МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Общество с ограниченной ответственностью
«Т Е К Т О П Л А Н»

М Е Т О Д И К А ВЫСОКОТОЧНОЙ БЕСКОНТАКТНОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СЪЕМКИ НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ С ВОЗДУШНЫМИ ЗАЗОРАМИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

МДС 11-20.2009

Москва 2010

gost.e-ecolog.ru

МЕТОДИЧЕСКАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Общество с ограниченной ответственностью
«Т Е К Т О П Л А Н»

М Е Т О Д И К А ВЫСОКОТОЧНОЙ БЕСКОНТАКТНОЙ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СЪЕМКИ НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ С ВОЗДУШНЫМИ ЗАЗОРАМИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

МДС 11-20.2009

Москва 2010

УДК 69:658.012

Методика высокоточной бесконтактной исполнительной съемки навесных фасадных систем с воздушными зазорами при возведении высотных зданий. МДС 11-20.2009/ООО «Тектоплан». — М.: ОАО «ЦПП», 2010. — 41 с.

Разработана ООО «Тектоплан» (рук. работы — канд. техн. наук В.Д. Фельдман, инж. Л.М. Мережко) при участии Московского государственного университета геодезии и картографии (проф. канд. техн. наук Д.Ш. Михеев, проф. д-р техн. наук Е.Б. Клюшин, доцент Е.Ю. Маркелова), а также инженеров А.В. Цареградского и Д.В. Терентьева по заданию Управления научно-технической политики в строительной отрасли Департамента градостроительной политики, развития и реконструкции города Москвы.

Работа согласована с Управлением научно-технической политики в строительной отрасли Департамента градостроительной политики, развития и реконструкции города Москвы.

Методика распространяется как документ, рекомендуемый к утверждению в качестве стандарта саморегулируемых организаций (СРО).

Разработчики будут благодарны пользователям издания за замечания и предложения, которые будут учтены при последующих переизданиях.

ОРИГИНАЛ-МАКЕТ данного издания является собственностью ООО «Тектоплан» и его воспроизведение любым способом без согласия правообладателя запрещается.

© ООО «Тектоплан», 2009

Содержание

Введение 4
1. Область применения 5
2. Нормативные и методические документы 5
3. Общие положения 6
4. Геодезическая основа для выполнения исполнительных съемок 7
5. Методы исполнительных съемок 8
5.1. Координатный метод с применением безотражательных электронных тахеометров 8
5.2. Метод лазерного сканирования 8
5.3. Фотограмметрический метод 9
6. Требования к точности используемых приборов 10
7. Программное обеспечение геодезических измерений 10
8. Перечень геометрических параметров навесных фасадных систем с воздушными зазорами, подлежащих исполнительной съемке 12
9. Состав, содержание и оформление исполнительной документации 12
Приложение 1 Схема геодезической основы 14
Приложение 2 Схемы геодезических построений при координатном методе 15
Приложение 3 (справочное) Пример расчета ожидаемой точности определения координат 16
Приложение 4 (справочное) Экспериментальное исследование влияния угла падения лазерного луча и отражающих свойств поверхности на точность измерения безотражательным тахеометром 17
Приложение 5 (справочное) Порядок вычисления положения вероятнейшей плоскости и отклонения реального фасада от вероятнейшей плоскости 18
Приложение 6 Компенсаторы отклонений элементов типовых навесных фасадных систем с воздушным зазором. Расчеты точностей 21
Приложение 7 (справочное) Расчет необходимых размеров компенсаторов погрешностей 26
Приложение 8 (справочное) Порядок калибровки цифровых неметрических камер 31
Приложение 9 Порядок расчета базиса фотографирования и расстояния от камеры до объекта при фотограмметрическом методе измерений 33
Приложение 10 Схемы съемки объекта при использовании фотограмметрического метода 34
Приложение 11 Схема расположения опорных точек на здании при использовании фотограмметрического метода 35
Приложение 12 Схема расположения точек для контроля вертикальности направляющих НФС 36
Приложение 13 Схема расположения контрольных точек для определения вертикальности плоскости фасада НФС 37
Приложение 14 (справочное) Порядок заполнения основной надписи на исполнительных схемах по ГОСТ 21.101—97 38
Приложение 15 Исполнительная схема установки направляющих. Схема отклонений направляющих от вертикали перпендикулярно плоскости стены 39
Приложение 16 Исполнительная схема установки фасадных плит. Схема отклонений плоскости фасадной поверхности от вертикальности перпендикулярно плоскости стены 40
Приложение 17 Исполнительная схема установки фасадных плит. Схема отклонений фасадных плит от плоскостности 41

ВВЕДЕНИЕ

При разработке Методики был проведен комплексный анализ документов, регламентирующих точность:

- монтажа железобетонных и металлических конструкций высотных зданий;
- крепления закладных деталей и ограждающих элементов фасадных систем;
- выполнения монтажных работ в процессе строительных работ (определяется точностью применения современных измерительных средств);
- исполнительных съемок по окончании монтажа всей фасадной системы.

Для выполнения любого вида монтажа, установки строительных элементов, фасадных систем, а также для проведения исполнительных съемок необходимо определить требования к их точности. Анализ действующих нормативных документов в строительстве показывает, что применительно к навесным фасадным системам с воздушным зазором (далее — НФС) такие требования отсутствуют.

В ряде нормативно-технических документов[1] содержатся нормы точности, которые можно использовать только в качестве ориентировочных для устройства фасадных систем. В частности, в МДС 12-23.2006 (приложение Д «Допускаемые конструктивные отклонения колонн и стен») приведены допускаемые отклонения от проектного положения стен и колонн[2]; данными «Временных рекомендаций по организации технологии геодезического обеспечения строительства многофункциональных высотных зданий» можно воспользоваться при контроле точности геометрических параметров и исполнительных съемках, порядке и форме записи (оформления) результатов съемок[2]. В СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции», ГОСТ 10992—90 «Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические требования», ГОСТ 23616—79 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности», ТР 85-98 «Технические рекомендации по входному контролю качества материалов, применяемых для отделки фасадов» приводятся сведения о закладных деталях и кронштейнах, к которым крепятся фасадные элементы[2]. Поэтому использование Методики при проектировании фасадных систем, при разработке проектов производства работ и, в первую очередь, организации и производстве геодезических работ должно быть индивидуализировано.

При разработке Методики использованы технические и другие параметры известных фасадных систем и рекомендации ГУ «Энлаком».

При составлении исходных уравнений расчета необходимой и достаточной точности выполнения всех работ проанализированы типы размерных анкерных устройств, способность анкерных устройств компенсировать допущенные (возникшие) отклонения от проектных местоположений закрепляемых элементов, а также точность устройства закладных деталей конструктивных элементов зданий и сооружений.

Приведен порядок расчета точности по расчетным схемам исходных уравнений в общем виде для определения результирующих параметров.

В размерных расчетных схемах определены функциональные параметры, влияющие на собираемость, а также необходимые и достаточные исходные данные для расчета.

Выполнен расчет требуемого размера для компенсации погрешностей посредством кронштейнов, для чего составлены расчетные схемы, приведены исходные уравнения, уравнения номинальных размеров и отклонений.

В Методике описаны технологии бесконтактной исполнительной съемки навесных фасадных систем с воздушным зазором, а также выполнен расчет ожидаемой точности, дан сравнительный анализ их применимости.

Исходя из сегодняшней практики высокоточных геодезических измерений могут быть использованы три метода: координатный метод с применением безотражательных электронных тахеометров, метод лазерного сканирования и фотограмметрический метод.

Для практического использования Методики приведены программные продукты для камеральной обработки измерений и составления отчетной документации по бесконтактным исполнительным съемкам навесных фасадных систем. По каждому программному продукту приведен перечень характеристик и выполняемых функций.

В Методике рассмотрены организационные вопросы исполнительных съемок фасадных систем и даны рекомендации по перечню геометрических параметров элементов фасадных систем, подлежащих геодезической съемке и точности их фиксации.

Даны рекомендации по оформлению документации результатов исполнительных съемок фасадных систем, приведены типовые образцы исполнительных схем.

---

[1] Приведены в Перечне (см. раздел 2).

[2] В ряде применяемых фасадных систем могут быть запроектированы иные точностные параметры.

1. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1. Методика разработана для участников различных строительных процессов при монтаже навесных фасадных систем с воздушным зазором при возведении высотных зданий, сооружений и комплексов и может быть использована при строительстве зданий и сооружений любой высотности в части бесконтактных исполнительных съемок всех элементов фасадных систем, включая закладные детали наружных стен.

1.2. Методика восполняет недостающие в действующих СНиПах, ГОСТах и других документах нормы точности, которые надлежит исполнять при выдерживании зазоров примыкания между смежными элементами наружных ограждающих панелей, плит и других частей фасадов.

1.3. Методика позволяет прогнозировать получение недопустимых зазоров между смежными элементами фасадных систем, предупреждая негативные последствия и предоставляя основания для их устранения в процессе работ.

1.4. Методика может быть использована при разработке проектов организации и производства работ и, в первую очередь, проектов производства геодезических работ.

2. НОРМАТИВНЫЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ ДОКУМЕНТЫ

1. МДС 12-23.2006. Временные рекомендации по технологии и организации строительства многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в Москве. — М.: ФГУП НИЦ «Строительство», 2006.

2. МДС 20-1.2006. Временные рекомендации по назначению нагрузок и воздействий, действующих на многофункциональные высотные здания и комплексы в Москве. — М.: ФГУП НИЦ «Строительство», 2006.

3. Временные рекомендации по организации технологии геодезического обеспечения качества строительства многофункциональных высотных зданий. МДС 11-19.2009 / ООО «Тектоплан». — М.: ОАО «ЦПП», 2009.

4. МГСН 4.19-05. Многофункциональные высотные здания и комплексы. — М., 2005.

5. СНиП 3.01.03-84. Геодезические работы в строительстве.

6. Каталог типовых конструкций фасадов из типовых сертифицированных изделий для применения в городе Москве (1-я редакция). Комплекс архитектуры, строительства, развития и реконструкции города. — М., 2006.

7. Каталог конструкций фасадов из типовых сертифицированных изделий для применения в г. Москве/ ГУ «Центр «Энлаком». — М., 2005.

8. Рекомендации по проектированию навесных фасадных систем с вентилируемым воздушным зазором для нового строительства и реконструкции зданий/Москомархитектура. — М., 2002.

9. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве системы с вентилируемым воздушным зазором «Краспан»/Москомархитектура. — М., 2002.

10. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве системы с вентилируемым воздушным зазором «Марморок»/Москомархитектура. — М., 2001.

11. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве системы с вентилируемым воздушным зазором «Гранитогрес»/Москомархитектура. — М., 2002.

12. Рекомендации по проектированию и применению для строительства и реконструкции зданий в г. Москве системы с вентилируемым воздушным зазором из алюминиевых профилей производства ЗАО «Союз «Метроспецстрой»/Москомархитектура. — М., 2001.

13. ТР 161-05. Технические рекомендации по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем/ГУ «Центр «Энлаком». — М., 2005.

14. МГСН 2.01-94. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и теплоэнергосбережению.

15. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений.

16. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции.

17. СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия.

18. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.

19. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство.

20. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.

21. ГОСТ 23616—79. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Контроль точности.

22. ГОСТ 23615—79. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Статистический анализ точности.

23. ГОСТ 21778—81. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Основные положения.

24. ГОСТ 21779—82. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Технологические допуски.

25. ГОСТ 26433.0—85. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Общие положения.

26. ГОСТ 26607—85. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Функциональные допуски.

27. ГОСТ 21.101—97. СПДС. Основные требования к проектной и рабочей документации.

28. ГОСТ 21.113—88. Система проектной документации для строительства. Обозначения характеристик точности.

29. ГОСТ 26433.1—89. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Элементы заводского изготовления.

30. ГОСТ 10992—90. Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические требования.

31. ГОСТ 26433.2—94. Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений.

32. ГОСТ Р 51872—2002. Документация исполнительная геодезическая. Правила выполнения.

33. ГОСТ 13015—2003. Изделия железобетонные и бетонные для строительства. Общие технические требования. Правила приемки, маркировки, транспортирования и хранения.

34. Назаров И.А. Исследование влияния на точность измерения безотражательным электронным тахеометром угла падения лазерного луча и отражающих свойств поверхности: Сборник трудов МГСУ. — М., 2006.

35. Фасадная система «А-VENT ВФ А» Альбом технических решений/ООО «Алтек». — М., 2007.

36. ТР 117-01. Технические рекомендации по устройству систем наружного утепления зданий (типа «Синтеко»).

37. Котельников С.И. Применение наземного лазерного сканирования при проектировании навесных фасадов зданий/Геопрофи. — 2008. — № 4.

38. gost.e-ecolog.ru

39. gost.e-ecolog.ru

3. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1. Исполнительные съемки НФС с воздушным зазором следует выполнять в объеме и с точностью, обеспечивающими соответствие геометрических параметров проектной документации требованиям строительных норм и правил и государственных стандартов.

3.2. Согласно МГСН 4.19-05 (приложение 6.5) в проекте производства работ или технологической карте по монтажу фасадной системы предусматривается система контроля качества выполняемых работ. Система должна обеспечивать и документировать результаты исполнительных съемок. Исполнительные съемки должны проводиться в процессе монтажа навесной фасадной системы и (*или*) по мере окончания его отдельных этапов (текущие съемки, если это предусмотрено проектом) и завершаться окончательной съемкой готового фасада. Исполнительные съемки следует выполнять геодезическими методами.

3.3. Исполнительные съемки на всех этапах монтажа НФС должны осуществляться организацией, производящей монтаж НФС, **и контролироваться в объемах, предусмотренных в проекте работ сторонней организацией до предъявления их авторскому надзору.**

3.4. В состав исполнительных съемок, выполняемых при монтаже НФС с воздушным зазором, входят:

- текущие исполнительные съемки, заключающиеся в проверке соответствия положения элементов и конструкций НФС проектным требованиям в процессе их монтажа;
- окончательные исполнительные съемки, заключающиеся в проверке соответствия положения элементов и конструкций НФС проектным требованиям по окончании монтажа.

3.5. При монтаже НФС с воздушным зазором следует разрабатывать проекты организации и производства геодезических работ.

3.6. Контролируемые в процессе монтажа геометрические параметры НФС, методы геодезического контроля, порядок и объем его проведения должны быть установлены проектами организации и производства геодезических работ, разработанными компетентными организациями.

3.7. Перечень конструктивных элементов, подлежащих исполнительной съемке, должен быть определен проектной организацией, а при отсутствии указанного перечня в проектной документации — согласован исполнителем работ с проектной организацией.

3.8. Схемы текущих исполнительных геодезических съемок должны составляться до составления актов на скрытые работы и согласовываться с авторским надзором. Схемы являются неотъемлемым приложением актов.

3.9. Плановое и высотное положение элементов, конструкций и частей НФС следует определять от знаков внешней разбивочной основы или ориентиров, которые использовались при выполнении монтажных работ. Исходной геодезической основой для текущих исполнительных съемок должны служить пункты разбивочной сети, знаки и створы закрепления осей. Высотной основой должны служить репе-

ры строительной площадки и отметки, зафиксированные на строительных конструкциях.

3.10. Исполнительные съемки следует выполнять средствами измерений необходимой точности. Требования к точности приборов приведены в разделе 6 Методики.

3.11. Геодезические приборы должны быть поверены и отъюстированы.

3.12. При производстве исполнительных съемок геодезические службы должны руководствоваться действующим законодательством о труде, строительными нормами и правилами, требованиями государственных стандартов и инструкций.

4. ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ СЪЕМОК

4.1. Для исполнительных съемок всех фасадов здания вокруг всего здания должна быть создана опорная сеть. Опорную сеть следует создавать (восстанавливать) на этапе геодезических съемок для проектирования НФС с воздушным зазором. В качестве геодезической основы надлежит использовать пункты внешней исходной разбивочной основы, заложенные при строительстве здания, для сохранения единой системы координат на строительной площадке. Если подобные пункты частично или полностью утеряны, то необходимо создать (восстановить) новую опорную сеть.

4.2. Геодезическая основа должна быть привязана к имеющимся в районе строительства пунктам городских геодезических сетей.

4.3. Система координат строительной площадки должна быть единой.

4.4. Для удобства всех последующих решений наиболее целесообразно выбрать прямоугольную систему пространственных декартовых координат (см. приложение 1, рис. 1.1.) Ось H параллельна отвесной линии, горизонтальные оси X, Y направлены приблизительно параллельно осям здания, перпендикулярно оси H (в горизонтальной плоскости). Такое расположение осей координат позволяет при обработке результатов измерений производить необходимые преобразования координат для определения параметров вероятнейшей плоскости соответствующей поверхности фасадов здания.

