до 10 лет).

Размещение зданий и сооружений на участках с более частым превышением уровня воды, чем было указано выше, допускается только при соответствующем технико-экономическом обосновании и при условии возведения необходимых специальных сооружений по защите их от затопления.

Устройство дамб вдоль берега (обвалование) выполняется с возможно максимальным отступом от берега, особенно это важно на участках подмываемых берегов. В зависимости от наличия на месте грунтов, а также и их фильтрационных свойств дамбы возводят либо однородного профиля из суглинков и песков (в последнем случае усиленного профиля), либо сложного профиля с ядром или суглинков с пригрузкой песками или галечниками.

Защита территории от подтопления может быть осуществлена повышением отметок территории подсыпкой или намывом, а также углублением рек или водоемов.

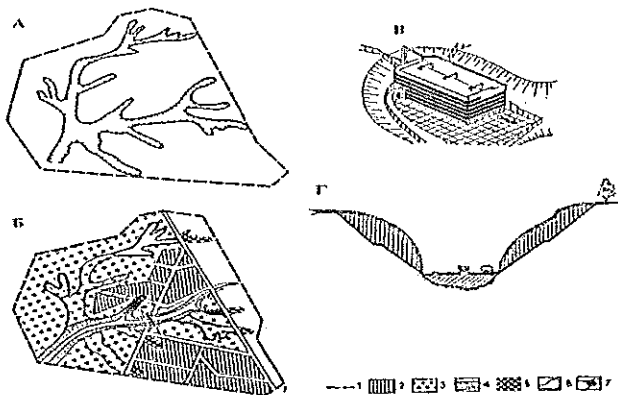
Особая роль должна отводиться берегоукрепительным работам. На берегах с низкими отметками в условиях плотной застройки центральных районов городов следует устраивать набережные, применяя подпорные стенки различных типов. Такие набережные позволяют максимально приблизить линию застройки к линии регулирования реки, обладают высокими архитектурными качествами. На берегах с высокими отметками в случаях, когда нет необходимости в приближении застройки к урезу воды и требуется придать набережной более живописный характер, а также в случаях больших колебаний горизонтов воды в реке сооружаются набережные откосного типа – односторонние и многоярусные.

Защита морских берегов от абразии должна осуществляться с использованием активных мер: создание, расширение или восстановление пляжей в комплексе с пляжеудерживающими сооружениями (буны, волноломы с траверсами) или без них. При затруднениях в создании пляжа предохранение берега от размыва следует обеспечить волноотбойными и волногасящими сооружениями.

Актуальна и борьба с оврагообразованием. На участках городских территорий и сельских населенных пунктов с действующими оврагами и подвер-

женных эрозионным процессам необходимо выполнять комплекс инженерных мероприятий по предотвращению роста оврагов, а также по подготовке овражной территории для застройки, прокладки транспортных магистралей и устройства гаражей, спортивных сооружений, парков, водоемов, зеленых театров и др. (рис. 3.1).

На территориях, подверженной оврагообразованию, должны осуществляться работы, из которых главной является организация поверхностного стока, включающая вертикальную планировку территории, устройство закрытых водостоков, водоотводных кюветов и канав в обход оврага. В качестве основного метода для защиты откосов оврагов от ветровой и водной эрозии применяются устройство на них травянистого покрова, посадка кустарников и деревьев. Эти меры эффективны для оврагов со склонами крутизной не более 30° . На оврагах с крутыми склонами производится улоаживание или террасирование склонов с устройством промежуточных берм.



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

А - схема овражных территорий; Б - схема градостроительного использования овражных территорий; В - размещение производственного здания в овертке оврага; Г - разрез I-I по магистрали через овраг; 1 - граница планировочного района; 2 - жилая застройка; 3 - парк общегородского значения; 4 - магистраль, трассированная по ложу оврага; 5 - участок сплошной засыпки оврага; 6 - участок частичной засыпки оврага; 7 - участок оврага, осваиваемый для размещения зданий

Рис. 3.1. Схема освоения овражных территорий для градостроительного использования

Также следует обратить внимание, что одной из главных задач на территориях, подверженных паводковым ситуациям, является прогноз рисков затопления. Это сложная, комплексная задача, для решения которой требуется большое количество информации и работы многих специалистов.

Основная идея, на базе которой, как правило, реализуется моделирование паводковой ситуации, заключается в построении пересечения поверхно-

сти рельефа с зеркалом поднявшейся воды. Сложность ее реализации связана с характером исходных данных, на которые приходится опираться, а также с выбором методики моделирования поверхности рельефа.

Показательна в этом отношении технология прогнозирования, применяемая в Территориальном центре мониторинга и прогноза ЧС Главном Управлении по делам ГО и ЧС Свердловской области, высотные данные, используемые для моделирования поверхности рельефа, берут с электронной карты масштаба 1:200000, подготовленной ФГУП «Уралгеоинформ». Поверхность рельефа на картах такого масштаба описывается горизонталями сечением 20-40 м. Метеорологические данные представляют собой набор высотных отметок уровня воды, определенных по данным наблюдений на гидропостах.

Разработанная специалистами ФГУП «Уралгеоинформ» указанная технология прогноза зон затопления при паводках и наводнениях входит в состав геоинформационной системы «Информационно-аналитическая система управления рисками чрезвычайных ситуаций», которая в течение ряда лет эксплуатируется в Территориальном центре мониторинга и прогноза ЧС Главном Управлении по делам ГО и ЧС Свердловской области.

Прогноз зон затопления включает следующие этапы:

- подготовка данных для построения цифровой модели рельефа;
- построение цифровой модели рельефа;
- построение трехмерных наклонных плоскостей, приближенно описывающих зеркало поднявшейся воды;
- определение пересечения плоскостей с цифровой моделью рельефа и нахождение зоны затопления, построение зоны на цифровой карте в виде площадного объекта.

Исходными данными для получения модели рельефа служат объекты цифровой карты, имеющие атрибутивную характеристику «высота абсолютная» - горизонтали рельефа, отметки высот, пункты ГГС, отметки урезов воды, береговые линии озер и др. Плоскость, описывающая зеркало воды, задается по данным наблюдениям на гидропостах.

Выполненные по данной технологии прогнозы рисков показали высокую надежность. По данным Главного Управления по делам ГО и ЧС Свердловской области точность прогноза составляет около 90% .

Таким образом, основными задачами инженерной подготовки территории, подверженной чрезвычайной ситуации, должны быть:

- выявление и рациональное распределение территориальных ресурсов района по возможным видам их функционального использования;
- выбор и формирование единой системы взаимосвязанных инженерных мероприятий по функциональным зонам и отдельным площадкам района;

- определение этапов и первоочередного проведения инженерных мероприятий и освоения конкретных площадок.

3.2. Применение современных энергосберегающих конструкций и технических решений в малоэтажных жилых зданиях

Проблема проектирования, строительства и эксплуатации малоэтажных жилых зданий на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера является чрезвычайно актуальной и связана с насущной потребностью обеспечения граждан высококачественным и комфортабельным жилищем, которое в максимальной степени удовлетворяло бы индивидуальные особенности каждой семьи и каждого человека.

В этих условиях перед архитектурой и строительной наукой поднимается задача разработки более совершенных технологий малоэтажного жилищного строительства, учитывающих современные новые особенности.

При проектировании малоэтажных жилых зданий, прежде всего, необходимо учитывать основные факторы, определяющие общий характер и отдельные черты.

1) внутреннее жилое пространство формирует группа социально-функциональных фактов, описывающих подсистему население:

- социально-демографические условия;
- национально-этнографические условия;

2) на внешнее жилое пространство влияет группа архитектурно-художественных факторов, характеризующих подсистему окружающая среда:

- природно-климатические условия;
- градостроительные условия;
- социально-культурные условия;

3) в формировании ограждающего жилого пространства, решающее значение имеет группа инженерно-конструктивных факторов, тесно связанных с подсистемой строительство: конструктивные системы и методы возведения зданий; инженерное оборудование зданий; строительные материалы.

Научный анализ инженерно-конструктивных факторов показал, что важным направлением в жилищной политике на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера является расширение не только традиционных, но и нетрадиционных, альтернативных типов жилища: быстровозводимых, мобильных, трансформирующихся, заглубленных, солнечных и других разновидностей домов.

Сравнение технико-экономических показателей традиционных стеновых материалов с сопоставимыми изделиями из легких бетонов показывает, что последние по ряду важных показателей превосходят аналогичные по назначению конструкции. Это подтверждается опытом применения легкого

бетона в России, а также в странах ближнего и дальнего зарубежья. В Беларуси решение проблемы производства и применение ячеистого бетона позволяет довести применение этого материала в надземной части малоэтажных зданий до 97% и сократить расход эффективных утеплителей в наружных стенах на 95-97%.

Таким образом, возникает потребность в поиске и создании новой прогрессивной технологии по использованию в малоэтажном жилищном строительстве нетрадиционных видов легких бетонов с оптимизированными несущими и ограждающими свойствами. Составлена классификация существующих технологий возведения наружных конструкций малоэтажных жилых домов.

Кроме того, положения СНиПа 23-02-2003 и СНКК 23-302-2000 предъявляют повышенные требования к проектированию новых и реконструкции существующих жилых зданий. Указанные нормативные документы предназначены для обеспечения эффективного использования энергетических ресурсов с учетом возможностей базы строительной индустрии региона и устанавливают минимальные требования по теплозащите зданий, исходя из требований по снижению их энергопотребления, санитарно-гигиенических, противопожарных требований и требуемых комфортных условий. Все большее значение приобретает приведенная общая стоимость жилья, включающая как единовременные капитальные затраты, так и затраты на эксплуатацию за весь срок службы дома.

Вместе с тем перспективные архитектурно-строительные системы жилых домов должны быть эффективными и в отношении теплозащитных свойств конструкций и в отношении расхода основных строительных материалов, а также должны способствовать уменьшению трудо- и энергозатрат на стройплощадке. Что же касается вопросов энергосбережения, то устройство хорошей теплозащиты позволяет экономить до 50% энергии, расходуемой на отопление. При этом хорошее утепление дома важно не только с финансовой точки зрения. Уменьшение расхода сжигаемого топлива сокращает количество выбросов в атмосферу, улучшая тем самым экологическую обстановку.

Однако, здесь необходимо, прежде всего, правильно подобрать утеплитель. Так, теплозащитные свойства стены зависят от ее толщины и коэффициента теплопроводности материала, из которого она изготовлена. Для территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, особо важна зависимость теплозащитных свойств ограждающих конструкций от влажности материалов. Так, при повышении влажности поры материала заполняются влагой, что приводит к резкому снижению теплоизоляционных характеристик материалов и конструкций. Среди технологий использования теплоизоляционных материалов необходимо выделить следующие основные группы.

Реальное снижение энергопотребления в индивидуальных жилых домах достигается путем увеличения уровня теплозащиты ограждающих конструкций на 15-20%. Поэтому дальнейшее развитие малоэтажного жилищного строительства на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера целесообразно ориентировать на использование многослойных наружных ограждающих конструкций с эффективными утеплителями типа "сэндвич". Одновременно с появлением новых материалов должны получить развитие и новые строительные системы: монолитные с оставляемой опалубкой и эффективным утеплителем, каркасные из различных материалов, включающие древесину, металл и бетон. Эти архитектурно-строительные системы должны отличаться технологической гибкостью, многовариантностью возможных архитектурно-планировочных и конструктивных решений, доступностью исполнения, что сделает их конкурентоспособными на современном рынке домостроительной продукции.

В этой связи необходимо выделить американскую технологию быстрого возведения зданий «Уолфрейм», эффективно используемую во всем мире. В России для освоения и применения указанной технологии создано совместное Российско-Американское предприятие «Радослав». Основным элементом американской строительной системы являются термоструктурные панели, изготавливаемые из энергосберегающего полистирола и легкой гальванизированной стали, на американском оборудовании. Преимущество применения данной технологии на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, определяется следующими качествами: легкий вес, минимальные сроки строительства, исключительные тепло-энергосберегающие свойства, высокая сейсмичность, применение любых отделочных материалов, предельная простота производства работ, значительная экономия трудовых, материальных, энергетических и финансовых ресурсов, максимальная индустриальность и гибкость.

Современное малоэтажное жилищное строительство невозможно без соответствующего инженерного оборудования, основными составляющими которого являются: инженерная подготовка территории (организация стока ливневых и грунтовых вод, формирование рельефа); удобные транспортные подъезды к строениям; водоснабжение; удаление мусора и отходов; электроснабжение и теплоснабжение.

Особенно это актуально как для населенных мест с малой плотностью застройки, так и для территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера. В этих условиях некоторые виды централизованных инженерных сетей (например, теплоснабжение) становятся неэкономичными и их желательно заменять автономными системами и оборудованием. Автономные системы удобны при временном отсутствии материалов и оборудования для сооружения централизованных инженерных сетей, а также в усло-

виях удаленности индивидуального жилого дома или группы домов от указанных сетей, и при сложном рельефе или гидрологических условиях. Учитывая данные факторы, следует предусматривать в проектах малоэтажных жилых зданий возможность подключения не только к централизованным сетям водопровода и канализации, но и к местным системам.

На современном земельном участке, предназначенном для индивидуального жилищного строительства, размещается жилой дом и хозяйственные надворные строения, а свободная от застройки и подъездов площадь используется под сад-огород. В отдельных случаях, особенно в сельских населенных местах, к каждому участку желательно устраивать «чистый» подъезд со стороны улицы и хозяйственный подъезд – с остальных сторон участка. Со стороны улицы, как правило, необходимо предусматривать защитно-декоративную зеленую полосу, предназначенную для укладки инженерных сетей.

Для защиты от подтопления грунтовыми водами подвалов жилых домов чаще всего используется горизонтальные дренажи со смотровыми колодцами, которые располагают по контуру подвальных помещений, образуя замкнутое кольцо. С целью экономии затрат для малоэтажного строительства в районах с высоким уровнем грунтовых вод целесообразно применение проектов жилых домов с надворными малоуглубленными погребами. К ним можно блокировать теплицу, гараж или другие надворные строения.

