

Глава IX

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

9.1. БЕЗОПАСНОСТЬ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА – ОСНОВА БЕЗОПАСНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ГОРОДОВ

Город – гениальное изобретение человечества. В разные годы и эпохи он втягивал другие эпохальные достижения – водопровод, канализацию, электричество, телефон, средства передвижения и пр. В результате такого синтеза современный город превратился в сложную техническую систему (СТС). При этом он стал носителем как достоинств, так и негативных факторов, влияющих на безопасность его населения и окружающей среды. Город является также структуроформирующим ядром территориальных систем, играя роль фокуса тяготения населения, транспорта, информации и т. п. Структуры такой сложности и в то же время чрезмерная плотность населения, сооружений, инженерных систем, небезопасных технологий промышленных зон создают прямую угрозу жизни и здоровью человека.

Вопросы безопасного проживания в городах Сибири всегда базировались на комплексе региональных экономических, природно-климатических, антропогенных и социальных факторов. **Региональный аспект** в настоящее время связан со спецификой экономико-географической ситуации, которой характеризуется Восточная Сибирь в целом и Красноярский край в частности. В первую очередь, это большие размеры территории, неравномерность её освоения, низкая плотность заселения (гл. 1). Условия неравномерности расселения определяют региональную систему населенных мест как «очаговую», определяя тем самым её моноцентрический характер. Моноцентризм достаточно устойчива. Так, на 1 января 2000 г. в Красноярском крае проживало 3038,9 тыс. человек. Доля городского населения составляла 74,4 %. Из них насчитывалось (тыс. чел.): в Красноярске – 877,8, Норильске – 238,9, Ачинске – 123,7, Канске – 107,5, Минусинске – 75,7, Дудинке – 31,5, Енисейске – 21,6. Данные районных планировок, генпланы городов края и выявленные направления транспортных перемещений населения по краю показывают, что наряду с развитием малых городов продолжается процесс концентрации обслуживающих функций, промышленного и делового потенциала в Красноярске. Это обстоятельство обуславливает рост проблем в столице края и требует особого рассмотрения. Особенности сибирского градостроительства, несомненно, являются **природно-климатические условия**. Красноярский край оценивается как территория с резко континентальным климатом, продолжительной зимой и коротким летом. Для региона характерны различная степень температурной экстремальности на протяжении года (от -40°C до $+30^{\circ}\text{C}$), недостаточность ультрафиолетового облучения, длительные межсезонные периоды, вечная мерзлота, паводки, сильные и продолжительные ветры, интенсивные осадки, снегозаносы. В городах края фиксируются шквальные ветры и длительные застои воздуха, резкие суточные перепады температур, сложная аэродинамика воздушных потоков, разнообразие видов и характеристик грунтов, неоднозначное влияние лесного окружения. **Антропогенные факторы** связаны с конкретной созидательной деятельностью людей и в условиях сибирского региона характеризуются масштабностью и глобальностью поставленных задач,

решение которых осуществлялось экстенсивными методами. Огромные территории и богатейшие ресурсы обусловили приоритет затратным технологиям. Так, экстенсивный характер градостроительной деятельности подтверждается уменьшением посевных площадей, сокращением лесных массивов и последовательным увеличением ареалов техногенного использования территорий. Этот подход, наложенный на хрупкую сибирскую природу, привел к крайне негативным последствиям. Так, в результате активной деятельности человека произошли серьезные изменения окружающей среды, которые повлияли на различные стороны жизни населения. Налицо возрастание противоречий в вещественных, энергетических, информационных, культурных связях общества с природой. Таким образом, **социальный фон** городов Красноярского края чрезвычайно сложен. Особая медико-географическая ситуация, удаленность от культурных европейских центров страны, пестрая национальная и этническая картина, разрыв в культурном уровне сельского и городского населения, сложные миграционные процессы, низкий прожиточный минимум (имеющий особые последствия в условиях жесткого климата) и резкая дифференциация в доходах – эти и аналогичные факторы определяют социальную сферу в сибирском регионе как чрезвычайно специфическую, требующую особых подходов. Часть проблем может быть решена путем принятия оптимальных градостроительных решений.

Рассмотренные факторы на протяжении последних лет жизнедеятельности сибирских городов проявили свою специфику особо отчетливо, усилив дисбаланс их развития. Вследствие этого вопросы комфортного и безопасного проживания обострились. Комплекс проблем, характеризующих ситуацию, представлен на *рис. 9.1*. Стратегия развития городов на протяжении многих лет определяется при выполнении схем районной планировки, генпланов городов, проектов детальной планировки общегородских центров и крупных жилых районов, проектов охранных и рекреационных зон. В тоже время претворение в жизнь этих проектов затруднено по ряду причин. Главная из них заключается в том, что эти документы, проектируемые в центральных НИИ, были далеки от реалий, не отражали естественно протекающих процессов, цикличности развития городов и отличались консервативным подходом. В результате с течением времени общим местом в отечественном и сибирском градостроительстве стало несоответствие положений генплана реальному состоянию городов. Механистичность функционального зонирования, жесткость предлагаемых градостроительными нормами планировочных структур в сочетании с узковедомственностью и директивностью управления, дисбаланс между объемами промышленного и гражданского строительства, ограничения в финансировании объектов – это условия в которых происходила реализация генпланов сибирских городов. Чрезвычайно актуальна в настоящее время и другая проблема – нерегулируемый захват пригородных территорий вместе с техническими и инженерными сооружениями, объектами природного комплекса. Крупные города края, в том числе и Красноярск, до недавнего времени наращивали свой потенциал именно таким способом, мало используя внутренние ресурсы. Например, сложилось так, что в городской застройке находятся вредные производства, склады горючего, ядохимикатов, ТЭЦ, котельные и пр., что недопустимо в принципе. Такая ситуация требует проведения анализа и выработки мер безопасности, вплоть до выноса объектов за черту города. Часто нельзя назвать безопасной и ситуацию в жилых массивах. Высокая плотность и многоэтажность в одном случае, и наличие неосвоенных территорий в другом, слабая озелененность, ветхость жилого фонда, отсутствие благоустройства создают прямую и опосредованную угрозу безопасного проживания. Экстенсивный характер развития, наложенный на сложный ландшафт, привел к чрезвычайной усложненности городских структур. Усиливающаяся центробежность периферийных районов и существующая достаточно устойчиво моноцентричность городского ядра делают положение нестабильным, т. е. начинается функциональный «отрыв» отдельных частей-районов. Активно пошел процесс децентрализации, что означает дискретность части территорий и

изолированность в них населения, городских служб и существующей инфраструктуры. Такое положение обостряет проблему взаимодействия периферийных территорий и общегородского ядра настолько, что требуется пересмотр режима функционирования ряда городских организаций, принципов построения системы общественного обслуживания, схемы транспортной сети.

Характерной чертой современного общества становится мобильность населения. Это понятие относится не столько к непрерывному увеличению интенсивности и скорости транспортного движения, сколько к сфере социальных связей, хозяйственной деятельности, расширению интересов городского населения. Перемещающиеся огромные пассажиро- и потребительские потоки не соотносятся с существующей социальной инфраструктурой. На этом фоне в последнее время отчетливо проявляется тенденция пространственной дифференциации обслуживающих функций по территории города. Это связано с тем, что массовое жилище стало уходить из городских центров. Произошло усложнение уличной транспортной сети, увеличение времени перемещения населения по городу. Возрастание парка транспортных средств обусловило усложнение дорожной инфраструктуры. Началось строительство большого числа стоянок, бензозаправок, СТО, постов ГИБДД и пр., что вызвало разбухание коммуникационной системы города и оказало негативное воздействие на состояние окружающей среды, пешеходное движение, условия проживания в жилых районах. Низкие температуры, снеготаносы, ливневые воды, туман и, в некоторых случаях, короткий световой период обостряют проблему. Кроме того, увеличиваются энергетические потери, снижается эффективность эксплуатации транспортных средств и пропускная способность отдельных участков транспортной сети. Сложное воздействие на условия проживания оказывает внешний транспорт. Так, в большинстве городов транссибирская железнодорожная магистраль проходит практически по городским территориям и занимает десятки километров. Зная характер перевозимых грузов – нефть, лес, уголь, взрывчатые вещества и т. п., можно утверждать о нарушении коллективной безопасности и необходимости преодоления сложившейся ситуации. Аэропорты и линии подлета во многих городах и населенных пунктах края являются частью пригородных зон и также являются источником повышенной опасности.

