

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ, ПРИНЦИПЫ, СТРУКТУРА И ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ СООРУЖЕНИЙ

2.1. Основные положения и принципы геодезического контроля

Геодезический контроль технических состояний зданий и сооружений промышленных предприятий, являющийся частью технического контроля, должен базироваться на основных принципах и понятиях системы технического контроля, изложенных в машиностроении, строительстве [2, 3] и других сферах деятельности, с учетом специфики решаемых задач, объектов и условий контроля.

Наиболее важными факторами проектирования системы контроля являются комплексный подход к решению проблемы, а также применение принципов системности, стандартизации, оптимальности, динамичности, преемственности, адаптации [2].

Комплексный подход предусматривает максимальное удовлетворение интересов всех организаций и предприятий, использующих результаты геодезического контроля (ГК) технических состояний – проектировщиков, строителей, эксплуатационников зданий и сооружений, а также учет всех основных факторов, влияющих на оценку технического состояния объектов.

Системный подход заключается в том, что геодезический контроль технического состояния должен разрабатываться как единая система, основные элементы которой – объект, метод, средства, документация и условия контроля. В настоящее время этот подход не реализован современными НТД и нет цельных разработок по его реализации. Поэтому при построении системы геодезического контроля (СГК) с позиций системного подхода будет дано описание системы и элементов, выявлены их связи.

Принцип оптимальности при разработке системы геодезического контроля заключается в том, что каждый элемент системы обеспечивает решение поставленных задач при минимальных затратах на её разработку и максимальном эффекте от её функционирования.

Для решения оптимизационных задач в СГК должен быть разработан категорийный аппарат в виде множества качественных признаков, приведенных к количественным единицам (категории, классы и т. п.). На основе категорийного аппарата и заданных критериев возможно решение конкретных оптимизационных задач геодезического контроля. Некоторые важные элементы такого категорийного аппарата разработаны в [7].

Принцип стандартизации состоит в том, что основные функции, задачи и требования к СГК должны обеспечиваться стандартами. Стандарты являются

базой системы, позволяющей внедрять ГК по определению технического состояния объектов на всех промышленных предприятиях. К сожалению, современная нормативная база по геодезическому контролю технических состояний зданий и сооружений промышленных предприятий не отвечает функции контроля и нуждается в разработке. Предпосылки создания таких стандартов заложены в [7]. Нормативная база, на которую следует опираться при разработке геодезического контроля технических состояний конструкций зданий и сооружений, уже достаточно обширная.

Принцип динамичности заключается в том, что в СГК должна предусматриваться возможность её совершенствования и развития с учетом требований технического прогресса. С этой точки зрения разрабатываемая система должна позволять обновлять её элементы в зависимости от новых конструктивных решений зданий и сооружений, изменения условий эксплуатации объектов, новых образцов измерительной техники, новых методов обработки результатов измерений и др.

Принцип преемственности будет заключаться в максимальном использовании передового опыта разработки СТК в машиностроении, приборостроении, строительстве с учетом специфики эксплуатации строительных объектов и проведения геодезических работ.

Принцип адаптации будет состоять в разработке и введении в СГК элементов, обеспечивающих быструю приспособляемость СГК к специфике объектов контроля. В настоящее время этот принцип заложен в разработанных классификациях объектов и категорий контроля [7], которые позволяют независимо от конструктивных особенностей строительного объекта, по его характеристике и условиям эксплуатации определять необходимость проведения на нем ГК и назначать уровень контроля.

2.2. Разработка структуры и элементов системы геодезического контроля

Исходя из вышеизложенных принципов, построение СГК должно осуществляться с позиций системного подхода. Основываясь на системном подходе, СГК технического состояния конструкций зданий и сооружений промышленного предприятия определяют, как и систему технического контроля в машиностроении [20], через функцию $F_{ГК}$, вход $X_{ГК}$, выход $Y_{ГК}$, структуру $S_{ГК}$ и связь с окружающей средой $H_{ГК}$, т. е.

$$СГК = (F_{ГК}, X_{ГК}, Y_{ГК}, S_{ГК}, H_{ГК}). \quad (2.1)$$

Структура включает совокупность элементов, свойства элементов и взаимосвязь элементов. Элементами ГК являются объекты контроля и их геометрические параметры, методы, средства измерений, исполнитель и документация.

Результатами взаимодействия элементов СГК является технологический процесс геодезического контроля.

Система геодезического контроля функционирует по определенным правилам, установленным в технической документации контроля. Структура и взаимосвязь элементов приведены на рис. 2.1.