4.5. Для создания единой сети один из пунктов принимается за исходный, и ему придаются любые произвольно выбранные значения координат X, Y, H (в случае если они не назначены ранее, на этапе строительства здания), а также дирекционного угла α базиса. Эти значения подбираются таким образом, чтобы по величине они были удобны для вычислений и не давали отрицательных значений координат всех остальных пунктов.

4.6. Исходя из возможной технологии измерений в опорную сеть надлежит включать минимум два пункта (базисные), расположенных перед каждым фасадом здания приблизительно параллельно его плоскости. Для того чтобы наблюдения велись в единой системе координат, точки базисов должны быть связаны между собой вспомогательными построениями (связующими пунктами). Примерный вариант построения показан на рис. 1.2 (приложение 1).

4.7. При необходимости производства съемки только выборочных фасадов зданий базисные линии проектируют и закрепляют только вдоль фасадов, подлежащих контролю.

4.8. Построение опорной сети следует производить координатным методом (линейно-угловые построения, засечки в сочетании с геометрическим или тригонометрическим нивелированием). Для реализации любого из этих способов исходным обоснованием должен служить некоторый базис, координаты точек которого определены в единой системе координат.

4.9. При использовании способа полярных координат на одной из точек базиса, например А (приложение 2, рис. 2.1), устанавливают электронный тахеометр и измеряют угол β, наклонное расстояние S и угол наклона ν на определяемую точку Р. По этим данным с использованием программы, заложенной в электронный тахеометр, вычисляются координаты X, Y, H определяемой точки Р.

4.10. При использовании способа прямой угловой засечки на точках А и В базиса измеряют горизонтальные углы β_1 и β_2 на определяемую точку Р, размещенную на фасаде (приложение 2, рис. 2.2) и, соответственно, углы наклона ν_1 и ν_2. По этим данным с использованием программы, заложенной в электронный тахеометр, вычисляются координаты X, Y, H определяемой точки Р.

4.11. При использовании способа линейной засечки на точках А и В базиса измеряют горизонтальные углы S_1 и S_2 до определяемой точки Р, размещенной на фасаде (приложение 2, рис. 2.3) и, соответственно, углы наклона ν_1 и ν_2. По этим данным с использованием программы, заложенной в электронный тахеометр, вычисляются координаты X, Y, H определяемой точки Р.

4.12. Способы прямой угловой и линейной засечек несколько более громоздки по сравнению со способом полярных координат, но, получая высоту определяемой точки дважды, имеют место дополнительный контроль и определенное повышение точности. Выбор того или иного способа в основном зависит от об-

становки и условий в месте производства измерений.

4.13. Рекомендуется измерять при засечках как углы, так и стороны. В этом случае избыточные измерения позволят выполнять контроль полевых измерений и повысить точность примерно в два раза.

4.14. С целью повышения точности измерения по каждой стене целесообразно выполнять с одной установки тахеометра, исключив процесс перецентрирования прибора. Эти погрешности будут одинаковыми для всех точек снимаемого фасада и не повлияют на оценку его плоскостности. На точность съемки будет влиять лишь геометрия расположения точек опорной сети, так как точность съемки зависит от величины углов засечки и расстояния до снимаемых точек.

4.15. Пример расчета ожидаемой точности (минимальных и максимальных погрешностей) для всех указанных выше способов (полярных координат, прямой угловой засечки и линейной засечки) приведен в приложении 3.

4.16. При применении для измерений высокоточного электронного тахеометра, например с $m_\beta = 1''$ и $m_s = 2$ мм, погрешности в координатах смежных опорных точек не будут превосходить 2,5 мм. При измерении углов при коротких расстояниях существенными могут оказаться погрешности центрирования и редукции. Например, при погрешности центрирования инструмента 0,7 мм погрешность угла будет больше на величину до 3″. В случае наведения на визирную марку, установленную над точкой с погрешностью 0,7 мм, погрешность измерения угла также увеличится примерно на 3″. Учитывая эти обстоятельства, в расчетных формулах оценки точности следует использовать не паспортное значение точностных характеристик, а величину 3—4″. При измерении до пассивных целей ошибку измерения расстояний также следует увеличить до 3—4 мм за счет шероховатости поверхности, от которой отражается сигнал (см. исследования в приложении 4).

4.17. Нивелирные сети необходимо создавать в виде нивелирных ходов, опирающихся не менее чем на 2 репера геодезической сети. Плановые и высотные пункты, как правило, следует совмещать.

4.18. Закрепление пунктов геодезической основы надлежит выполнять в соответствии с требованиями СНиП 3.01.03-84.

5. МЕТОДЫ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ СЪЕМОК

Выбор методов исполнительной съемки фасадных систем должен определяться в зависимости от следующих факторов:

- перечня конструктивных элементов и характеристик фасадных систем, которые подлежат исполнительной съемке;
- полноты необходимой отчетной документации (ведомости координат определенных точек на фасадных плоскостях, вертикальные и горизонтальные разрезы, сечения, швы, зазоры, объемная 3D-модель здания и пр.);
- геометрических параметров здания (высота, общая площадь фасадов, сложность фасадов (большое количество, криволинейность фасадных плоскостей и пр.));
- необходимой точности исполнительных съемок;
- необходимости дальнейшего мониторинга положения фасадных плоскостей в пространстве (включая гарантийный и постгарантийный периоды).

5.1. Координатный метод с применением безотражательных электронных тахеометров

5.1.1. В качестве основного метода исполнительных съемок фасадных систем зданий любой этажности рекомендуется применять координатный метод (полярный способ) с использованием безотражательных электронных тахеометров, дающий наибольшую точность измерений.

5.1.2. При применении электронных тахеометров средние квадратические ошибки определения координат точек фасада определяют по формулам, приведенным в приложении 3. При применении высокоточных электронных тахеометров координаты точек фасада определяются со средней квадратической погрешностью, не превышающей 2,8 мм, а высоты — 3,5 мм.

5.1.3. Полевые допуски при выполнении измерений должны быть установлены проектами организации или производства геодезических работ, которые должны в обязательном порядке входить в состав комплекта проектной (технической) документации.

5.2. Метод лазерного сканирования

5.2.1. Метод лазерного сканирования следует применять при геометрически сложных фасадных плоскостях большой площади, при необходимости получения наибольшей информативности о положении фасадных элементов и 3D-модели здания, а также при работах на ответственных объектах.

5.2.2. Метод лазерного сканирования может быть применен на этапе окончательных исполнительных съемок.

5.2.3. Для внешнего ориентирования модели и связи отдельных сканов в единое облако

точек и для перевода результатов работы в нужную систему координат необходимо иметь на объекте не менее трех опорных точек, не лежащих на одной прямой, определенных в нужной системе координат. В качестве опорных точек рекомендуется использовать специальные отражатели-маркеры.

5.2.4. Координаты опорных точек следует определять с пунктов опорной сети с помощью безотражательного тахеометра.

5.2.5. В качестве связующих точек рекомендуется использовать специальные отражатели-маркеры, которые легко опознаются в соседних моделях. В качестве связующих точек также могут использоваться естественные контуры объекта, попавшие в зону перекрытия моделей.

5.2.6. Лазерный сканер устанавливается в произвольно выбранных местах на достаточном расстоянии от фасада. Места установки сканера и расстояние до фасадов определяются в первую очередь техническими возможностями применяемого сканера по углу горизонтального и вертикального полей зрения.

5.2.7. Кроме того, для обеспечения совмещения сканов с разных точек стояния в единое пространство необходимо получение сканов с зонами взаимного перекрытия.

5.2.8. Во время производства работ целесообразно проводить дополнительное фотографирование здания для облегчения камеральной обработки результатов лазерного сканирования.

5.3. Фотограмметрический метод

5.3.1. Фотограмметрический метод может быть использован как дополнительный при проведении исполнительных съемок.

5.3.2. Для проведения наземной фотосъемки необходимо иметь откалиброванный цифровой фотоаппарат, компьютер и программное обеспечение.

5.3.3. После фотограмметрической обработки снимков погрешность фотограмметрических измерений составляет порядка 1—2 мм.

5.3.4. Самые современные технологии фотограмметрии предполагают использование цифровых фотограмметрических станций (ЦФС) и цифровой фотоаппаратуры. Цифровая фотограмметрическая станция представляет собой программный комплекс, предназначенный для фотограмметрической обработки цифровых стереоизображений на компьютере. Данная система соединяет в себе аналитические алгоритмы обработки снимков со статистическими алгоритмами распознавания образов.

5.3.5. Неметрические профессиональные и полупрофессиональные цифровые фотокамеры по сравнению со специальной фотограмметрической техникой имеют следующий ряд недостатков: геометрические искажения, вызванные недостатками оптической системы (значительная дисторсия объектива), неровность поверхности ПЗС-матрицы, неидеальная установка ПЗС-матрицы по отношению к главному лучу и ряд других. Преимущества цифровой фотосъемки: цифровое изображение более пластично и хорошо поддается исправлению программными средствами без существенной потери качества, всегда можно выполнить калибровку камеры.

5.3.6. Фотоаппарат перед проведением работ необходимо откалибровать.

5.3.7. Порядок калибровки цифровых неметрических камер приведен в приложении 8.

5.3.8. Перед съемкой необходимо определить число станций и их расположение, чтобы снять объект при минимальном количестве точек фотографирования и обеспечить заданную точность. Для высоких объектов можно запроектировать фотосъемку с наклоном оптических осей или с вертикальных базисов фотографирования.

5.3.9. При выборе схемы съемки следует обеспечить:

- заданную точность определения координат точек объекта при минимальном числе станций фотографирования (снимков). Для этого следует правильно выбрать расстояние от камеры до объекта и величину базиса фотографирования;
- полное покрытие изучаемого объекта снимками, чтобы была возможность построения стереоскопического изображения объекта и отсутствовали мертвые зоны (части объекта, не отобразившиеся на снимках);
- дешифрируемость отдельных элементов объекта по снимкам (возможность распознавания на снимках мелких деталей объекта).

5.3.10. Если высота объекта больше, чем величина захвата камеры, необходимо выполнить дополнительную съемку в виде второго маршрута. Рекомендуется снимать второй маршрут с вертикального базиса (приложение 10, рис. 10.1). Если нет возможности организовать вертикальный базис, допускается выполнение съемки под разными углами наклона с тем, чтобы обеспечить съемку верхней части объекта (приложение 10, рис. 10.2).

5.3.11. Величину базиса фотографирования B вычисляют для каждого маршрута отдельно. При этом для верхнего маршрута базис фотографирования будет больше, а число снимков в верхнем маршруте будет меньше, чем в нижнем.

5.3.12. Для внешнего ориентирования фотограмметрической модели необходимо определить координаты опорных точек и точек центров фотографирования.

Таблица 6.1

Наименование прибора	Технические характеристики	Примечание
Электронный тахеометр	Средняя квадратическая погрешность измерения углов — не более 3″ Средняя квадратическая погрешность измерения расстояний в безотражательном режиме — не более 3 мм Максимальная дальность измерений в безотражательном режиме (при альбедо 20 %) — не менее 200 м	Leica: TCR1203 (R400,R1000), TCR1203+ (R400,R1000). Trimble: 5603,серия S6, VX Spatial Station и др. им равноточные
Лазерный сканер	Дальность действия — не менее 300 м Поле зрения сканирования — 360° в горизонтальной плоскости и не менее 80° — в вертикальной Точность построения модели — не ниже ±5 мм	Leica ScanStation 2 Trimble GX Riegl LMS-Z420i Optech ILRIS-3_6D и др. им равноточные
Примечание — Лазерный сканер Optech ILRIS-3_6D имеет малый угол поля зрения, но при этом обладает самой высокой дальностью действия (600 м при альбедо 20 % и 1100 м при альбедо 80 %). Это позволяет включить его в список рекомендуемых приборов, несмотря на то, что он не удовлетворяет требованию по величине поля зрения по вертикали не менее 80°.		

5.3.13. В качестве опорных точек следует выбирать точки (элементы) на снимаемом объекте, которые хорошо дешифрируются на снимках. Если выполняется съемка с двух маршрутов и более, необходимо определить дополнительные опорные точки в зоне перекрытия маршрутов (приложение 11, рис 11.1).

5.3.14. Координаты опорных точек следует определять с помощью безотражательных электронных тахеометров.

Технология обработки материалов наземной съемки будет следующей:

- исправление дисторсии на снимках;
- ввод элементов внутреннего ориентирования;
- измерение связующих точек;
- измерение опорных точек;
- построение фотограмметрической модели;
- стереорисовка и создание трехмерной модели объекта;
- создание ортофотоплана;
- экспорт трехмерной модели объекта в требуемый формат.

5.3.15. Создание ортофотопланов следует выполнять на плоскости *XY*.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИБОРОВ

6.1. Требования к точности приборов[3], используемых для исполнительных съемок, приведены в табл. 6.1.

7. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1. Решение о выборе конкретного программного обеспечения для камеральной обработки данных должно приниматься в проекте организации и производства геодезических работ, а при его отсутствии — инженером-геодезистом в зависимости от метода исполнительных съемок (безотражательная тахеометрия, лазерное сканирование), от используемых приборов (с определенным программным обеспечением, идущим в комплекте с прибором), от объема общей работы (число фасадных плоскостей, сложность форм, криволинейность и т.д.), количества исполнительной документа-

[3] Отечественных приборов, соответствующих вышеуказанным параметрам, в настоящее время не существует.

Таблица 7.1. **Перечень программного обеспечения геодезических измерений**

№ п.п.	Типы программного обеспечения	Наименование программного обеспечения	Основные задачи, решаемые программным обеспечением
1.	Базовое программное обеспечение для обработки геодезических измерений	AUTOCAD Microstation	Система AutoCAD применяется для оформления практически всей графической строительной и др. документации, выпускаемой в нашей стране в электронном виде. Формат данных DGW, DXF, DWF — общепризнанный стандартом обмена графической информацией и ее хранения. AutoCAD предоставляет полный комплекс средств и инструментов для оформления чертежей, в т.ч. исполнительных схем

Окончание таблицы 7.1

№ п.п.	Типы программного обеспечения	Наименование программного обеспечения	Основные задачи, решаемые программным обеспечением
2.	Универсальное специализированное программное обеспечение для обработки геодезических измерений	GEONICS Изыскания (RGS, RGS_PL) CREDO_DAT 3.1	Проектирование опорных геодезических сетей, выбор оптимальной схемы сети, необходимых и достаточных измерений, подбор точности измерений (geonics). Импорт данных, полученных с электронных регистраторов, и импорт координат (X, Y, Z), данных измерений из текстовых файлов в произвольных форматах. Поиск ошибок измерений и ошибок, допущенных при вводе данных. Обработка данных с электронных геодезических приборов. Расчет и уравнивание геодезических сетей. Формирование отчетных ведомостей по результатам вычислений и др.
3.	Программное обеспечение для работы с электронным тахеометром	LISCAD (Leica), Trimble Geomatic Office (Trimble) и аналоги	Экспорт и импорт данных геодезической съемки. Контроль и проверка качества данных. Уравнивание. Вычисления. Трансформирование координат. Автоматизированный процесс отрисовки. Моделирование, 3D-визуализация. Построение профилей, разрезов, сечений. Сбор и экспорт ГИС-данных. Возможность использования цифрового материала в качестве подложки. Вычисление геометрических отклонений от проекта. Создание отчетной документации. Экспорт результатов обработки в другие программные комплексы и др.
4.	Программное обеспечение для работы с наземным лазерным сканером	Cyclone (Leica), Riegl Riscan Pro (Riegl), Real Works Survey (Trimble), PointCloud (Kubit), RapidForm (INUS Technology), Polygon Editing Tool (Konica Minolta) и аналоги	Управление сканером при полевых работах. Импорт данных с прибора. Объединение сканов. Ориентация в заданной системе, трансформация координат. Оценка точности. Создание 3D-моделей, чертежей, разрезов, сечений. Виртуальная съемка. Экспорт в AutoCad и др. приложения. Организация сетевой работы нескольких пользователей и др.
5.	Программное обеспечение для фотограмметрической обработки	PHOTOMOD («Ракурс», РФ)	Обработка данных различных видов съемки. Выполнение процедур внутреннего, взаимного и внешнего ориентирования. Автоматизированное построение цифровой модели в виде триангуляционной сети. Редактирование цифровой модели. Построение ортофотопланов. Построение и экспорт пользовательских векторных объектов на основе ортофотоплана с возможностью измерения трехмерных характеристик созданных объектов. Построение пространственной модели (в смысле возможности измерений пространственных координат) и измерение пространственных координат отдельных точек и расстояний. Создание и редактирование векторных объектов в стереорежиме визуализации. Экспорт в другие форматы векторных графических объектов на основе ортофотоизображения

ции, ведения общей базы данных об объекте, от необходимости создания двух- или трехмерных моделей и других факторов.

