Открытое акционерное общество
"Центральный научно-исследовательский и проектный
институт жилых и общественных зданий"

Центральный научно-исследовательский
институт строительных конструкций
ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко -
филиал ФГУП "НИЦ "Строительство"

ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ МНОГОСЛОЙНЫХ ПРОДОЛЬНЫХ И ТОРЦЕВЫХ НАРУЖНЫХ СТЕН, ОБЛИЦОВАННЫХ КИРПИЧОМ ТОЛЩИНОЙ 120 мм (С УТОЛЩЕННОЙ НАРУЖНОЙ СТЕНКОЙ ИЛИ С ПУСТОТНОСТЬЮ 13%) , ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ ВЫСОТОЙ ДО 75 м

(МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ)

ОАО "ЦНИИЭП жилых и общественных зданий
(ЦНИИЭП жилища)"

Директор института _____ В.М. Острецов

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

Директор института _____ Ю.П. Назаров

gost.e-ecolog.ru

Москва, 2010

Открытое акционерное общество "Центральный научно-исследовательский и проектный институт жилых и общественных зданий"

Центральный научно-исследовательский институт строительных конструкций ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко - филиал ФГУП "НИЦ "Строительство"

Руководитель работы, директор ОАО "ЦНИИЭП жилых и общественных зданий", профессор **В.М. Острецов**

АВТОРСКИЙ КОЛЛЕКТИВ:

ЦНИИЭП жилища

ПРОЕКТНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Главный конструктор института	Гендельман Л.Б.
Руководитель ПКО -1	Пальцева Н.Н.
Заместитель руководителя ПКО - 1	Кузнецов Д.В.
Главный инженер ПКО - 1	Кузнецов Д.Г.

НАУЧНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

Директор по научной деятельности, д.т.н.	Граник Ю.Г.
Заведующий лабораторией теплового и воздушного режима зданий,к.т.н.	Беляев В. С.
Главный научный сотрудник, к.т.н.	Киреева Э.И.
Главный специалист Центра организационно-технологического обеспечения строительства, к.т.н.	Жадановский Б.В.
Главный специалист	Некрасов Б.Д.
Инженер	Московкин В.В.
Инженер	Королев А.В.

ЦНИИСК им. В.А.Кучеренко

Заместитель директора, к.т.н.	Пономарев О.И.
Заведущий сектором прочности каменных конструкций	Горбунов А.М.

Москва, 2010

ЛИСТ	НАИМЕНОВАНИЕ
01	Содержание альбома
02 - 26	Пояснительная записка
1	План типового этажа блок секции. Схема расположения вертикальных температурно-деформационных швов и угловых сеток армирования облицовочного слоя наружных стен
	Наружные стены с облицовочным слоем в 1/2 кирпич (120 мм) - тип стены 1
2	Сечение 1-1. Стена тип 1
3	Сечение 2-2. Стена тип 1
4	Сечение 4-4. Стена тип 1
5	Сечение 5-5. Стена тип 1
6	Сечение 6-6. Стена тип 1
	Наружные стены с облицовочным слоем в 1/2 кирпич (120 мм) - тип стены 2
7	Сечение 1-1. Стена тип 2
8	Сечение 2-2. Стена тип 2
9	Сечение 4-4. Стена тип 2
10	Сечение 5-5. Стена тип 2
11	Сечение 6-6. Стена тип 2
	Наружные стены с облицовочным слоем в 1/2 кирпич (120 мм) - тип стены 3
12	Сечение 3-3. Стена тип 3
13	Сечение 7-7. Стена тип 3
14	Сечение 8-8. Стена тип 3
	Детали и узлы
15	Деталь 1 (к сечению 2-2). Стена тип 1
16	Сечение А-А (к детали 1). Стена тип 1
17	Деталь 2 (к сечению 4-4). Стена тип 1
18	Деталь 3 (к сечению 2-2). Стена тип 2
19	Сечение Б-Б (к детали 3). Стена тип 2
20	Деталь 4 (к сечению 4-4). Стена тип 2
21	Деталь 5 (к сечению 3-3). Стена тип 3
22	Сечение В-В (к детали 5). Стена тип 3
23	Деталь 6 (к сечению 8-8). Стена тип 3

ЛИСТ	НАИМЕНОВАНИЕ
24	Узел I. Торцевая стена (или стена ризалита) тип 3 и продольная стена тип 1
25	Узел I. Торцевая стена (или стена ризалита) тип 3 и продольная стена тип 2
26	Узлы II и IV. Продольная стена тип 1
27	Узлы II и IV. Продольная стена тип 2
28	Узел III. Продольная стена лоджии тип 1 и стена ризалита тип 3
29	Узел III. Продольная стена лоджии тип 2 и стена ризалита тип 3
30	Детали А, Б, В, Г к узлам I-IV. Варианты устройства вертикальных температурно-деформационных швов в облицовочном слое стен
31	Узел V. Устройство вертикального температурно-деформационного шва в облицовочном слое стен, совмещенного с гранью дверного проема в . остекленных лоджиях
32	Узел V. Устройство вертикального температурно-деформационного шва в облицовочном слое стен, совмещенного с гранью дверного проема в . остекленных лоджиях. Сечения
33	Фрагмент 1 (по А-А) - Схема армирования и крепления продольных наружных стен тип 1 к несущим конструкциям здания
34	Фрагмент 1 (по А-А) - Схема армирования и крепления продольных наружных стен тип 2 к несущим конструкциям здания
35	Фрагмент 2 (по Б-Б) - Схема армирования и крепления торцевых наружных стен тип 3 к несущим конструкциям здания
36	Сетки и гибкие связи
37-40	Спецификация металла (сетки, крепежные и водозащитные изделия)

Пояснительная записка.