Составной частью актуальных проблем сибирского градостроительства являются вопросы формирования регионального жилища. На сегодняшний день специалисты отмечают недопустимо высокий уровень теплопотерь в жилых домах, заложенный в проектные решения низкий социальный стандарт, невыразительность внешнего облика. Особенно это касается многоэтажных жилых домов. Неотапливаемые подвалы, плоские кровли, плохо заделанные швы и стыки, заполнение оконных и дверных проемов некачественными элементами, непродуманность планировки жилых секций и т. п. являются причинами неустойчивости внутреннего микроклимата в квартирах, зависимости его от погодных условий. Кроме того, часто встречающаяся неправильная ориентация корпусов относительно преобладающих ветровых потоков усиливает инфильтрацию воздуха, способствует скапливанию снега и дождевой воды, образованию наледи или конденсата. Воздействия такого рода не только нарушают температурный и влажностный режим внутри жилого дома, но и способствуют разрушению конструкций. Кроме физического, жильцы часто испытывают психологический дискомфорт. Его проявления связаны с низкими, не отвечающими местным условиям, нормативами обеспеченности жилой площадью и не учетом региональной специфики в наборе бытовых помещений, что приводит к затесненности и перенаселению квартир. Такое положение, наложенное на проблему приобретения жилья в современных условиях, приводит к частым психологическим срывам, антисоциальным явлениям, семейным проблемам. Снижения показателей комфортности связано также с несовершенством применяемых функционально-планировочных и пространственных схем корпусов многоэтажных жилых домов. Во многих случаях в основу

решений заложены принципы и приемы, предназначенные для средней климатической зоны страны. Накопленный опыт проектирования, строительства и эксплуатации жилых домов в условиях сибирского региона заставляет критически отнестись к применяемым методам. Их надо серьезно пересматривать и, в первую очередь, – принципы нормирования. Необходимо отрегулировать наполнение свода правил в зависимости от конкретных условий проектирования, строительства и эксплуатации жилища, обеспечить гибкость его применения. При этом, основными принципами формирования сибирского дома должны стать экологическая компенсация, динамическое равновесие, потребительская емкость, компактность и гибкость на всех уровнях – организационном, функциональном, пространственном, энергетическом. Эти принципы должны обеспечиваться конкретными приемами и методами, такими как тепловое зонирование, изменяемость и приспособляемость, экологичность. Специфика сибирского дома проявится в применении уширенного тепло- и ветрозащитного корпуса, вестибюльных и мансардных этажей с элементами внутреннего обслуживания, эксплуатации подвальных помещений, организации автономного жизнеобеспечения. Необходимо применение тройного остекления, тройных тамбуров, скатных кровель, ветровых элементов–рассекателей, двойных ограждений с подветренной стороны. Планировка квартир должна строиться по схемам, предусматривающим защиту жилых комнат от теплопотерь, расширенный состав бытовых помещений, возможность трансформации и переоборудования внутреннего пространства.

В условиях сибирского региона трудно назвать безопасными и инженерные сети. Они, как правило, не имеют дублирования и не обеспечивают комфорта в экстремальных условиях. Частое падение температуры теплоносителя, периодическое отсутствие холодной или горячей воды, аварии и порывы трубопроводов – это повседневные факты, связанные с физическим и моральным износом сетей в целом. Традиционные схемы отопления и подачи горячей воды доказали свою неэффективность и нерациональность в условиях сибирского климата. Существуют проблемы и с электрическими сетями. Через каждый город проходит несколько ЛЭП, создавая неблагоприятный электромагнитный фон и возможность прямого физического воздействия электрическим разрядом. Нередки случаи обледенения ЛЭП, обрыва проводов, падения мачт, аварий на подстанциях. Опасные ситуации в городе часто возникают от случайного взаимодействия зон повышенной опасности различных систем. Например, в зоне высоковольтной линии или кабеля проведена скоростная дорога или рядом с нефтехранилищем находится ветхая скученная застройка. Опасно размещение в густонаселенном районе автозаправок с хранением больших емкостей топлива. Не исключается синтез нескольких видов опасных ситуаций. Например, перенаселенность так называемых «хрущевок» привела к быстрому износу инженерных сетей, конструкций. Результат – ухудшение здоровья жителей, разрушение зданий раньше контрольных сроков, незапланированные расходы. Санитарные службы фиксируют сложнейшую санитарно-эпидемиологическую обстановку в городах края, причиной которой являются также ошибочные планировочные и архитектурно-строительные решения. Концентрация населения влечет за собой большое количество произведенного мусора, выхлопы автомобилей, необходимость большого количества асфальтового покрытия, бытовых запахов и пыли. Все это ведет к уменьшению кислорода в атмосфере и наличию в приземном слое углекислого газа, угнетению растительности, концентрации болезнетворных бактерий и микроорганизмов. Атмосфера промышленных сибирских городов, особенно Норильска, Ачинска, Красноярска, загрязнена опасными химическими элементами и соединениями. Иногда концентрация вредных веществ достигает 100 ПДК на отдельных участках таких городов. Лишь в ветреную погоду происходит рассеивание загрязнений. Система безопасности в этом случае должна строиться на неукоснительном выполнении требований СНиП по правильной ориентации новых жилых образований и новых производств относительно устойчивых ветровых потоков. В практике нередко случаи строительства в

подфакельных зонах промпредприятий, размещение промышленных и жилых зон в одной котловине, нижнем бьефе гидроэлектростанций. Почвы городов также накапливают огромное количество загрязнений. Большая часть зеленых насаждений либо больна, либо в стадии погибания, что также связано с изменением состава атмосферы, почвы, нарушением гидрологии. Огромные массы ливневых вод и неочищенных вод из очистных сооружений превращают городские водоемы в опасные для человека. Пригородные леса и «лесопарки» вытоптаны, деградируют и зачастую превращены в бесхозные свалки. Интенсивная урбанизация привела к снижению устойчивости естественных ландшафтов, к антропогенному воздействию, понижению способности к самоочищению, сокращению и исчезновению лесных массивов. Все это – прямая угроза безопасности проживания и выживания. В качестве мер защиты необходим комплексный подход в вопросах градостроительной экологии, с анализом развития города через призму воздействия на окружающую среду и условий существования человека (*рис. 9.2*). В современных условиях важнейшим аспектом является тот факт, что крупномасштабная профессиональная градостроительная деятельность переживает глубокий кризис: упал объем градостроительных работ, проявились проблемы финансирования проектирования и строительства крупных градостроительных структур, а локальные задачи частного инвестирования серьезно осложняют решения стратегических задач развития города. К кризисным явлениям этого ряда следует отнести **устаревание нормативной базы** системы проектирования. Происходящие изменения в области земельных отношений, правовой и законодательной политике, экономических и политических взаимоотношений федерального центра и регионов, возрастающая роль органов самоуправления и т. п. аспекты требуют новых методологических подходов, создания региональной нормативной и законодательной базы, отказ от централизованного проектирования и традиционно принятых видов проектной документации. Характер жизнедеятельности городов обуславливает необходимость комплексного предпроектного анализа происходящих процессов, которые не описываются существующими традиционными методами (СНиП, ГОСТ, ТУ и пр.) и создание более гибкого оценочного аппарата состояния городских территорий и соединение его с блоком прогноза и развития.

Очевидно, что назрела необходимость перехода к новой методике проектирования градостроительных систем, в том числе и генерального плана города. Существующий подход по методу «трудового баланса» себя изжил. Для сибирских городов новые методы должны базироваться на детальном анализе конкретных городских территорий и определении индивидуальных параметров по величине, конфигурации, степени связности с другими частями города, спектру демографических показателей, плотности и типам застройки, сети предприятий общественного обслуживания, состоянию инженерной и транспортной инфраструктуры и т. п. Наличие базы данных по отдельным территориям и дифференциация по отраслям позволят не только оценивать сложившуюся ситуацию в отдельно взятый момент, но и осуществлять контроль в динамике и оперативно влиять на сферу обслуживания, инженерное и транспортное обеспечение, занятость населения, охрану общественного порядка.

С учетом индивидуальных характеристик городских территорий в подобную схему градостроительного проектирования вписывается и система безопасности (*рис. 9.3*). Здесь на различных стадиях проектирования рассматриваются вопросы размещения жилых и промышленных территорий, расчета санитарно-защитных зон, безопасных транспортных взаимосвязей, построения экологического каркаса города, выбора мероприятий по сохранению водоемов и озеленению прибрежных территорий, расчета и определения схемы сбора отходов и мусора, энергетического обеспечения, расчета схем обслуживания и распределения объектов обслуживания всех уровней.

Безопасность градостроительства следует оценивать по совокупности параметров надежности и долговечности жилых и общественных зданий, устойчивости и эффективности работы инженерных и транспортных систем, экологии городского пространства, устойчивости позитивного социального фона, развития культуры и взаимоотношения горожан.

9.2. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ЖИЛИЩНОГО ФОНДА, ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Жилищный фонд Красноярского края можно условно разделить на пять основных групп, в зависимости от архитектурно-планировочных принципов и характерных для соответствующего периода приемов строительства.