7.2. Перечень программного обеспечения, которое может быть использовано для выполнения и обработки геодезических измерений при исполнительных съемках, приведен в табл. 7.1.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ С ВЕНТИЛИРУЕМЫМ ЗАЗОРОМ, ПОДЛЕЖАЩИХ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ СЪЕМКЕ

8.1. Перечень геометрических параметров, контролируемых геодезическими методами в процессе монтажных работ и по их завершении, должен быть установлен проектом производства геодезических работ или проектом производства работ по монтажу НФС.

8.2. В общем случае в перечень геометрических параметров навесных фасадных систем с вентилируемым зазором, подлежащих контролю, включаются следующие элементы.

Для направляющих:

в плоскости стены: отклонение от разбивочных осей (рисок), отклонение от вертикальности;

перпендикулярно плоскости стены: отклонение от вертикальности (горизонтальности);

отклонение от проектного расстояния между соседними направляющими профилями;

отклонение от сносности смежных по высоте направляющих.

Для фасадной плиты:

в плоскости стены: отклонение от вертикальности, отклонение от плоскостности, уступ между смежными плитами.

Для зазора между плитами:

отклонение от проектного зазора, отклонение от проектного положения зазора (отклонение от вертикальности, горизонтальности, от заданного угла).

Для крепления элементов — заклепки, винты.

8.3. Вышеуказанные параметры для каждой системы навесных фасадных систем индивидуальны и указываются в Технической оценке пригодности продукции для применения в строительстве (ТО), там же и приводятся предельные отклонения вышеуказанных параметров от проектных значений.

8.4. Вышеуказанные параметры могут определяться как при визуально-инструментальном осмотре, так и бесконтактными геодезическими методами.

8.5. В обязательном порядке в перечень геометрических параметров, подлежащих исполнительной съемке, должно быть включено определение следующих отклонений:

отклонение направляющих от вертикальности в плоскости стены;

отклонение направляющих от вертикальности (горизонтальности) перпендикулярно плоскости стены;

отклонение от вертикальности общей плоскости фасада.

8.6. По требованию авторского надзора дополнительно может производиться определение отклонений фасадных плит от плоскостности и другие геометрические параметры.

8.7. Отклонения направляющих от вертикальности в плоскости стены, отклонения направляющих от вертикальности (горизонтальности) перпендикулярно плоскости стены определяются в процессе текущих исполнительных съемок. Для их вычисления следует определить координаты точек на оконечных частях направляющих фасадных систем. При значительной длине направляющих (более 3 м) необходимо также определить координаты точки в средней части направляющей. Схематическое положение контрольных точек для определения вертикальности вертикальной направляющей приведено на рис. 12.1 (приложение 12). Схематическое положение контрольных точек для определения горизонтальности направляющей аналогично вышеприведенному. По разности полученных координат можно вычислить отклонения направляющих от вертикальности (горизонтальности) перпендикулярно плоскости стены.

8.8. Точные расчеты отклонений следует производить в соответствующем программном обеспечении (см. раздел 7 Методики) и численные значения отклонений указывать на исполнительных схемах.

8.9. Отклонения от вертикальности общей плоскости фасада определяются в процессе окончательных исполнительных съемок. Для их вычисления следует определить координаты точек, расположенных на фасадной плоскости. Схематическое расположение контрольных точек приведено на рис. 13.1 (приложение 13).

8.10. Точные места расположений точек для контроля вертикальности фасадной плоскости должны быть определены в проекте производства геодезических работ. Однако их число должно быть по вертикали — не менее трех (не реже чем через 20 м), по горизонтали на каждую фасадную плоскость — не менее двух.

9. СОСТАВ, СОДЕРЖАНИЕ И ОФОРМЛЕНИЕ ИСПОЛНИТЕЛЬНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

9.1. Исполнительную геодезическую документацию следует оформлять в виде исполнительных схем (чертежей) с нанесением на них

геометрических параметров направлений и величин отклонений от проектных положений смонтированных конструкций НФС.

9.2. В состав исполнительной документации должны быть включены:

схемы планово-высотных геодезических сетей;

материалы уравнивания и оценки точности;

каталоги координат и высот в системе координат, принятой при разработке проекта;

привязки исходных пунктов с описанием типа и местоположения;

карты вертикальности, горизонтальности и карты плоскостей;

вертикальные и горизонтальные профили (сечения);

двух- и трехмерные модели здания (фасадной системы) (по требованию авторов проекта НФС).

9.3. Все вышеперечисленные документы сопровождают пояснительной запиской, которая содержит координаты планово-высотного обоснования в системе координат, принятой при разработке проекта, описание методов выполнения работ и другие сведения геодезического характера.

9.4. В качестве основы для исполнительных схем допускается использовать рабочие чертежи, входящие в состав проектной документации, а при невозможности этого исполнительные чертежи выполняют на отдельных листах.

9.5. В примечаниях к исполнительной схеме указывают номера и названия рабочих чертежей, исходные геодезические данные, условные обозначения и другие сведения, поясняющие содержание схем.

9.6. Схемы следует выполнять в оптимальных масштабах с учетом их сложности и насыщенности информацией.

9.7. В правом нижнем углу исполнительной схемы размещается основная надпись по ГОСТ 21.101—97 (приложение 14).

9.8. Исполнительная схема подписывается исполнителем, ответственным производителем работ по объекту и руководителем строительной (монтажной) организации.

9.9. Примеры оформления исполнительных схем приведены в приложениях 15—17.

9.10. Дополнительно к двухмерным исполнительным схемам может быть представлена трехмерная модель здания с визуальным представлением величин отклонений. Такая схема может быть получена в результате лазерного сканирования здания.

9.11. При соответствии действительных размеров, отметок и других геометрических параметров проектным значениям (с установленными предельными отклонениями) на исполнительных чертежах делается надпись: «Отклонений от проекта по геометрическим параметрам нет».

9.12. При наличии недопустимых отклонений на исполнительных схемах могут помещаться согласующая надпись или данные (название документа, дата, номер и др.) о согласовании сверхотклонений с проектной организацией. Предельные отклонения указываются для каждой конкретной системы ее разработчиком. Эти данные приводятся в Технической оценке системы, являющейся обязательным приложением к Техническому свидетельству.

9.13. В обязательном порядке следует проводить полевой контроль и приемку материалов геодезических работ специалистами Заказчика.

9.14. В процессе работ по монтажу фасадной системы следует составлять акты на скрытые работы с участием представителей технического и авторского надзора (МГСН 4-19.05, приложение 6.5), неотъемлемой частью которых является исполнительная документация.

9.15. Геодезическая исполнительная документация должна находиться в производственно-техническом отделе строительно-монтажной организации и у Заказчика (МДС 12-23.2006).

9.16. Наряду с приемосдаточной исполнительной документацией может оформляться внутренняя исполнительная документация. Внутренняя исполнительная документация составляется на незавершенный монтажный этап и является одним из оснований выдачи главным инженером организации разрешения на производство последующих монтажных работ. Порядок оформления внутренней исполнительной документации устанавливает главный инженер строительно-монтажной организации.

СХЕМА ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ

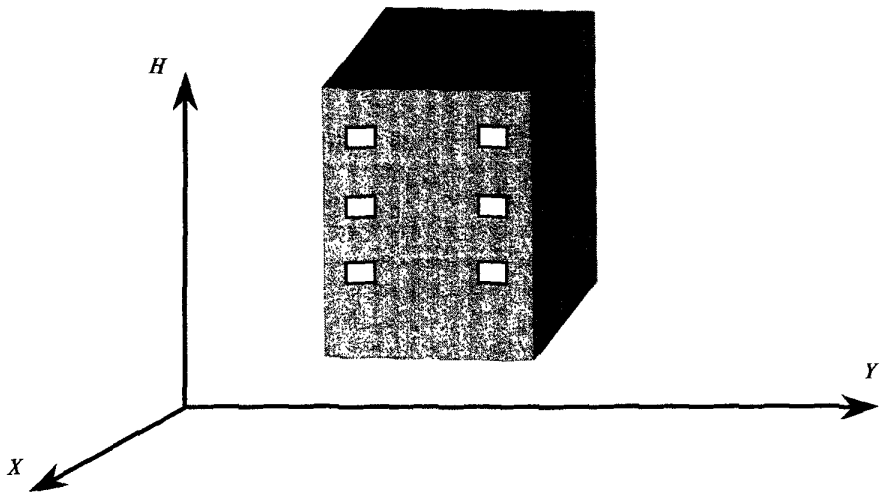


Рис. 1.1. **Оси координат *X, Y, H***

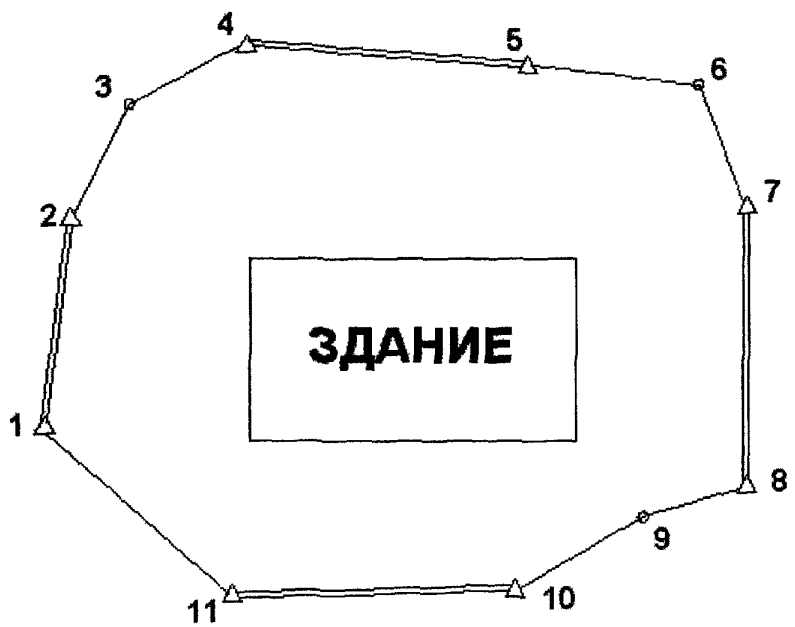


Рис. 1.2. **Схема опорной сети**

1—2, 4—5, 7—8, 10—11 — опорные базисы для съемки здания;
3, 6, 9 — связующие пункты

СХЕМЫ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ ПРИ КООРДИНАТНОМ МЕТОДЕ

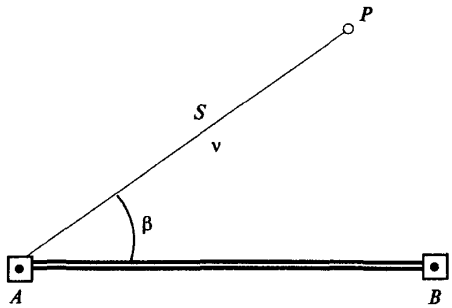


Рис. 2.1. **Схема способа полярных координат**

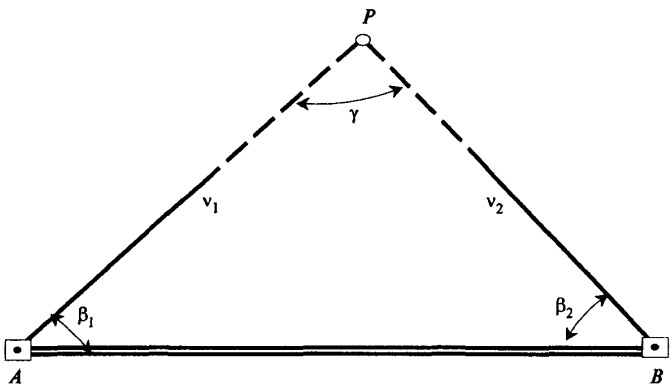


Рис. 2.2. **Схема способа прямой угловой засечки**

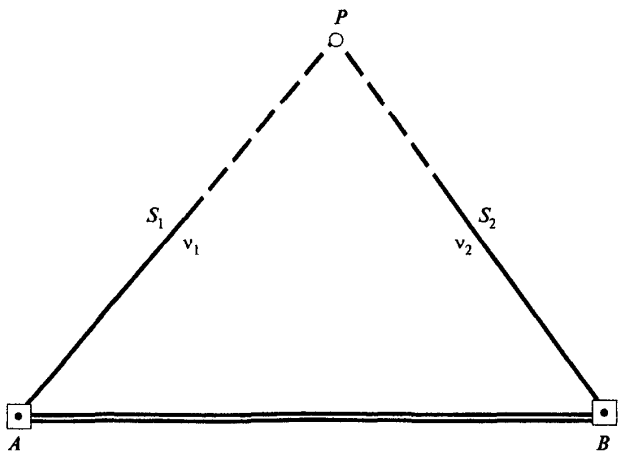


Рис. 2.3. **Схема способа линейной засечки**

ПРИМЕР РАСЧЕТА ОЖИДАЕМОЙ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ

Расчет точности способа полярных координат (приложение 2, рис. 2.1) производится по формулам:

$$m_{X_P}^2 = m_{S_{AP}}^2 \sin^2\beta + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} S_{AP}^2 \cos^2\beta,$$

$$m_{Y_P}^2 = m_{S_{AP}}^2 \cos^2\beta + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} S_{AP}^2 \sin^2\beta,$$

$$m_{H_P}^2 = m_{S'_{AP}}^2 \sin^2\nu + \frac{m_\nu^2}{\rho^2}(S'_{AP})^2 \cos^2\nu,$$

где S_{AP} — горизонтальное проложение линии AP;

S'_{AP} — наклонная дальность.

При расчете средняя квадратическая погрешность измерения углов принята $m_\beta = m_\nu = 1''$, средняя квадратическая ошибка измерения расстояний принята $m_s = 2$ мм.

Результаты расчетов представлены в таблицах 3.1 и 3.2, из которых следует, что чем меньше углы β и ν, а также расстояние S до определяемой точки, тем точнее определяются ее координаты и высоты.

Таблица 3.1 — **Зависимость ошибок в координатах от изменения угла β и расстояния S**

β, град	S, м	m_X, мм	m_Y, мм
30	100	1,1	1,7
90	100	2,0	0,5
30	150	1,3	1,8
90	150	2,0	1,0
30	200	1,2	1,8
90	200	2,0	0,7

Таблица 3.2 — **Зависимость ошибок в высоте от изменения угла наклона ν и расстояния S'**

ν, град	S', м	m_H, мм
0	100	0,5
0	200	1,0
45	150	1,5
45	280	3,4

Расчет точности способа прямой угловой засечки (приложение 2, рис. 2.2) производится по формулам:

$$m_{X_P} = \frac{m_\beta}{\rho \sin\gamma}\sqrt{S_{AP}^2 \sin^2\beta_2 + S_{BP}^2 \sin^2\beta_1},$$

$$m_{Y_P} = \frac{m_\beta}{\rho \sin\gamma}\sqrt{S_{AP}^2 \cos^2\beta_2 + S_{BP}^2 \cos^2\beta_1}.$$

Результаты расчетов представлены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 — **Зависимость ошибок в координатах от изменения углов засечки β и расстояний S**

β, град	S, м	m_X, мм	m_Y, мм
30	100	0,7	1,2
45	100	0,5	0,5
60	100	0,7	0,4
30	200	1,4	2,4
45	200	1,0	1,0
60	200	1,4	0,8

Как следует из таблицы, точность определения координат определяемых точек тем выше, чем ближе угол при засечке к 90° и меньше расстояние до этих точек.

Что касается точности определения высот соответствующих точек, то при получении их с двух опорных пунктов среднее будет в $\sqrt{2}$ (=1,4) раза меньше, чем показано в табл. 3.2.

Расчет точности способа линейной засечки (приложение 2, рис. 2.3) производится по формулам:

$$m_{X_P} = \frac{m_S}{\sin\gamma}\sqrt{\cos^2\beta_1 + \cos^2\beta_2},$$

$$m_{Y_P} = \frac{m_S}{\sin\gamma}\sqrt{\sin^2\beta_1 + \sin^2\beta_2},$$

где β_1 и β_2 — углы при засечке соответственно в т. A и B.

Результаты расчетов представлены в табл. 3.4.