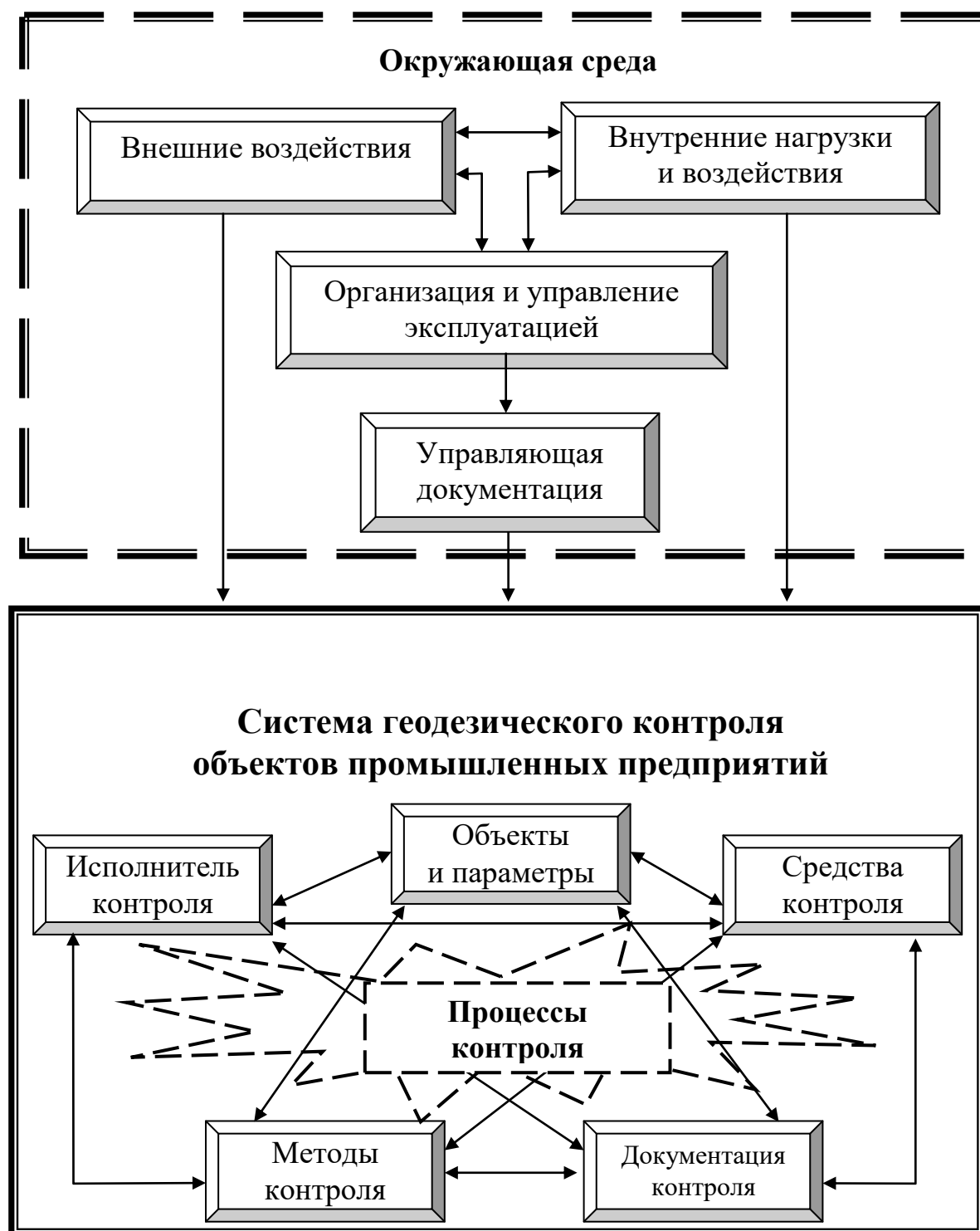


Рис. 2.1. Структура и взаимосвязь элементов СГК

Входами СГК служат здания и сооружения промышленного предприятия и управляющая документация в виде технических заданий на проектирование, проектная и исполнительная документация на строительство и эксплуатацию. Сюда следует отнести также современную нормативную документацию по диагностике, техническому и геодезическому контролю конструкций.

Выходами является документация, отражающая техническое состояние объектов по геометрическому признаку. Эту информацию используют для управления технической эксплуатацией зданий, сооружений и оборудования предприятия.

К окружающей среде отнесены внешние и внутренние воздействия и нагрузки на здания и сооружения, возникающие в процессе эксплуатации и приводящие к изменению геометрических параметров конструкций зданий и сооружений; система организации и управления технической эксплуатацией и качество технологической документации на технический и геодезический контроль.

Взаимодействие окружающей среды и системы ГК представляется в виде связей и выходов системы.

Функция СГК состоит в предотвращении, на основе проверки геометрических параметров, брака в определении фактического технического состояния конструкций зданий, сооружений и технологического оборудования.

Система геодезического контроля характеризуется различными свойствами: точностью, стоимостью, достоверностью, полнотой и др. Все свойства СГК можно разделить на связанные со свойствами будущего объекта (достоверность определения параметров, характеризующих техническое состояние объектов) и с экономическими показателями (стоимостью и трудоемкостью контроля).

Если при проектировании системы ГК основное внимание уделяется показателям достоверности, то могут возникнуть значительные экономические потери, связанные с использованием высокоточных средств контроля, высококвалифицированных исполнителей контроля. Если же в качестве критерия эффективности СГК выбирают стоимость контроля, то отойдут на второй план факторы, связанные с точностью контроля и качеством определения технического состояния.