1. Старые здания и сооружения, построенные в XIX–начале XX веков – менее 5 %;
2. Постройки 20–50-х годов – около 25%;
3. Массовое крупнопанельное строительство 60–80 годов – 35%;
4. Дома улучшенной планировки – 32%;
5. Индивидуальное (элитное) жилье – около 3% (с тенденцией увеличения).

Формирование промышленных комплексов и строительство промышленных зданий и сооружений в регионе происходило импульсивно:

- в начале XX века, обусловленное строительством Транссибирской магистрали;
- в 50-х годах – началом Великой Отечественной войны и эвакуацией заводов из западных районов страны;
- 60–80 гг. – интенсивным развитием цветной металлургии, энергетического, машиностроительного, химического комплексов.

Наиболее негативное влияние на инфраструктуру г. Красноярска оказал второй период. Ситуация начала Великой Отечественной войны не позволяла с достаточной обоснованностью осуществлять выбор и инженерно-, гидро- и геологические обоснования площадки под строительство промышленных объектов и их конструктивных решений. Естественно, что все это и сравнительно большой срок эксплуатации в экстремальных условиях Сибири с нарушениями требуемых сроков текущих и капитальных ремонтов, особенно в последнее десятилетие, создали предпосылки ускоренного физического износа зданий.

Диагностика технического состояния, имеющегося фонда, является первоочередной задачей предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения безопасности. Своевременное обнаружение дефектов и их предупреждение позволяет правильно оценивать износ и вычислять ресурс здания, сооружения, отдельных конструкций, планировать проведение ремонтно-восстановительных работ по улучшению эксплуатационных параметров сооружений.

В общем случае, конструктивные элементы зданий и сооружений подвергаются самым разнообразным (механическим, физическим, химическим, биологическим и иным) воздействиям со стороны окружающей среды, из-за чего в них появляются дефекты и повреждения. На отдельных этапах дефекты могут приобретать необратимый характер и вызывать аварийное состояние здания или сооружения.

Причины, по которым в зданиях и сооружениях возникают аварийные ситуации, можно подразделить на четыре основных группы:

1. Ошибки расчета и проектирования.
2. Дефекты изготовления, некачественные сборка и монтаж.
3. Нарушения правил эксплуатации зданий и конструкций.

4. Воздействия внешних факторов, не предусмотренных нормами.

Эти общеизвестные причины усугубляются климатическими условиями региона и специфическими условиями строительства.

Ошибки расчета и проектирования являются следствием недостаточных знаний о работе и поведении конструкций на всех стадиях ее существования от изготовления до старения и износа в течение длительной эксплуатации. Наиболее часто ошибки проектирования проявляются в виде наступления предельных состояний 1 или 2 группы. Ошибки изготовления и монтажа, а также нарушения правил эксплуатации строительных объектов, могут усугубить ошибки проектировщиков и создать новые предпосылки для создания и возникновения аварийных ситуаций.

Определяющим условием обеспечения безопасности и надежности зданий и сооружений является правильный и всесторонний учет природных и климатических воздействий. Однако, в связи с недостаточной изученностью, отдельные районы Красноярского края на картах районирования территории по климатическим характеристикам (см. Приложение 5 СНиП 2.01.07–85 «Нагрузки и воздействия») представлены в виде серых пятен (Саяны, верховья рек Енисея, Абакана, Кана, Казыра; часть Эвенкии, горы Путорана на Севере и другие).

Согласно нормативной карте ОСР–97 «Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации» южные районы Красноярского края, а также соседние республики Хакасия и Тыва, расположены в зоне Саянских сейсмических разломов и примыкают к Байкальской рифтовой зоне. Для этих регионов существует высокая вероятность землетрясений силой 6–7 баллов и не исключены землетрясения большей мощности. В сейсмически активной зоне Красноярского края располагаются более 300 опасных промышленных объектов: химические производства, хранилища химически опасных веществ, ядерные промышленные и военные объекты, гидроэлектростанции, предприятия топливно-энергетического комплекса и другие. В соответствии со строительными нормами при проектировании и возведении зданий и сооружений должны предусматриваться специальные проектные и технологические мероприятия для обеспечения сейсмостойкости объектов, что никак не реализовано на практике. Влияние даже небольших по мощности землетрясений может привести к чрезвычайным ситуациям регионального масштаба и послужить причиной катастрофической опасности для населения и природы края. Следует учитывать и тот факт, что отдельные жилые массивы Красноярска, Дивногорска построены на территориях, для которых существует риск возникновения оползней при сотрясениях и переувлажнении грунтов.

Техническое состояние конструкций и зданий в целом может быть подразделено на 5 категорий:

1. Исправное – выполняются все требования действующих норм и проектной документации. Необходимость в ремонтно-восстановительных работах отсутствует.

2. Работоспособное – с учетом фактических свойств материалов, удовлетворяются требования действующих норм, относящихся к предельным состояниям I группы. Требования норм по предельным состояниям II группы могут быть нарушены, но с некоторыми ограничениями обеспечиваются нормальные условия эксплуатации. Требуются незначительные ремонтно-восстановительные работы.

3. Ограниченно-работоспособное – нарушены требования действующих норм, но отсутствует опасность обрушения и угроза безопасности проживающим. Требуются усиление и восстановление эксплуатационных параметров здания.

4. Недопустимое – существуют повреждения, свидетельствующие об опасности пребывания людей в поврежденных зонах, требуются немедленные страховочные мероприятия: ограничение нагрузок, ограничение грузоподъемности, устройство предохранительных сеток, ограждающих дефектные конструкции и т. п.

5. Аварийное – существуют повреждения и дефекты, свидетельствующие о возможности внезапного обрушения конструкции. Требуется немедленная разгрузка конструкций и устройство временных креплений (стоек, подкосов, подпорок и т. п.), предохраняющих конструкции от обрушения. Необходима немедленная эвакуация жильцов и производственного персонала из аварийных зданий.

Положение с безопасностью строительных объектов в крае осложняется и тем, что большая часть его территории расположена в зоне низких отрицательных температур, а это приводит к тому, что работоспособность технических систем снижается в 2,0–2,5 раза; ресурс – в 2,0–3,5 раза; себестоимость строительных работ возрастает в 2–3 раза, а затраты на восстановление аварийных объектов увеличиваются в 5–8 раз.

Сохранившиеся жилые дома начала века в Ачинске, Боготоле, Енисейске, Канске, Красноярске, Минусинске находятся в культурно-исторических центрах городов, как правило, в настоящее время имеют статус памятников архитектуры и находятся под охраной государства. Для квартир этого времени характерно наличие большого числа комнат с разделением здания на парадную и повседневную часть. Часто в зданиях помимо жилых помещений располагались и производственные помещения: магазины, конторы, мастерские. Фундаменты зданий выполнялись из бутового камня на сложном известково-цементном растворе. Стены капитальных зданий – из высококачественного кирпича на известковых, смешанных или цементных растворах. Толщина стен иногда превышала 1 м. В пересечениях стен закладывались металлические, кованые связи, которые обеспечивали жесткость и неизменяемость здания. Перекрытия укладывались, чаще всего, по массивным деревянным балкам, установленным с шагом не более 1,5 аршина (107 см), с накатом из пластин или толстых досок, уложенных на черепные бруски или врезанных в балки. Большая часть этих зданий была отреставрирована, произведена замена аварийных и изношенных элементов, заменены деревянные перекрытия на железобетонные или по металлическим балкам. Большинство зданий этого периода имеет повышенный запас прочности по главным несущим элементам и их безопасность не вызывает сомнений. При правильной эксплуатации и периодическом проведении ремонтов они могут полноценно служить еще длительное время.

Жилые дома застройки 20–50 годов строились под знаком движения к новому социальному строю и переходу к индустриальным методам строительства. Квартиры рассчитывались на коммунальное заселение. Здания этого типа к настоящему времени имеют значительный физический износ (60–100%) и нуждаются в капитальном ремонте и реконструкции. В отдельных случаях можно рекомендовать даже снос отдельных кварталов для застройки более современным жильем.

Параллельно, в эти же годы идут поиски по созданию экономичных квартир для отдельной семьи с учетом возрастных и демографических особенностей. Получили развитие единая модульная система размеров, типизация проектных решений. В конце 50-х–начале 60-х годов в крупных городах края были созданы предпосылки для широкой индустриализации домостроения, переходу к массовому монтажу полносборных зданий, созданы базы по производству сборных железобетонных конструкций. Это позволило за сравнительно короткий период осуществить массовое возведение зданий из сборных деталей.