Экономия воды в автономных системах водоснабжения и канализации по сравнению с централизованными системами может достигать минимум 30% без ухудшения санитарно-гигиенических условий проживания. В действующих нормах водопотребления в скрытом виде заложены нерациональный расход и потери воды в централизованных системах, которые составляют в среднем:

- нерациональный расход – 10-20%;
- потери воды – 5-10%.

Таким образом, автономные системы водоснабжения и водоотведения индивидуальных жилых домов обладают рядом социально-экономических факторов, весьма существенно влияющих на уровень водопотребления и водоотведения. Местная система водоснабжения малоэтажного жилого дома включает в себя: шахтный колодец, водоподъемную установку, наружные и внутренние водопроводные сети. Для водоподъемной установки применяют серийные сертифицированные насосы. Вода по трубопроводу подается не только в дом, но и в хозяйственную постройку, а также сад и огород. Для внутренних сетей водопровода применяются стальные оцинкованные трубы и пластмассовые трубы, а для наружных сетей местной системы – пластмассовые трубы.

В качестве источников водоснабжения, как правило, используют подземные воды, предпочтение следует отдавать водоносным горизонтам, за-

щипщенным от загрязнения водонепроницаемыми породами. В качестве водоразборных сооружений следует применять мелкотрубчатые колодцы (скважины) или шахтные колодцы, последние – при неглубоком залегании водоносного горизонта (до 20-30м). Особо следует обратить внимание на размещение водоразборных сооружений на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера. Указанные сооружения должны размещаться на незагрязненных и подтопляемых участках, на расстоянии, как правило, не менее 20 м от источников возможного загрязнения (уборных, канализационных сооружений и трубопроводов, компостных штабелей и т.п.).

Для обеззараживания воды рекомендуется использовать безреагентные установки бактерицидного излучения, не ухудшающие органолептические свойства воды. Установки, использующие реагенты (обычно хлорсодержащие), могут применяться при специальном обосновании.

Удаление фекальных вод в сельских населенных местах более сложно, чем устройство систем водоснабжения. При выборе оптимальной для конкретных условий строительства автономной системы необходимо учитывать ряд следующих факторов:

- вид грунта на участке строительства;
- уровень грунтовых вод;
- характер использования верхнего водоносного горизонта, вступающего в контакт со сточными водами, поглощаемыми грунтом;
- наличие и степень доступности водоема – приемника сточных вод;
- располагаемая площадь участка для строительства и его рельеф;
- климатические условия строительства.

Для усадебной застройки в большинстве случаев предусматриваются местные системы бытовой канализации в подземные накопительные резервуары емкостью 5 – 6 куб. м с последующим вывозом сточных вод на поселковые очистные сооружения или в специально отведенные места. Это вызвано экономическими соображениями и нехваткой строительных материалов. Применение местных очистных сооружений, работающих по принципу фильтрации в местах подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера практически невозможно из-за сложных гидрологических условий. Для очистки бытовых сточных вод от групп малоэтажных жилых домов применяют также типовые проекты полносборных очистных сооружений.

Одним из важнейших звеньев в системе инженерного оборудования малоэтажных жилых зданий является система отопления. В настоящее время значительная часть индивидуальных жилых домов не подключена к централизованным системам теплоснабжения и в связи с этим актуальна проблема автономного энергообеспечения. Максимальный эффект при строительстве автономных систем теплоснабжения заключается в следующем:

- объем капитальных вложений снижается в 3-4 раза;

- расход топлива за счет местного регулирования отпуска тепла, сокращение металлозатрат уменьшается в 5-7 раз.

Также необходимо отметить, что в данном случае отпадает потребность в теплоизоляционных и строительных материалах, строительстве котельной и др. Особенно эффективно применение автономных систем теплоснабжения при использовании природного газа, КПД газовых автоматизированных тепловых генераторов не уступает (а отдельных зарубежных образцов превосходит) КПД котлов, устанавливаемых в котельных. Экономия газа при автономном варианте теплоснабжения достигается и за счет отсутствия расхода тепла в тепловых сетях, более гибкого местного регулирования расхода газа, не считая электроэнергии, расходуемой на подачу теплоносителя.

Вместе с тем, для территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера целесообразно использовать возобновляемые источники энергии, в первую очередь солнечной радиации и ветра, позволяющие решить проблему теплоснабжения для указанных территорий.

Энергоснабжение на основе использования солнечной радиации перспективно для многих областей и районов Российской Федерации особенно для Южно-Российского региона. Для отдельных районов, характерных наличием сильных ветров постоянного направления, целесообразно применение ветроэнергетических установок.

Использование солнечной энергии – одна из важнейших задач отечественной науки, поставленных государством для обеспечения жилищных программ. Предусматривается увеличение масштабов использования в народном хозяйстве возобновляемых источников энергии, в том числе развитие солнечной и ветровой энергетики. Следует отметить, что отечественная наука имеет заметные успехи в этой области. Проблемами гелиотехники занимаются крупные научные и проектные институты. Еще в 1930 году в Московском институте агрокультур была разработана система отопления здания с помощью солнечной энергии. Большинство «солнечных домов», построенных в России, ближнем и дальнем зарубежье работает по принципу этой системы, которая условно именуется «активной», так как включает специальные механизмы для транспортировки теплоносителя. Кроме того, применяются так называемые «пассивные» системы солнечного отопления, в которых используется непосредственный обогрев солнцем помещений или элементов зданий без применения специальных механических устройств. Возможно применение смешанных, или «интегральных» систем солнечного отопления, основанных на сочетании «активной» и «пассивной» систем.

Актуальной остается и проблема получения электроэнергии с помощью механических генераторов на базе ветроэнергетических установок. Это целесообразно в районах с постоянно дующими ветрами. Простейшая ветроэнергетическая установка – генератор с воздушным винтом, расположенным

на мачте или башне. В последнее время применяется генератор с вращающимся элементом, имеющим вертикальную ось вращения.

Разработанные впервые в нашей стране принципы использования ветровой энергии требуют дальнейшего развития. Определенное расположение уловителей ветра по отношению к объему здания и использование некоторых конструктивных приемов значительно увеличивают КПД ветровой энергии (создание эффекта «аэродинамической трубы» и пр.) Поэтому использование ветровой энергии может существенно влиять на архитектурно-планировочные особенности малоэтажных жилых зданий и также требует своего научного изучения.

Для архитектурного облика и объемно-планировочного решения «солнечного дома» определяющими являются расположение и конструкция гелиотехнических устройств. По характеру размещения солнцеприемников эти дома можно разделить на несколько типов зданий: с отдельно стоящими солнцеловителями, размещенными вне дома или на покрытии; с плоским покрытием, используемым в качестве солнцеловителя; с коллекторами, вмонтированными в скатные покрытия; с коллекторами, вмонтированными в стеновые ограждения.

Поиск архитектурно-конструктивных решений малоэтажных зданий с использованием возобновляющихся источников энергии открывает широкие возможности формообразования именно с сочетанием с мобильными типами зданий. Существующая система энергоснабжения мобильных зданий еще далека от совершенства, поэтому использование научных достижений в этой области крайне необходимо. Одной из основных задач является определение принципов, на основе которых следует вести проектирование таких зданий не только для различных климатических условий, но и всевозможных типов чрезвычайных ситуаций.

Таким образом, научный анализ развития архитектурно-строительных систем индивидуальных жилых домов, размещаемых на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера показал необходимость неразрывной взаимосвязи указанных систем с системами автономного инженерного оборудования.

3.3. Опыт народной архитектуры жилища на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера

Число упоминаний о чрезвычайных ситуациях в России росло по мере освоения на севере и востоке страны развития новых путей сообщения. Со времени Петра I, которое характеризуется ростом городов, морского и речного флота, сети государственных дорог, большую долю составляют сообщения о чрезвычайных ситуациях на объектах названного типа, особенно в Санкт-Петербурге и в губернских городах (рис.3.2-3.3). Из летописных сведений наиболее однородны чрезвычайные ситуации, которые касаются цен-

тра европейской части России и относятся к VIII-XVII векам. Всего за этот период здесь отмечены около 600 чрезвычайных ситуаций геофизического характера, ряд эпидемий, пожаров и других событий.

Основными видами причин чрезвычайных ситуаций природного характера на Северном Кавказе в порядке повторяемости являлись: наводнения, сильные дожди, сильные ветры, землетрясения, оползни, сильные снегопады, сели, лавины, гололед, градобития. Годовой сток реки Кубани в среднем составляет 12 – 13 куб. км, водный режим очень изменчив. Подъем уровня начинается в конце марта – начале апреля, в это время тают снега на равнинах и в предгорьях. До сентября высокий уровень поддерживается за счет летнего таяния ледников в горах, а иногда, вследствие увеличения количества атмосферных осадков, наблюдаются паводки. Наиболее сильные из них привели к наводнениям в 1795, 1817, 1845, 1931, 1932, 1954, 1956 гг. После зарегулирования стока реки Кубани наводнения стали наносить значительно меньший урон.



Рис. 3.2. Наводнение в Санкт-Петербурге, произошедшее 19 ноября 1824 г. (уровень воды в Неве на 421 см выше ординара)

Все природные явления, кроме смерчей, шквалов и градобитий, относятся к чрезвычайным ситуациям, если их воздействию подвергается не менее 1/3 площади субъекта Российской Федерации, крупного города, порта, либо акватории моря и их продолжительность составляет не менее 6 часов.

Прогнозирование чрезвычайных ситуаций природного характера с оперативным уведомлением заинтересованных учреждений началось во второй половине XIX века. В XX веке уже быстро развивались все области знаний о природных опасностях и защите от них. Особенностью отечественного научного подхода является поиск теоретически осмысленных и статистических по форме зависимостей распространенности и параметров чрезвычайных ситуаций природного характера от обуславливающих их природных факторов. Та-

ким путем получена возможность предвидеть, хотя бы ориентировочно, важнейшие характеристики чрезвычайных ситуаций природного характера в районах предстоящего хозяйственного освоения.

Практика защиты от природных опасностей в России развивалась от применения отдельных мер до попыток системного управления риском. Планировочные, изыскательские, проектные и прогностические функции в бывшем СССР выполнялись разветвленной сетью организаций Госстроя, Министерства геологии, Госкомгидромета, а также других министерств и ведомств (транспортного, сельскохозяйственного профиля и т.п.) с участием Академии Наук и вузов. Были разработаны теория и методика районной планировки, серия нормативных документов и методических пособий по защите от чрезвычайных ситуаций природного характера. Целью применения мер защиты (критерием приемлемого уровня природного риска) была минимизация суммы затрат на защиту и сохраняющегося размера вероятного ущерба.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций природного характера и ликвидация их последствий были обязанностью административных органов, а также органов управления коммуникациями и предприятиями. С 1972 года в функции исполнительной власти входили учет ущерба от чрезвычайных ситуаций природного характера, общая оценка риска и организация мер его снижения. В ликвидации последствий наиболее крупных чрезвычайных ситуаций природного характера участвовали соединения Министерства Чрезвычайных ситуаций (МЧС). Возмещение ущерба от указанных ситуаций является обязанностью государства.

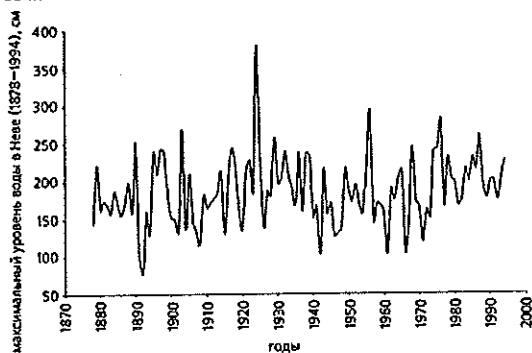


Рис. 3.3. Максимальные уровни реки Невы у горного института (1878-1994 гг.)

В целом в 80-х годах прошлого столетия наметились контуры единой системы управления природным и другим риском, которая включала:

- учет общего поля природных опасностей и минимизацию риска путем оптимального размещения проектируемых объектов на этапе генерального планирования и составления схем районной планировки (общее ограниче-

ние использования регионов с высоким риском, размещение конкретных объектов на участках, где минимален риск, в том числе и от других объектов);

- введение мер снижения риска для существующих территориальных комплексов населения и хозяйства с обоснованием этих мер в виде схем инженерной защиты территорий городов, промышленных предприятий и т.п., а также территориальных комплексных схем охраны природы (исключение из территориального комплекса населения и хозяйства таких объектов, повреждение которых ведет к недопустимо большому ущербу и т.п.);

- для отдельных объектов, существующих или проектируемых в опасных зонах,

- введение отвечающих нормативам мер снижения риска на этапах проектирования или оперативного обслуживания (применение особых конструктивных решений для зданий, механизмов и пр. попадающих в опасные условия и т.п.);

- на случай неизбежных ситуаций природного характера – заблаговременная подготовка оптимального реагирования на них (снижение потерь от катастроф путем выполнения подготовительных, аварийно-спасательных и восстановительных работ

Для выбора долгосрочной стратегии управления природным и иным риском был начат комплексный анализ причин и факторов чрезвычайных ситуаций, принявший форму государственных научно – технических программ. Причинами роста подверженности новых объектов опасным природным воздействиям оказались, в основном, ошибки и просчеты в проектах, строительные дефекты, запаздывание с введением плановых мер снижения риска. Средства, выделявшиеся на строительство инженерных защитных сооружений, использовались, как правило, не полностью. Более глубокие причины роста числа чрезвычайных ситуаций можно усмотреть в организационных недостатках системы управления риском.

Необходимо обратить внимание также на то, что в последние десятилетия в мире проявилась негативная тенденция к увеличению потерь от чрезвычайных ситуаций природного характера. Одной из причин этого является направленность государственной политики обеспечения безопасности населения и объектов экономики в основном на ликвидацию последствий указанных ситуаций, а не на их предупреждение.

Погода становится все более экстремальной. В жарких регионах средняя температура повышается с наибольшей скоростью (рис.3.4-3.5).