Таблица 3.4 — **Зависимость ошибок в координатах от изменения углов β при линейной засечке**

β, град	m_X, мм	m_Y, мм
30	2,8	1,6
45	2,0	2,0
60	1,6	2,8

Как следует из табл. 3.4, точность определения координат точек способом линейной засечки практически не зависит от углов засечки, а зависит в основном от точности измерения расстояний до этих точек.

Расчет средней квадратической ошибки определения превышения m_h производится по формуле

$$m_h^2 = m_S^2 \sin^2\nu + \frac{m_\nu^2}{\rho^2} S^2 \cos^2\nu.$$

Примем $m_S = 2$ мм и $m_\nu = 1''$, $S \approx 280$ м (наклонное расстояние для наиболее высоких точек, расположенных на высоте 200 м), $\nu = 45°$, в итоге получим $m_h = 3{,}4$ мм. Для нижележащих точек эта ошибка будет меньше.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
(справочное)

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛА ПАДЕНИЯ ЛАЗЕРНОГО ЛУЧА И ОТРАЖАЮЩИХ СВОЙСТВ ПОВЕРХНОСТИ НА ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ БЕЗОТРАЖАТЕЛЬНЫМ ТАХЕОМЕТРОМ

В исследовании были использованы: электронный безотражательный тахеометр SOKKIA .SET 1030R3, универсальная подставка для закрепления образцов отделочных материалов, позволяющая поворачивать вокруг вертикальной оси подставки исследуемый предмет на заданную угловую величину, и различные образцы часто используемых строительных материалов.

В качестве отражающих материалов использовались двенадцать наиболее часто используемых в настоящее время типовых строительных и отделочных материалов. Измерения были выполнены с каждым из двенадцати образцов на линиях длиной 9,8 и 16,9 м и с шестью образцами на линии 63,6 м.

Для контроля были выполнены исследования точности измерения расстояний при нормальном падении лазерного луча на отражающую поверхность исследуемого объекта. Результаты исследований приведены в табл. 4.1.

Таблица 4.1 — **Средние квадратические погрешности измерений расстояний**

Материал	Средняя квадратическая погрешность по разностям двойных измерений, мм		
	D = 9,8 м	D = 16,9 м	D = 63,6 м
Дерево	0,8	1,0	—
Медь	1,2	0,8	—
Белый пластик	1,2	0,9	—
Красный кирпич	0,6	0,7	—
Бетон	0,5	0,5	—
Сталь	0,6	1,0	—
Дюраль	1,4	1,5	1,5
Белая бумага	0,8	0,8	1,0
Черный гранит	1,9	0,4	1,6
Коричневый гранит	1,0	0,7	0,8
Светлый гранит	0,9	0,7	0,4
Оцинкованное железо	5,6	30,0	—

Исследования показали, что все материалы позволяют выполнять измерения с высокой точностью. Исключение составляет лишь оцинкованное железо.

Обобщающая таблица 4.2 показывает максимальную величину угла падения для каждого исследуемого материала, после которого точность измерения линии безотражательным тахеометром превышает заявленную в технических характеристиках прибора. Исследования показали, что для большинства материалов допустимое отклонение угла падения лазерного пучка составляет 50°. Следовательно, минимальное расстояние тахеометра от наблюдаемого объекта должно составлять

$$D_{\min} = H \operatorname{tg}50^\circ \approx 1{,}2\ H,$$

где H — высота наблюдаемого здания.

Таблица 4.2 — **Максимально допустимая величина угла падения пучка, град**

Материал	Максимальная величина угла падения пучка, град		
	D = 9,8 м	D = 16,9 м	D = 63,6 м
Дерево	65	55	—
Медь	40	25	—
Белый пластик	55	45	—
Красный кирпич	60	60	—
Бетон	60	60	—
Сталь	55	50	70
Дюраль	20	50	45
Белая бумага	45	50	45
Черный гранит	35	55	45
Коричневый гранит	45	45	55
Светлый гранит	45	55	70
Оцинкованное железо	20	25	—
Min	20	25	45
Max	65	60	70
Среднее значение	45	48	55

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(справочное)

ПОРЯДОК ВЫЧИСЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ВЕРОЯТНЕЙШЕЙ ПЛОСКОСТИ И ОТКЛОНЕНИЯ РЕАЛЬНОГО ФАСАДА ОТ ВЕРОЯТНЕЙШЕЙ ПЛОСКОСТИ

В качестве основной системы координат примем наиболее используемую декартову систему координат: *X, Y, H*. При вычислении положения и параметров вероятнейшей плоскости будет необходимо производить преобразования координат, которые производятся с использованием матрицы вращения при ортогональном преобразовании:

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ H' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ H \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta X \\ \delta Y \\ \delta H \end{pmatrix}, \qquad (5.1)$$

где X, Y, H — координаты наблюдаемых объектов в исходной системе координат;

X', Y', H' — координаты этих же объектов в системе координат вероятнейшей плоскости;

$\delta X, \delta Y, \delta H$ — смещение начала координат вероятнейшей плоскости относительно исходной системы координат;

$A = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{pmatrix}$ — матрица вращения.

Матрица вращения получена путем последовательного разворота осей координат на углы поворота α, ω и γ:

$$A = A_\alpha A_\omega A_\gamma, \qquad (5.2)$$

где

$$A_\alpha = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\alpha & \sin\alpha \\ 0 & -\sin\alpha & \cos\alpha \end{pmatrix}; \qquad (5.3)$$

$$A_\omega = \begin{pmatrix} \cos\omega & 0 & \sin\omega \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\omega & 0 & \cos\omega \end{pmatrix}; \qquad (5.4)$$

$$A_\gamma = \begin{pmatrix} \cos\gamma & \sin\gamma & 0 \\ -\sin\gamma & \cos\gamma & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}. \qquad (5.5)$$

В результате перемножения матриц получим следующие значения элементов матрицы A:

$$\left.\begin{aligned} a_1 &= \cos\omega\cos\gamma \\ a_2 &= \cos\omega\sin\gamma \\ a_3 &= -\sin\omega \end{aligned}\right\}; \qquad (5.6)$$

$$\left.\begin{aligned} b_1 &= \sin\alpha\sin\omega\cos\gamma - \cos\alpha\sin\gamma \\ b_2 &= \sin\alpha\sin\omega\sin\gamma + \cos\alpha\cos\gamma \\ b_3 &= \sin\alpha\cos\omega \end{aligned}\right\}; \qquad (5.7)$$

$$\left.\begin{aligned} c_1 &= \cos\alpha\sin\omega\cos\gamma + \sin\alpha\sin\gamma \\ c_2 &= \cos\alpha\sin\omega\sin\gamma - \sin\alpha\cos\gamma \\ c_3 &= \cos\alpha\cos\omega \end{aligned}\right\}. \qquad (5.8)$$

В результате полевых наблюдений навесных вентилируемых фасадов будет получен набор координат X_i, Y_i, H_i, по которым необходимо вычислить положение вероятнейшей плоскости и отклонения реального фасада от вероятнейшей плоскости. Под вероятнейшей плоскостью будем понимать такую плоскость, которая удовлетворяет условию

$$F_1 = \sum_{i=1}^{n} X_i'^2 \to \min. \qquad (5.9)$$

Для обеспечения однообразия расчетных формул примем за правило:

начало системы координат, определяющей вероятнейшую плоскость, располагать вблизи левого угла исследуемого фасада;

наклон оси H' определяет наклон фасада здания относительно отвесной линии (ось H);

ось X' направлена наружу от стены здания;

ось Y' направлена параллельно основной оси стены здания.

При этом угол разворота вокруг оси $Y'\omega$ определяет наклон вероятнейшей плоскости относительно отвесной линии, угол γ определяет разворот вероятнейшей плоскости (оси Y') относительно исходной системы координат, угол α определяет наклон оси Y' относительно горизонтальной плоскости.

В связи с тем что координаты наблюдаемых точек получены в исходной системе координат (система координат опорной сети), необходимо осуществить перенос системы координат так, чтобы положение новой оси H' относительно исходной системы координат определяло наклон наблюдаемой стены (угол разворота оси $Y'\omega$), а углы α и γ отражали угловое смещение основных осей здания относительно исходной системы координат. При таком выборе систем координат наклон стены здания ω является малой величиной, но угол разворота основной оси здания γ может достигать значительных величин. Следовательно, для приведения матрицы вращения (5.2) к линейному виду

необходимо найти приближенные значения угла разворота вокруг оси $H' - \gamma$. В соответствии с формулами (5.1)—(5.8) преобразование координат будем производить по формулам:

$$X_i' = X_i \cos\omega \cos\gamma + Y_i \cos\omega \sin\gamma - H_i \sin\omega + \delta X; \tag{5.10}$$

$$\begin{aligned} Y_i' = {} & X_i(\sin\alpha \sin\omega \cos\gamma - \cos\alpha \sin\gamma) + \\ & + Y_i(\sin\alpha \sin\omega \sin\gamma + \cos\alpha \cos\gamma) + \\ & + H_i \sin\alpha \cos\omega + \delta Y; \end{aligned} \tag{5.11}$$

$$\begin{aligned} H_i' = {} & X_i(\cos\alpha \sin\omega \cos\gamma + \sin\alpha \sin\gamma) + \\ & + Y_i(\cos\alpha \sin\omega \sin\gamma - \sin\alpha \cos\gamma) + \\ & + H_i \cos\alpha \cos\omega + \delta H. \end{aligned} \tag{5.13}$$

Угол разворота системы координат вероятнейшей плоскости относительно оси X' мал и не влияет на основные характеристики вероятнейшей плоскости. В связи с этим целесообразно не вычислять эту величину, считая $\alpha = 0$, следовательно, формулы (5.10)—(5.13) представим в виде:

$$X_i' = X_i \cos\omega \cos\gamma + Y_i \cos\omega \sin\gamma - H_i \sin\omega + \delta X; \tag{5.14}$$

$$Y_i' = -X_i \sin\gamma + Y_i \cos\gamma + \delta Y; \tag{5.15}$$

$$H_i' = X_i \sin\omega \cos\gamma + Y_i \sin\omega \sin\gamma + H_i \cos\omega + \delta H. \tag{5.16}$$

В связи с тем что уравнения (5.14)—(5.16) являются нелинейными относительно углов разворота осей координат, приближенное значение угла разворота γ вычислим в два приема. В первом приближении, учитывая, что угол наклона вероятнейшей плоскости мал, примем $\omega = 0$ и уравнение (5.14) запишем в виде:

$$X_i' = X_i \cos\gamma + Y_i \sin\gamma + \delta X. \tag{5.17}$$

Обозначим

$$\cos\gamma = C_\gamma;$$
$$\sin\gamma = S_\gamma$$

и уравнение (5.17) представим как

$$X_i' = X_i C_i + Y_i S_i + \delta X. \tag{5.18}$$

Вычисление вероятнейшей плоскости произведем с соблюдением условия (5.9):

$$F = \sum_{i=1}^{n} \left(X_i C_\gamma + Y_i S_\gamma + \delta X\right)^2 \to \min. \tag{5.20}$$

Условие (5.20) будет соблюдено при

$$\frac{\partial F}{\partial C_\gamma} = 0; \quad \frac{\partial F}{\partial S_\gamma} = 0; \quad \frac{\partial F}{\partial \delta X} = 0. \tag{5.21}$$

Или

$$\left.\begin{aligned} C_\gamma \sum_{i=1}^{n} X_i^2 + S_\gamma \sum_{i=1}^{n} X_i Y_i + \delta X \sum_{i=1}^{n} X_i &= 0; \\ C_\gamma \sum_{i=1}^{n} X_i Y_i + S_\gamma \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 + \delta X \sum_{i=1}^{n} Y_i &= 0; \\ C_\gamma \sum_{i=1}^{n} X_i + S_\gamma \sum_{i=1}^{n} Y_i + n\delta X &= 0. \end{aligned}\right\} \tag{5.22}$$

Решая систему линейных уравнений (5.22), вычислим C_γ, S_γ и δX, откуда получим приближенные значения углов γ:

$$\gamma_1 = \arccos C_\gamma;$$
$$\gamma_2 = \arcsin S_\gamma.$$

За окончательное значение возьмем среднее значение угла разворота $\tilde{\gamma}$:

$$\tilde{\gamma} = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2}. \tag{5.23}$$

Точное значение угла γ равно

$$\gamma = \tilde{\gamma} + \delta\gamma. \tag{5.24}$$

С учетом (5.24) уравнение (5.14) запишем в виде:

$$\begin{aligned} X_i' = {} & X_i \cos\omega \cos(\tilde{\gamma} + \delta\gamma) + Y_i \cos\omega \sin(\tilde{\gamma} + \delta\gamma) - \\ & - H_i \sin\omega + \delta X. \end{aligned} \tag{5.25}$$

Разложим тригонометрические функции в ряд Тейлора, ограничиваясь членами первого порядка малости:

$$\begin{aligned} X_i' = {} & \left(-X_i \sin\tilde{\gamma} + Y_i \cos\tilde{\gamma}\right)\frac{\delta\gamma}{\rho} - H_i \frac{\omega}{\rho} + \\ & + \delta X + X_i \cos\tilde{\gamma} + Y_i \sin\tilde{\gamma}. \end{aligned} \tag{5.26}$$

Окончательно значения углов ω, $\delta\gamma$ и смещение δX вычислим из целевой функции (5.9), приняв обозначения:

$$Z_i = -X_i \sin\tilde{\gamma} + Y_i \cos\tilde{\gamma};$$
$$l_i = X_i \cos\tilde{\gamma} + Y_i \sin\tilde{\gamma}.$$

Следовательно

$$F_1 = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{Z_i}{\rho}\delta\gamma - H_i \frac{\omega}{\rho} + \delta X + l_i\right)^2 \to \min;$$

$$\left.\begin{aligned}
\frac{\partial F_1}{\partial \delta\gamma} &= \frac{\delta\gamma}{\rho}\sum_{i=1}^{n} Z_i^2 - \frac{\omega}{\rho}\sum_{i=1}^{n} H_i Z_i + \delta X \sum_{i=1}^{n} Z_i + \sum_{i=1}^{n} Z_i l_i = 0;\\
\frac{\partial F_1}{\partial \delta\omega} &= -\frac{\delta\gamma}{\rho}\sum_{i=1}^{n} Z_i H_i + \frac{\omega}{\rho}\sum_{i=1}^{n} H_i^2 + \delta X \sum_{i=1}^{n} H_i + \sum_{i=1}^{n} H_i l_i = 0;\\
\frac{\partial F_1}{\partial \delta X} &= \frac{\delta\gamma}{\rho}\sum_{i=1}^{n} Z_i - \frac{\omega}{\rho}\sum_{i=1}^{n} H_i + n\delta X + \sum_{i=1}^{n} l_i = 0.
\end{aligned}\right\} \qquad (5.27)$$

Окончательное значение угла γ вычислим по формуле (5.24), а затем значения абсцисс X' — по формуле (5.14). Вычисленные значения абсцисс X' характеризуют отклонение реального положения навесного вентилируемого фасада от вероятнейшей плоскости. Аналогично наблюдают и обрабатывают все фасады здания. Полученные параметры вероятнейших плоскостей всех фасадов зданий позволяют составить представление о реальной форме всего сооружения в целом.

КОМПЕНСАТОРЫ ОТКЛОНЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ТИПОВЫХ НАВЕСНЫХ ФАСАДНЫХ СИСТЕМ С ВОЗДУШНЫМ ЗАЗОРОМ. РАСЧЕТЫ ТОЧНОСТЕЙ

1. Элементами фасадных систем, образующими геометрически определяемую плоскость фасада и требующими при необходимости компенсаторы, являются:

несущие, самонесущие или навесные конструкции здания (основание НФС);

кронштейны;

направляющие;

теплоизоляционный слой;

воздушный зазор;

наружный декоративно-защитный слой (облицовка);

крепежные элементы;

элементы примыкания системы к конструкциям здания.

2. Техническими рекомендациями по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем (ТР 161-05) установлено, что для зданий более 75 м кронштейны НФС следует крепить к несущим железобетонным или металлическим элементам каркаса или к специально устроенным железобетонным или металлическим поясам, передающим усилия от кронштейна на несущие конструкции. В большинстве фасадных систем предусмотрена установка кронштейнов при помощи анкерных дюбелей с установкой кронштейна на несущую конструкцию через паронитовую прокладку.