Индустриальное заводское домостроение представляет собой один из путей повышения качества строительства. Однако, неучет региональных условий эксплуатации, особенностей работы крупноразмерных элементов в составе всего здания приводит к многократному тиражированию однотипных ошибок. Так, например, широко распространенные в 60–80 годах первые серии крупнопанельного домостроения (335-ая и 464-ая) имеют характерный недостаток. Здание, смонтированное из отдельных крупноразмерных элементов, соединенных между собой в узлах и сопряжениях металлическими связями с последующим

обетонированием, подвергается внешним воздействиям и проявляет двойственность работы. С одной стороны, деформируется здание в целом, с другой – проявляются локальные деформации, несовершенства отдельного крупноразмерного элемента. Жесткие соединения крупноразмерных панелей не позволяют развиваться деформациям при изменении температурно-влажностных условий эксплуатации, появляются дополнительные температурные напряжения, разрушающие стыки. Разрушение бетона в стыках обнажает закладные детали и начинаются процессы коррозии в металле. Здания и сооружения первых крупнопанельных серий требуют проведения ревизии стыков, восстановления антикоррозионной защиты металлических закладных деталей, а также их утепления. Состояние подобных зданий может быть оценено как ограниченно-работоспособное. Для обеспечения требуемой надежности необходимо в срочном порядке проводить массовую реконструкцию подобных зданий, сопровождающуюся совершенствованием узловых сопряжений элементов. Кроме этого, наружные стены домов этих серий не удовлетворяют требованиям норм в отношении теплоизоляции. Стены домов необходимо утеплять снаружи или изнутри эффективными строительными материалами. Эффективным способом реконструкции зданий этого типа является возведение новых наружных стен по периметру здания с полной разборкой существующих. Реконструкция должна сопровождаться и перепланировкой внутренних помещений для более полного удовлетворения требованиям современных норм.

Уровень комфортности зданий массовых крупнопанельных серий оказался низким и уже с середины 60-х годов начали появляться предложения по совершенствованию планировочной структуры жилой ячейки. Определены предпочтительные параметры секций, разработаны нормы планировочных элементов квартир соразмерных с габаритами мебели. В 70–80 годах заводы крупнопанельного домостроения начали переходить на новые серии, появились дома с улучшенной планировкой (серии КЖ, 111–97 и др.), в которых планировку квартир стали увязывать с удобством для каждого члена семьи. К настоящему времени это самая массовая застройка современных городов. При условии хорошего качества строительно-монтажных работ эти здания обладают оптимальными эксплуатационными качествами, достаточной безопасностью и надежностью. Дефекты и повреждения в этих зданиях, как правило, являются следствием либо низкого качества строительства, либо грубых нарушений правил технической эксплуатации.

И, наконец, с середины 90-х годов в городах появляется, так называемое, элитное жилье, где наряду с удобством объемно-планировочного решения, повышенное внимание уделяется индивидуальности здания, многофункциональности территории, комфорту, безопасности. Дома этого типа возводятся по индивидуальным проектам и характеризуются большим разнообразием архитектурных и конструктивных решений. Однако имеются случаи, когда еще на стадии строительства из-за пренебрежения инженерными изысканиями строительной площадки, нарушений правил производства работ, здание приходило в аварийное состояние, сопровождающееся обрушением конструкций (дома индивидуальной застройки по ул. Лесопарковая в Октябрьском районе г. Красноярск).

Чрезвычайно сложной проблемой обеспечения безопасности строительных зданий и сооружений является незавершенное строительство. Тяжелый, затяжной экономический кризис в стране, отсутствие финансирования, привели к краху многие строительные подразделения. Очень много зданий гражданского и промышленного назначения оказались «замороженными», зачастую, просто брошенными. Примером может служить высотное 24-этажное здание инженерно-лабораторного корпуса «КАТЭКНИИУголь» в г. Красноярске. Здание является одной из достопримечательностей города, является доминантой, определяющей лицо застройки набережной р. Енисей в районе «Стрелки». В результате бесхозного существования конструктивные элементы здания подвергаются непредусмотренным проектом воздействиям и активно разрушаются. Дальнейшая

эксплуатация в таких условиях может привести к необратимым повреждениям закладных деталей в сопряжениях несущих конструкций, в опорных узлах плит перекрытий, в стыках колонн и послужить причиной обрушения здания.

Подобная ситуация складывается и с промышленными зданиями и сооружениями. Экономические трудности предприятий, в первую очередь, отразились на содержании зданий и сооружений. Прекращение плановых предупредительных ремонтов, ухудшение условий содержания зданий привело к тому, что в элементах зданий появились необратимые повреждения ограждающих конструкций, что изменило условия их эксплуатации. Производственные здания в большинстве своем имеют мягкие совмещенные кровли, которые в условиях резких перепадов температур надежно служат лишь 2–3 года, после чего нуждаются в ремонте. В качестве утеплителя используется фибролит, который при замачивании полностью теряет свои свойства и разрушается. Замачивание несущих конструкций в условиях переменного замораживания и оттаивания вызывает разрушение бетона, кирпича, отделочных материалов.

Таким образом, конструктивные элементы зданий незавершенного строительства и временно выведенных из пользования объектов, подвергаются внешним воздействиям, непредусмотренным проектными условиями эксплуатации. Части зданий, которые должны находиться внутри отапливаемых помещений, оказываются на наружном воздухе и подвергаются действию снега, мороза, дождя и т. п. Все это приводит к ускоренному износу конструктивных элементов здания, уменьшению ресурса сооружения и служит причинами аварий. Особую тревогу вызывает состояние металлических узлов и деталей, где наблюдается прогрессирующая поверхностная коррозия.

В современных условиях, когда наблюдается оживление производства, настоятельной необходимостью становится проведение комплексного обследования зданий с обязательной объективной оценкой их технического состояния и определением остаточного ресурса конструктивных элементов. Проблема повышения надежности и увеличения долговечности зданий и сооружений, продления их ресурса стала исключительно актуальной. Для решения этой проблемы должны комплексно рассматриваться следующие методические вопросы:

- продолжение геологических, геофизических, гидрологических и метеорологических исследований на территории Красноярского края, расширив для этого сеть наблюдательных пунктов и специализированных станций, оснатив их современным оборудованием;
- уточнение карты районирования территории Красноярского края, в первую очередь сейсмического, для определения характера природных и климатических воздействий, оценки сейсмической опасности и степени риска;
- создание системы непрерывных наблюдений и мониторинга сейсмических и природных процессов, в первую очередь в зонах расположения опасных промышленных объектов для своевременного предупреждения и прогнозирования аварийных ситуаций;
- формирование и пополнение региональной базы данных и методического обеспечения для прогнозирования природных катастроф и сейсмической опасности на территории края;
- массовое комплексное обследование существующих зданий и сооружений и оценка их надежности с учетом уточненных данных о сейсмическом районировании и степени риска;
- анализ исходного, использованного и остаточного ресурса как объекта в целом, так и отдельных конструктивных элементов;
- обоснование проектного, фактического и остаточного ресурсов;
- оценка состояния конструкционных материалов несущих элементов с учетом исходной технологической наследственности и возникающих эксплуатационных повреждений;
- определение характера, параметров, дислокации и размеров макро- и микродефектов в несущих конструкциях;

- расчетный и экспериментальный анализ деформированного состояния несущих элементов;
- исследования механизмов естественного и ускоренного старения;
- оценка живучести материалов и элементов конструкций на разных стадиях повреждения;
- комплексная диагностика ресурса;
- предварительное и уточненное расчетно-экспериментальное определение ресурса сооружения.

При этом остаточный ресурс должен определяться с более высокой точностью, чем проектный и исходный.

При решении проблем надежности и обеспечения безопасной эксплуатации (*рис. 9.4*) нельзя обойтись без мониторинга строительного объекта. Основной целью мониторинга и технической диагностики сложных технических систем являются: повышение надежности, предотвращение аварий, вызывающих разрушение зданий и сооружений, сопровождающихся часто человеческими жертвами и значительным материальным ущербом.

Мониторинг и диагностирование при эксплуатации объекта позволяют контролировать неблагоприятное влияние внешних факторов, наблюдать влияние износа на надежность, на изменения наиболее важных параметров живучести, обнаруживать или предсказывать появления дефектов, вносить коррективы в проведение предупредительных ремонтов.

Диагностика объекта должна осуществляться на четырех этапах: 1 – нормальной эксплуатации; 2 – начальной стадии развития аварии; 3 – развития аварии; 4 – локализации и ликвидации аварии.

При разбросанности строительных объектов большое внимание должно быть уделено передвижным диагностическим лабораториям. Оснащение диагностической лаборатории должно быть таким, чтобы обеспечивать обслуживающий персонал информацией, которая позволяла бы решать следующие задачи:

- 1 – оценка возможности разрушения систем с возникшими нарушениями проектных эксплуатационных характеристик;
- 2 – оценки направлений развития аварии;
- 3 – оценка последствий аварии для человека и окружающей среды;
- 4 – оценка возможности восстановления и последующего использования объекта.