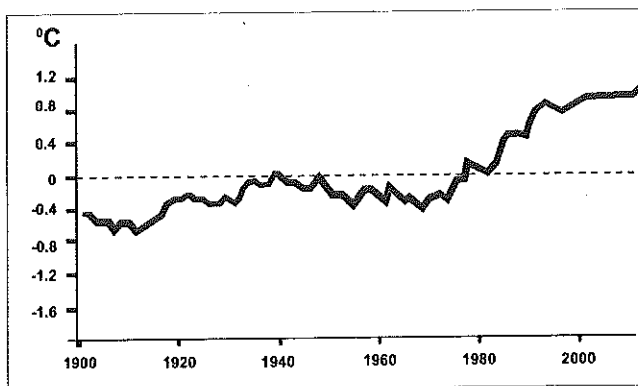


Рис. 3.4. Средняя температура в России за сто лет наблюдений

На имеющих тенденцию к засушливости территориях дождей становится все меньше, а традиционно склонные к ливням и наводнениям области получают все большие порции осадков. Не обошла данная тенденция и Россию. Количество опасных природных явлений, которые наносят ущерб хозяйству страны, выросло за последние 30 лет на 20–25% (рис.3.5)..



Рис. 3.5. Убытки в мире из-за чрезвычайных ситуаций природного характера

Угроза наводнения, как одного из самых опасных природных явлений на территории России, существует более чем в 40 крупных городах и нескольких тысячах других населенных пунктах. Наводнения на реках Дальнего

Востока и Сибири: Амуре, Зее, Бурее, Уссури и Лене; на реках Северного Кавказа: Кубани и Протоки – подчас принимают характер национального бедствия, поэтому необходим научный анализ исторического и современного отечественного опыта проектирования, строительства и эксплуатации малоэтажных жилых зданий в районах, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера. В результате анализа исторического опыта формирования малоэтажного жилищного строительства на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера выявлены этапы, во время которых зарождались типологические разновидности жилых построек, причины их создания и эволюция от простейших укрытий до современных отдельно стоящих малоэтажных жилых домов. Установлены взаимосвязи между общественно-экономическими формациями и комплексом архитектурно-градостроительных объектов, обеспечивающих осуществление процессов труда, быта, отдыха семьи и отдельного человека, их нравственного и эстетического совершенствования:

- *первый этап* – переход от кочевого образа жизни к оседлости, установка однокамерного жилища (мобильное легкое жилище реорганизуется в стационарное и эмпирически приспособляется к конкретным природно-климатическим условиям). Люди преднамеренно селятся в долинах, расположенных на пути наводнений – потому что земли на этих местах плодородные. Способствовало этому и использование реки в качестве пути для сообщения и транспорта. Необходимость защиты прибрежных территорий вызывалась как постоянным, так и временным затоплением указанных территорий. Для понижения наводочного расхода уровня рек возводились дамбы обвалования, устраивались обводные каналы;

- *второй этап* – тенденция строительства многокамерного жилища открытого типа – с окнами, галереями по фасаду, камином с дымарем вместо прежнего срединного очага, с хозяйственными постройками индивидуального пользования – прослеживается в XVIII-XIX веках. Большое внимание уделяется выбору места под строительство, жилище располагается на естественно или искусственно укрепленных холмах и возвышенных террасах вдоль рек и древних притоков, предотвращая тем самым временное затопление значительной части суши в результате действий сил природы, которые причиняет, как правило, большой материальный ущерб и приводят к гибели людей и животных. В большей степени жилище представляло собой надземную двухуровневую постройку с планом, близким к квадрату, и четырехскатной кровлей с большим выносом карниза как самозащитного и аэродинамического устройства;

- *третий этап* – следствие этнической и культурной интеграции населения и влияния городского образа жизни – процессов, действующих на протяжении XX века, активизирует постепенное размывание границ бытования традиционных региональных и локальных типов жилища и развитие новых черт, одной из которых является конструктивные особенности мало-

этажных жилых зданий, расположенных на территориях подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, конструктивная схема, как правило, принимается с поперечными несущими стенами:

- *четвертый этап* – последние десятилетия XX века начало XXI века формируются новые архитектурно-строительные приемы, изменяется внешний облик дома, размеры, планировка, застройка усадеб. Модифицируются конструктивные системы малоэтажных домов, увеличиваются объемы применения эффективных утеплителей. Осуществляется строительство не только коттеджей из каменных материалов, ячеисто-бетонных изделий, но и из каркасно-обшивных конструкций на основе древесины, что особенно актуально для территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера. В основу возведения домов закладываются факторы, существенно снижающие стоимость строительства: максимальное сокращение сроков строительства; минимизация «мокрых» процессов на стройплощадке; максимальная заготовка элементов каркаса вне стройплощадки.

Таким образом, исследуя отечественный опыт формирования жилищного строительства в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера необходимо отметить, что проблема малоэтажного строительства на территориях, подверженных указанным ситуациям является актуальной в настоящее время, поэтому необходимы разработки научных предложений по проектированию и осуществлению строительства данных зданий.

В истории человечества накопилось немало свидетельств о чрезвычайных ситуациях природного характера. Из истории наблюдений за разливами рек известно, что три самые большие в мире реки – Нил (в Египте), Хуанхэ (в Китае) и Миссисипи (в США) – разливаются постоянно. Некоторые наводнения очень полезны. Так, например, река Нил каждый год с незапамятных времен вместе с разлившейся водой приносит плодородный ил с высокогорья. С другой стороны, река Хуанхэ периодически становится причиной гибели людей и разрушений, в 1935 году из-за разлива этой реки четыре миллиона людей остались без крыши над головой. Постоянно для борьбы с водной стихией требовалось согласованные усилия множества людей.

Исследуя зарубежный опыт формирования малоэтажного жилищного строительства в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера, следует выделить жилые дома Грузии со своими традициями и спецификой, представляющие немалый практический интерес для России. Характерной особенностью Грузии является исключительное разнообразие ее природных условий: рельефа, геологического строения, климатических условий, флоры и фауны. На сравнительно небольшом пространстве здесь сосредоточены формы поверхности различного происхождения и строения, образующие равнинные, горные и высокогорные области страны. Температурные условия Грузии имеют своими крайними точками полярный климат высокогорий Большого Кавказа, а также отдельных снеговых вершин Малого и субтропи-

ческий влажный климат Черноморского побережья. На обширной территории с различной природной средой жилище приспособлялось к условиям гор, равнин и морского побережья, сухого или влажного климата. Значительное внимание уделялось защите жилища от чрезвычайных ситуаций природного характера. Одним из мероприятий было рациональное размещение жилых домов с учетом возможных зон указанных ситуаций. Немалое значение уделялось и укреплению берегов, подсыпке низменных участков территории, строительству дамб и устройству обводных каналов.

Ценным памятником письменности, где освещается архитектурно-планировочные особенности жилища, защита дома от чрезвычайных ситуаций, вопросы благоустройства и застройки является врачебная книга XVI века Иадыгара Дауди – Давида. Книга Давида повествует о том, что «...дом не должен быть заключен между стенами других домов и что при этом будет больше воздуха (простора); дом должен стоять там, где место возвышенное и ровное, а не там, где яма и где стены домов загромаждают друг друга. О серьезности разработки данной темы говорит и то, что вначале излагаются общие принципы санитарного благоустройства населенных мест и только вслед за тем автор переходит к частным вопросам вентиляции и инсоляции жилого дома: «И нужно так, чтобы дом этот был высоким и большим, с одной дверью к востоку и другою к северу, куда бы проходил всегда северный ветер насквозь и также солнце постоянно заглядывало бы в дом». Эти идеи прочно легли в основу градостроительства Грузии.

В западных районах Грузии режим рек характеризуется относительным постоянством, что обусловило некоторую специфику расположений поселений возле них. В реках Восточной Грузии уровень воды в летние и зимние периоды подвержен резким колебаниям. Это в свою очередь сказалось на планировке и застройке деревень. Необходимо отметить, что в народной архитектуре Грузии, как в области жилищного строительства, так и в области планировки и застройки сел ярко отражаются общенациональные черты. Красота народного жилища, почти всегда создававшегося в трудных экономических условиях, идет не от декоративности, а от единства прочности и целесообразности, на основе которых только и возникают органическая целостность и внутренняя логичность архитектурных решений.

Народное жилище Грузии существенно отличается от жилого дома Западной Европы, его особенности обусловлены одновременно ландшафтом, климатом, техническим уровнем хозяйства, этническими особенностями и социальными условиями. Однако при обобщении современного опыта проектирования малоэтажного жилища наблюдаются изменения требований к планировочной структуре дома и даже отказ от традиционной его схемы под влиянием западной культуры и технического прогресса. Осуществляется контроль за состоянием рек и водоемов, прогнозируются возможные наводнения и их последствия. Большое значение уделяется укреплению конструк-

ций зданий и сооружений, находящихся в аварийном состоянии и угрожающих жизни людей.

Показателен также опыт формирования малоэтажного жилищного строительства Канады, отличительной чертой которого является применение быстровозводимых жилых домов, что особенно важно для территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера. В Канаде последовательно осуществляется строительство самого разнообразного долговечного и комфортабельного жилья. Здесь можно встретить старые двухсотлетние дома, которые соседствуют с самыми современными и совершенными жилыми зданиями. Благодаря такому разнообразию жилья канадцы принадлежат к числу наций, наиболее успешно решивших жилищный вопрос.

Совершенствование строительства деревянных домов рамочной конструкции, осуществляемое на протяжении ряда лет, помогло установить стандарты эффективности производства и доступности жилья, позволило строить в Канаде и за рубежом долговечные, комфортабельные и обеспечивающие рациональное использование энергии жилые дома не только на обычных территориях, но и на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера. Достижения Канады в производстве одиночных односемейных домов и других вариантов жилых домов пониженной этажности хорошо известны. Наиболее показательны в этом отношении жилые системы с деревянной рамочной конструкцией и из многослойных панелей из пенопласта и древесных композиционных материалов.

Жилые системы с деревянной рамочной конструкцией. Основным показателем деревянных строений является долговечность. В Канаде можно встретить много деревянных домов, построенных в прошлых столетиях, которые будут продолжать служить будущим поколениям канадцев. Преимущества канадской системы возведения деревянных домов рамочной конструкции состоят в том, что она:

- позволяет эффективно осуществлять строительство независимо от погодных условий;
- подходит для поточной сборки большого числа жилых домов или для возведения одного дома, что особенно важно для малоэтажного жилищного строительства на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера;
- обеспечивает гибкость в вопросах планирования, планировки и дизайна и позволяет учитывать дополнения и изменения, вносимые в последнюю минуту, с тем, чтобы окончательный вариант отвечал требованиям заказчика;
- сводит к минимуму отходы, позволяет экономить на материалах и работах и использовать при этом переработанные материалы;
- позволяет осуществлять быструю и надежную установку электрических систем, внутридомовых систем водоснабжения, газоснабжения и

канализации, систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха и другого современного оборудования.

Жилые системы из многослойных панелей из пенопласта и древесных композиционных материалов. В качестве примера таких систем можно привести жилые системы, в которых сочетание древесного покрытия плиты с ее пенопластовой сердцевиной позволяет построить дом с высокими эксплуатационными характеристиками. Строительство таких домов отличается высокой эффективностью использования ресурсов. При возведении остова здания - пола, стен и крыши используется принцип работающей обшивки и конструкции типа «сэндвич», что позволяет объединить все три вышеупомянутых элемента в единое целое и сформировать конструкцию типа «сэндвич». Панельная конструкция может также использоваться в качестве фундаментной стены. Сооружение домов из многослойных позволяет экономить до 75% конструкционного леса, требующегося для строительства обычных зданий. В качестве покрытия указанных панелей чаще всего используются текстурные доски с ориентированным волокном или другие экономичные древесные композиты. Что касается стабилизирующей и изолирующей сердцевины, к которой клеится внешнее покрытие панелей, то часто для этой цели используется вспененный полистирол.

Такой твердый изоляционный материал создает эффективный барьер для тепловых и воздушных потоков и водных испарений. Подобные дома, сооружение которых обходится достаточно дешево, можно облицовывать и отделывать снаружи и внутри разными видами фанеры, досками и панелями сухой штукатурки, или же на них можно просто наносить специальное покрытие, что особенно актуально для территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера. Необходимо отметить, что в связи с резким изменением климата Земли, количество чрезвычайных ситуаций природного характера неуклонно растет (рис.3.6-3.7).

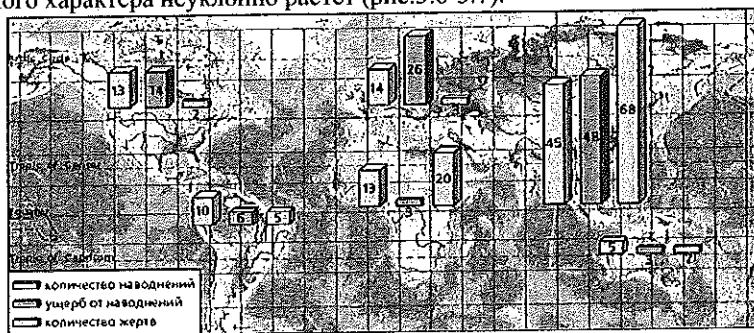


Рис. 3.6. Карта-диаграмма распределения по частям света числа наводнений, жертв и размеров ущерба от них (в % от мировых величин за период 1998-2002 гг. - указаны цифрами)

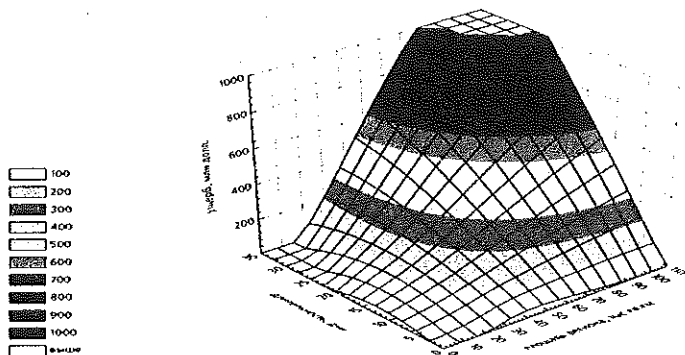


Рис. 3.7. Ущерб от наводнений в США (2002 г.) в зависимости от длительности и площади затопления

Одним из примеров трагической статистики людских и материальных потерь от чрезвычайных ситуаций природного характера является американский город Новый Орлеан. В 2005 году ураган «Катрина» практически полностью уничтожил город. Стихия в три дня убила около 1600 человек, а большинство из тех, кто пропал без вести, разыскивают и поныне. Хотя спасатели трудились дено и ночно и только благодаря ним в живых остались 50 тысяч человек. 1,3 миллиона жителей покинули регион. Многие вернулись, но до сих пор живут в домиках-трейлерах. Город всемирно известных джазовых фестивалей оказался под водой в первую очередь из-за непрочности дамб, в дренажных каналах необходима была установка современных насосов. В США мало застраховать дом – нужно еще иметь полис на случай штормов и наводнений, который стоит очень дорого. В 2006 году в Луизиане стоимость страховки недвижимости выросла в среднем на 13,2%, а в Миссисипи страховка от повреждений ветром поднялась на 268%. Случившаяся трагедия показала, что в районах, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, необходимо значительную роль отводить комплексу мероприятий инженерной подготовки территории.