Следовательно, вид и характер критерия эффективности определяются при поиске таких свойств СГК, которые обеспечивают её оптимальность. Так как показатели достоверности и стоимости контроля разнородны, при поиске наилучших свойств системы при её проектировании на конкретном предприятии используют показатели, содержащие ограничительные условия. К таким условиям относятся методы, средства, исполнитель контроля.

2.3. Общая схема понятий геодезического контроля и описание элементов системы

В соответствии со структурой ГК, на рис. 2.2 представлена общая схема понятий геодезического контроля конструкций зданий и сооружений промышленных предприятий. Дадим краткую характеристику приведенных понятий и элементов предлагаемой системы.

Вид контроля – классификационная группировка контроля по определенному признаку. К основным видам геодезического контроля относят: контроль качества изготовления крупногабаритной продукции строительства и машиностроения; контроль технологического процесса строительства зданий и сооружений и монтажа крупногабаритного технологического оборудования; контроль средств технического оснащения зданий и сооружений; контроль процессов технической эксплуатации зданий, сооружений и технологического оборудования и их оснований и др.

Характеристики контроля. Согласно [2, 3], основными характеристиками контроля являются достоверность (надежность), полнота, периодичность, объем, точность, стоимость.

Достоверность контроля – показатель степени объективного отображения результатов контроля действительного технического состояния объекта. Достоверность контроля может быть выражена числом неправильно принятых и неправильно забракованных конструкций (в процентах). Достоверность контроля в большой степени зависит от точности измерений параметров, фактических и допустимых величин отклонений и деформаций конструкций.

Полнота контроля – отношение количества контролируемых признаков объекта к общему числу контролируемых признаков. Полнота контроля значительно влияет на его стоимость и объективность. При контроле технических состояний сооружений число контролируемых признаков довольно значительное. Поэтому необходима разработка градаций таких признаков в зависимости от технико-экономической значимости объектов, что позволит оптимизировать процессы контроля.

Периодичность контроля – время между двумя последовательно проводимыми процессами контроля. Периодичность контроля в значительной степени зависит от условий эксплуатации объекта, влияет на выбор средств контроля (степень автоматизации) и стоимость контроля.

Объем контроля – количество объектов и совокупность контролируемых признаков, устанавливаемых для проведения контроля. Объем контроля оказывает существенное влияние на стоимость контроля.

Точность контроля – свойство контроля, определяющее близость его результатов к истинному значению контролируемого признака. Точность контроля является одним из определяющих факторов достоверности контроля и определяющим фактором для выбора геодезических методов и средств измерений.

Стоимость контроля – стоимость проведения одного процесса контроля. Стоимость контроля зависит от всех перечисленных характеристик контроля и часто определяет качество контроля.

Объекты контроля. Объектами геодезического контроля на промышленных предприятиях служат здания, сооружения и крупногабаритное оборудование. Промышленные здания предназначены для размещения промышленных производств и призваны обеспечить требуемые эксплуатационные условия и условия эффективного и безопасного труда персонала, занятого в технологическом процессе. Они должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- функциональным, предусматривающим необходимую организацию технологического процесса, санитарно-гигиенические и другие условия эксплуатации;
- техническим, обеспечивающим необходимую защиту помещений от воздействий внешней среды и предусматривающим обеспечение достаточной прочности, устойчивости, долговечности, огнестойкости и сопротивляемости при действии нагрузок;
- архитектурным, определяющим соответствие внешних форм здания или сооружения своему назначению за счет рационального выбора строительных материалов, высокого качества работ, гармонической связи с окружающей средой и т. д.;
- экономическим, предусматривающим уменьшение затрат труда, материалов и сокращение времени на возведение зданий и сооружений.

Функциональные требования обеспечиваются проектными решениями, а технические – подбором конструкций и средств их защиты.

Для оптимизации процессов контроля объектов промышленных предприятий необходимо иметь классификацию объектов и параметров по различным признакам, характеристику условий эксплуатации и правила выбора объектов.

Признаки классификации должны с максимальной полнотой отражать имеющуюся информацию об объектах. Эта информация содержится в комплексах стандартов, определяющих выбор значений нормируемых параметров контролируемых объектов. Для установления признаков классификации объектов геодезического контроля произведен информационный поиск по основным группам стандартов. На основании проведенного поиска установлено следующее.

Категории стандартов, определяющих классификации объектов контроля:

- государственные и ведомственные нормы технологического и строительного проектирования предприятий, приведенные в работах [2, 3 и др.], устанавливающие категории зданий и сооружений в зависимости от назначения и надежности;
- группы стандартов и НТА, определяющие объекты контроля в зависимости от воздействий внутренней и внешней среды, приведенные в работах [2, 3 и др.].

На основании анализа этих стандартов установлено, что промышленные здания классифицируют:

- по назначению: производственные, подсобно-производственные, энергетические, складские;
- по этажности: одноэтажные, многоэтажные и смешанной этажности;
- по конструкции стен: мелкоэлементные и крупноэлементные;

- по уровню ответственности, характеризующей экономическими, социальными и экологическими последствиями их отказов: *I* (повышенный), *II* (нормальный), *III* (пониженный);

- по совокупности требований в отношении степени долговечности, народнохозяйственного значения и других эксплуатационных качеств: *I*, *II*, *III* и *IV* классов.