В плане обеспечения безопасности строительных объектов, длительных сроков нормальной эксплуатации конструктивных элементов можно отметить несколько направлений:

- 1) совершенствование норм проектирования строительных объектов на основе уточнения карт районирования территории по природно-климатическим характеристикам, создания региональных баз данных и мониторинга природных процессов;
- 2) повышение роли служб Государственного архитектурно-строительного надзора при возведении, ремонте и реконструкции зданий для обеспечения проектного качества строительства и выполнения требований строительных норм и правил;
- 3) обеспечение постоянного текущего надзора за состоянием конструкций, действующими нагрузками, состоянием окружающей среды и условиями эксплуатации;
- 4) систематическая периодическая экспертиза технического состояния зданий и сооружений для своевременного обнаружения дефектов и повреждений, появляющихся в процессе эксплуатации;
- 5) создание региональной базы данных о техническом состоянии строительных объектов для разработки стратегических направлений повышения надежности зданий и сооружений определенных серий на основе статистического анализа отказов;

6) проведения плановых ремонтно-восстановительных работ по повышению эксплуатационной надежности зданий и сооружений;

7) своевременное информирование эксплуатационных служб об экстремальных ситуациях в районе на основе долгосрочного и краткосрочного прогнозирования; создание для этого единой информационной сети и диспетчерских служб;

8) подготовка и реализация комплексных мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций в случае землетрясений, природных и техногенных катастроф.

9.3. ДЕФОРМАЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СВЯЗИ С ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ И УСИЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ

Одно из основных требований к работе зданий и сооружений заключается в том, чтобы их совместные деформации с основанием не превосходили предельные. Однако, в ряде случаев происходят сверхнормативные деформации, в результате которых, особенно неравномерных, в стенах появляются трещины, раскрываются швы между стеновыми панелями и элементами лестничных клеток. При неприятии соответствующих мер по стабилизации деформаций раскрытие трещин достигает 10–15 см и более, происходит стягивание плит и перекрытий со стен или ригелей, нарушается сопряжение между несущими конструкциями и возникает угроза обрушения здания. Величина деформаций, время их возникновения и скорость протекания зависят от инженерно-геологических условий, типа фундамента, нагрузок на основание, условий эксплуатации и др.

В Красноярском крае большинство случаев сверхнормативных деформаций связано с особыми грунтовыми условиями (просадочными, насыпными, пучинистыми, слабыми глинистыми, вечно мерзлыми).

Просадочные грунты широко распространены в степной и лесостепной зоне Красноярского края и находятся в зоне интенсивного жилищного и промышленного строительства (Октябрьский и Советский районы, Черемушки г. Красноярска, Минусинская котловина, г.г. Ачинск, Назарова, Канск). Мощность их от 3 до 25 м, а просадки при замачивании под собственным весом могут достигать 35 см, что позволяет относить отдельные строительные площадки при мощности просадочной толщины свыше толщины 10–12 м ко II типу грунтовых условий по просадочности.

До середины 60-х годов в городе Красноярске здания на просадочных грунтах возводили на ленточных и столбчатых фундаментах с частичным устранением просадочных свойств поверхностным уплотнением грунта трамбовками, приспособлением зданий к неравномерным деформациям с помощью разрезки домов осадочными швами, устройством монолитных железобетонных поясов и монолитных или сборно-монолитных фундаментов, а также выполнением водозащитных мероприятий при благоустройстве территорий, в подвалах зданий и при прокладке инженерных сетей. Таким образом возведены кирпичные жилые 5-этажные дома и общественные здания в городе Красноярске в Зеленой роще, районе Свободного проспекта и прилегающих к нему улиц, в Комсомольском городке, на улице Киренского, 1–3 этажные здания в военном городке, Черемушках, здание бывшего аэровокзала, промышленные объекты Промбазы, первые два корпуса электролиза на КраЗе и др.

Этот вид фундаментов оказался неэффективным из-за низкого качества строительства и неудовлетворительной эксплуатации инженерных сетей. Во многих из названных зданий в

процессе эксплуатации наблюдались большие деформации в результате обводнения основания утечками из коммуникаций.

Условно, по характеру, величине и степени воздействия на эксплуатационную пригодность зданий и сооружений можно выделить 4 группы деформаций.

К первой группе относятся деформации зданий и сооружений, когда трещины в кирпичных стенах не превышают 1 см, раскрытие швов между панелями или трещин в панелях – 0,1–0,5 см, незначительно раскрываются швы между элементами лестничных клеток. Осадки здания продолжаются 2–5 лет и стабилизируются. Такой вид деформации характерен для оснований, сложенных небольшими толщами просадочных грунтов (до 4–6 м), при качественном уплотнении грунта, при равномерном замачивании оснований (например, при подъеме уровня подземных вод). На устойчивость зданий такие деформации практически не влияют.

Вторая группа деформаций характеризуется их неравномерным проявлением – трещины в стенах и другие повреждения возникают на отдельных участках в местах обводнения основания, например, на вводах и выпусках сетей, в местах затопления подвалов, рядом с магистральными трубопроводами и др. Раскрытие трещин в кирпичных стенах достигает нескольких сантиметров, расхождение швов между панелями и трещины в панелях – до 1–1,5 см. Деформации возникают практически сразу после начала замачивания и протекают медленно, со скоростью 0,5–1 см в год. При прекращении замачивания они стабилизируются. При таких деформациях угрозы потери устойчивости зданий нет, так как узлы сопряжения несущих конструкций не повреждены. Однако при повторном замачивании деформации возобновляются и могут достичь значений, создающих угрозу для устойчивости зданий.

Третья группа деформаций возникает, когда не принимаются меры по ликвидации источников замачивания: на отдельных участках (в местах обводнения грунтов основания из инженерных сетей) образуются трещины в кирпичных стенах с раскрытием 5–10 см и более, швы между стеновыми панелями раскрываются более чем на 1 см, наблюдается разрушение узлов опирания элементов лестничных клеток на стены, происходит стягивание плит перекрытия и покрытия со стен или ригелей, образуются трещины в ригелях и плитах перекрытия и покрытия, расхождение швов между ними достигает 1 см и более. Обычно нарастание деформаций идет медленно и максимальные размеры трещин и других повреждений достигаются через три–пять лет и более. При таком виде деформации возникает угроза обрушения конструкции и требуется их усиление; эксплуатация зданий становится затрудненной или вообще невозможной.

Четвертая группа деформаций отличается от третьей более интенсивным протеканием деформаций – они возникают сразу же после начала замачивания грунтов основания и достигают значительных значений через 1–2 месяца. Такие деформации происходят при замачивании просадочных грунтов горячей водой. Горячая вода, попадая в грунт под давлением, очень быстро растворяет имеющиеся в грунте соли и вымывает частицы грунта, вызывая суффозию. При таких деформациях требуется срочная ликвидация источников замачивания и немедленное усиление концевых конструкций и фундамента.

В городе Красноярске третья и четвертая группа деформаций проявились в Зеленой роще (5 зданий), в районе Промбазы и алюминиевого завода (промздания), в районе Свободного проспекта (4 жилых дома), в Черемушках (2-х этажные дома), в здании аэровокзала, на объектах мясокомбината и др. Основания этих зданий закреплены путем электросиликатизации, наземные конструкции усилены.

При свайных фундаментах в просадочных грунтах деформации зданий возможны в случае неполной прорезки сваями просадочной толщи. Причиной деформаций являются просадки и осадки слоев грунта под нижними концами свай, на которые передается нагрузка от здания. При замачивании эти грунты резко ухудшают свои прочностные и деформативные

свойства и дают дополнительные осадки, величина которых зависит от плотности сложения грунта и нагрузки от здания. Характерно, что при этом несущая способность свай, как подтверждается испытаниями их непосредственно в фундаменте, оказывается достаточной для восприятия нагрузки от здания.

Просадочный и сильно сжимаемый при замачивании грунт может оказаться под нижними концами свай из-за неверной оценки грунтовых условий или в результате недобивки свай до проектной отметки (жилые здания в верхних Черемушках, отдельные здания в Зеленой роще, нижних Черемушках и др.). Деформации зданий на сваях наступают после длительного и интенсивного замачивания, т. е. тогда, когда обводняется грунт под нижними концами свай. Так деформация домов в I, II, VIII микрорайонах Зеленой рощи начались через 20–25 лет после сдачи в эксплуатацию.

Насыпные грунты являются причиной деформаций, в случае, если они находятся в основании ленточных или столбчатых фундаментов или если насыпи не полностью прорезаются сваями. Насыпные грунты попадают в основание фундамента в результате недостаточно подробных инженерно-геологических изысканий. В ряде случаев под фундаментами оказываются подсыпки, которыми восполняют перебор грунта в котлованах для устройства фундаментов. Как правило, эти подсыпки состоят из неоднородных грунтов с включениями чернозема и недостаточно уплотнены.