В настоящее время заслуживает внимание разработка оригинальной идеи голландских архитекторов, которая может послужить научной и практической базой решения темы архитектуры малоэтажных жилых зданий, размещаемых на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера. Дом-амфибия – система, поднимающаяся при наводнении и остающаяся на поверхности. Применяемый в ней фундамент полый и наполняется пеной.

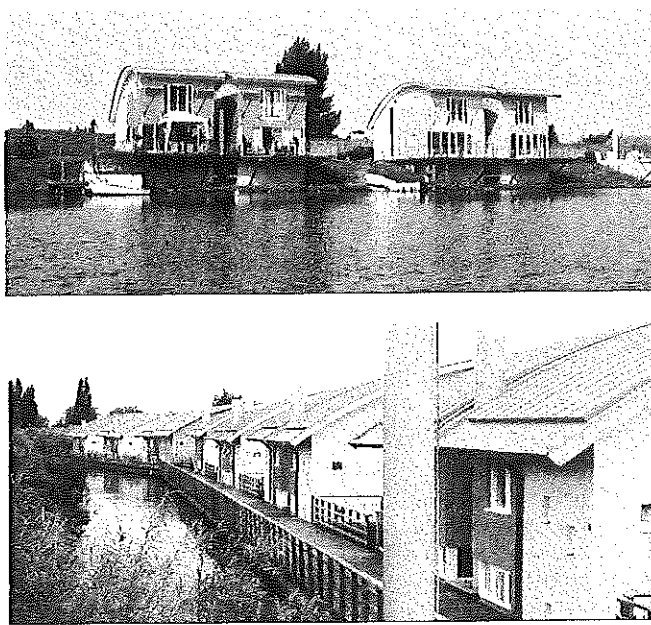


Рис. 3.8. Вид малоэтажной жилой плавучей застройки в Голландии

Такую конструкцию практически невозможно затопить: закрепленная спереди и сзади на специальных сваях, она способна безболезненно перенести повышение уровня воды до 5,5 м! При этом жильцы не остаются без света, газа и прочих благ цивилизации, которые подводятся с помощью гибких труб из ПВХ, и легко всплывают вместе с домом. Второй тип строений, плавучие дома, в отличие от домов-амфибий, некогда не коснутся земли, и круглый год будут находиться в реке. Одновременно авторы разрабатывают способ интеграции своей технологии с имеющимися постройками. Примечательно, что в местечке Маасбоммбель на берегу реки Маас, что примерно в 160 км от Амстердама уже появились новые хозяева домов-амфибий (рис.3.8).

3.4. Основные факторы формирования малоэтажного жилищного строительства в условиях чрезвычайных ситуаций

В течение последних лет ряд регионов нашей страны неоднократно подвергался стихийным бедствиям. Каждый раз значительный урон наносился индивидуальному жилищному фонду, основную долю которого составляют дома из местных строительных материалов (саманные, турлучные, глино-

битные). Особенно тяжелыми с человеческими жертвами были: зимнее наводнение в дельте реки Кубани, охватившее Темрюкский, Славянский и Анапский районы, лишило жилья 353 семьи (2002 г.); ряд весенних наводнений на р.Лене вблизи г.Якутска (более 1000 домов подтоплено и разрушено); оползневые явления под городом Апшеронском оставили без жилья 29 семей, а в г.Днепропетровске – несколько многоэтажных домов провалились под землю; в результате ливневых дождей и смерча на Черноморском побережье (Новороссийск, Анапа, Сочи, Крымский и Темрюкский районы) полностью лишились жилья 620 семей и повреждены жилые дома 1084 семей, а г.Крымск почти полностью был разрушен в 2012 году, и др.

На рис.3.9-3.10 показаны разрушительные результаты паводка на реке Кубань, произошедший 2002 года. В зону бедствия попали 15 районов или 94 населенных пункта. В области распространения чрезвычайной ситуации попадают регулярно практически все районы Сибири, Урала, дальнего Востока и европейской части России. Анализ сложившейся ситуации показал, что решение указанной проблемы невозможно было без единого комплекса организационных, инженерно-технических и специальных мероприятий по смягчению последствий данных ситуаций. Основными направлениями комплекса мероприятий являлись:

- проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ;
- защита населения и его первоочередное жизнеобеспечение;
- инженерная защита территорий и населенных пунктов;
- локализация зон воздействия поражающих факторов источников чрезвычайных ситуаций;
- мониторинг окружающей среды и диагностика состояния жилых и общественных зданий, сооружений и потенциально опасных объектов;
- подготовка объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях чрезвычайных ситуаций.

В аварийно-спасательных работах и в ликвидации последствий стихии ежегодно участвуют десятки тысяч человек, несколько тысяч единиц техники, сотни воздушных судов и плавсредств. В результате проведения поисково-спасательных мероприятий эвакуируются из районов затопления сотни тысяч человек, миллионы сельскохозяйственных и домашних животных и птицы. Одновременно с проведением аварийно-спасательных работ проводится программа действий по восстановлению и строительству жилья. Она предусматривает техническое освидетельствование состояния подтопленных жилых домов с оценкой степени их повреждения, расчистку территорий в зоне подтопления, выбор площадок для точечной и компактной застройки домов, ревизию имеющегося в районах подтопления фонда незавершённого строительства жилья с целью его достройки в сжатые сроки, выбор проектов быстровозводимых жилых домов применительно к конкретным условиям их привязки, оценку возможностей производственной

базы для изготовления и поставки в сжатые сроки необходимых материалов и изделий, а также оценку имеющихся подрядных мощностей.

В первые дни паводка сведения об оперативной обстановке в пострадавших районах носили импульсный характер, что мешало сделать объективную оценку размеров бедствия и понесённого ущерба. Данные визуальных наблюдений с мест уточнялись по мере спада воды в населённых пунктах. Но ещё до выхода паводковой ситуации из критического максимума, было видно, что никогда в послевоенной истории Краснодарский край не сталкивался со стихийным бедствием такого масштаба. Программа строительства нового жилья составлялась и выполнялась на основании расчётной потребности, определённой с учётом ранее согласованных основного и дополнительного списков семей граждан, лишившихся жилья в результате наводнения, произошедшего в июне 2002 года (рис. 3.9, 3.10).



Рис. 3.9. Вид Старой Станицы на окраине г. Армавир (лето 2002 г.)

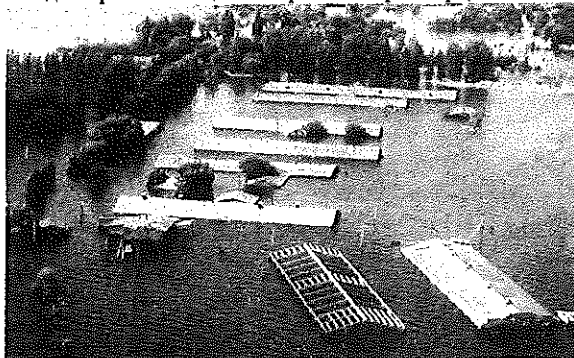


Рис. 3.10. Вид затопленных производственных построек (2002 г.)

Практически одновременно ведётся обследование подтопленных территорий, оценка ущерба, составление списков пострадавших, выработка концепции обеспечения граждан новым жильем, выбор новых площадок для строительства, производство инженерных изысканий, разработка проектно-сметной документации с одновременным прохождением экспертизы, строительством и обустройством новых жилых районов.

Научный анализ сложившейся ситуации показал, что основными факторами, обуславливающими совокупность главных свойств формирования жилищного строительства на территориях подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, являются:

- природно-климатические особенности территории размещения малоэтажных жилых домов;
- градостроительная специфика расселения, типы расселения и типы населенных мест;
- транспортная и инженерная инфраструктура;
- народно-хозяйственная значимость и районирование по строительству.

При этом ведущее место среди факторов, влияющих на выбор основных направлений развитие населенных мест, образуют требования и ограничения, связанные с рациональной организацией культурно-бытового обслуживания, обеспечением нормальных санитарно-гигиенических условий проживания населения, снижением затрат времени населения на передвижения к месту работы, а также с экономией средств на строительство малоэтажного жилого дома.

Формирование местных групп поселений сопровождается дифференциацией сети сельских населенных мест по функциям и социально-культурной роли, ростом интенсивности межселенных связей, развитием населенных пунктов – местных производственных, организационно-хозяйственных и культурных центров. Важную роль при этом играют аграрно-промышленные комплексы, которые способствуют установлению постоянных, четко направленных производственных связей и развитию межселенных производственных и организационно-хозяйственных центров.

Вместе с тем, разбирая более конкретно итоги ликвидаций последствий паводковых ситуаций на реках Краснодарского края, следует, прежде всего, отметить, что анализ территории в планировках подтопляемых районах должен был состоять из комплекса исследований, направленных на выявление тех особенностей рассматриваемой территории, которые определяют направления перспективного ее использования и способствуют рациональному размещению всех отраслей народного хозяйства, наиболее эффективной эксплуатации природных ресурсов и охране окружающей среды. Экологическая сторона районной планировки, т.е. анализ, прогноз, и синтез состояния всех компонентов природной среды района, должна быть значительно усилена.

Необходимо по-новому подходить к вопросу рационального природоиспользования, с достаточной степенью надежности учитывать потенциальные возможности экологических систем. Традиционный экономический, утилитарный подход должен быть заменен более прогрессивным и более соответствующим современным условиям широким биоэкономическим подходом, предполагающим рассмотрение как антропогенной, так и природной составляющей района и обеспечивающим достижение совокупной эффективности планировочных мероприятий, направленных на рациональную организацию хозяйства района и на сохранение и обогащение его природной среды.

Особое внимание на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, было уделено **малозэтажной застройке повышенной плотности**, сформировавшейся из 2-3 этажных домов, имеющих плотность, сравнимую с застройкой 5-6-этажными домами и сочетающую повышенную экономичность с уютной, экологической и разнообразной средой проживания. Дома состоят из квартир и блок-квартир, чаще всего сложной индивидуальной планировочной структуры. По существу, такая застройка является следствием обеспечения высокой плотности на участке конкретной формы и ландшафта.

Сочетание различных типов застройки на участке способствовало повышению социальной эффективности и эстетическому уровню жилой среды. К основным характеристикам застройки, связанной с типом малозэтажных жилых зданий, размещаемых на территориях подверженных чрезвычайным ситуациям относились следующие:

- плотность жилого фонда (m^2 общей площади/га территории) и плотность населения (количество жителей/га населения);
- размещение жилых зданий относительно пешеходно-транспортных коммуникаций, учреждений обслуживания, зон отдыха и др.;
- характер использования открытых пространств (личное, соседское или общественное).

На планировку малозэтажной жилой застройки влияли также объективные факторы – рельеф местности, транспортные магистрали, направление и характер ветров, ориентация, архитектурные достопримечательности и характер окружающей застройки.

Следует отметить, что несмотря на ряд объективных факторов сдерживающих формирования групповых систем населенных мест, в сжатые сроки были подобраны новые площадки под застройку с минимальными затратами на их инженерную подготовку и защиту прилегающих к ним территорий. Проведенный комплексный анализ территории населенных мест выявил основные недостатки сложившейся организации данных мест, а также принципы их появления, эффективность используемых на практике решений и тем самым дал информацию для формулировки альтернативных вариантов достижения поставленных целей. Важно было также выявить не

только современные, но и будущие проблемы населенных мест. Сравнительная оценка и выбор наиболее эффективных проектных вариантов для размещения малоэтажных жилых домов на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера предусматривал их качественно-количественный анализ. При этом обеспечивалась широта анализа проектных мероприятий, в том числе их экономическая оценка.

Основные и резервные площадки на новых местах были выбраны с учетом имеющейся инфраструктуры, наличия подъездных дорог и коммуникаций. При этом предварительные схемы размещения площадок для массовой застройки, а затем и уточненные, согласовывались с Главным управлением по делам ГО и ЧС края, департаментом природных ресурсов, охраны окружающей среды и водохозяйственного комплекса. Всего была выбрана 61 площадка в семи, наиболее пострадавших муниципальных образованиях края.

Вместе с тем для выбора новых площадок для строительства жилых домов целесообразно было применить метод предварительной разработки и сравнительной оценки территорий с последующим всесторонним обоснованием принятого решения. При этом для определения размеров данных территорий, следует использовать нормы потребности в селитебных территориях в зависимости от принятой плотности застройки и обеспеченностью жилой площадью не только граждан, лишившихся жилья в результате наводнения, но и населения, нуждавшегося в улучшении жилищных условий.

Необходимо также выбирать такие композиционные решения новых площадок строительства, которые учитывают характер природного рельефа, водных объектов, растительности, а также их сочетания. Оценивая архитектурно-строительную среду – этажность населенных мест, широтную и высотную протяженность зданий, их цветовую гамму, пространственную разобщенность объектов и т.п., необходимо иметь в виду то, как они сочетаются с природной ситуацией, поскольку архитектурно-строительные решения оцениваются с точки зрения воздействия их живописности и разнообразия на эстетические чувства и настроение человека.

Наряду с перечисленными трудностями, следует отметить ряд существенных недостатков, присущих самим этим методам как таковым. Прежде всего, резервные территории, определенные в Схемах территориального развития в большинстве случаев выделялись без учета единой концепции формирования перспективной планировочной структуры объекта и заранее определенных долгосрочных режимов рационального использования отдельных участков (функциональных зон) его территории.