3. Сводный перечень размеров-компенсаторов отклонений геометрических параметров для ряда конструктивных решений навесных фасадных систем приведен в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Компенсаторы отклонений геометрических параметров	Компенсируемые отклонения	Проектные размеры компенсаторов	
		Фасадная система	
		наименьший	наибольший
1. Переменная длина кронштейна (из плоскости стены)	Отклонения от проектного положения точек установки кронштейнов на стенах	Система КТС-1ВФ — 63 мм	Система КТС-5ВФ — 515 мм
		Система Eurofox — 40 мм	Система Eurofox — 240 мм
		Система Метаком — 60 мм	Система Метаком — 300 мм
		Система Марморок — 50 мм	Система Марморок — 300 мм
2. Вертикальные зазоры между торцами плит облицовки	Температурные деформации Отклонения линейных размеров плит, разности диагоналей Отклонения линейных размеров между крайними осями плоского участка стены Разность отметок опор нижней кромки плит	Не менее 6 мм	В разных системах до 8 мм
3. Горизонтальные зазоры между торцами плит облицовки	Температурные деформации Отклонения линейных размеров плит, разности диагоналей Отклонения линейных размеров между крайними осями плоского участка стены Разность отметок опор нижней кромки плит Отклонения от проектного расстояния между смежными монтажными горизонтами	Не менее 6 мм	В разных системах до 8 мм

Окончание таблицы 6.1

Компенсаторы отклонений геометрических параметров	Компенсируемые отклонения	Проектные размеры компенсаторов	
		Фасадная система	
		наименьший	наибольший
4. Зазоры между плитами облицовки на внешнем углу здания	Температурные деформации Отклонения линейных размеров плит, разности диагоналей Отклонения линейных размеров между крайними осями плоского участка стены Разность отметок опор нижней кромки плит Отклонения размера толщины конструкций фасада		
5. Зазоры между плитами облицовки на внутреннем углу здания	То же		
6. Овальные отверстия во вспомогательных кронштейнах	Температурные деформации		
7. Овальные отверстия в горизонтальных направляющих	То же		
8. Зазор между горизонтальными направляющими	»		В системе КТС-5ВФ наибольший размер зазора предусматривается при длине направляющей до 5,4 м и температуре от −15 до −30 °С
9. Зазор между вертикальными направляющими	Температурные деформации Отклонения от проектного расстояния между смежными монтажными горизонтами		

4. Как правило, крепление кронштейнов к несущим конструкциям наружных стен здания выполняют двумя способами:

металлическими дюбелями к железобетонным колоннам (стенам) и перекрытиям с применением паронитовых прокладок;

сваркой к закладным деталям в железобетонных колоннах (стенах) и перекрытиях.

5. Расчет компенсаторов-зазоров геометрических параметров элементов, образующих фасадные системы, должен производиться при проектировании систем.

6. В качестве примера в табл. 6.2 приведены требования к точности геометрических параметров навесных фасадных систем с воздушным зазором «Каптехнострой» типа КТС-ЛХ-ВХ-ХХ с облицовкой листовыми материалами.

7. Требования к точности геометрических параметров навесных фасадных систем с воздушным зазором «Каптехнострой» типа КТС-ПК-СХ-ВГ-ХХ с облицовкой плитами из керамики или керамического гранита приведены в таблице 6.3.

Таблица 6.2

№ п.п.	Геометрические параметры	Предельные отклонения, мм
1	**Отклонения положения разбивочных осей и высотных отметок (базовых и вспомогательных) от проектного положения**	
1.1	Отклонения от проектного положения разбивочных осей, не более	±10
1.2	Отклонения от проектного положения высотных отметок, не более	±10
2	**Отклонения от проектного положения направляющей**	
2.1	Отклонение от вертикальности (горизонтальности) в плоскости стены	2 (на 1 м длины)
2.2	Отклонение от вертикальности (горизонтальности) перпендикулярно плоскости стены	3 (на 1 м длины)
2.3	Отклонение от проектного расстояния между соседними направляющими	10

Окончание таблицы 6.2

№ п.п.	Геометрические параметры	Предельные отклонения, мм
2.4	Отклонение от соосности смежных (по высоте) направляющих	2
2.5	Отклонение от проектного размера зазора между смежными направляющими	+5; −0
2.6	Уступ между смежными по высоте направляющими	2
3	**Отклонения от проектного положения фасада и его элементов**	
3.1	Отклонение от вертикальности	2 (на 1 м длины)
3.2	Отклонение от плоскостности	5 (на 2 м длины)
3.3	Уступ между смежными кассетами	5 (на 1 этаж)
4	**Отклонения от проектного размера и положения зазора между кассетами**	
4.1	Отклонение от проектного размера зазора	±3
4.2	Отклонение от проектного положения зазора (отклонения от вертикальности, горизонтальности, от заданного угла)	3 (на 1 м длины)
5	Отклонение от проектного положения крепежных элементов	5

Таблица 6.3

№ п.п.	Геометрические параметры	Предельные отклонения, мм
1	**Отклонения положения разбивочных осей и высотных отметок (базовых и вспомогательных) от проектного положения**	
1.1	Отклонения от проектного положения разбивочных осей, не более	±10
1.2	Отклонения от проектного положения высотных отметок, не более	±10
2	**Отклонения от проектного положения направляющей**	
2.1	Отклонение от вертикальности (горизонтальности) в плоскости стены	2 (на 1 м длины)
2.2	Отклонение от вертикальности (горизонтальности) перпендикулярно плоскости стены	3 (на 1 м длины)
2.3	Отклонение от проектного расстояния между соседними направляющими	10
2.4	Отклонение от соосности смежных (по высоте) направляющих	2
2.5	Отклонение от проектного размера зазора между смежными направляющими	+5; −0
2.6	Уступ между смежными по высоте направляющими	2
3	**Отклонения от проектного положения фасада и его элементов**	
3.1	Отклонение от вертикальности	2 (на 1 м длины)
3.2	Отклонение от плоскостности	5 (на 2 м длины)
3.3	Уступ между смежными кассетами	5 (на 1 этаж)
4	**Отклонения от проектного размера и положения зазора между плитами**	
4.1	Отклонение от проектного размера зазора	±3
4.2	Отклонение от проектного положения зазора (отклонения от вертикальности, горизонтальности, от заданного угла)	3 (на 1 м длины)
5	Отклонение от проектного положения крепежных элементов	5

8. Требования к точности геометрических параметров навесных фасадных систем с воздушным зазором «Каптехностройй» типа КТС-ЛХ-ВХ-ХХ с облицовкой листовыми панелями приведены в таблице 6.4.

9. Требования к точности изготовления основных конструктивных элементов навесных фасадных систем с воздушным зазором «Каптехностройй» приведены в таблице 6.5.

10. Требования к точности геодезических измерений в соответствии с «Временными рекомендациями по организации технологии геодезического обеспечения строительства многофункциональных высотных зданий» приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.4

№ п.п.	Геометрические параметры	Предельные отклонения, мм
1	**Отклонения положения разбивочных осей и высотных отметок (базовых и вспомогательных) от проектного положения**	
1.1	Отклонения от проектного положения разбивочных осей, не более	±10
1.2	Отклонения от проектного положения высотных отметок, не более	±10
2	**Отклонения от проектного положения направляющей**	
2.1	Отклонение от вертикальности (горизонтальности) в плоскости стены	2 (на 1 м длины)
2.2	Отклонение от вертикальности (горизонтальности) перпендикулярно плоскости стены	3 (на 1 м длины)
2.3	Отклонение от проектного расстояния между соседними направляющими	10
2.4	Отклонение от соосности смежных (по высоте) направляющих	2
2.5	Отклонение от проектного размера зазора между смежными направляющими	+5; −0
2.6	Уступ между смежными по высоте направляющими	2
3	**Отклонения от проектного положения фасада и его элементов**	
3.1	Отклонение от вертикальности	2 (на 1 м длины)
3.2	Отклонение от плоскостности	5 (на 2 м длины) 5 (на 1 этаж)
3.3	Уступ между смежными листовыми панелями	2
4	**Отклонения от проектного размера и положения зазора между листовыми панелями**	
4.1	Отклонение от проектного размера зазора	±4
4.2	Отклонение от проектного положения зазора (отклонения от вертикальности, горизонтальности, от заданного угла)	3 (на 1 м длины)
5	Отклонение от проектного положения крепежных элементов	5

Таблица 6.5

Наименование элемента системы	Геометрические параметры	Предельные отклонения, мм
Кронштейны	Отклонения длины и ширины	±1,5
	Отклонения толщины	±0,2
Направляющие	Отклонения длины	±5
	Отклонения от прямолинейности	2 (на 1 м длины)
	Угол скручивания профиля	6 (на 1 м длины)
	Отклонения толщины	±0,2
Облицовочные плитки	Отклонения длины	±0,6
	Отклонения ширины	±0,6
	Отклонения толщины	±5 %
	Отклонения от прямолинейности, плоскостности	±0,5

11. Предельные отклонения от вертикальности и горизонтальности монолитных участков монолитных бетонных и железобетонных конструкций, проектной длины их элементов, а также величины местных неровностей их поверхностей, установленные «Техническими рекомендациями по проектированию, монтажу и эксплуатации навесных фасадных систем» (ТР 161-05), приведены в таблице 6.7.

12. Требования к точности положения закладных деталей в монолитных бетонных и железобетонных конструкциях установлены в СНиП 3.03.01-87 (п. 2.113, табл. 11 (п. 6)), ГОСТ 13015—2003 (п. 5.5.3):

отклонения отметок поверхностей и закладных изделий, служащих опорами для стальных

Таблица 6.6

Вид работ	Средняя квадратическая ошибка
Измерение линий	2,0 мм
Определение взаимного положения смежных пунктов внешней разбивочной сети	2,5 мм
Определение положения точки из измерений способами прямой или обратной линейно-угловой	3,0 мм
Вынос разбивочных точек способом полярной засечки	2,0 мм

Таблица 6.7

Параметр	Предельные отклонения, мм
1. Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций для:	
стен и колонн, поддерживающих монолитные покрытия и перекрытия	15
стен и колонн, поддерживающих сборные балочные конструкции	10
стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке, при отсутствии промежуточных перекрытий	1/500 высоты сооружения, но не более 100
стен зданий и сооружений, возводимых в скользящей опалубке, при наличии промежуточных перекрытий	1/1000 высоты сооружения, но не более 50
2. Отклонение горизонтальных плоскостей на всю длину выверяемого участка	20
3. Местные неровности поверхности бетона при проверке двухметровой рейкой, кроме опорных поверхностей	5
4. Длина или пролет элементов	±20

Окончание таблицы 6.7

или сборных железобетонных колонн и других сборных элементов, не должны выходить за пределы от 0 до −5 мм;

расстояния от закладной детали до характерной точки поверхности изделия (отклонение от проектного положения в плоскости изделия) — 10 мм для закладной детали, размер которой в этой плоскости превышает 100 мм, и 5 мм для закладной детали меньшего размера;

отклонение поверхности закладной детали от плоскости бетонной поверхности изделия (отклонение положения «из плоскости») — 3 мм.

РАСЧЕТ НЕОБХОДИМЫХ РАЗМЕРОВ КОМПЕНСАТОРОВ ПОГРЕШНОСТЕЙ

Расчету подлежит размер нахлеста кронштейна и удлинительной вставки кронштейна, обеспечиваемый в разных системах разными конструктивными приемами, но выполняющий во всех системах одну функцию — компенсации погрешностей геодезических разбивочных работ, работ по возведению монолитных конструкций здания и изготовления элементов фасадной системы из условия обеспечения плоскостности фасада.

Расчет выполняется для случаев:

установки кронштейнов на закладные детали в монолитных перекрытиях при помощи сварки и на бетон при помощи анкеров;

установки кронштейнов на закладные детали в монолитных стенах при помощи сварки и на бетон при помощи анкеров.

Установка кронштейнов на монолитные перекрытия

1. Установка кронштейнов на закладные детали в монолитных перекрытиях при помощи сварки

Расчетная схема при установке кронштейнов на закладные детали в монолитных перекрытиях при помощи сварки приведена на рисунке 7.1.

По расчетной схеме (рисунок 7.1) составляется исходное уравнение

$$-c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 - c_4x_4 + c_{комп}x_{комп} - c_5x_5 + c_6x_6 + cx + c_7x_7 + c_8x_8 = 0, \quad (1)$$

где $c_1...c_8$ — коэффициент, характеризующий геометрическую зависимость результирующего параметра x от составляющего $x_1...x_8$. В данной расчетной схеме все коэффициенты равны 1.

Исходное уравнение после преобразования относительно результирующего параметра x выглядит как

$$x = x_1 - x_2 - x_3 + x_4 - x_{комп} + x_5 - x_6 - x_7 - x_8, \quad (2)$$

где x_1 — размер железобетонного перекрытия, обеспечиваемый установкой опалубки относительно основной оси;

x_2 — расстояние от закладной детали до характерной точки бетонной поверхности (отклонение от проектного положения в плоскости изделия);

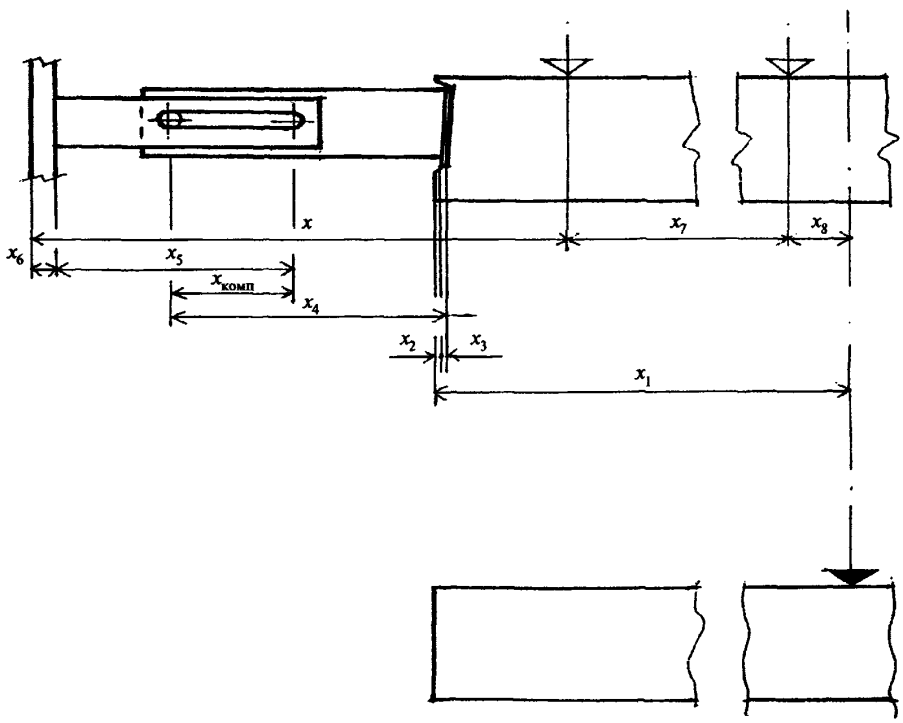


Рисунок 7.1. **Расчетная схема**

x_3 — наклон закладной детали относительно бетонной поверхности;

x_4 — размер кронштейна до стяжного болта;

$x_{комп}$ — размер прорези в удлинительной вставке кронштейна, компенсирующий отклонения фасада от плоскостности;

x_5 — размер удлинительной вставки кронштейна до края прорези;

x_6 — толщина направляющей;

x — результирующий параметр — действительное значение расстояния от плоскости, образуемой направляющими, до установочной риски;

x_7 — расстояние от установочной риски до основной оси;

x_8 — отклонение основной оси на данном монтажном горизонте от основной оси на исходном монтажном горизонте.

В соответствии с исходным уравнением составляется уравнение номинальных размеров:

$$x_{пот} = x_{пот,1} + x_{пот,4} - x_{пот,комп} + x_{пот,5} + x_{пот,6} - x_{пот,7} \quad (3)$$

и уравнение отклонений:

$$\delta x = \delta x_1 - \delta x_2 - \delta x_3 + \delta x_4 - \delta x_{комп} + \delta x_5 - \delta x_6 - \delta x_7 - \delta x_8. \quad (4)$$

Точность составляющих параметров задана стандартами или другими нормативно-техническими документами в форме предельных отклонений, и установленным планам контроля составляющих параметров соответствует одно значение $t_k = 2{,}0$, поэтому может применяться упрощенный статистический метод расчета по допускам.