Деформации зданий на фундаментах неглубокого заложения, при наличии в основании насыпных грунтов, начинаются, в ряде случаев, еще в процессе строительства, когда давление на грунты превышает 200 МПа. При меньших давлениях значительных осадок может и не быть до тех пор, пока не произойдет замачивание насыпных грунтов.

Величина деформаций и скорость их протекания зависит от мощности насыпных грунтов под подошвой фундамента, величины нагрузки на грунт, состава грунта и степени его уплотненности, объема и вида воды (холодной или горячей), попавшей в грунт. В одних случаях, при небольшой мощности насыпных грунтов осадки стабилизируются при прекращении замачивания, в других – приводят здание в аварийное состояние, когда требуются усиления фундаментов и конструкций наземной части. Примерами могут служить жилые дома по ул. Перенсона в г. Красноярске, здание краевого тубдиспансера, АБК экскаваторного завода, а также здания в городе Канске, пос. Держинском и др.

Деформации зданий на сваях в насыпных грунтах связаны с недобивками свай до проектной отметки, т. е. до несущего слоя. Причиной недобивок является наличие в насыпях мерзлых грунтов, образовавшихся из-за нарушений технологии их отсыпки, или твердых включений (обломков железобетона, металла, валунов и др.).

При оттаивании мерзлых линз насыпные грунты дают значительную осадку, увлекая за собой недобитые сваи и пригружая отрицательным трением те сваи, которые удалось погрузить ниже мерзлого грунта. Осадки насыпей при этом могут измеряться десятками сантиметров. В результате указанного дефекта пришлось усилить фундаменты жилых домов в пос. Первомайском и Ветлужанке г. Красноярска, главного корпуса КИСКА, вспомогательных объектов экскаваторного завода и др.

При недобивке свай до несущего слоя, из-за крупных включений, здания, как правило, в начальный период не показывают деформаций, однако после замачивания основания сваи теряют свою несущую способность, а здания дают серьезные осадки.

Особенно опасными являются деформации жилых крупнопанельных домов с безростверковыми фундаментами. В случае, если часть свай добита до проектной отметки, а другая часть не прорезает насыпь, последние при замачивании насыпи увлекаются ею вниз и отрываются от перекрытия. Сваи, добитые до проектной отметки, являются перегруженными, в результате чего происходит разрушение оголовков и продавливание плит перекрытий. Пример – 9-этажный жилой дом по ул. Парижской коммуны, 42, в Красноярске.

Деформации зданий, связанные с промораживанием **пучинистых грунтов**, обычно проявляются в процессе строительства. После оттаивания промерзших слоев грунта осадки продолжают порядка 4–6 месяцев и затем стабилизируются. Величина осадок зависит от толщины слоя промерзшего грунта, нагрузки на грунт, степени пучинистости грунта и др. В некоторых случаях недостроенные здания по этой причине приходится демонтировать (здание «Гипролесхима» в г. Красноярске, торговый центр в г. Ачинске, здание суда в п. Дзержинский и др.)

Особенности деформации зданий на вечномерзлых грунтах. Здесь следует рассматривать отдельно деформации, связанные с деформациями основания и разрушением конструкций фундаментов.

Деформации основания происходят в результате оттаивания мерзлых грунтов, на которые опираются фундаменты. В основном, такие случаи деформаций характерны для фундаментов неглубокого заложения, на которых возводили малоэтажные здания в Норильске, Дудинке, Игарке и др. до 60-х годов. Разрушение (морозная деструкция) бетона фундаментов происходит в результате его попеременного промораживания–оттаивания, воздействия агрессивных грунтовых вод и усилий, возникающих при температурных деформациях. Из-за морозной деструкции и разрушения бетона фундаментов в 1980 г. произошло обрушение ресторана «Золотой олень» в п. Кайеркан. Обследованиями, проведенными в начале 80-х годов, выявлено, что признаки морозной деструкции наблюдаются у свай более чем 60% жилых домов в г. Норильске, а также в г. Дудинке. Наиболее разрушенные сваи были усилены. В дальнейшем для строительства стали применять сваи, более устойчивые к разрушению.

Особенностью деформации зданий и сооружений является то, что они протекают достаточно медленно и всегда, при надлежащей эксплуатации и надзоре за зданием, можно принять своевременные меры по устранению причин и стабилизации осадок. Однако, прежде чем принимать решения об усилении деформирующегося здания или сооружения, необходимо выяснить причины деформации и принять меры по прекращению осадок.

Причиной деформации чаще всего бывает замачивание грунтов основания, особенно просадочных и насыпных, поэтому первоочередной задачей является выявление и ликвидация источников замачивания. В зависимости от вида и свойств грунтов основания, типа фундамента и нагрузки на него прогнозируется дальнейшее развитие или стабилизация осадок. За зданием устанавливаются геодезические наблюдения, а развитие трещин фиксируется с помощью маяков. В зависимости от характера протекания осадок принимается решение об усилении фундаментов или же, в случае стабилизации их, об усилении только наземных конструкций.

Оценивая в целом безопасность зданий в Красноярском крае, связанную с основаниями и фундаментами, необходимо отметить, что она зависит, в первую очередь от грамотной и качественной эксплуатации их и инженерных сетей. Нарушение безопасности может происходить из-за замачивания определенных видов грунтов (просадочных, насыпных) утечками из сетей и поверхностными водами, а также за счет подъема уровня подземных вод, нарушения целостности основания выемками, необоснованного увеличения нагрузки на основание, в частности при реконструкциях и надстройках зданий и др.

Способ усиления фундаментов выбирается в зависимости от вида грунта, типа фундамента, стесненности условий, возможностей строительных организаций, экономических и других критериев. Существующие способы усиления фундаментов можно разделить на три группы:

- 1) изменение конструкции и параметров существующих фундаментов;
- 2) усиление фундаментов сваями;
- 3) увеличение прочности грунтов основания.

К первой группе относятся такие способы, как уширение подошвы существующих фундаментов, увеличение глубины заложения, устройство ленточных фундаментов вместо столбчатых или сплошной плиты вместо ленточных, устройство дополнительных фундаментов для частичной разгрузки существующих, заключение основания фундаментов неглубокого основания в обоймы. Эти способы отличаются простотой и относительной надежностью, однако, они применимы не во всех случаях. При просадочных и насыпных грунтах, подвергающихся замачиванию, они недостаточно эффективны и не всегда могут остановить деформацию.

Усиление фундаментов сваями является наиболее распространенным способом в случае глубокого залегания надежных грунтов. Тип свай выбирается в зависимости от вида грунта, условий производства работ, имеющегося оборудования и др. При этом применяются следующие виды свай:

- вдавливаемые, из сборных железобетонных элементов;
- вдавливаемые, из свариваемых металлических труб с закрытым концом с последующим заполнением полости бетоном;
- сваи-трубы, забиваемые пневмопробойником;
- буронабивные сваи;
- буроинъекционные сваи;
- набивные сваи, устраиваемые пневмопробойником;
- набивные сваи, устраиваемые с помощью струйной технологии.

В Красноярском крае, в основном, применяется усиление вдавливаемыми сваями из металлических труб. При этом сваи подводятся под существующий фундамент или ростверк или же устраиваются рядом с ними и объединяются обоймой – ростверком.

Сваи, устраиваемые пневмопробойником, эффективны тем, что пробойник имеет незначительные габариты, что позволяет устраивать сваи на любом расстоянии от стен здания, в невысоких помещениях и др. Набивные сваи устраиваются длиной до 8 метров в глинистых грунтах от тугопластичной до твердой консистенции. Забивка труб пневмопробойником предпочтительна в слабых глинистых грунтах, в частности, замоченных просадочных и насыпных. Интересное решение усиления с применением наклонных свай, забиваемых под углом 45–60° с двух сторон фундамента применялось в г. Красноярске для усиления фундамента под АБК на экскаваторном заводе. Отрывка фундаментов при этом не производилась.

Увеличение прочности грунтов основания деформируемых зданий достигается, в основном, с помощью химического закрепления грунта. Основные способы закрепления регламентируются нормами, каждый из способов имеет свою область применения по грунтовым условиям. К сожалению, в нормах нет рекомендаций по закреплению водонасыщенных просадочных и насыпных глинистых грунтов, которые чаще всего оказываются в основании деформирующихся зданий и требуют закрепления. Газовая силикатизация рекомендуется нормами для просадочных грунтов со степенью влажности не более 0,75. В Красноярске она была использована для закрепления оснований заводостроительного комбината и завода крупнопанельного домостроения. Деформации зданий полностью не прекратились, однако интенсивность их стала на порядок меньше.

В практике восстановления зданий применяют способы закрепления, не регламентируемые нормами. Для замоченных просадочных грунтов применяют электросиликатизацию, суть которой заключается в одновременном воздействии на грунт электрического тока и нагнетании силикатных растворов. В Красноярске электросиликатизацией закрепили основания более чем 20 зданий. У большинства из них деформации прекратились, однако, у некоторых стабилизации осадок не произошло.