Выбор территорий для малоэтажного жилищного строительства целесообразно вести в двух параллельных направлениях. Первое – это совершенствование методов и приемов сравнительной характеристики оценки выбора резервных территорий с использованием стоимостных количественных пока-

зателей. Второе направление – последовательное применение системно-структурного решения этой проблемы, при котором совокупность резервных территорий равного назначения рассматривается как составная часть единой территориальной системы объекта районной планировки. Следовательно, любые резервные территории, предназначенные для малоэтажного жилищного строительства, должны выделяться только на основе ранее разработанных схем перспективной планировочной структуры и функционального зонирования всей территории объекта.

3.5. Сравнительные характеристики проектов по архитектурным и конструктивным решениям малоэтажных жилых зданий

На строительных площадках, отводимых под застройку жилья в пострадавших городах и районах Краснодарского края, применялись различные типы малоэтажных жилых домов: одноквартирные кирпичные, крупноблочные, из мелких блоков, сборно-каркасные, панельные, деревянные каркасные, сборно-щитовые, двухквартирные панельно-блочные. Осуществлено сравнение типологических характеристик количества жилых домов. Учитывая большие объёмы и сжатые сроки строительства нового жилья, при выборе типов жилых домов для вновь осваиваемых площадок предпочтение отдается быстровозводимым конструктивно-технологическим схемам. Рассмотрено более 40 предложений и проектов быстровозводимого жилья, поступивших от проектных организаций и строительных фирм различных регионов страны (рис. 2.11-2.15). Отбирается та документация, которая учитывает природно-климатические условия края и предельный размер субсидии на приобретение или строительство жилья. Социальная норма общей площади жилья, составляет:

- на одного человека – 33 м² ;
- на семью из двух человек – 42 м² ;
- на семью из трех человек и более – 18 x N м²,

где N – количество членов семьи.

Проблемой для «лёгких» домов оказался даже выбор конструкций фундаментов. Для оценки экономических и эксплуатационных качеств предлагаемых проектов домов, применения оптимальных фундаментов. Разработаны каталоги сравнительных характеристик проектов и различные типы фундаментов, адаптированных к местным инженерно-геологическим условиям и возможностям подрядных строительных организаций.

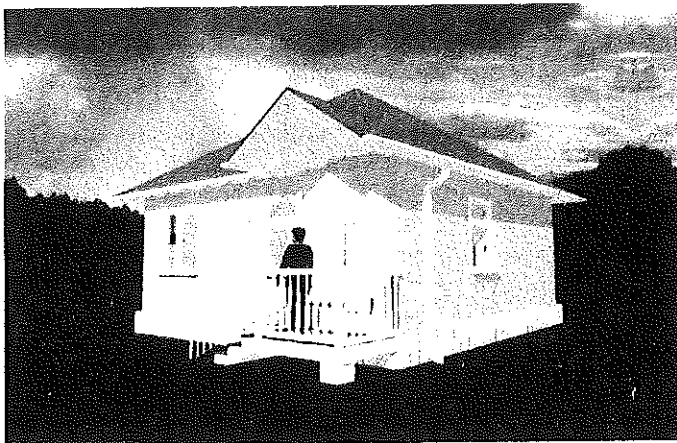


Рис. 3.11. Одноквартирный жилой дом общей площадью 33 м^2

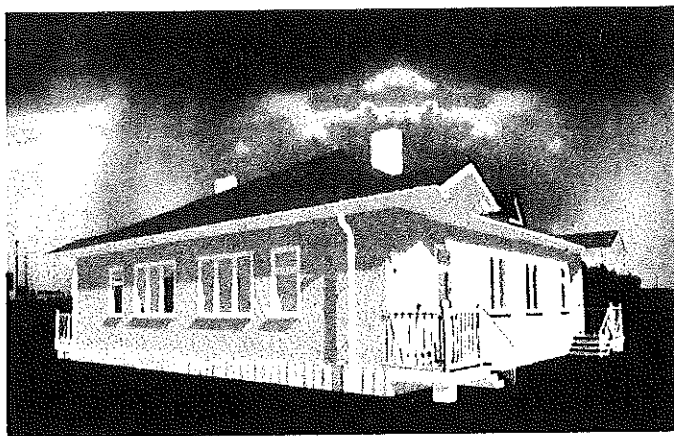


Рис. 3.12. Двухквартирный жилой дом общей площадью $33 \times 2 = 66 \text{ м}^2$;
Четырехквартирный жилой дом общей площадью $33 \times 4 = 132 \text{ м}^2$

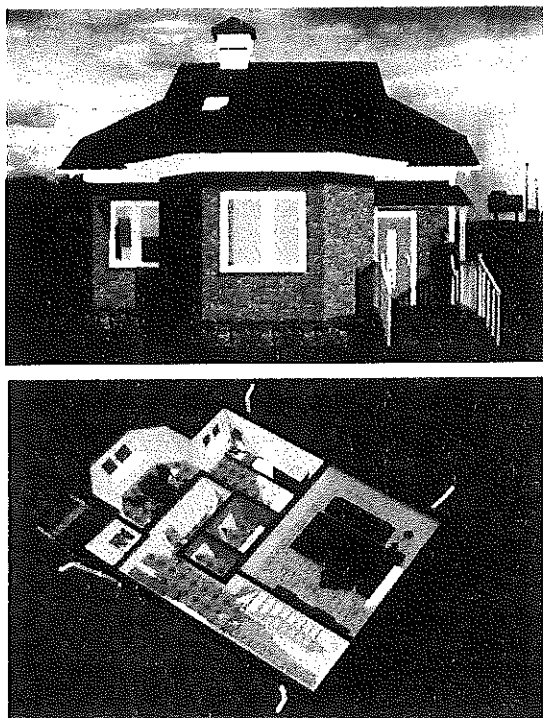


Рис. 3.13. Одноквартирный жилой дом общей площадью 90 м²

Основными конструктивными схемами фундаментов для малоэтажного строительства являлись: сваи забивные, буронабивные, буруинъекционных, фундаменты столбчатые, монолитные столбчатые, ленточные сборные железобетонные и ленточные на щебеночной подушке. При сравнении вариантов фундаментов стоимость строительных работ по состоянию на 2 квартал 2002 года составляла от 44.04 тыс. руб. ленточных на щебеночной подушке до 161.7 тыс. руб. буруинъекционных свай, что позволяло при правильном выборе указанного типа фундамента экономить значительные финансовые и материальные средства.

В результате проведенного анализа отобрано более 20 типов жилых домов – полносборных (КПД, ОБД), монолитных (с несъемной опалубкой и каркасных с эффективным утеплителем), сборно-щитовых и каркасно-панельных деревянных, из мелких пенобетонных блоков и керамического кирпича.

Главными требованиями, предъявляемые к зданиям и их элементам являлись: функциональная целесообразность, надежность, архитектурно-

художественная выразительность, целесообразность технических решений, а также требования санитарно-технические с учетом природно-климатических и местных условий, требования техники безопасности. Основополагающая роль отводилась требованиям экономичности строительства, в которых, прежде всего, уделялось внимание выбору строительных систем в соответствии с архитектурным замыслом, соблюдению требований по рациональному использованию стройматериалов и изделий стройиндустрии района строительства, необходимость принятия технически обоснованных решений, обеспечивающих надежность эксплуатации зданий. Был взят на вооружение методологический подход к применению достижений научно-технического прогресса в архитектурном творчестве, выявлена взаимосвязь между принятыми конструкциями и воздействиями на здания, условиями эксплуатации зданий и их элементов.

Таким образом, были определены основные архитектурные решения малоэтажных жилых зданий, размещаемых на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера:

- выделение в объеме жилого дома крупного по площади и объему пространства универсального использования;
- стремление максимально упростить план дома (прямоугольник, квадрат);
- четкое функциональное деление дома – собственно жилая зона, а также вспомогательная и входная зоны;
- возможность трансформации жилой среды при изменившейся ситуации – изменение количества проживающих, состава семьи и других условий;
- ориентация холодными помещениями на север;
- размещение дома по отношению к улице торцом, фронтом и устройством входа не с улицы, а с боковых сторон дома;
- отражение внутренней структуры дома на форме крыши, фасаде и его детализовке.

При этом следует отметить, что использование типовых элементов, industriально изготовленных конструкций и материалов, как строительного назначения, так и инженерного оборудования, не мешало свободе конструктивного и архитектурно-планировочного выбора.

Одновременно группами обследования, в состав которых входили архитекторы, инженеры-строители из проектных и строительных организаций, представители заказчика и администрации, принимались решения на усиление конструкций поврежденных объектов, пострадавших в результате происшедшего наводнения. Архитектурно-строительные решения и методы восстановления поврежденных и частично разрушенных зданий и сооружений основывались на научных исследованиях, на существующей отечественной и зарубежной практике осуществления строительства, реконструкции, капитального ремонта объектов капитального строительства.

Заслуживает внимание опыт проектирования и строительства малоэтажных быстровозводимых жилых домов для жителей Краснодарского края и других регионов страны, пострадавших от паводка (рис. 3.14-3.17). При строительстве используются оригинальные системы двутавровых половых балок, энергосберегающих каркасных стеновых панелей, стропильные системы. Каждый элемент дома спроектирован с помощью компьютерных программ, что гарантирует структурную целостность и точность, необходимую при сборке на строительных площадках.

Основой для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций является индивидуальное жилище, возводимое в кратчайшие сроки. Быстровозводимое жилище - дома из специальных, в основном, некапитальных конструкций, которые позволяют построить дом в сроки, значительно меньшие, чем это предусмотрено для сопоставимых капитальных конструкций по нормам продолжительности строительства. Они не рассчитаны на последующие разборки, транспортирование и монтаж, а срок их службы может быть аналогичен сроку службы капитальных домов. Главной целью применения быстровозводимых домов является сокращение сроков строительства и ускорения ввода индивидуального жилья в эксплуатацию. Характерными особенностями, отличающими быстровозводимые дома от традиционных, капитальных домов, являются:

- повышенная степень заводской готовности всех конструктивных элементов;
- наличие укомплектованного на заводе встроенного инженерного оборудования и мебели;
- меньший вес конструкций за счет применения облегченных строительных материалов;
- применение нетрадиционных быстросборных узлов соединений конструктивных элементов на основе замковых, самофиксирующихся, автоматических и других принципов действия;
- возможность монтажа дома вручную, без использования кранового оборудования;
- большая степень унификации конструктивных элементов;
- более высокое качество и точность строительных материалов и конструкций за счет их изготовления в благоприятных заводских условиях вместо, зачастую, неблагоприятных условий строительной площадки и другие.

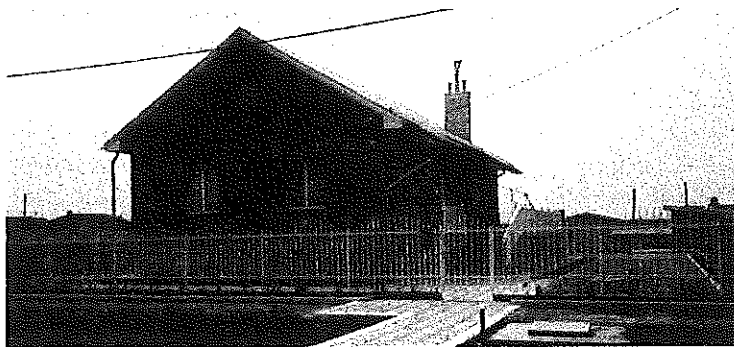


Рис. 3.14. Одноквартирный жилой дом. Краснодарский край, 2009 г.

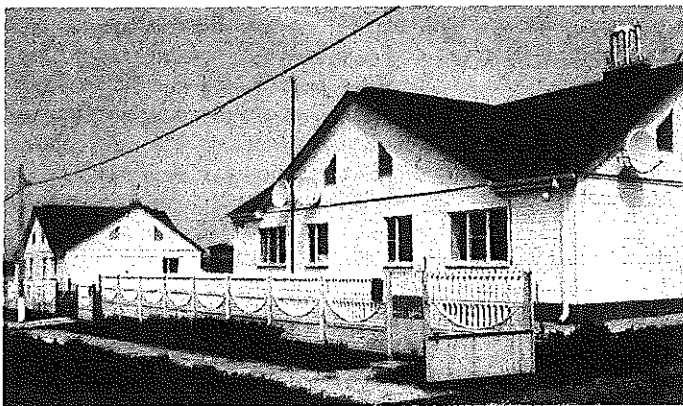


Рис.3.15. Блокированные двухквартирные жилые дома.
Краснодарский край, 2009 г.

Данные преимущества обосновывают перспективность использования быстровозводимого жилья по сравнению с традиционными видами капитального жилья из кирпича, монолитного железобетона и других конструкций с применением сварных, "мокрых" и других трудоемких монтажных процессов при устройстве узлов соединений. В целях быстрого развёртывания строительства жилья важно в сжатые сроки разработать генеральные планы застройки новых микрорайонов, определиться с проектами жилых домов, при необходимости разработать рабочую документацию, согласовать технические условия на подключение их к инженерным сетям.

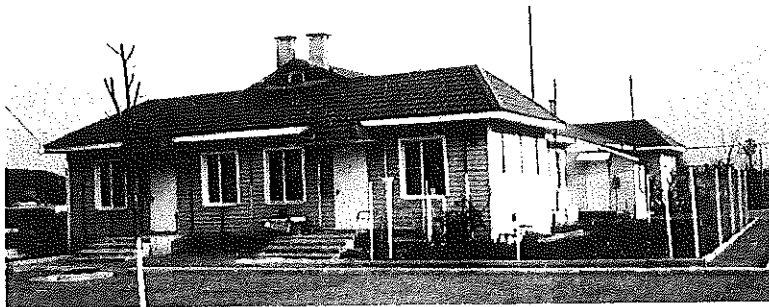


Рис. 3.16. Жилая застройка блокированными многоквартирными быстровозводимыми жилыми домами. г. Армавир

Для большинства новых площадок необходимо было разрабатывать рабочую документацию на полное инженерное обустройство застраиваемых микрорайонов. Значительные объёмы проектных работ были выполнены по разработке градостроительной документации (проекты генпланов застройки жилых микрорайонов и кварталов). В меньшей степени требовалось выполнение проектных работ на объектах незавершённого строительства, но и данном случае проводилась корректировка имеющейся документации. Подрядные организации нередко начинали работать «с листа».