По уравнению отклонений составляется уравнение допусков, в которое подставляются значения допусков составляющих параметров:

$$\Delta^2 x = \Delta^2 x_1 + \Delta^2 x_2 + \Delta^2 x_3 + \Delta^2 x_4 + \Delta^2 x_{комп} + \Delta^2 x_5 + \Delta^2 x_5 + \Delta^2 x_6 + \Delta^2 x_7 + \Delta^2 x_8, \quad (5)$$

где Δx_1 — вычисляется как сумма допуска длины перекрытия от основной оси до его края и допуска неровности поверхности бетона при проверке ее двухметровой рейкой (табл. 6.7), $\Delta^2 x_1 = 40^2 + 10^2 = 1700$, $\Delta x_1 \sim 41$ мм;

$\Delta x_2 = 6$ мм (п.12 приложения 6): отклонение поверхности закладной детали от плоскости бетонной поверхности (отклонение положения «из плоскости») — 3 мм;

Δx_3 — допуск наклона закладной детали относительно бетонной поверхности, принимаемый равным допуску положения закладной детали «из плоскости», т.е. 6 мм;

Δx_4 — допуск размера кронштейна до стяжного болта (в соответствии с табл. 6.5 приложения 6) принимается равным 3 мм;

Δx_5 — допуск размера удлинительной вставки кронштейна до края прорези также принимается равным 3 мм;

Δx_6 — допуск толщины направляющей, равный 0,4 мм (табл. 6.5 приложения 6);

Δx_7 — допуск разбивки установочной риски относительно основной оси 2,4 мм в соответствии со СНиП 3.01.03-84 (табл. 2) для расстояния от установочной риски до основной оси, равного 3 м;

Δx_8 — допуск передачи точек и осей по вертикали (смещения основной оси на данном монтажном горизонте от основной оси на исходном монтажном горизонте), равный 10 мм.

Значения допусков подставляются в уравнение допусков:

$$\Delta^2 x = 41^2 + 6^2 + 6^2 + 3^2 + \Delta^2 x_{комп} + 3^2 + 0{,}4^2 + 2{,}4^2 + 10^2;$$

$$\Delta x = 43{,}32 \text{ мм}.$$

Суммарный допуск Δx результирующего параметра x принимается равным 44 мм, предельные отклонения — ±22 мм.

Размер прорези в удлинительной вставке кронштейна, компенсирующий отклонения фасада от плоскостности, или размер нахлеста удлинительной вставки на кронштейн должен быть принят равным суммарному допуску $\Delta x = 44$ мм результирующего параметра плюс диаметр крепежного болта.

2. Установка кронштейнов на монолитные перекрытия при помощи анкеров

Из расчетной схемы, приведенной на рисунке 4.1, а также из соответствующего ей исходного уравнения следует исключить параметры:

x_2 — расстояние от закладной детали до характерной точки поверхности изделия (отклонение от проектного положения в плоскости);

x_3 — наклон закладной детали относительно поверхности.

Соответственно, из уравнения допусков исключаются:

Δx_2 = 6 мм (п. 12 приложения 6) — отклонение поверхности закладной детали от плоскости бетонной поверхности (отклонение положения «из плоскости») — 3 мм;

Δx_3 — допуск наклона закладной детали относительно поверхности, принимаемый равным допуску положения закладной детали «из плоскости», т.е. 6 мм.

Суммарный допуск результирующего параметра вычисляется как:

$$\Delta^2 x = 41^2 + 3^2 + \Delta^2 x_{комп} + 3^2 + \\ + 0{,}4^2 + 2{,}4^2 + 10^2;$$

$$\Delta x = 42{,}48 \text{ мм}.$$

Размер прорези в удлинительной вставке кронштейна, компенсирующий отклонения фасада от плоскостности, или размер нахлеста удлинительной вставки на кронштейн при установке кронштейнов на монолитные перекрытия при помощи анкеров может быть принят таким же, как при установке кронштейнов на закладные детали в монолитных перекрытиях при помощи сварки.

Установка кронштейнов на монолитные стены

3. Установка кронштейнов на закладные детали в монолитных стенах при помощи сварки

Расчетная схема при установке кронштейнов на закладные детали в монолитных стенах при помощи сварки приведена на рис. 7.2.

По расчетной схеме (рисунок 7.2) составляется исходное уравнение

$$-c_1x_1 - c_2x_2 + c_3x_3 + c_4x_4 - c_5x_5 + c_{комп}x_{комп} - \\ -c_6x_6 - c_7x_7 + cx + c_8x_8 + c_9x_9 = 0, \quad (6)$$

где $c_1 ... c_9$ — коэффициент, характеризующий геометрическую зависимость результирующего параметра x от составляющего $x_1 ... x_9$. В данной расчетной схеме все коэффициенты равны 1.

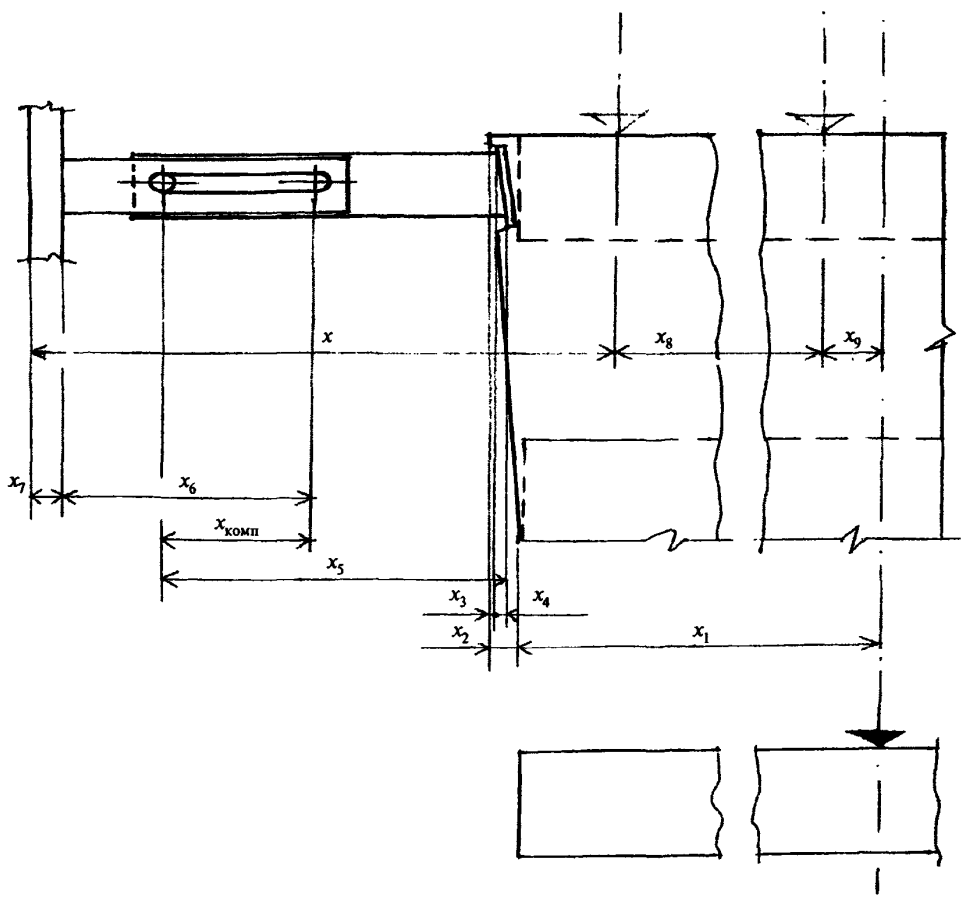


Рисунок 7.2. **Расчетная схема**

Исходное уравнение после преобразования относительно результирующего параметра x, выглядит как

$$x = x_1 + x_2 - x_3 - x_4 + x_5 - x_{комп} + \\ + x_6 + x_7 - x_8 - x_9, \quad (7)$$

где x_1 — размер железобетонного перекрытия, обеспечиваемый установкой опалубки относительно основной оси;

x_2 — отклонение торца стены от вертикальности;

x_3 — расстояние от закладной детали до характерной точки поверхности (отклонение от проектного положения в плоскости);

x_4 — наклон закладной детали относительно поверхности;

x_5 — размер кронштейна до стяжного болта;

$x_{комп}$ — размер прорези в удлинительной вставке кронштейна, компенсирующий отклонения фасада от плоскостности;

x_6 — размер удлинительной вставки кронштейна до края прорези;

x_7 — толщина направляющей;

x — результирующий параметр — действительное значение расстояния от плоскости, образуемой направляющими, до установочной риски;

x_8 — расстояние от установочной риски до основной оси;

x_9 — отклонение основной оси на данном монтажном горизонте от основной оси на исходном монтажном горизонте.

В соответствии с исходным уравнением составляется уравнение номинальных размеров

$$x_{пот} = x_{пот,1} + x_{пот,5} - x_{пот,комп} + \\ + x_{пот,6} + x_{пот,7} - x_{пот,8} \quad (8)$$

и уравнение отклонений

$$\delta x = \delta x_1 + \delta x_2 - \delta x_3 - \delta x_4 + \delta x_5 - \\ - \delta x_{комп} + \delta x_6 + \delta x_7 - \delta x_8 - \delta x_9. \quad (9)$$

В соответствии с исходным уравнением составляется уравнение номинальных размеров

$$x_{пот} = x_{пот,1} + x_{пот,5} - x_{пот,комп} + \\ + x_{пот,6} + x_{пот,7} - x_{пот,8} \quad (10)$$

и уравнение отклонений

$$\delta x = \delta x_1 + \delta x_2 - \delta x_3 - \delta x_4 + \delta x_5 - \\ - \delta x_{комп} + \delta x_6 + \delta x_7 - \delta x_8 - \delta x_9. \quad (11)$$

Точность составляющих параметров задана стандартами или другими нормативно-техническими документами в форме предельных отклонений (приложение 6), и установленным в этих документах планам контроля составляющих параметров соответствует одно значение $t_k = 2{,}0$, поэтому может применяться упрощенный статистический метод расчета по допускам.

По уравнению отклонений составляется уравнение допусков

$$\Delta^2 x = \Delta^2 x_1 + \Delta^2 x_2 + \Delta^2 x_3 + \Delta^2 x_4 + \Delta^2 x_{комп} + \\ + \Delta^2 x_5 + \Delta^2 x_5 + \Delta^2 x_6 + \Delta^2 x_7 + \Delta^2 x_8, \quad (12)$$

в которое подставляются значения допусков составляющих параметров:

Δx_1 — вычисляется как сумма допуска длины стены от основной оси до его края и допуска неровности поверхности бетона при проверке ее двухметровой рейкой (табл. 6.7, приложение 6), $\Delta^2 x_1 = 40^2 + 10^2 = 1700$, $\Delta x_1 \sim 41$ мм;

$\Delta x_2 = 30$ мм в соответствии с табл. 6.7 приложения 6 (отклонение от невертикальности стены или колонны);

$\Delta x_3 = 6$ мм (п. 12, приложение 6) — отклонение поверхности закладной детали от плоскости бетонной поверхности (отклонение положения «из плоскости» — 3 мм);

Δx_4 — допуск наклона закладной детали относительно поверхности изделия, принимаемый равным допуску положения закладной детали «из плоскости», т.е. 6 мм;

Δx_5 — допуск размера кронштейна до стяжного болта, в соответствии с табл. 6.5 приложения 6 принимается равным 3 мм;

Δx_6 — допуск размера удлинительной вставки кронштейна до края прорези, также принимается равным 3 мм;

Δx_7 — допуск толщины направляющей, равный 0,4 мм (табл. 6.5, приложение 6);

Δx_8 — допуск разбивки установочной риски относительно основной оси 2,4 мм в соответствии со СНиП 3.01.03-84 (табл. 2) для расстояния от установочной риски до основной оси, равного 3 м;

Δx_9 — допуск передачи точек и осей по вертикали (смещения основной оси на данном монтажном горизонте от основной оси на исходном монтажном горизонте), равный 10 мм.

Значения допусков подставляются в уравнение допусков

$$\Delta^2 x = 41^2 + 30^2 + 6^2 + 6^2 + 3^2 + \Delta^2 x_{комп} + \\ + 3^2 + 0{,}4^2 + 2{,}4^2 + 10^2;$$

$$\Delta x = 52{,}69 \text{ мм}.$$

Суммарный допуск Δx результирующего параметра x принимается равным 53 мм, предельные отклонения — ± 26,5 мм.

Размер прорези в удлинительной вставке кронштейна, компенсирующий отклонения фасада от плоскостности, или размер нахлеста удлинительной вставки на кронштейн должен быть принят равным суммарному допуску Δx = 53 мм результирующего параметра плюс диаметр крепежного болта.

4. Установка кронштейнов на монолитные стены при помощи анкеров

Из расчетной схемы, приведенной на рисунке 4.2, а также из соответствующего ей исходного уравнения следует исключить параметры:

x_3 — расстояние от закладной детали до характерной точки бетонной поверхности (отклонение от проектного положения в плоскости);

x_4 — наклон закладной детали относительно бетонной поверхности.

Соответственно, из уравнения допусков исключаются:

Δx_3 = 6 мм (п. 12, приложение 6) — отклонение поверхности закладной детали от плоскости бетонной поверхности (отклонение положения «из плоскости» — 3 мм);

Δx_4 — допуск наклона закладной детали относительно бетонной поверхности, принимаемый равным допуску положения закладной детали «из плоскости», т.е. 6 мм.

Суммарный допуск результирующего параметра вычисляется как

$$\Delta^2 x = 41^2 + 30^2 + 3^2 + \Delta^2 x_{комп} + \\ + 3^2 + 0{,}4^2 + 2{,}4^2 + 10^2;$$

$$\Delta x = 52{,}0 \text{ мм}.$$

Размер прорези в удлинительной вставке кронштейна, компенсирующий отклонения фасада от плоскостности, или размер нахлеста удлинительной вставки на кронштейн при установке кронштейнов на монолитные стены при помощи анкеров может быть принят таким же, как при установке кронштейнов на закладные детали в монолитных стенах при помощи сварки.

С целью обеспечения плоскостности фасадов с навесными фасадными системами путем компенсации отклонений — изготовления конструктивных элементов систем, возведения конструкций зданий из монолитного железобетона, разбивочных работ и монтажа самих систем — в конструкциях кронштейнов необходимо предусматривать возможность изменения их длины путем нахлеста удлинительной вставки на кронштейн не менее чем:

при установке кронштейнов на закладные детали в монолитных перекрытиях при помощи сварки — на 44 мм;

при установке кронштейнов на монолитные перекрытия при помощи анкеров — на 43 мм;

при установке кронштейнов на закладные детали в монолитных стенах при помощи сварки — на 53 мм;

при установке кронштейнов на монолитные стены при помощи анкеров — на 52 мм.

ПОРЯДОК КАЛИБРОВКИ ЦИФРОВЫХ НЕМЕТРИЧЕСКИХ КАМЕР

В МИИГАиК для определения геометрических характеристик различных камер используется тест-объект (рис. 8.1), состоящий из более чем 100 точек, а также специальная программа для определения параметров внутреннего ориентирования и дисторсии объектива.

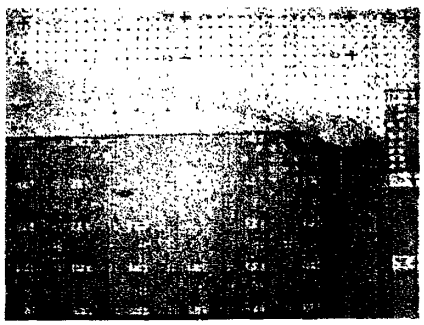


Рисунок 8.1

В основу данной программы положено следующее уравнение

$$\left.\begin{aligned} x_0 - f\frac{a_{11}(X-X_S)+a_{21}(Y-Y_S)+a_{31}(Z-Z_S)}{a_{13}(X-X_S)+a_{23}(Y-Y_S)+a_{33}(Z-Z_S)} - x + d_x = 0; \\ y_0 - f\frac{a_{12}(X-X_S)+a_{22}(Y-Y_S)+a_{32}(Z-Z_S)}{a_{13}(X-X_S)+a_{23}(Y-Y_S)+a_{33}(Z-Z_S)} - y + d_y = 0, \end{aligned}\right\} \quad (8.1)$$

где d_x, d_y — коэффициенты поправки, связанной с дисторсией объектива, определяемые следующим образом

$$\left.\begin{aligned} d_x = x\left[\left(r^2 - r_0^2\right)k_1 + \left(r^4 - r_0^4\right)k_2\right] + \left(r^2 + 2x^2\right)p_1 + 2xyp_2; \\ d_y = y\left[\left(r^2 - r_0^2\right)k_1 + \left(r^4 - r_0^4\right)k_2\right] + 2xyp_1 + \left(r^2 + 2y^2\right)p_2, \end{aligned}\right\} \quad (8.2)$$

где x, y — координаты точек фотоснимка;
k_1, k_2 — коэффициенты радиальной дисторсии;
p_1, p_2 — коэффициенты тангенциальной дисторсии;
r — расстояние до главной точки;
r_0 — расстояние до точки нулевой дисторсии;

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}.$$

Результаты работы данной программы приводятся в виде сертификата фотограмметрической калибровки, содержащего все калибровочные параметры камеры.