К *I* классу относят здания, удовлетворяющие повышенным требованиям (крупные промышленные здания), к *IV* классу – удовлетворяющие минимальным требованиям (временные постройки).

Для конструкций зданий, эксплуатирующихся в нормальных условиях, различают следующие степени долговечности:

- 1-я степень – при ориентировочном сроке службы более 100 лет;

- 2-я степень – при сроке службы от 50 до 100 лет;

- 3-я степень – при сроке службы от 20 до 50 лет;

- для временных сооружений – менее 20 лет.

По степени возгорания все строительные конструкции подразделяются на три группы: негоряемые, трудногоряемые и горяемые. По огнестойкости подразделяются на пять степеней: 1-я и 2-я степени – каменные здания, имеющие основные конструкции с разными пределами огнестойкости; 3-я степень – каменные здания с негоряемыми и трудногоряемыми конструкциями; 4-я степень – деревянные здания, защищенные от возгорания штукатуркой; 5-я степень – деревянные неоштукатуренные здания.

Класс здания назначается организацией, выдающей задание на проектирование, а указания по отнесению проектируемых зданий к различным классам, эксплуатационные требования, степень долговечности и огнестойкости конструктивных элементов приводятся в нормах проектирования зданий и сооружений.

Характеристика объектов промышленного предприятия, нагрузки и воздействия на его конструкции приводятся в задании на проектирование, в ТЭО или рабочем проекте. Основными характеристиками здания или сооружения, необходимыми для назначения геодезического контроля параметров, характеризующих его техническое состояние, а также влияющими на качество контроля, являются:

- назначение (основного производственного, вспомогательного производственного, социального);

- нагрузки и воздействия;

- уровень ответственности;

- класс по совокупности требований к долговечности и эксплуатационных качеств.

Согласно СНиП 2.01.03-85, на здания и сооружения действуют постоянные и временные нагрузки (длительные, кратковременные, особые).

Нагрузки, возникающие при изготовлении, хранении и перевозке конструкций, а также при возведении сооружений, следует учитывать в расчетах как кратковременные нагрузки.

К основным постоянным нагрузкам относят:

а) вес частей сооружений, в том числе, вес несущих и ограждающих строительных конструкций;

б) вес и давление грунтов (насыпей, засыпок), горное давление.

К длительным нагрузкам относят:

а) вес временных перегородок, подливок и подбетонок под оборудование;

б) вес стационарного оборудования: станков, аппаратов, моторов, емкостей, трубопроводов с арматурой, опорными частями и изоляцией, ленточных конвейеров, постоянных подъемных машин с их канатами и направляющими, а также вес жидкостей и твердых тел, заполняющих оборудование;

в) давление газов, жидкостей и сыпучих тел в емкостях и трубопроводах, избыточное давление и разрежение воздуха, возникающее при вентиляции шахт;

г) нагрузки на перекрытия от складироваемых материалов и стеллажного оборудования в складских помещениях, холодильниках, зернохранилищах, книгохранилищах, архивах и подобных помещениях;

д) температурные технологические воздействия от стационарного оборудования;

е) вес отложений производственной пыли, если ее накопление не исключено соответствующими мероприятиями;

ж) вертикальные нагрузки от мостовых и подвесных кранов;

з) снеговые нагрузки;

и) температурные климатические воздействия;

к) воздействия, обусловленные деформациями основания, не сопровождающимися коренным изменением структуры грунта, а также оттаиванием вечноммерзлых грунтов;

л) воздействия, обусловленные изменением влажности, усадкой и ползучестью материалов.

К кратковременным нагрузкам относят:

а) нагрузки от оборудования, возникающие в пуско-остановочном, переходном и испытательном режимах, а также при его перестановке или замене;

б) вес людей, ремонтных материалов в зонах обслуживания и ремонта оборудования;

в) нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования (погрузчиков, электрокаров, кранов-штабелеров, тельферов, а также от мостовых и подвесных кранов с полным нормативным значением);

г) ветровые нагрузки;

д) гололедные нагрузки.

К особым нагрузкам относят:

а) сейсмические воздействия;

б) взрывные воздействия;

в) нагрузки, вызываемые резкими нарушениями технологического процесса, временной неисправностью или поломкой оборудования;

г) воздействия, обусловленные деформациями основания, сопровождающимися коренным изменением структуры грунта (при замачивании просадочных грунтов) или оседанием его в районах горных выработок и карстовых грунтах.

Характеристика объекта, нагрузки и воздействия на него являются важными факторами при выборе объектов, параметров и методов геодезического контроля технических состояний конструкций.

Правила выбора объектов геодезического контроля промышленных предприятий необходимы для технологического проектирования технического контроля и будут изложены в следующей главе.