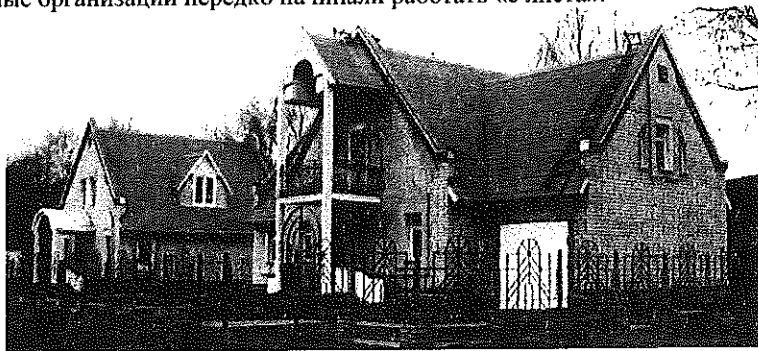


Рис. 3.17. Жилые дома из термоструктурных панелей с возможностью расширения в зависимости от численности семьи построенные в г. Ярославле

Наряду с положительными моментами, следует отметить нарушения экологического равновесия природной среды в некоторых районах, подверженных чрезвычайным ситуациям, вследствие неправильных архитектурно-строительных решений:

- использование одного и того же архитектурного решения жилого дома в разных географических зонах и типах ландшафта (проект «барачного типа» жилого дома, разработанный для граждан пострадавших от наводнения в г.Ленске, применен в южных территориях России);

- однообразие планировки, нарушающей пространственные связи с ландшафтом (высокая протяженность блокировки зданий, с минимальными земельными участками, примененная для застройки территорий Севера, неприемлема для южных районов, традиционно использующих приусадебные участки для ведения личного подсобного хозяйства);

- несоответствие силуэта населенного места общему фону ландшафта;

- несоответствие планировки и этажности зданий рельефу;

- отсутствие интересных и красивых видовых перспектив в застроенных массивах.

Таким образом, при принятии архитектурных и конструктивных решений малоэтажного жилого дома особое внимание должно быть уделено региональным особенностям, влияющим на расселенческую структуру; планировку и застройку селений; организацию приусадебного участка; типы жилых домов и их функционально-планировочную структуру.

3.6. Улучшение типологии социального и доступного жилья для территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера

Основными критериями развития малоэтажных жилых домов на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера должно быть полное многообразие и приспособляемость жилья к различным условиям жизни семьи и роду деятельности. Соответственно формирование жилища будет осуществляться под комплексным воздействием множества факторов, связанных с социальным, научно-техническим прогрессом и, в особенности, под влиянием природного окружения. основополагающую роль при этом следует отводить совершенствованию типологии жилища, предусматривающей дифференциацию уровней проживания, вариантную планировку домов, создание гибких структур жилых домов и жилищных комплексов.

Революционным в типологии малоэтажного жилищного строительства становится предназначенность жилья для конкретных социальных категорий населения со своими потребностями и возможностями, спецификой сельской или городской жизни, демографическими особенностями семьи, со своим восприятием традиций народного жилища и новаций в обустройстве современного жилья. В настоящее время образец жилого дома предназначенного для осуществления строительства на территориях, подверженных чрезвычай-

ным ситуациям природного характера, сложился только для социального жилища (рис.3.18).

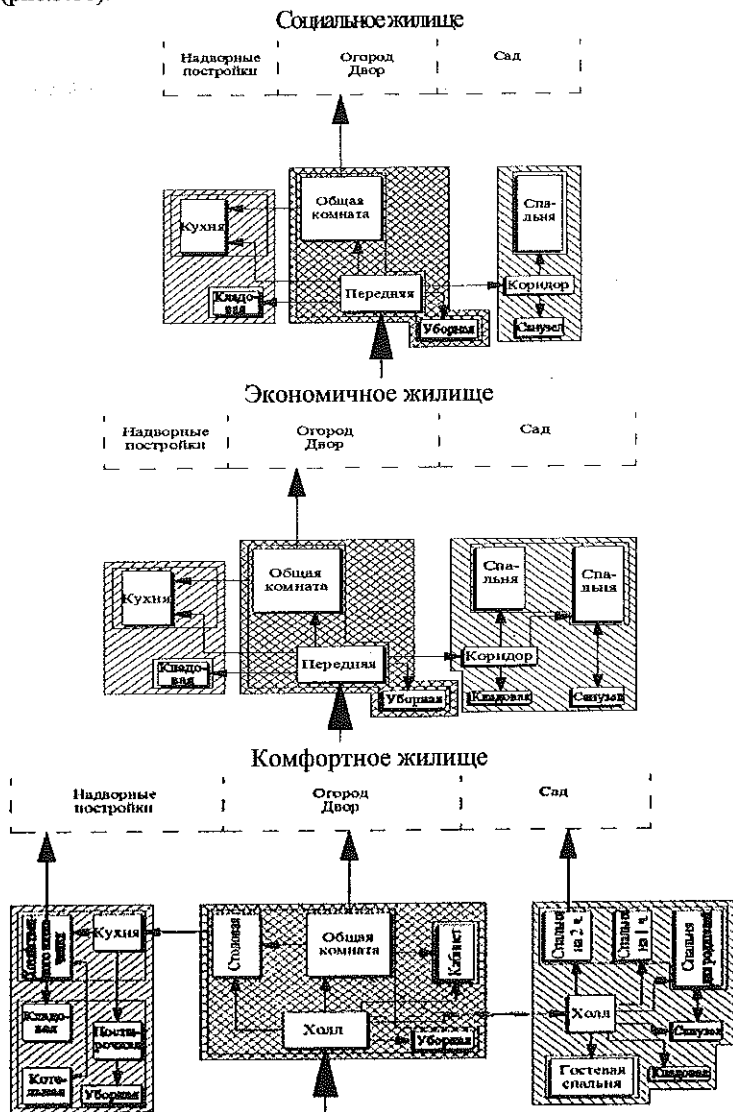


Рис. 3.18. Схемы функционального зонирования и взаимосвязей внутриквартирных помещений различных типов жилища

Нормируемые для социального жилища величина общей площади квартир, состав помещений и параметры отражают экономические возможности государства и позволяют получить минимально необходимый уровень удобств проживания. Если обеспеченность площадью проживания в социальном жилище регламентирована в действующих нормах и равна в среднем 18 м^2 на 1 человека, то для индивидуальных застройщиков должен быть создан широкий набор проектов жилых домов разных по величине, стоимости, архитектурно-планировочной структуре, степени инженерного оборудования. Необходимо отметить, что для социального жилища жестко нормированы верхние пределы площадей квартир, а для индивидуального регламентируется только нижние, величина же верхних не ограничивается. Действующие нормы обязывают проектировать внутри каждого из шести типов квартир социального назначения малые (тип А) и большие (тип Б) квартиры. Следовательно, сочетают требование экономичности квартир и требование демографической маневренности квартир. В тоже время, на основе анализа научных исследований выявлено, что основное несовершенство демографической концепции распределения в социальном жилище состоит в том, что квартиру предоставляют не семье вообще, а проектируют для семьи, находящейся на определенной стадии демографического развития в момент получения квартиры. Учитывая данное обстоятельство, следует, что любые изменения демографии семьи и ее социального статуса вносят неудобства и приводят к несоответствию планировки квартиры потребностям семьи.

Индивидуальное жилище движимо спросом, и поэтому появляется необходимость дифференциации жилых домов по уровню комфортного проживания (рис.3.19-3.21). Предлагаются варианты уровни проживания в жилых домах для индивидуального строительства на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, нормы площади жилья которых значительно отличаются от социальных норм. Для лиц с малым достатком предусматривается экономичный дом с обеспеченностью площадью квартиры равной, в среднем, 21 м^2 на 1 человека. Аналогичное жилье гарантирует положительный эффект - условия жизни в доме перестают сказываться на здоровье детей и лиц пожилого возраста. Комфортный дом с обеспеченностью, равной, в среднем 28 м^2 на 1 человека, также как и экономичный дом относится к группе доступного жилья. Комфортное жилье способствует творческому развитию личности, формированию жилища, отвечающему образу жизни семьи разного состава, учитывает требования людей, занимающихся индивидуальной предпринимательской деятельностью. В итоге совмещения многообразных функций жизнедеятельности появилась новая ветвь типологической системы жилых домов и комплексов —

одноквартирное жилье, сблокированное или скооперированное с местом приложения труда.

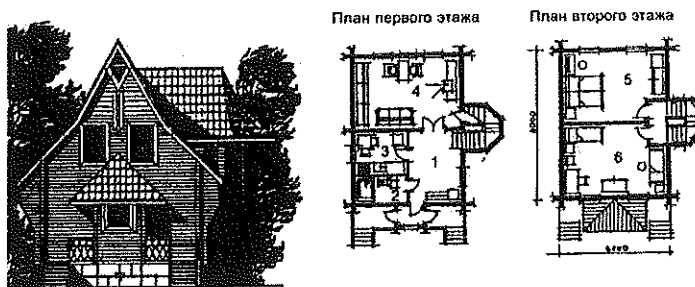


Рис. 3.19. Проект мансардного трехкомнатного экономичного жилого дома. Архитектор Н. Шершнева

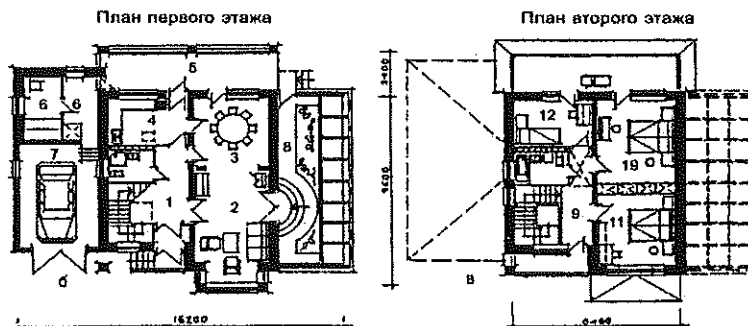


Рис. 3.20. Двухэтажный пятикомнатный комфортный жилой дом с гаражом, теплицей. Архитектор Д. Радьгин

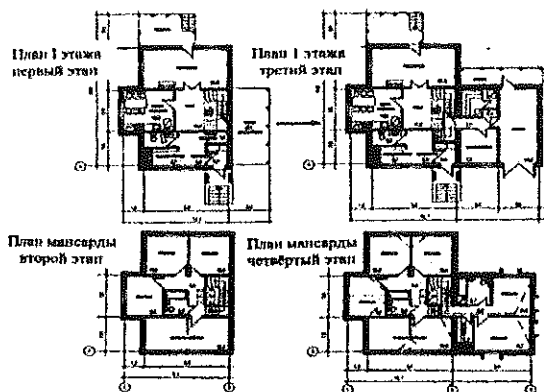


Рис. 3.21. Проект двухкомнатного дома, «растущего» до мансардного четырехкомнатного. Архитектор С.Порошин

Площадь встроенных и пристроенных к дому помещений общественного назначения должна отвечать ограничениям, установленным в разрешении на строительство в соответствии с действующим законодательством, нормативными документами по проектированию и строительству и требованиями, вытекающими из охраняемых законодательством прав жителей соседних домов (жилых блоков). На основе проведенных исследований выполнены схемы функционального зонирования и взаимосвязей внутриквартирных помещений, различных типов жилища (рис. 3.18).

Одновременно следует отметить, что применение данных типов жилища для строительства на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, должно быть закреплено надлежащим образом действующими законодательными актами с обусловленными договорами для застройщика и органов местного самоуправления.

Необходимо также осуществлять новые подходы к проектным решениям и технологии производства строительных конструкций, к строитель-

ным работам и средствам механизации. В связи с этим наиболее перспективные архитектурно – строительные системы малоэтажных жилых домов должны быть эффективными как в отношении теплозащитных свойств конструкций, так и в отношении расхода основных строительных материалов, а также должны способствовать уменьшению трудо- и энергозатрат на строительной площадке.

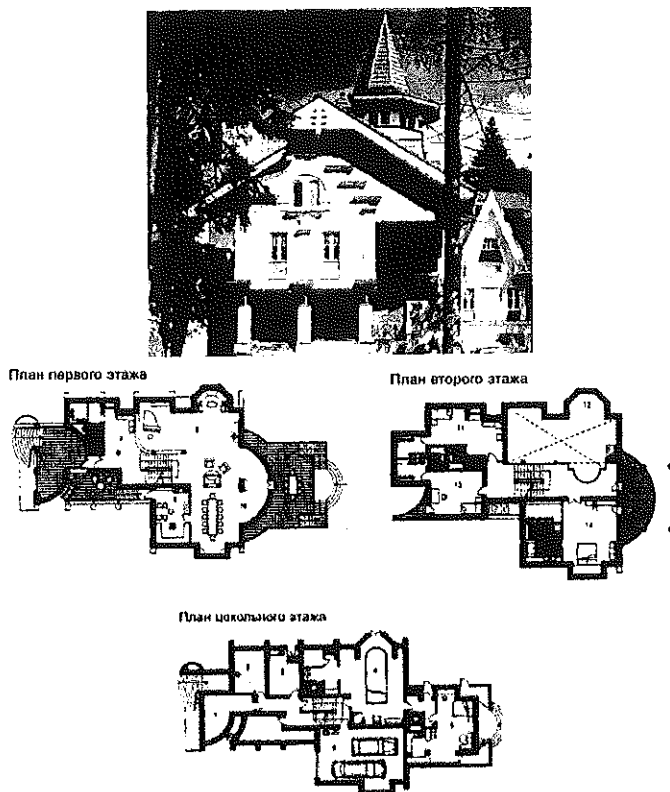


Рис. 3.22. Двухэтажный пятикомнатный элитный жилой дом.
Архитекторы: Д. Величкин, Н. Голованов

В настоящее время в малоэтажном индивидуальном жилищном строительстве в России находят применение основные конструктивные системы: крупнопанельные и монолитные из железобетона; крупноблочные и мелкоблочные из керамзитобетона, шлакобетона и других материалов; кирпичные; деревянные (брусчатые, каркасные, панельные) и комбинированные на основе совместного использования перечисленных систем.