9.4. БЕЗОПАСНОСТЬ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ

Инженерные сети являются одним из ключевых элементов систем (источник–транспортная сеть–потребитель) теплоснабжения, водоснабжения и канализации городов, населенных мест и промышленных предприятий. Безопасность инженерных сетей следует рассматривать в техническом, технологическом, социальном и экономическом аспектах. Красноярский край имеет существенные региональные особенности климатического, энергетического и социально-экономического характера. Безусловно, это вносит определенные сложности в комплексное решение проблем безопасности инженерных сетей.

Сложность строительства, эксплуатации, ремонта и реконструкции инженерных сетей, как правило, подземной прокладки, связано с их большой протяженностью и значительными капитальными затратами. Предприятия, оказывающие услуги тепло-, водоснабжения и водоотведения, несмотря на разнородность услуг, характеризуются рядом общих признаков:

- использованием в ходе технологического процесса сложной инженерной инфраструктуры, привязанной к конкретной территории (сетей водопровода, канализации, теплосетей, устройств по их передаче и т. д.);

- неразрывностью или строгой последовательностью процессов производства, передачи и потребления материальных носителей услуги;

- невозможностью для потребителя отказаться от получения данных видов услуг на сколько-нибудь значительный срок;

- невозможностью компенсации недопроизводства услуг в один период за счет более интенсивного их производства в другой;

- тесной зависимостью организации производственного процесса, потребности в мощностях и конкретных инженерных решений от местных условий.

Таким образом, производители упомянутых видов услуг могут быть отнесены к естественным локальным монополиям на конкретной территории, что повышает требования к их устойчивой и надежной работе.

Трубопроводные системы края обеспечивают передачу воды в количествах, приведенных в *табл. 5.4*. Сравнение объемов забранной свежей воды из водных объектов и объемов сброшенных в поверхностные водоемы сточных вод показывает, что порядка 20% составляют потери при транспортировке, сброс на рельеф и в накопители.

Одним из наиболее социально значимых потребителей и поставщиков воды является система жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ), объединяющая 157 предприятий края, обеспечивающих эксплуатацию инженерных сетей тепло-, водоснабжения и канализации.

По тепловым сетям ЖКХ Красноярского края ежегодно транспортируется к потребителям 8,5 млн. Гкал тепловой энергии в год, в том числе от муниципальных котельных 3,1 млн. Гкал и 5,4 млн. Гкал от сторонних производителей. Протяженность тепловых сетей 2296 км, в том числе 1874,3 км муниципальных. Предварийным состоянием характеризуются 155,6 км тепловых сетей (6,8%), в том числе 138,3 км муниципальных (7,4%). Потери тепловой энергии в наружных тепловых сетях составляют до 20–25%, теплоносителя до 20%.

В систему ЖКХ края входят 250 водопроводов, в том числе 198 из них обслуживают сельские населенные пункты. Ежедневно населению подается 1,1 млн. кубических метров воды при общей протяженности водопроводных сетей 6470 км, в том числе 3957 км муниципальных, из них по всем городам 2356 и 1601 км в сельских населенных пунктах. В аварийном состоянии находятся и требуют незамедлительной замены по городским территориям 596 км (10,6%), по сельским – 252 км (15,7%). Износ водопроводных сетей составляет от 50 до 75%. Общий объем поданной воды составляет 405878 тыс. м³ в год, из них 28,5% составляют утечки и неучтенные расходы.

Предприятия ЖКХ обслуживают 2444 км коллекторов, уличных, внутриквартальных и дворовых сетей, потребность в замене составляет 403 км (16,5%), по всем городам края протяженность сетей составляет 2032 км при необходимости замены 358,7 км (17,6%). Износ сетей составляет от 40 до 60%.

Критическая ситуация складывается в г. Красноярске. При общем заборе свежей воды 509,2 млн. м³ в год (17% от потребления края), протяженности водопроводных сетей 984 км, в замене нуждается 452 км (45,9%) трубопроводов, износ сетей достигает 80%, а утечки по различным районам города составляют от 25 до 35%. Канализационные сети протяженностью 829 км на 32,5% (270 км) нуждаются в замене.

При допустимом уровне технической надежности систем водоснабжения и водоотведения $P_T=0,944$, фактические значения P_T для различных предприятий ЖКХ находятся в пределах 0,85–0,96 (г. Назарово 0,885; г. Канск 0,91). Низкий уровень безопасности инженерных сетей является одним из основных факторов порождающих аварийные ситуации на эксплуатируемых объектах строительного комплекса (см. п. 9.3).

Уровень технологической надежности централизованных водопроводных сетей, характеризующий качество воды в разводящих сетях питьевых водопроводов, в среднем по краю составляет по санитарно-химическим показателям $P_{с-х}=0,878$ (12,2% нестандартных проб), по бактериологическим показателям $P_б=0,905$ (9,5% нестандартных проб).

На территории края по причинам неудовлетворительного состояния водопроводных сетей и загрязнения их грунтовыми и сточными водами в периоды ремонтно-профилактических работ зарегистрированы вспышки инфекционных заболеваний водного характера: г. Уяр (число пострадавших – 78 чел), пос. Роздолинск (45 чел.), 3 случая в г. Красноярске (общее число пострадавших 168чел.), пос. Малиновка (88 чел.) и др. В течение 1998–1999 гг. органами ГСЭН по санитарным показаниям в 105 случаях временно приостанавливалась эксплуатация водопроводов, в большем числе случаев это относится к ведомственным системам водоснабжения.

В целом, безопасность наружных и внутренних инженерных сетей зависит от их технического состояния, качества эксплуатации и своевременного проведения ремонтно-профилактических работ в условиях хронического недофинансирования. Безопасность инженерных сетей определяет: безопасность зданий и сооружений, связанную с утечками из сетей и подъемом грунтовых вод; возникновение чрезвычайных ситуаций в системах теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения, связанных с порывами на сетях и выраженных в прекращении предоставления соответствующих услуг и затоплении прилегающих территорий; санитарно-эпидемиологическую безопасность населения.

В целях повышения эксплуатационной устойчивости инженерных сетей и сооружений на них, а также повышения эффективности капиталовложений следует:

- провести технологический аудит с оценкой технического и физического состояния трубопроводов и технологического оборудования, степенью его износа, соответствия реального технологического процесса работы сетей и сооружений существующей технологической документации и соответствия ее современным требованиям;

- провести мероприятия по нормализации режимов работы систем инженерного обеспечения;

- создать базу данных и разработать систему управления эксплуатацией инженерных сетей и сооружений с возможностью прогнозирования аварийных ситуаций и ранжирования мероприятий, направленных на повышение устойчивости инженерных систем;

- провести анализ работы и гидравлическую наладку тепловых и водопроводных сетей, создать автоматизированные узлы регулирования;

- использовать современные технологии, материалы и оборудование при капитальном ремонте и реконструкции инженерных сетей и сооружений;

- при реконструкции существующих водоочистных систем рекомендуется применять локальные установки водоподготовки основанные на современных технологиях;

- в целях снижения коррозии трубопроводов, арматуры и оборудования применять безреагентные или комбинированные методы умягчения, стабилизации и деаэрации воды (электроимпульсная; электромагнитная; ультразвуковая; обработка воды обратным осмосом и различные их комбинации с механическими и реагентными методами удаления солей жесткости и шламов);

- повышать качество питьевой воды на основных сооружениях и локальных установках с применением современных высоких технологий.

9.5. ТЕХНИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ МОСТОВ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

В экстремальных ситуациях возможности своевременной передислокации населения во многом определяются состоянием транспортных магистралей и особенно их наиболее ответственных элементов – мостовых сооружений. Красноярский край располагает сетью автомобильных дорог общего пользования суммарной протяженностью 12684 км. Общая сеть автомобильных дорог включает две дороги федерального значения (протяженность – 922 км): дорога М–53 «Байкал» пересекает Красноярский край с запада на восток, автомобильная дорога М–54 «Енисей» соединяет край с республиками Хакасия и Тыва.

На автомобильных дорогах общего пользования эксплуатируется 750 мостов протяженностью 25955,0 м, из них на автомобильной дороге «Байкал» – 37 мостов протяженностью 2470 м, «Енисей» – 17 мостов протяженностью 920,0 м. Состав парка мостов по материалу пролетных строений следующий: деревянные – 35,9% (16,9% по протяженности); сталежелезобетонные и металлические – 2,1% (14,2% по протяженности); железобетонные – 62,0 % (68,9% по протяженности). На федеральных дорогах «Байкал» и «Енисей» деревянных мостов нет.