В качестве примера результаты калибровки и оценка точности работы некоторых цифровых камер приведены в таблице 8.1.

Таблица 8.1

Параметры	Olympus C2	Sony	Minolta 5	Kodak ProBack
Цена	10 000 руб. — 15 000 руб.			
Матрица (пикс)	1600×1208	2048×1536	2560×1920	4072×4072
f/m (пикс)	1700,46/0,7	1994,41/0,54	2143,41/0,90	5101,77/1,5
x_0/m (пикс)	856,45/1,5	1009,57/0,57	1279,54/0,77	2041,53/1,4
y_0/m (пикс)	586,09/1,7	777,74/0,78	959,67/1,00	2082,78/1,6
K_1/m	−7,22e−08/1,85e−09	−3,49e−08/5,52e−10	−4,81e−08/5,54e−10	−3,33e−09/1,97e−10
K_2/m	3,61e−14/1,97e−15	6,09e−15/3,38e−16	9,80e−15/2,44e−16	1,36e−16/2,57e−17
P_1/m	2,43e−08/2,55e−08			
P_2/m	4,33e−07/2,28e−07			
My_x (пикс)	0,22	0,32	0,26	0,46
My_y (пикс)	0,21	0,30	0,33	0,65
M_X (мм)	1,4	2,1	1,05	0,7
M_Y (мм)	1,4	2,0	1,19	1,1

Окончание таблицы 8.1

Параметры	Olympus C2	Sony	Minolta 5	Kodak ProBack
M_Z (мм)	1,5	1,9	1,4	1,2
M_Z: Z	1:4000	1:4000	1:4300	15000

Здесь f, x_0, y_0, K_1, K_2, P_1, P_2 — калибровочные параметры камеры;
m — систематическая погрешность этих параметров;
Mv_x, Mv_y — систематические погрешности на опорных точках снимка;
M_X, M_Y, M_Z — систематические погрешности на контрольных точках после обработки пары снимков в системе PHOTOMOD.

Данные результаты демонстрируют достаточную надежность методов, применяемых для калибровки камер, а также тот факт, что после фотограмметрической обработки снимков погрешность фотограмметрических измерений не превышает допустимой (приблизительно 1 мм).

ПОРЯДОК РАСЧЕТА БАЗИСА ФОТОГРАФИРОВАНИЯ И РАССТОЯНИЯ ОТ КАМЕРЫ ДО ОБЪЕКТА ПРИ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОМ МЕТОДЕ ИЗМЕРЕНИЙ

Для обеспечения заданной точности определения координат точек объекта (m_{XY}, m_Z) необходимо рассчитать базис фотографирования B и расстояние S от камеры до объекта (рис. 9.1).

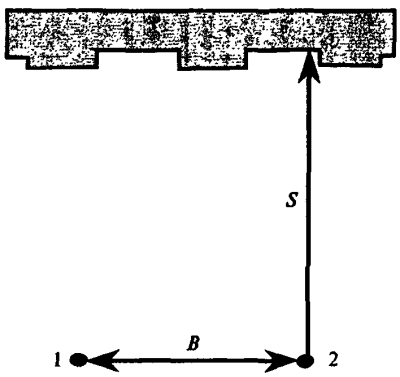


Рисунок 9.1. **Схема съемки**

Величина базиса фотографирования на местности B и в масштабе снимка b вычисляется по формулам:

$$B = Sb/f; \qquad (9.1)$$

$$b = l_x(100\ \% - P_x)/100\ \%, \qquad (9.2)$$

где f — значение фокусного расстояния фотокамеры, пиксель;

b — базис фотографирования в масштабе снимка, пиксель;

l_x — размер снимка вдоль оси X, пиксель;

P_x — продольное перекрытие, %.

Максимально допустимое расстояние S_{max} вычисляют по формуле

$$S_{max} = bm_z/m_p, \qquad (9.3)$$

где m_p — средняя квадратическая погрешность измерения продольных параллаксов по снимкам;

m_z — заданная средняя квадратическая погрешность определения координаты Z (вдоль оптической оси камеры).

Если в результате наземной съемки нужно получить не трехмерную модель объекта, а только ортофотоизображение, тогда максимальное расстояние S вычисляется по формуле

$$S_{max} = fm_{xy}/m_p, \qquad (9.4)$$

где m_{xy} — заданная средняя квадратическая погрешность определения координат X и Y.

В связи с тем, что для наземной съемки используются камеры с большим фокусным расстоянием, базис фотографирования b получается меньше, чем фокусное расстояние. Поэтому точность определения координат по осям X, Y будет выше, чем точность определения координат по оси Z. Если для наземной съемки будет использована фотокамера с коротким фокусным расстоянием, необходимо по формулам (9.3) и (9.4) вычислить величину расстояния S и выбрать из двух значений наименьшее. При вычислении S следует иметь в виду, что погрешность измерения продольных параллаксов содержит погрешности, связанные с остаточными искажениями снимка, которые не удалось исправить после учета дисторсии. Такие искажения возникают из-за несовершенства существующих объективов. Как показала практика, чтобы иметь «запас прочности», при расчетах среднюю квадратическую ошибку измерения продольных параллаксов m_p следует увеличить в три раза.

СХЕМЫ СЪЕМКИ ОБЪЕКТА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА

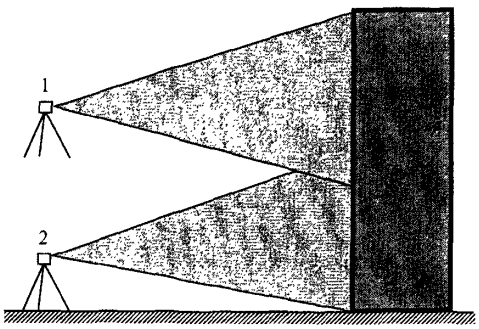


Рисунок 10.1. **Съемка объекта с вертикальным базисом**

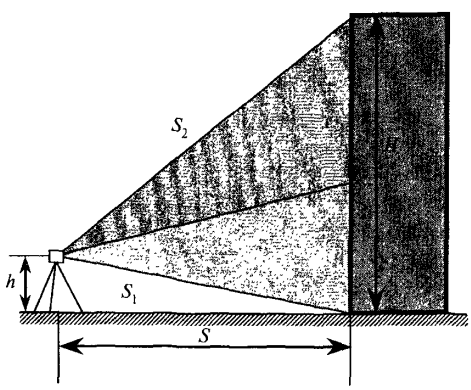


Рисунок 10.2. **Наклонная съемка объекта**

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОПОРНЫХ ТОЧЕК НА ЗДАНИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА

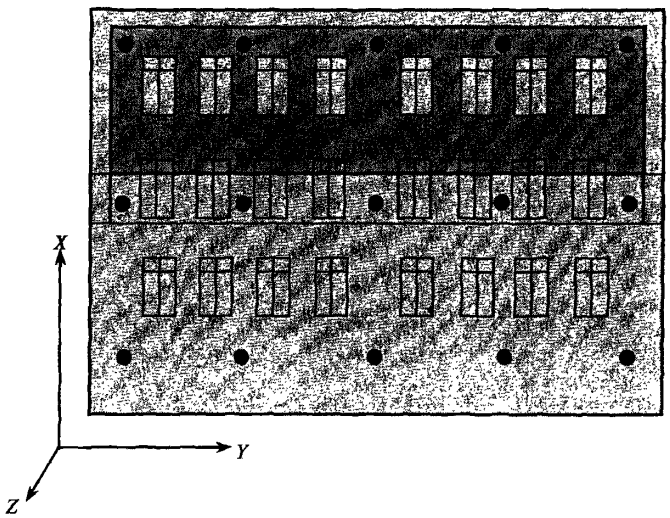


Рисунок 11.1. **Схема расположения опорных точек**

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ ТОЧЕК ДЛЯ КОНТРОЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОСТИ НАПРАВЛЯЮЩИХ НФС

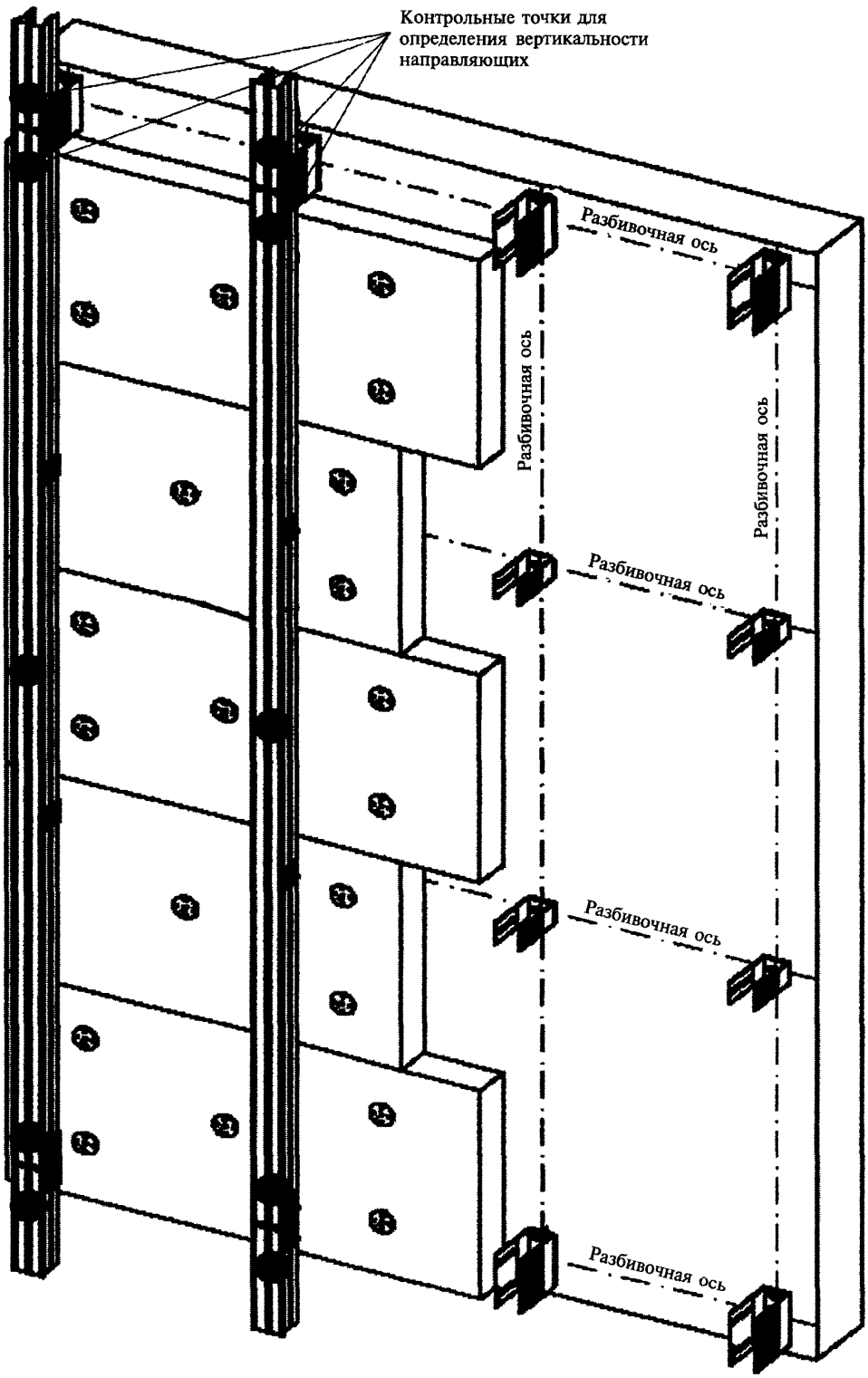


Рисунок 12.1. **Схематическое расположение точек для контроля вертикальности направляющих**

СХЕМА РАСПОЛОЖЕНИЯ КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОСТИ ПЛОСКОСТИ ФАСАДА НФС

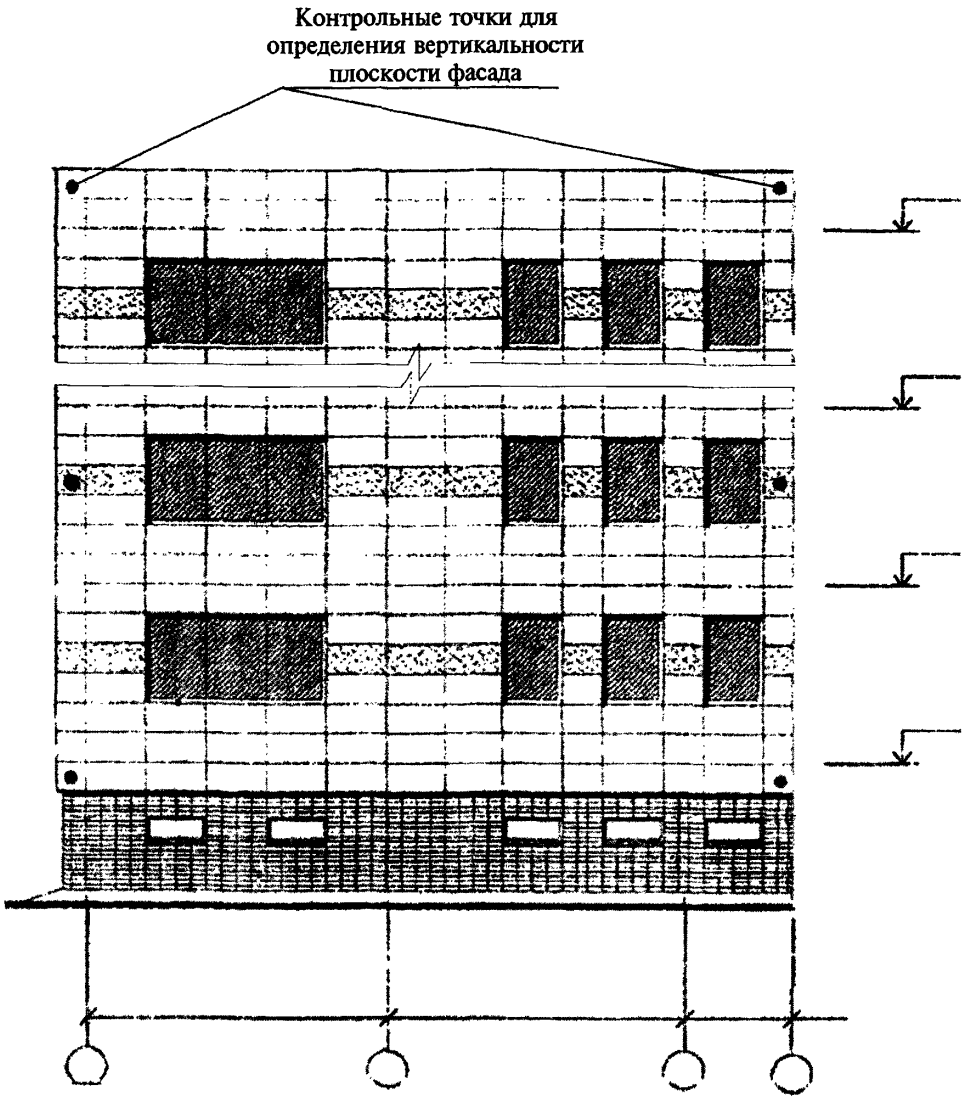


Рисунок 13.1. **Схематическое расположение точек для контроля вертикальности фасадной плоскости**

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

(справочное)

ПОРЯДОК ЗАПОЛНЕНИЯ ОСНОВНОЙ НАДПИСИ НА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ СХЕМАХ ПО ГОСТ 21.101—97

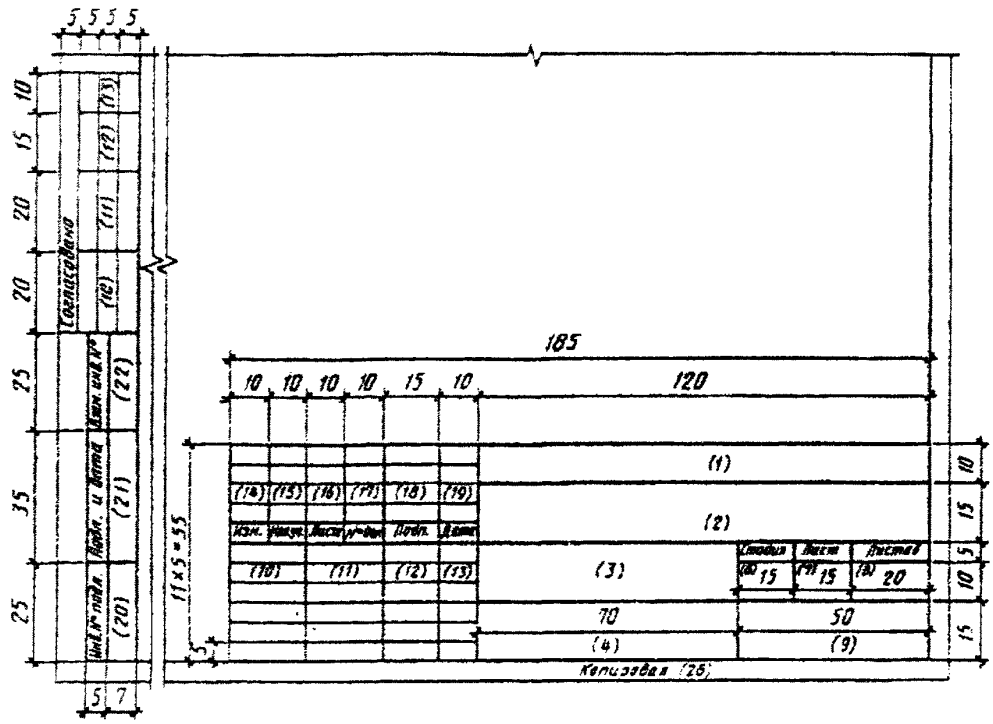


Рисунок 14.1. **Основная надпись по ГОСТ 21.101—97**

В графах основной надписи и дополнительных графах к ней (номера граф указаны в скобках) приводят:

в графе 1 — обозначение документа, в том числе раздела проекта и др.;

в графе 2 — наименование предприятия, жилищно-гражданского комплекса или другого объекта строительства, в состав которого входит здание (сооружение), или наименование микрорайона;

в графе 3 — наименование здания (сооружения) и при необходимости вид строительства;

в графе 4 — наименование изображений, помещенных на данном листе, в точном соответствии с наименованием на чертеже.