Геометрические параметры – линейные, угловые и относительные величины, характеризующие деформационное состояние конструкций сооружений и оборудования и их взаимное положение. К ним относятся осадки и горизонтальные смещения конструкций, отклонения от вертикали, прямолинейность, соосность, прогибы и т. д.

Категории стандартов, определяющие выбор признаков и параметров контроля:

- группы стандартов, определяющие виды и величины монтажных допусков на положение и размещение строительных конструкций в зависимости от конструктивных особенностей зданий и сооружений [2, 3 и др.];
- группы стандартов, устанавливающие виды и величины эксплуатационных допусков [2, 3 и др.].

На основании анализа категорий стандартов выявлено, что основными показателями для выбора конкретных геометрических параметров объекта ГК являются конструктивные особенности зданий и сооружений, а также условия их эксплуатации, устанавливаемые в процессе изысканий и проектирования, с учетом требований монтажников и эксплуатационников.

Правила выбора видов геометрических параметров для зданий и сооружений и их оснований промышленных предприятий будут изложены в третьей главе.

Метод контроля – правила применения определенных принципов и средств контроля.

Здания, сооружения и оборудование промышленных предприятий могут существенно различаться по назначению, уровню надежности, конструктивным особенностям. Различны режимы работы этих объектов, различны воздействия на них внутренней и внешней среды. Эти факторы влияют на выбор методов геодезического контроля.

Методы контроля классифицируют по временной характеристике, по полноте охвата, по управляющему воздействию.

Согласно ГОСТ 14318-83, по *временной характеристике* контроль разделяется на непрерывный, периодический и летучий. При контроле технических состояний конструкций зданий, сооружений и их оснований промышленных предприятий могут быть использованы все виды контроля.

При **непрерывном контроле** поступление информации о контролируемых признаках (в том числе о деформациях и отклонениях конструкций зданий и сооружений от проектного положения) происходит непрерывно.

При **периодическом контроле** поступление информации о контролируемых признаках (в том числе о деформациях и отклонениях конструкций) происходит через установленные интервалы времени (исследование деформаций во времени) или операции (например, при пусках и остановках оборудования). При проверке технического состояния оснований зданий, сооружений и оборудования промышленных предприятий этот вид контроля является основным, так как деформации этих объектов при нормальной эксплуатации связаны с достаточно продолжительными во времени процессами.

Летучий контроль деформаций и отклонений конструкций от проектного положения назначается в случаях отказов, непредусмотренных выходов технических параметров за допустимые величины и при других непредвиденных факторах, при оценке технических состояний конструкций при аварийных ситуациях или для целей реконструкции, а также при инспекционных проверках.

По **полноте охвата** контроль разделяют на сплошной и выборочный. От правильности выбора вида контроля зависят объемы выполнения контрольных операций, а следовательно, их трудоемкость, численность и квалификация контролеров, достоверность контролируемых параметров, выбор методов и средств измерений.

Сплошной контроль – контроль каждой единицы продукции в полном объеме (ГОСТ 16504-81). Применительно к геодезическому контролю технических состояний строительных конструкций зданий и сооружений промышленных предприятий, при сплошном контроле фактические отклонения геометрических параметров по какому-нибудь признаку проверяют для всех конструкций в объекте контроля.

Выборочный контроль – контроль, при котором решение о контролируемом параметре принимают по результатам проверки одной или нескольких выборок. При геодезическом контроле технического состояния конструкций зданий и сооружений промышленного предприятия под выборочным контролем понимают контроль, в котором отклонения геометрических параметров проверяются по установленному плану контроля в выборке, состоящей из определенного числа объектов в объеме предприятия или определенного числа конструкций в объекте контроля.

По **управляющему воздействию** на ход производственного процесса различают активный и пассивный контроль. От правильности выбора вида контроля зависит точность и периодичность контроля.

Под **пассивным контролем** (контролем постоянных параметров) при оценке технического состояния конструкций зданий, сооружений и оборудования промышленных предприятий следует понимать контроль, который по своей точности позволяет производить только разбраковку действительных отклонений геометрических параметров на допустимые (годные) и недопустимые

(негодные). Вследствие этого результаты контроля не могут быть использованы для прогнозирования (а, следовательно, и последующего заблаговременного управления процессом эксплуатации). Их можно использовать только для оценки технического состояния конструкций объекта на момент контроля.

Контрольными нормативами при пассивном контроле являются величины допустимых осадок, горизонтальных смещений и других предельных отклонений геометрических параметров, определяющих требования к точности контролируемых геометрических параметров.

Под **активным контролем** (контролем переменных параметров) [7] понимают контроль, который по своей точности и периодичности позволяет не только производить разбраковку конструкций по геометрическому признаку на годные и негодные к дальнейшей эксплуатации, но и выявлять поэтапное изменение таких геометрических параметров, как функции времени. Вследствие этого результаты контроля могут быть использованы для раннего обнаружения нежелательных процессов и явлений и прогнозирования их развития. На основании такого контроля и прогнозирования процессов появляется возможность заранее принимать необходимые упреждающие меры, т. е. управлять процессом эксплуатации, не доводя состояние объекта до аварийного.