Учет технического состояния мостов проводится государственным учреждением «Управление автомобильных дорог по Красноярскому краю». Техническое состояние отражается в разделах паспорта на каждый отдельный мост. К настоящему времени охвачено паспортизацией 93,3% всех мостов, в том числе и деревянных. Паспортизация выполняется в соответствии с требованиями действующего нормативного документа – «Инструкция по проведению осмотров мостов и труб на автомобильных дорогах. ВСН 4–81». Согласно этой инструкции техническое состояние оценивается по 4-х бальной системе:

- 1 балл – аварийное состояние;
- 2 балла – неудовлетворительное состояние;
- 3 балла – удовлетворительное состояние;
- 4 балла – хорошее состояние.

Балльность технического состояния определяется условным влиянием дефектов на эксплуатационные качества, которые оцениваются по влиянию дефектов на изменение долговечности сооружения и на безопасность движения. Для большинства отмечаемых дефектов в указанной инструкции приведены балльные оценки по рассматриваемым параметрам. В целом оценка носит в значительной степени субъективный характер и во многом определяется квалифицированной подготовкой эксперта. Оценка грузоподъемности выполняется по экспертным коэффициентам, которые определяются как отношение реальной, установленной расчетом грузоподъемности к условной проектно-нормативной.

Грузоподъемность оценивается для колонны автомобилей, для одиночного транспортного средства и по давлению на одиночную ось.

Анализ паспортных данных мостов показывает, что 95,1% (по количеству) деревянных мостов находятся в аварийном состоянии и только 1,7% – в хорошем состоянии. Основные дефекты: биологические поражения древесины основных несущих элементов, смятие древесины в опорных сечениях (в совокупности с гниением), скалывание древесины, расшатывание узловых соединений, изменение статической схемы и характера совместной работы отдельных элементов в общей работе пролетных строений и опор. На малых деревянных мостах (в основном однопролетных) применяются устройства проезжей части из песчано-гравийной смеси, укладываемой поверх настила толщиной до 20–25 см. Это ускоряет процесс загнивания древесины основных несущих элементов и повышает долю постоянной нагрузки в общем балансе загруженности (доля временной нагрузки при этом снижается).

На железобетонных мостах основными и наиболее распространенными дефектами являются: различного характера трещины на поверхности, в т. ч. сквозные; сколы бетона с оголением рабочей и распределительной арматуры, в том числе напрягаемой; интенсивная коррозия бетона, а следовательно, и арматуры, под воздействием воды поступающей с проезжей части через недостаточно надежный и долговечный слой гидроизоляции (в 30% случаев с образованием «сталактитов» из продуктов выщелачивания); разрушение конструктивных элементов деформационных швов; наличие на проезжей части дополнительных слоев дорожной одежды из асфальтобетона (дополнительные слои снижают долю временной нагрузки в общем балансе загруженности характерен для 25% всех мостов); недостаточная ширина проезжей части (габарит проезжей части); неудовлетворительное состояние ограждения проезжей части, в том числе по требуемой высоте ограждения в совокупности с дополнительными слоями дорожного полотна. Указанные дефекты имеют распространенность при различной совокупности на 35–45% всех мостов.

Учитывая распространенность дефектов по результатам обследования, 42% всех мостов имеют третью степень неисправности, т. е. их техническое состояние оценивается как аварийное и неудовлетворительное, 34% – как удовлетворительное. Отсюда следует, что около 3/4 всех эксплуатируемых мостов требует незамедлительного проведения работ по повышению эксплуатационных качеств.

Распространенным дефектом для мостов является неудовлетворительное состояние и снижение работоспособности опорных частей. Для металлических опорных частей (на сталежелезобетонных и металлических мостах) отмечаются отклонения от проектного в положении подвижных элементов опирания, поражение коррозией, загрязнение опорных поверхностей. Для распространенных в железобетонных мостах резино-металлических опорных частей характерны деформации и полное разрушение резиновых элементов. В этом случае, опорные части не выполняют возложенного на них функционального назначения, что приводит к изменению напряженного состояния элементов моста при температурных и силовых (от временной нагрузки) деформациях. Это приводит к возникновению вертикальных трещин и скалыванию бетона в опорных сечениях. Это же отмечается в балках пролетных строений, установленных на опоры без каких-либо опорных частей (мосты пролетом до 15–16 м постройки 60-х–начала 70-х годов – до 22% от общего парка железобетонных мостов).

Для сталежелезобетонных и металлических мостов характерна коррозия металла в местах объединения с железобетонной плитой, коррозия металла ортотропной плиты проезжей части, ослабление натяжения высокопрочных (фрикционных) болтов.

Отмечены значительные деформации (смещение) береговых опор диванного типа, что изменяет напряженное и деформированное состояние пролетных строений, особенно сталежелезобетона. Так, на 4-х мостах Северо–Енисейского тракта, выполненных по

однопролетной схеме со сталежелезобетонными пролетными строениями длиной 42,5 м смещение опор диванного типа в пролет моста составило до 25 см, что привело к запиранию продольных температурных деформаций, которые трансформированы в вертикальные перемещения (повышения обратного прогиба за счет проектного строительного подъема). В конечном итоге может произойти (уже в ближайшее время) провисание балок и трансформация продольных температурных деформаций в вертикальные прямого прогиба.

Способы усиления несущей способности мостов. Для обеспечения эксплуатационных качеств мостов могут быть рекомендованы следующие способы усиления отдельных элементов:

- усиление фундаментов опор установкой дополнительных опорных элементов, изменением системы передачи усилий от тела опоры на грунтовое основание (изменением системы и вида фундамента), изменением агрегатного состояния грунтов основания;

- усиление тела опоры постановкой дополнительных несущих конструктивных элементов;

- усиление основных несущих элементов пролетных строений постановкой дополнительных несущих элементов; частичной или полной заменой элементов, выработавших ресурсные возможности или поврежденных в процессе эксплуатации; постановкой дополнительных связей с целью искусственного регулирования распределения нагрузки между отдельными элементами, снижения динамического воздействия подвижного состава на элементы моста.

Усиление пролетных строений, выполненных из железобетона, может быть реализовано постановкой дополнительной несущей арматуры, повышением поперечной жесткости пролетного строения, установкой гибких шпренгельных связей.

Усиление металлических пролетных строений эффективно превращением их в сталежелезобетонные установкой железобетонных плит проезжей части с одновременным усилением несущих металлических балок постановкой дополнительных поясных листов или вертикальных накладок.

Усиление сталежелезобетонных проектных строений выполняется изменением напряженного состояния железобетонной плиты, включенной в совместную работу с металлической балкой, на участках отрицательных изгибающих моментов для неразрезных и консольных систем, усилением металлических балок гибкими шпренгельными элементами или изменением геометрических характеристик усиливаемых сечений повышением материалоемкости поясов и вертикальных стенок.

Снизить динамичность воздействия подвижной временной нагрузки на элемент пролетных строений мостов позволяет постановка дополнительных связей между соседними пролетными строениями (для многопролетных мостов) или между пролетным строением и шкафной частью крайних опор (для крайних пролетов многопролетных мостов и однопролетных мостов). Конструктивное оформление диссипативных связей выбирается в зависимости от вида пролетного строения, вида опорных частей и опор.

Разновидностью повышения эксплуатационных качеств мостов является увеличение габарита проезжей части, которое можно рассматривать как усиление моста при моральном его износе. Уширение проезжей части обычно выполняется постановкой дополнительных несущих элементов или установкой накладной дополнительной плиты проезжей части. При уширении габарита проезда на сталежелезобетонных и металлических мостах эффективна полная замена элементов проезжей части. При уширении габарита проезжей части также требуется дополнительное усиление главных несущих элементов.

Учитывая большое разнообразие конструктивных решений мостов эксплуатируемых на автомобильных дорогах края, а также различные условия их эксплуатации, конкретные рекомендации по обеспечению требуемых эксплуатационных качеств могут быть

разработаны и предложены индивидуально для каждого моста после детального обследования и, в необходимых случаях, проведения натурных испытаний.

В настоящее время эксплуатационное состояние мостов не отвечает современным требованиям по интенсивности и составу движения. Для детального анализа технического состояния мостов необходимо создание в крае расширенной базы данных о мостах, основанной на результатах натурного обследования всех мостов и испытаний при статическом и динамическом приложении нагрузки. Выполнение первого этапа по созданию базы данных необходимо выполнить в ближайшие 2–3 года с привлечением квалифицированных специалистов – мостовиков высших учебных заведений (КрасГАСА), проектных, исследовательских и эксплуатационных организаций края. Проведение натурных работ не должно замыкаться рамками разработки технического паспорта сооружения. По результатам натурных обследований и испытаний необходимо разработать конкретные рекомендации по обеспечению заданного уровня эксплуатационной надежности индивидуально для каждого моста. Применение при этом современных информационных технологий позволит установить рациональную очередность выполнения предложенного комплекса работ по отдельным направлениям транспортных связей и по отдельным сооружениям, позволит повысить эффективность инвестиционного вложения в транспортный комплекс края.