Наименования спецификаций и других таблиц, а также текстовых указаний, относящихся к изображениям, в графе не указывают;

в графе 6 — условное обозначение стадии работ (ИСП — исполнительная документация);

в графе 7 — порядковый номер листа. На документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют;

в графе 8 — общее число листов документа. Графу заполняют только на первом листе.

в графе 9 — наименование или различительный индекс организации, разработавшей документ;

в графе 10 — характер выполненной работы (разработал, проверил, нормоконтроль).

В зависимости от стадии исполнительных съемок, сложности и значимости документа допускается свободные строки заполнять по усмотрению руководства организации (указать должности лиц, ответственных за разработку документа);

в графах 11—13 — фамилии и подписи лиц, указанных в графе 10, и дату подписания.

Подписи других должностных лиц и согласующие подписи размещают на поле для подшивки листа;

в графах 14—19 — графы таблицы изменений;

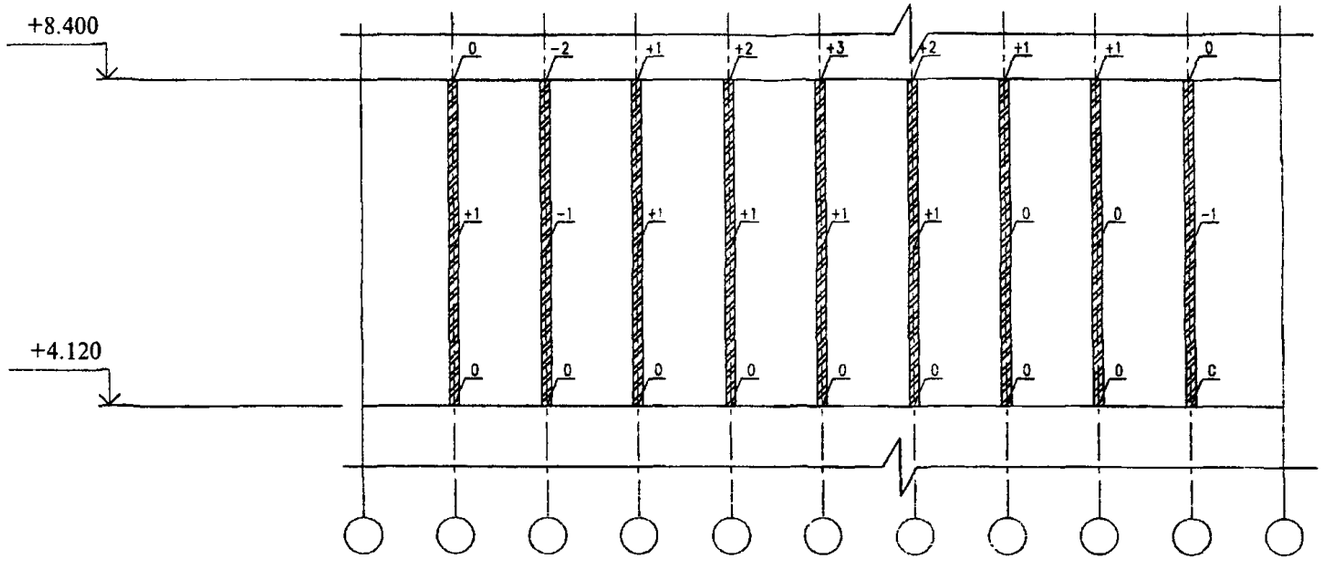
в графе 20 — инвентарный номер подлинника;

в графе 21 — подпись лица, принявшего подлинник на хранение, и дату приемки (число, месяц, год);

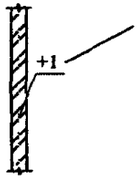
в графе 22 — инвентарный номер подлинника документа, взамен которого выпущен подлинник;

в графе 26 — подпись лица, копировавшего чертеж (при необходимости).

ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ НАПРАВЛЯЮЩИХ. СХЕМА ОТКЛОНЕНИЙ НАПРАВЛЯЮЩИХ ОТ ВЕРТИКАЛИ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ПЛОСКОСТИ СТЕНЫ



Условные обозначения:



Величина отклонения плоскости направляющей от вертикальности перпендикулярно плоскости стены (знак указывает направление отклонения: «+» — отклонение от вертикальности наружу от здания; «—» — отклонение от вертикальности вовнутрь здания).

Точки, расположенные в нижних частях направляющих, приняты за исходные, относительно которых вычисляются отклонения.

Все отклонения указаны в миллиметрах.

Наименование контролируемого параметра	Предельное отклонение*
Предельное отклонение направляющих от вертикали перпендикулярно плоскости стены	
* *Согласно Технической Оценке пригодности продукции для применения в строительстве или проектной документации*	

Примечание — Максимальные отклонения направляющих от вертикальности перпендикулярно плоскости стены зафиксированы по оси _____ на высоте _____ (величина отклонения _____ мм)

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
Геодезист								
Прораб							Стадия	Лист	Листов
Нач. участка							ИСП		
Ген. дир.						Исполнительная схема установки направляющих Схема отклонений направляющих от вертикали перпендикулярно плоскости стены на отметках ____ по оси ____ в осях ____		
Нормоконтроль								

СОГЛАСОВАНО

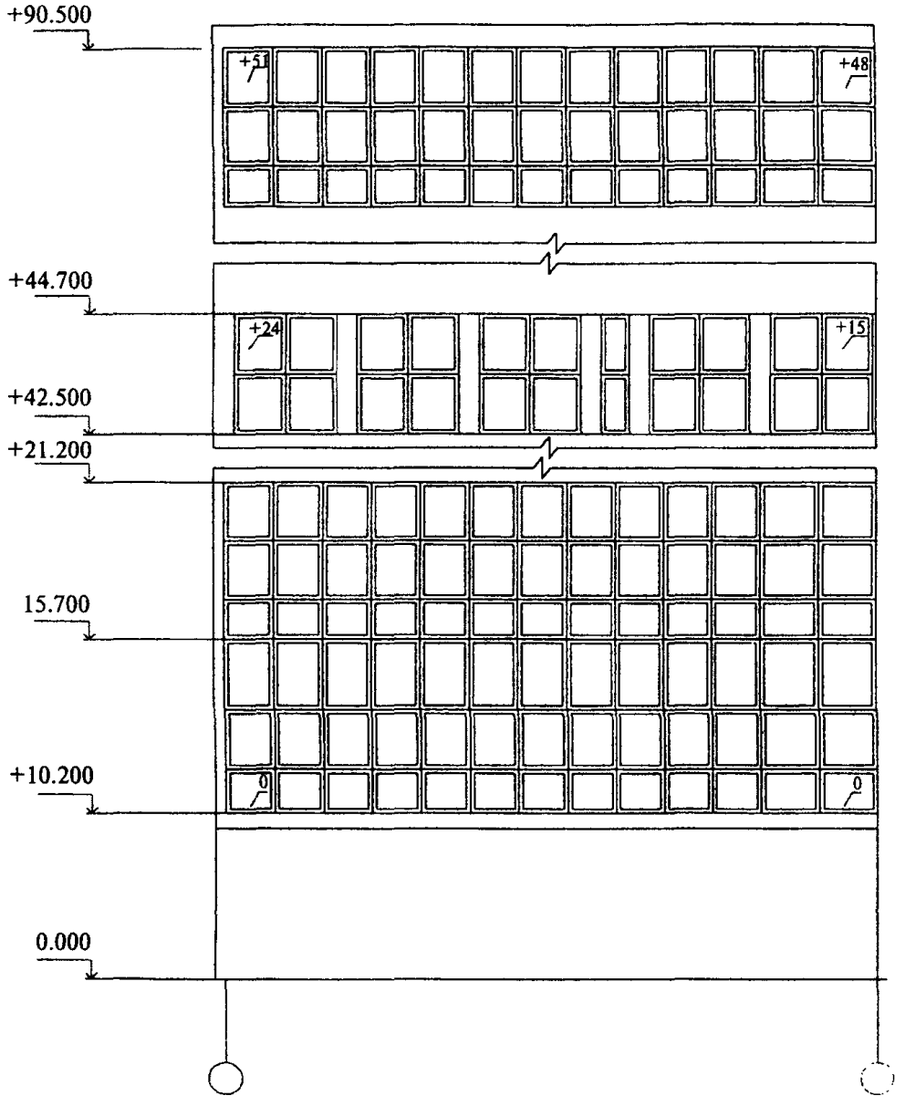
авт. надзор

Взам. инв. №

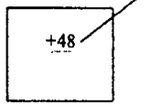
Подпись и дата

Инв. № подл.

ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ ФАСАДНЫХ ПЛИТ. СХЕМА ОТКЛОНЕНИЙ ПЛОСКОСТИ ФАСАДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ОТ ВЕРТИКАЛЬНОСТИ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНО ПЛОСКОСТИ СТЕНЫ



Условные обозначения:



Величина отклонения плоскости фасадной поверхности от вертикальности перпендикулярно плоскости стены (знак указывает направление отклонения: «+» — отклонение от вертикальности наружу от здания; «−» — отклонение от вертикальности вовнутрь здания).

Точки, расположенные на отметке 10.200, приняты за исходные, относительно которые вычисляются отклонения.

Все отклонения указаны в миллиметрах.

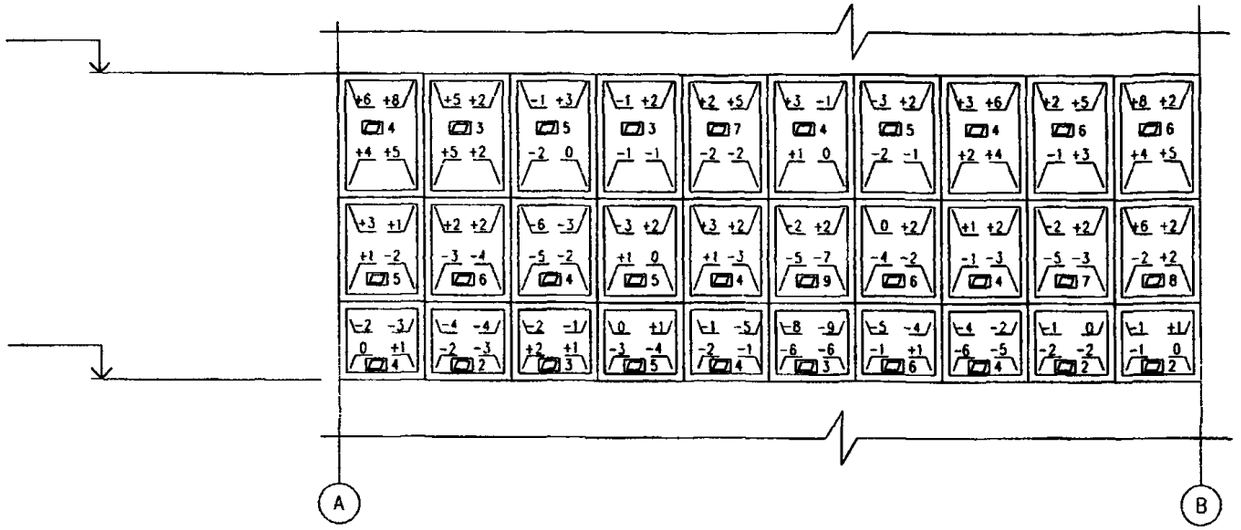
Примечание — Максимальные отклонения плоскости фасадной поверхности от вертикальности перпендикулярно плоскости стены зафиксированы по оси _____ на отметке _____ (величина отклонения _____ мм)

Наименование контролируемого параметра	Предельное отклонение*
Предельное отклонение фасадной плоскости от вертикальности	
* Согласно Технической Оценке пригодности продукции для применения в строительстве или проектной документации	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
Геодезист							Стадия	Лист	Листов
Прораб							ИСП		
Нач. участка									
Ген. дир.						Исполнительная схема установки фасадных плит. Схема отклонений плоскости фасадной поверхности от вертикальности перпендикулярно плоскости стены ____ по оси ____ в осях ____			
Нормоконтроль									

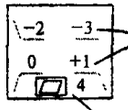
СОГЛАСОВАНО	
авт. надзор	
Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

ИСПОЛНИТЕЛЬНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ ФАСАДНЫХ ПЛИТ. СХЕМА ОТКЛОНЕНИЙ ФАСАДНЫХ ПЛИт ОТ ПЛОСКОСТНОСТИ



Наименование контролируемого параметра	Предельное отклонение*
Предельное отклонение от плоскостности фасадной плиты	
Предельное отклонение от вертикальности фасадной плиты в плоскости стены	
* Согласно Технической Оценке пригодности продукции для применения в строительстве или проектной документации	

Условные обозначения:



Величина отклонения плоскости фасадной плиты от проектной плоскости (знак указывает направление отклонения: «+» — отклонение от проектной плоскости наружу от здания; «—» — отклонение от проектной плоскости вовнутрь здания).

Обозначение отклонения фасадной плиты от плоскостности

Все отклонения указаны в миллиметрах.

Примечание — Максимальные отклонения плоскостей фасадных плит от проектного положения зафиксированы по оси _____ на отметке _____ (величина отклонения _____ мм). Отклонения фасадных плит от плоскостности, превышающие допустимые, зафиксированы по оси _____ на отметке _____ (величина отклонения _____ мм)

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
Геодезист								
Прораб						Стадия	Лист	Листов
Нач. участка						ИСП		
Ген. дир.						Исполнительная схема установки фасадных плит. Схема отклонений фасадных плит от плоскостности на отметках ____ по оси ____ в осях ____		
Нормоконтроль								

СОГЛАСОВАНО

авт. надзор

Взам. инв. №

Подпись и дата

Инв. № подл.

МЕТОДИКА
высокоточной бесконтактной исполнительной съемки навесных фасадных систем с воздушными зазорами при возведении высотных зданий

МДС 11-20.2009

Нач. изд. отд. *Л.Н. Кузьмина*
Технический редактор *Т.М. Борисова*
Корректор *В.В. Ковачевич*
Компьютерная верстка *А.Н. Кафиева*

Подписано в печать 25.09.2009. Формат 60×84 1/8.
Усл. печ. л. 5,1. Тираж 15 экз. Заказ № 1027.

Открытое акционерное общество
«Центр проектной продукции в строительстве» (ОАО «ЦПП»)
127238, Москва, Дмитровское ш., 46, корп. 2.

Факс (495) 482-42-65.
Тел.: (495) 482-44-49 — приемная;
(495) 482-42-94 — отдел заказов;
(495) 482-42-97 — проектный кабинет;
(495) 482-41-12 — отдел формирования и ведения фонда документации.

gost.e-ecolog.ru