Контрольными нормативами при активном контроле служат принятые в проекте (установленные разработчиком) величины приращений (интервалы слежения) для допустимых осадок, горизонтальных смещений и других предельных эксплуатационных отклонений. Интервалы слежения, являющиеся долями допустимых величин, следует назначать оптимальными и равными по величине, что позволит вести прогнозирование осадок, горизонтальных смещений и других изменяющихся во времени контролируемых параметров наиболее достоверно и экономично.

Сочетание всех вышеназванных методов обуславливает режим контроля, который подразделяется на усиленный, нормальный и облегченный. От выбора режима контроля зависят достоверность, полнота и стоимость контроля.

Методы и средства измерений. При контроле технических состояний зданий, сооружений и их оснований; средств технического оснащения сооружений; технологического оборудования и их фундаментов приходится измерять множество геометрических параметров, характеризующих размеры, форму, пространственное положение отдельных конструкций и деталей; взаимное расположение конструкций, деталей, узлов, механизмов между собой; горизонтальные и вертикальные перемещения сооружений; деформации конструкций и частей сооружений.

В связи с разнообразием видов геометрических параметров, требований к точности их измерений, условий измерений на предприятии используют разнообразнейшие методы и средства измерений.

Под **методом измерения** понимается совокупность приемов использования принципов и средств измерений, под **средством измерений** – техническое

средство, предназначенное для измерения физических величин и имеющее нормированные метрологические свойства.

Методы и средства измерений, применяемые для контроля технических состояний конструкций и оснований зданий, сооружений и оборудования промышленных предприятий, описаны во многих справочниках, каталогах, ГОСТах, и других источниках, выпускаемых по машиностроению, строительству, метрологии, геодезии.

В некоторых изданиях даются классификации методов и средств измерений по различным признакам: по типу и виду контролируемых величин; по конструктивным особенностям; по способу измерения (абсолютные и относительные, контактные и бесконтактные, статические, кинематические и динамические); по месту расположения средств контроля относительно объекта (наружные, встроенные и комбинированные); по сложности и составу элементов конструкций (инструмент, приспособление, прибор); по степени механизации и автоматизации (ручные, механизированные, полуавтоматические, автоматические).

Геодезические методы и средства измерений наиболее полно представлены в изданиях [2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 17, 19, 20 и др.]. Однако при контроле технических состояний конструкций зданий и сооружений и их оснований часто используют методы и средства измерений, применяемые в машиностроении и строительстве, например, меры длины (штриховые метры, лимбы, масштабные линейки и др.), щупы, штангенинструмент (штангенциркули, штангенглубиномеры, штангенрейсмусы), микрометрический инструмент (микрометры, микрометрические глубиномеры), приборы рычажно-механические (индикаторы, измерительные головки и др.); оптико-механические и оптические приборы (измерительные машины, измерительные микроскопы, катетометры, измерительные лупы и др.).

Наиболее целесообразно для контроля технических состояний зданий, сооружений, технологического оборудования и их оснований промышленных предприятий классифицировать методы и средства измерений по видам контролируемых геометрических параметров, характеризующих типы объектов контроля (см. рис. 2.2).

Большое разнообразие методов и средств измерений позволяет оптимизировать процессы контроля в зависимости от достоверности, полноты, объема, стоимости контроля. Выбор конкретных методов и средств измерений должен осуществляться по определенным правилам.

Документация контроля.

Согласно [20], документация контроля – документация, определяющая систему контроля или ее элементы, а также отражающая результаты контроля.

Документация, определяющая систему контроля технических состояний зданий, сооружений и их оснований, представляется в виде входной документации, отражающей характеристики объектов и условия их изготовления, возведения

и эксплуатации, и технологических документов на геодезический контроль, которые могут быть оформлены в виде программы геодезического контроля объектов всего предприятия, либо, для отдельных несложных объектов, в виде раздела в общей программе по контролю качества эксплуатации объекта.

Входная документация необходима для составления программы геодезического контроля технического состояния объектов. Она должна включать:

- геологические, гидрогеологические и другие данные о территории с результатами испытаний грунтов и анализа грунтовых вод;
- утвержденную проектную документацию со всеми последующими изменениями;
- технические паспорта зданий, сооружений, технологических узлов и оборудования;
- исполнительные рабочие чертежи оборудования и сооружений, чертежи всего подземного хозяйства;
- акт заложения фундаментов с разрезами шурфов;
- акты приемки скрытых работ;
- акты государственной и рабочих приемочных комиссий;
- инструкции по обслуживанию строительных конструкций;
- эксплуатационную документацию на оборудование («Руководство по эксплуатации» (шифр РЭ), «Техническое описание и инструкция по эксплуатации» (шифр ТО), «Паспорт» (шифр ПС));
- ремонтную документацию («Руководство по ремонту»).

Комплект указанной выше документации должен храниться в техническом архиве предприятия.

При наличии такой документации возможно правильно поставить диагностику и технический контроль состояния сооружения и его основания, в том числе и геодезический контроль геометрических параметров, характеризующих техническое состояние зданий, сооружений, технологического оборудования и их оснований.