В целом, в жилищной застройке на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера целесообразно использовать шесть конструктивных систем: на основе древесины; из мелких элементов; из полносборных железобетонных элементов; монолитно- и сборно-монолитные; из легких металлических конструкций; альтернативные конструктивные системы – быстровозводимые, мобильные, трансформирующиеся и другие. Значительная роль должна отводиться нетрадиционным, альтернативным системам строительства. Весьма актуальными становятся проекты быстровозводимых малоэтажных жилых домов, предназначенных для осуществления строительства на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера.

Следует подчеркнуть также и характерные планировочные приемы, позволяющие создать эстетическую застройку с высокими экономическими показателями при большой повторяемости однотипных, небольших по объему жилых домов с участками. Предлагаемые проекты малоэтажных жилых домов, предназначенных для осуществления строительства на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера должны быть основаны на общей цели формирования жилища – эффективной пространственной организации процессов повседневной жизнедеятельности населения (труда, быта, отдыха). Объемно-пространственное решение жилых домов должно исходить из решения усадьбы в целом – планировочной организации участка, расположения хозяйственных и их связи с жилым домом. Развитие архитектурно-планировочной структуры малоэтажного жилого дома в большей степени зависит от воздействия множества факторов, связанных с социальным научно – техническим прогрессом и влиянием природного окружения. В тоже время, одно из важных требований при проектировании малоэтажных жилых зданий для территорий, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера – учет основных показателей и характеристика указанного здания, создание необходимого комфорта проживания, экономическая эффективность (рис. 3.18).

Использование строительных элементов заводского изготовления способствует разнообразию фасадов, при этом дома могут состоять из трех и даже четырех равноценных фасадов. При проектировании желательно каждый жилой дом использовать как в рядовой застройке, так и в любом наборе при блокировке с одним главным фасадом или двумя главными фасадами.

Необходимо отметить также, что предельные размеры земельных участков, предоставляемые гражданам для индивидуального жилищного строительства, пострадавших от чрезвычайных ситуаций природного характера должны составлять от 400 кв.м до 1200 кв.м при ширине участка не менее восьми метров. При этом следует учитывать территориальное назначение строительства – городской или сельский округ. Значительное внимание сле-

дует уделить функциональному зонированию малоэтажного сельского дома, взаимосвязи помещений, жилой и хозяйственных зон.

В то же время выявлена зависимость протяженности фасадных улиц, приходящихся на одну квартиру от площади участков. При равных участках путем объединения квартир в группы по 2 и 4 квартиры можно значительно сократить протяженность фасадных улиц, приходящихся на одну квартиру. Если принять длину фасадных улиц при многоквартирных домах за 100 %, то при спаренных домах и фронтальном их расположении по отношению к улице протяженность дорог уменьшается до 67%, а при размещении таких домов в глубине участков протяженность улиц уменьшается до 50% и при группировке домов по 4 или расположении их в шахматном порядке длина улиц сокращается до 33%. При этом стоимость двухквартирных домов снижается на 6-7%.

Следующим направлением снижения стоимости 1 квадратного метра жилой и общей площади малоэтажных жилых домов размещаемых на территории, подверженной чрезвычайной ситуации природного характера является использование чердачного пространства для размещения спальных комнат и переход к строительству двухэтажных домов. Это даст снижение стоимости строительства дома до 12-20%. Данные дома целесообразно проектировать при количественном составе семьи более пяти человек.

Приоритетным направлением формирования малоэтажного жилищного строительства городских и сельских населенных мест на территориях, подверженных чрезвычайных ситуациях природного характера должно быть уделено блокированным жилым домам, рассчитанным на заселение малыми семьями (рис.3.20-3.22). Чтобы обеспечить лучшую изоляцию квартир и участков, производят как горизонтальное, так и вертикальное смещение блоков квартир, т. е. формируют ступенчатую схему застройки, что позволяет создавать интересные объемно-пространственные композиции. Стоимость 1 кв. жилой площади в указанных домах ниже, чем в многоквартирных на 18 %. Для одиночек должны предусматриваться блокированные дома с однокомнатными квартирами общей площадью 33 кв.м. Необходимо сохранить главный показатель, определяющий величину дома и степень комфортности – обеспеченность площадью квартиры каждого члена семьи.

Следует также, на основе типологической схемы малоэтажных жилых домов разработать структурную схему блокированных жилых зданий для новых площадок строительства на территориях, входящих в границы жилой зоны, определенной генеральным планом поселения, генеральным планом городского округа, схемой территориального планирования района.

Вместе с тем, при реализации творческого замысла, с учетом проблемы чрезвычайной ситуации природного характера, необходимо выделить отличительные особенности архитектуры спроектированных, в том числе возведенных малоэтажных жилых зданий на подтопляемых территориях.

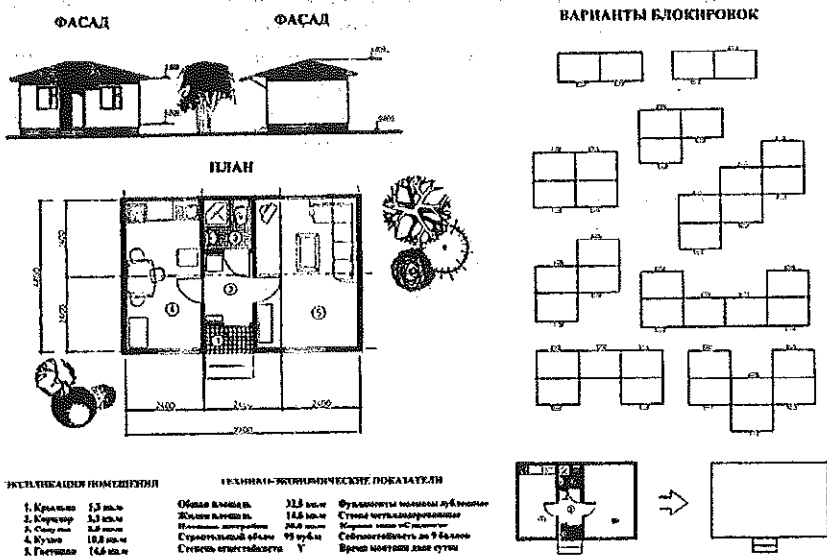


Рис. 3.23. Блокированный быстровозводимый жилой дом общей площадью 32,5 кв.м. Фасады, план, варианты блокировок

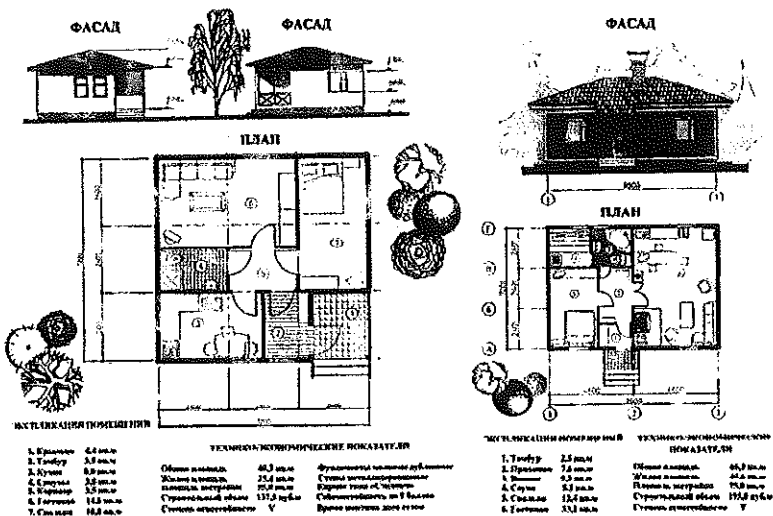


Рис. 3.24. Отдельностоящие быстровозводимые жилые дома общей площадью 48,3 кв.м. и 66,3 кв.м. Фасады, планы

К числу разработанных основных творческих решений относятся все характерные особенности архитектуры малоэтажных жилых домов вновь возведенных в сельских и городских поселениях, локализованных в зоне периодического затопления водами: градостроительные, архитектурно-планировочные и конструктивные (рис.3.25).

АРХИТЕКТУРНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ



КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ



ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ



Рис. 3.25. Градостроительные, архитектурно-планировочные и конструктивные решения малоэтажных жилых домов на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера

На территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера, наиболее востребовано жилище с гибкими архитектурно-планировочными структурами, рассчитанное на изменение состава семьи и, в

первую очередь, на ее увеличение. Чрезвычайно актуальной является задача создания типологических рядов «растущего дома». Основное внимание следует уделять домам из сложных семей, состоящих из нескольких поколений. Жилые дома для сложных семей из двух, трех и даже четырех поколений особенно необходимы при концентрации рабочей силы вокруг места приложения индивидуальной трудовой деятельности в населенных местах с малой плотностью застройки и на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера.

В результате совершенствования типологии жилища, размещаемого на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера организация жизнедеятельности семьи в доме получает существенные изменения. Необходимо стремиться предоставить всем членам семьи изолированные комнаты, а в семьях начиная с трех человек и в семьях из двух человек с супружеской парой, освободить общую комнату от спального места. Это позволит наиболее целенаправленно решать вопросы творческого развития личности, формирования ее индивидуальности и бытовые проблемы в целом.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Комплексный анализ архитектуры малоэтажных зданий на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям в городах и населенных пунктах муниципальных образований, практика отечественного и зарубежного проектирования, реконструкции и строительства зданий и сооружений, анализ большого многообразия различных типов и видов индивидуальных малоэтажных жилых домов позволяет сделать следующие выводы.

На основе отечественного и зарубежного опыта формирования малоэтажного жилищного строительства в условиях чрезвычайных ситуаций природного характера выявлены основные принципы формирования малоэтажных зданий на указанных территориях:

- архитектурно-художественные факторы (природно-климатические, социально-культурные, градостроительные, условия);
- социально-функциональные факторы (социально-демографические и национально-этнографические условия);
- инженерно-конструктивные факторы (конструктивные системы и методы возведения зданий, строительные материалы и оборудование).

Самое существенное внимание уделить разработке обязательных мероприятий по правовому регулированию градостроительной деятельности и формированию проектной документации для застройки территорий малоэтажного жилищного строительства на потенциально подтопляемых территориях.

Основными предпосылками для формирования программы восстановления и строительства жилья на территориях, подверженных чрезвычайным ситуациям природного характера в первую очередь являются:

- использование существующего регионального потенциала полносборного домостроения для возведения малоэтажных многоквартирных жилых домов, преимущественно для города;
- использование ранее приостановленного строительством жилых домов высокой степени готовности для их завершения;
- предпочтение под застройку новых земельных участков отводятся тем земельным участкам, которые требуют минимальных затрат на их планировку и инженерное обустройство.

Необходимо шире использовать нетрадиционные конструктивные системы в жилищной застройке:

- быстровозводимые системы с повышенными темпами строительства малоэтажных жилых зданий в наибольшей степени, удовлетворяющие местным условиям и социальной норме площади жилья для конкретного состава семьи;

- мобильные системы с возможностью не только оперативного монтажа, но и демонтажа, транспортирования и последующего монтажа конструкций жилых зданий на новом месте;

- трансформирующие системы с возможностью увеличения полезной площади и строительного объема домов за счет применения пневматических, складывающихся и других специальных конструкций; заглубленных, солнечных и других типов энергосберегающих домов с использованием гелиоприемников и другого специфического оборудования.

Необходимо разработать научные предложения, номенклатуру по экономической эффективности конструктивных и объемно-планировочных решений малоэтажного жилища. При проектировании высококомфортной жилой среды для человека, учитывать большое количество разнообразных требований и факторов, влияющих на качество человеческого дома. При этом основополагающими принципами являются:

- учет природно-климатических условий, включающий в себя инженерную подготовку территории с комплексом мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций;

- решение экологических проблем, требующих бережного отношения ко всем природным ресурсам, всестороннего учета направления господствующих ветров, характера рельефа, утилизации отходов жизнедеятельности и др.;

- экологическая защита внутренней жилой среды в доме от вредных воздействий современного индустриального общества;

- тепловая и акустическая защита дома от неблагоприятных условий;

- правильно выбранные градостроительные, планировочные и конструктивные приемы. Проектируя индивидуальные жилые дома, необходимо представлять не только потребности, образ жизни и традиции конкретной семьи в настоящее время, но и прогнозировать изменения этой семьи в будущем.

Большое внимание уделять высокому техническому уровню инженерного оборудования малоэтажных жилых зданий с использованием систем автономного энергообеспечения. Уменьшать снижение энергопотребления в индивидуальных жилых домах путем увеличения уровня теплозащиты ограждающих конструкций и других теплозащитных свойств.

Основной задачей органов исполнительной власти должно быть выполнение ряда научных критериев:

- определение резервных площадок под застройку в населённых пунктах с особым порядком регулирования градостроительной деятельности и обеспечение разработки для них схем и проектов развития инженерной, транспортной и социальной инфраструктуры;

- составление карты территорий населённых пунктов, подверженных воздействию чрезвычайных ситуаций, установление для них особого порядка регулирования градостроительной деятельности;

Размещение малоэтажных жилых домов в общей структуре генерального плана следует подчинить идеи формирования выразительной объемно-пространственной композиции застройки в целом, и отдельных ее элементов. Характерные силуэты скатных крыш, эркеров, лоджий, балконов, веранд, входной группы, использование местных строительных и отделочных материалов, традиционных для каждого региона – естественного камня, облицовочного кирпича, декоративной штукатурки, древесины и т.п. – создают своеобразный силуэт. Немаловажную роль играет и декор, испытанное средство индивидуализации зданий, только применять его нужно с высоким художественным вкусом и чувством меры. С применением указанных приемов архитектурно-художественной выразительности малоэтажные жилые дома становятся как бы частью природного ландшафта, позволяют достичь визуальной взаимосвязи жилища с окружением.