Программа контроля [20] – документ, устанавливающий объект, план и вид контроля, последовательность, объем, место и сроки проведения, а также порядок и ответственность за обеспечение и проведение контроля. В настоящее время в нормативной литературе нет указаний, правил и методики составления программ геодезического контроля технических состояний конструкций зданий, сооружений и оборудования промышленных предприятий. Для выработки правил оформления таких программ рекомендуется воспользоваться общим подходом к оформлению документов технического контроля, изложенным в ГОСТ 3.1502-85 и ГОСТ 16468-79, а также методикой составления программ геодезических наблюдений за осадками, горизонтальными смещениями, кренами и деформациями конструкций, изложенными в МУ-34-70-084-84, Руководстве по наблюдениям за деформациями оснований и фундаментов зданий и сооружений [12], Руководстве по натурным наблюдениям за деформациями

гидротехнических сооружений и их оснований геодезическими методами [14], СНиП 3.01.03-84 [16].

В соответствии с ГОСТ 3.1502-85, применительно к геодезическому контролю, в стандартах и других нормативно-технических документах на геодезический контроль, а также в стандартах предприятия должны быть определены: критерии отказов и предельных состояний; контролируемые параметры; применяемые методы контроля; план контроля и порядок его проведения; характеристики контроля; методы, схемы и средства измерений; условия и порядок проведения и т. п. Некоторые важные разработки в этом направлении будут представлены в последующих разделах настоящей работы.

Документация, отражающая результаты геодезического контроля, может быть представлена в виде акта, заключения или технического отчета. Документ, отражающий результаты контроля, в общем случае, должен содержать:

- техническую характеристику объекта контроля, представленную в проектной, исполнительной и эксплуатационной документации;
- информацию о проектных и фактических технологических схемах геодезического контроля параметров;
- информацию о методическом, информационном, организационном, математическом и программном обеспечении контроля;
- первичную и вторичную информацию, полученную в результате геодезических измерений и съемок;
- информацию об уровне технического состояния конструкций и основания объектов по геометрическим признакам.

Исполнитель контроля.

Исполнители геодезического контроля технических состояний зданий, сооружений и их оснований – специалисты инженерно-геодезического профиля работ, имеющие соответствующие их квалификации знания и навыки ведения контрольных операций и процессов.

Исполнителей геодезического контроля можно характеризовать по важности выполняемых функций, по сложности и точности обеспечения процессов контроля, по специальным требованиям.

По **важности выполняемых функций** (уровню ответственности) контролеров предлагается разделить на 4 категории:

- *неответственная* (рабочий персонал, выполняющий простые вспомогательные работы по геодезическому контролю под руководством исполнителя);
- *средней ответственности* (исполнители, выполняющие измерения на объектах с низким и средним уровнем надежности);
- *ответственная* (руководители и ответственные исполнители, выполняющие проектирование технологий геодезического контроля и осуществляющие процессы измерений на всех стадиях работ на объектах высокого уровня надежности);
- *особо ответственная* (руководители органов надзора, ведущие надзор за качеством контроля; руководители и ответственные исполнители организаций,

ведущие геодезические работы по геодезическому контролю и осуществляющие проектирование и выполнение всех производственных работ на объектах, требующих особо высокого качества и наивысшего уровня надежности).

По **сложности и точности обеспечения процессов** контролеров предлагается разделить на категории:

- *простая* (простые измерительные операции, выполняемые простейшими приборами невысокой точности, на несложных в конструктивном отношении объектах);

- *средней сложности* (выполнение отдельных видов широко распространенных геодезических работ средней точности на объектах средней сложности);

- *сложная* (выполнение большинства видов геодезических работ высокой точности на сложных в конструктивном отношении объектах в условиях возмущающих воздействий на процессы измерений);

- *особо высокой сложности* (выполнение любых сложных в техническом отношении видов геодезических работ высокой точности на очень сложных в конструктивном отношении объектах в условиях возмущающих воздействий на процессы измерений, требующих применения или разработки специальной геодезической аппаратуры и защиты от влияния возмущающих воздействий).

По **специальным требованиям** контролеров предлагается разделить на категории:

- *низкая* (работники, не требующие специальной подготовки для самостоятельного выполнения геодезических работ в условиях действующего предприятия; имеющие необходимый минимальный уровень подготовки по правилам технической эксплуатации, техники безопасности, промышленной санитарии на данном предприятии; не имеющие противопоказаний по медицинским требованиям для выполнения геодезических работ на предприятиях легкого режима работы);

- *средняя* (работники, требующие минимальной специальной подготовки для самостоятельного выполнения геодезических работ в условиях действующего предприятия; имеющие необходимый средний уровень подготовки по правилам технической эксплуатации, технике безопасности, промышленной санитарии на контролируемом предприятии, позволяющий им вести самостоятельные работы на объектах, не требующих специального допуска; не имеющие противопоказаний по медицинским требованиям для выполнения геодезических работ на предприятиях среднего режима работы);

- *высокая* (работники, требующие высокой специальной подготовки для самостоятельного выполнения геодезических работ в условиях действующего предприятия; имеющие высокий уровень подготовки и документы по правилам технической эксплуатации, техники безопасности, промсанитарии на контролируемом предприятии, позволяющие им самостоятельно вести работы на всех контролируемых объектах, в том числе, на объектах, требующих специального

допуска; имеющие допуск по медицинским показаниям для выполнения специальных работ в опасных для здоровья условиях и на предприятиях тяжелого режима работы);

- *особо высокая* (работники, требующие высокой специальной подготовки для руководства и выполнения геодезических работ любой сложности в условиях действующего предприятия любого режима работы; имеющие высокий уровень подготовки и документы по правилам технической эксплуатации, технике безопасности, промышленной санитарии и другим требованиям (ядерной, химической, бактериологической и другой безопасности) на контролируемом предприятии; имеющие допуск по медицинским показаниям для выполнения специальных работ в опасных для здоровья условиях).

Условия контроля и их характеристика.

Условия контроля представляют собой совокупность воздействующих факторов и режимов функционирования объекта при техническом контроле.

Условия контроля технических состояний зданий, сооружений, технологического оборудования и их оснований промышленных предприятий очень разнообразны и зависят от внешних и внутренних факторов.

Влияющие факторы можно разделить на четыре группы:

- климатические (температура окружающей среды, относительная влажность воздуха, атмосферное давление);
- электрические и магнитные (колебание силы электрического тока, напряжения в электрической сети, частоты переменного электрического тока, постоянные и переменные магнитные поля и др.);
- внешние нагрузки (вибрации, ударные нагрузки, внешние касания деталей прибора);
- ионизирующие излучения, газовый состав атмосферы и т. д.

С целью обеспечения единства измерений к условиям их проведения предъявляются жесткие требования. Для конкретных областей измерений устанавливают единые условия, называемые нормальными. Значение физической величины, соответствующее нормальным условиям, называют нормальным значением влияющей физической величины. Общепринятые нормальные значения влияющих физических величин составляют [28]:

- температура для всех видов измерений – 20°C (293 K);
- давление окружающего воздуха – 101,3 кПа (760 мм рт. ст.);
- относительная влажность воздуха – 58%;
- плотность воздуха – $1,2 \text{ кг/м}^3$;
- ускорение свободного падения – $9,8 \text{ м/с}^2$.

Однако при выполнении измерений трудно поддерживать определенные номинальные значения влияющих величин. Во-первых, значения величин могут колебаться около своих номинальных значений; во-вторых, влияющие величины создают поля. Например, при линейных измерениях параметров измерительного объекта большой протяженности или сложной конфигурации нельзя гарантировать единого значения такой влияющей величины, как температура.

На разных участках измерительного объекта температура может быть разная. Учесть изменения результата измерения от воздействия температуры в подобной ситуации практически невозможно. Поэтому устанавливают пределы возможных изменений для каждой влияющей величины. Эти пределы (их называют пределами нормальной области значений влияющих величин) выбирают так, чтобы воздействие совокупности влияющих величин на результат измерения было по возможности минимальным. ГОСТ 8.050-81 рекомендует учитывать это действие через изменения показаний средств измерений. В соответствии с ГОСТ 8.050-81, требования к нормальным условиям устанавливаются в зависимости от допусков на измеряемую величину и требования к допускаемой погрешности измерений. Несмотря на то, что в стандарте эти требования изложены для линейных и угловых измерений, их по (Селиванов М.Н., Фридман А.Э., Кудряшова Ж.Ф. Качество измерений: Метрологическая справочная книга. – Л.: Лениздат, 1987. – 295 с.) можно распространить и на другие виды измерений. Для этого достаточно, чтобы на измеряемую величину был допуск.

Согласно ГОСТ 8.050-81, предельная погрешность измерений составляет от 20 до 35% допуска; а изменение погрешности средств измерений из-за действия влияющих величин в нормальных условиях не должно превышать 35% погрешности измерений.

При точных измерениях для поддержания нормальных условий применяют специальные средства защиты от воздействия влияющих величин.

Влияние температуры исключают или уменьшают путем термостатирования – обеспечения определенной температуры в рабочем пространстве. Термостатировать можно части измерительной аппаратуры, средства измерений, помещения. Термостатирование может быть естественным (например, использование подвалов) и искусственным (применение электрических подогревателей, холодильников, кондиционеров).

Для устранения вибраций и сотрясений применяют амортизаторы – эластичные подвесы (струны, пружины и т. д.), резину и т. д.

Средством защиты от влияния магнитного поля Земли служат экраны из магнитно-мягких материалов.

При выполнении измерений в открытом пространстве, при высокой или низкой температуре соблюдать нормальные условия часто невозможно. В таких ситуациях устанавливают менее жесткие условия выполнения измерений, называемые рабочими условиями. При этом используются средства измерений, рассчитанные на рабочие условия. Многие вопросы учета влияния внешних условий при геодезических измерениях решаются путем измерения параметров среды и введением поправок в показания приборов.