В виду того, что в районах подверженных чрезвычайным ситуациям, стоимость строительно-монтажных работ значительно выше (примерно в пределах 15%) по сравнению с обычными условиями, ресурсы экономии и социальной эффективности следует искать не в принятой практике типизации и унификации строительного производства, а в рациональных градостроительных, архитектурно-планировочных принципах организации жилища, руководящими критериями которых должны быть обеспечение максимальной безопасности и сохранности человеческой жизни, минимизация риска стихийных бедствий, степени разрушений и ущерба, создание полноценных условий для непрерывного и устойчивого функционирования жилой среды.

Приоритетной тенденцией становится развитие жилых домов по числу квартир, этажности и объемно-планировочной структуре. Всем типам жилища предстоит развитие в направлении дифференциации жилья по стандартам проживания. На ближайшую перспективу сохранится основной показатель, определяющий величину дома и степень комфортности – обеспеченность площадью квартиры каждого члена семьи, что особенно важно при предоставлении жилья гражданам, пострадавшим от чрезвычайных ситуаций природного характера. Для индивидуальных застройщиков среднего класса с малым и умеренным достатком основой развития и выбора типов домов с верхними пределами площадей квартир, равными 90-120 м². Типы квартир с верхними пределами площадей, превышающими 120 м², представляют главным образом жилище комфортное и перспективное, рекомендуемое для населения с высоким уровнем достатка. Необходим поиск индивидуального облика малоэтажного жилого дома, как комплекса жилых и хозяйственных построек, что традиционно использовалось в народном зодчестве регионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация. Книга 1 / Под ред. К.Е.Кочеткова и др. – М.: Изд-во АСВ, 1995. – 320 с.: ил.
2. Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация: Книга 3 / Под ред. В.А. Котляровского и др. – М.: Изд-во АСВ, 1995. – 416 с.: ил.
3. Авдотьин Л.Н., Лежава И.Г., Смоляр И.М. Градостроительное планирование. – М.: Стройиздат, 1989.
4. Алексеев Ю.В., Казачинский В.П. История архитектуры, градостроительства и дизайна. Часть 1. – Краснодар: «Экоинвест», 2001. – 247 с.
5. Алексеев Ю.В. История архитектуры, градостроительства и дизайна./ Алексеев Ю.В., Казачинский В.П., Бондарь В.В. Часть 2. – Краснодар: ЮИМ, 2002. – 208 с.
6. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Пасяда Н.И., Денисова И.В. Малоэтажное жилищное строительство / Под ред. д.э.н., проф. А.Н.Асаула. – СПб.: «Гуманистика», 2005. – 563с.
7. Асаул А.Н., Казаков Ю.Н., Пасяда Н.И., Денисова И.В. Теория и практика малоэтажного жилищного строительства в России / Под ред. д.э.н., проф. А.Н.Асаула. – СПб.: «Гуманистика», 2005. – 563с.
8. Ащепков Е.А. Русское деревянное зодчество в Западной Сибири.–Москва, 1950.
9. Балтруконис Ю., Рагинис В., Юодвалкис И. Инженерное оборудование сельской усадьбы // Архитектура СССР. – 1983. - № 9-10.- с.72-75.
10. Бардадым В.П. Архитектура Екатеринодара / В. Бардадым: художник С.Тараник. – Краснодар: «Сов.Кубань», 2002. – 256 с.
11. Бардадым В.П. Архитектура Екатеринодара / В.П. Бардадым – Краснодар: Лебедев Ю.Ю., 2009. – 400 с.: ил.
12. Баринов А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них. – М.: ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003.
13. Бельцев Н.В. Портовый город Ейск в истории Черноморского казачьего войска: Монография. – Ейск, 1998. – 149 с.
14. Бондарь В.В. Город Екатеринодар в пространстве и времени: Опыт исторической урбанистики. Монографический сборник. – Краснодар: Издатель Игорь Платонов, 2006. – 128 с.
15. Воронина В.Л. Народное жилище арабских стран. – Москва: Стройиздат, 1972. – 141 с.
16. Гараканидзе М.К. Грузинское деревянное зодчество. – Москва: Искусство, 1959. – 169 с.: ил.
17. Гаряев В.В. Формирование сельской застройки на основе применения трансформируемых объемных блоков // Автореферат дисс. к. арх..Москва, 1991.
18. Градостроительный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 30.12.2004 № 190-ФЗ. – Москва, 2004.
19. Гурулев О.К. Архитектура жилых и общественных зданий для села. – М.: Стройиздат, 1988. – 256 с.: ил.

20. Гутнов А.Э., Глазычев В.Л. Мир архитектуры. - Москва: Молод. Гвар.1990.
21. Емельянов В.М., Коханов В.Н., Некрасов. А.Н. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях. – М.: Трикста, 2005.
22. Есаулов Г.В. Градостроительная культура Юга России: Синтез традиций и влияния / Города Центрально-Черноземного района и Юга России на рубеже ХХI века. Доклады и выступления на научно - практической конференции Южного регионального отделения РААСН.- Ставрополь: ЮРО РААСН, 1998. –с.15-20.
23. Журавлев А.М., Иконников А.В., Рочегов А.Г. Архитектура Советской России. – Москва: Стройиздат, 1987.
25. Земельный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон от 25.10.2001 № 136-ФЗ. – Москва, 2001
26. Иконников А.В. Пространство и форма в архитектуре и градостроительстве: [моногр.] А.В.ИКОННИКОВ. – М.: Ком Книга, 2006. – 349 с.
27. Карташова К. Социальные основы развития жилища // Архитектура СССР. – 1978.- № 8.-с.30-32.
29. Комплексная районная планировка / Центр. н.-и. и проект. ин-т по градостроительству; редкол. В.Н. Белоусов (отв. ред.) и др.– М.: Стройиздат, 1980– 248 с.
30. Кудрявцев А.П., Сдобнов Ю.А., Шевченко Э.А. Проблемы территориального планирования и кадровое обеспечение современного градостроительства России. – М.: Academia, №2, РААСН, 2007.
31. Кузьмина К.Н. Малоэтажное жилище для малых поселений Западной Сибири // Автореферат дисс. к. арх.– Москва, 1986.
32. Курбатов Ю.И. Охрана природного ландшафта и архитектура. Л.: «Знание», 1979 – 35 с.
33. Лавров Л.П. Архитектура массового жилища: что дальше? // Архитектура СССР. – 1990.- № 5.-с.44-49.
34. Лазарев А.Г. Культурология: Монография – Ростов-на-Дону: «Терра», 2005– 300 с.
35. Лазарев А.Г., Лазарев А.А. История архитектуры и градостроительства России, Украины, Белоруссии VI-XX вв. – Ростов н/Д: «Феникс», 2003– 512 с.: ил.
36. Майдар Д., Пюрвеев Д. От кочевой до мобильной архитектуры.–М.: Стройиздат, 1980 – 216 с.: ил.
37. Мокжинский Е. Индивидуальные домики для отдыха / Пер. с пол. – М.: Стройиздат, 1985 – 96 с.; ил.
38. Молчанов В.М. Архитектурная организация малоэтажных энерго-экономических жилых зданий в условиях Юга России // Труды Ростовской государственной академии архитектуры и искусства. Ежегодник. – Ростов-на-Дону: Рост. гос. акад. архит. и иск-ва, 2005. – Вып. 2-4,-с.65-71.
39. Молчанов В.М. Теоретические основы проектирования жилых зданий. 2-е изд., перераб. и доп. - Ростов н/Д: «Феникс», 2003. – 240 с.: ил.
40. Нойферт П., Нефф Л. Проектирование и строительство. Дом, квартира, сад; Перевод с нем. – Третье изд., переработанное и дополненное: – М.: «Архитектура-С», 2008 – 264 с.: ил.
41. Об архитектурной деятельности в Российской Федерации. Федеральный закон от 17.11.1995 № 169-ФЗ. – Москва,1995.

42. Об утверждении положения о водоохраных зонах водных объектов и их прибрежных защитных полосах». Постановление Правительства РФ от 23.11.1996 № 1404. – Москва, 1996.

43. Об утверждении порядка использования средств безвозмездных субсидий, предоставляемых гражданам, лишившимся жилья или части его в результате паводка, произошедшего в июне 2002 года на территории Южного федерального округа. Приказ Госстроя России от 09.07.2002 № 130. – Москва, 2002.

44. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Федеральный закон от 21.12.1994 № 68-ФЗ. – Москва, 1994.

45. Отчет о результатах строительно - восстановительных работ в районах Краснодарского края, пострадавших от июньского паводка 2002 года. – Краснодар, Департамент строительства Краснодарского края, 2003.

46. Пичугин А.П., Бурковская Н.И. Материалы для сельских строек./ Омское кН.изд-во, 1989.- 144 с.

47. Пичугин А.П., Федерякина З.К. Формирование требований к материалам для декоративного архитектурного оформления/ Строительные материалы, №2.- 2004. – С.20-22.

48. Пичугин А.П., Язиков И.К. Грунтматериалы для сельского строительства./Новосибирск, НГАУ-РАЕН, 2000.- 102 с.

49. Пименов А.Т., Пичугин А.П., Каткова Т.Ф., Ильина Л.В. Материалы и технология ремонта, реставрации и реконструкции зданий и сооружений./ Новосибирск, НГАСУ, 2002. – 249 с.

50. Герасимов В.В., Пичугин А.П., Круглова Э.В. Управление проектами./ Новосибирск, 2006. – 144 с.

51. Безбородов В.А., Парикова Е.В., Пичугин А.П. Сухие строительные смеси и технология их применения./ НГАСУ-НГАУ, Новосибирск, 2010. – 126 с.

52. Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2004: Стат. сб. / Росстат. М.:2004. – 671 с.

53. Резников С.А., Иванеева Н.Ю. Современные и прогнозируемые климатические изменения как предпосылки чрезвычайных ситуаций (на примере ЮФО РФ) / Труды Ростовской государственной академии архитектуры и искусства. Ежегодник.- Ростов-на-Дону: Рост. акад. архит. и иск-ва. – 2005.- Вып. 2-4. -с.148-152.

54. Рекомендации по проектированию сельских жилых домов и надворных построек для индивидуального застройщика. Госкомархитектура. – Москва, 1989г. – 53 с.

55. Серебряков С.В., Гушин А.Н., Коршунов М.Е., Гусев В.В. Опыт прогноза зон затопления при паводках и наводнениях // Геопрофи. – 2005.- № 5.-с.53-55.

56. СНиП 2.07.01.-89*. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. – Москва, 1989г.

57. СНиП 31-02-2001. Дома жилые многоквартирные. – Москва, 2001г.

58. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий. – Москва, 2003г.

59. СНКК 22-301-2000 (ТСН 22-302-2000 Краснодарского края). Строительство в сейсмических районах Краснодарского края. – Краснодар, 2000г.

60. СНКК 23-302-2000 (ТСН 23-319-2000 Краснодарского края). Энергетическая эффективность жилых и общественных зданий. Нормативы по теплозащите зданий. – Краснодар, 2000г.

61. Современное состояние и прогноз развития градостроительства в России. Доклад президента РААСН А.П. Кудрявцева на V пленуме СА России. 11.10.2002. – Москва, 2002.
62. Соколов Ю., Сахаров А. Архитектура малоэтажного жилища с автономным энергообеспечением // Архитектура СССР.- 1981.-№ 4.-с.8-10.
63. СП 30-102-99. Планировка и застройка территорий малоэтажного жилищного строительства. – Москва, 1999г.
64. Справочник проектировщика. Градостроительство. – Москва: Стройиздат, 1978. – 367 с.:
65. Субботин О.С. Локальные особенности и основные черты в архитектуре традиционного малоэтажного домостроительства Кубани // Вестник МГСУ.- Москва: МГСУ, выпуск 3, 2009 – С. 8-13.
66. Субботин О.С. Принципы формирования новых типов жилых домов // Научная мысль Кавказа. Приложение № 9. - Ростов-на-Дону, 2006 – С.306-311.
68. Субботин О.С., Таратута В.Д. Архитектурно-строительные решения и методы восстановления поврежденных и частично разрушенных зданий и сооружений при чрезвычайных ситуациях природного характера // Труды Кубанского государственного аграрного университета. - Краснодар: КубГАУ, выпуск 2(6), 2007 – С. 182-185
69. Субботин О.С., Хританков В.Ф. Эффективное применение энергосберегающих конструкций и материалов в малоэтажных зданиях // Жилищное строительство. №12. - Москва, 2008 – С.20-23
70. Сырмолов В.В. Градостроительство в экстремальных условиях юга / В.В.Сырмолов. – Краснодар: Совет. Кубань, 2006. – 240 с.: ил.
71. Традиционное жилище народов России: XIX - начало XX в. – М.: Наука, 1997. – 397 с.
72. Хан-Магомедов С.О. Архитектура советского авангарда. В 2-х кн. Кн.1.: Проблемы формообразования. Мастера и течения/С.О. ХАН-МАГОМЕДОВ. – М.: Стройиздат, 1996. – 709 с.: ил.
73. Хихлуха Л.В., Багиров Р.Д., Моисеева С.Б., Согомонян Н.М. Архитектура российского села. Региональный аспект. – Москва. «Архитектура-С», 2005. – 208 с.: ил.
74. <http://articles.excelion.ru/science/geografy/32891395.html>
75. <http://belkmk.narod.ru/flood.html>
76. <http://mylearn.ru/kurs/9/381>
77. <http://pontoonboats.ru>
78. [http://www.i-home.ru/;](http://www.i-home.ru/)
79. [http://www.stroimnavode.ru/ponton.html,](http://www.stroimnavode.ru/ponton.html)
80. <http://www.stroyhouse.ru>
74. <http://www.thinkquest.ru/library/40204/oinfo.html>
75. http://www.univers-stroy.ru/stroy12_5_4.html

О.С. СУББОТИН, А.П. ПИЧУГИН, И.В. БЕЛАН

**МАТЕРИАЛЫ И АРХИТЕКТУРА МАЛОЭТАЖНЫХ
ЗДАНИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ В ОСОБЫХ
ПРИРОДНЫХ УСЛОВИЯХ**

МОНОГРАФИЯ

Подписано в печать 26.12.2012. Формат бумаги 60x84/16
Бумага офсетная. Печать «RISO». Уч.-изд.л. 13,7. Усл. печ. л. 14,35
Тираж 200 экз. Заказ № 954

Новосибирский государственный аграрный университет
630039, г.Новосибирск, Добролюбова, 160