1. Общая часть.

При строительстве жилых и гражданских зданий из монолитного железобетона широкое распространение получили многослойные конструкции наружных стен, облицованные кирпичом. В основном это навесные двухслойные или трехслойные стены с утепляющим слоем из ячеистобетонных блоков или эффективного утеплителя, с поэтажным опиранием на консольные выступы перекрытий и с креплениями к несущим элементам здания.

Опыт проектирования и строительства таких стен с облицовкой керамическим пустотелым кирпичом за последние 10 лет выявил ряд недостатков, требующих как совершенствования проектных решений, так и повышения качества строительно-монтажных работ. Проведенные наблюдения и обследования наружных стен в зданиях, построенных в г. Москве и Московской области, выявили крайне неблагоприятные условия работы кирпичного облицовочного слоя, подвергающегося температурно- влажностным деформациям [1]. Влага в кирпичный слой облицовки попадает как снаружи из-за некачественно выполненных горизонтальных швов кладки, так и изнутри помещений в виде конденсата на границе утепляющего и облицовочного слоев.

Общими недостатками проектных решений слоистых наружных стен, применяемых за последние годы, отмечены следующие:

– отсутствие вертикальных температурно–деформационных швов в наружном облицовочном слое кладки;

– недостаточное армирование облицовочного слоя кладки с учетом температурно-влажностных воздействий;

– отсутствие конструктивных мероприятий по защите стен от увлажнения;

– неполное опирание наружного облицовочного слоя на несущие конструкции перекрытия;

– недостаточное количество крепежных соединений на углах здания и участках стен с проемами.

Цель настоящей работы – учитывая вышеперечисленные недостатки и зарубежный опыт строительства, разработать для жилых и общественных зданий технические решения энергоэффективных многослойных наружных стен с облицовочным слоем из кирпича, отвечающих требованиям безопасной эксплуатации [23].

В альбоме на примере блок-секции из монолитного железобетона для климатических условий Московской области разработаны технические решения многослойных наружных стен – продольных, торцевых и стен ризалитов, в которых в соответствии с рекомендациями [1,4] предусмотрены следующие конструктивные мероприятия:

– облицовочный слой кладки принят из керамического пустотного кирпича с утолщенной наружной стенкой (20-25 мм), либо с пустотностью до 13%; толщина облицовочного слоя – 120 мм;

– кирпичный слой облицовки по периметру здания разделен как горизонтальными, так и вертикальными температурно-деформационными швами;

– в конструкцию стены включены решения по гидроизоляции и пароизоляции;

– для защиты стен от атмосферной воды расшивочные швы облицовочной кладки должны выполняться заподлицо со стеной или выпуклой формы;

– для защиты горизонтальных температурно-деформационных швов от атмосферной влаги в уровне перекрытий предусмотрены водоотбойники из оцинкованной стали;

– во избежание попадания наружной влаги вертикальные температурно-деформационные швы расположены в остекленных лоджиях; при необходимости их расположения на открытых участках фасада следует применять швы закрытого типа;

– исключены консольные опирания облицовочного слоя кладки на плиты перекрытия;

– увеличено армирование облицовочного слоя в угловых и Z-образных фрагментах, а также в нижних и верхних (перемычечных) участках стен;

– усилены крепежные соединения наружных стен к несущим конструкциям здания в углах, верхней перемычечной зоне и по периметру проемов.

Кроме того, в технические решения наружных стен, приведенные в настоящем альбоме, внесены коррективы по замечаниям согласующих организаций – НИИСФ РААСН, Мосгорстройнадзора, Москомэкспертизы, Москомархитектуры и ГУ Центр «Энлаком». Основные из них следующие:

– улучшены теплотехнические качества наружных стен за счет уменьшения влияния теплопроводных включений (по сравнению с первой редакцией альбома исключены тычковые ряды облицовочного кирпича, опирающиеся на кладку из ячеистобетонных блоков, утоплены гибкие соединительные связи внутрь стены, увеличена толщина утепляющего слоя из эффективного утеплителя в торцовых стенах и стенах ризалитов);

– в конструкцию наружных стен в местах их сопряжения с перекрытием включены дополнительные конструктивные меры по снижению влагонакопления в зоне возможной конденсации;

– из-за множества проблем, связанных с отклонениями проектной границы края перекрытия в монолитных зданиях варианты скрытого (с применением уголков) и закрытого (с применением плоских и угловых фасадных элементов) торцов в настоящем альбоме исключены;

– предусмотрено крепление эффективного утеплителя к внутреннему слою наружных стен специальными анкерами для крепления теплоизоляции.

Перечисленные выше конструктивные меры направлены на повышение эксплуатационной надежности наружных многослойных стен, а разработанные технические решения стен могут быть рекомендованы для применения в многоэтажных жилых и общественных зданиях высотой до 75 м.

При проектировании конкретных зданий следует:

– выполнить расчет лицевого слоя из кирпичной кладки на ветровые нагрузки и температурно-влажностные воздействия по методам, изложенным в СТО 36554501-013-2008 [3]; в соответствии с результатами расчетов назначить расстояние между вертикальными температурно-деформационными швами и армирование кирпичного облицовочного слоя, шаг и количество связей, необходимых для крепления наружных стен к несущим конструкциям здания; при назначении количества связей необходимо учитывать конструктивные требования, приведение в разделе 2;

– с учетом рекомендаций, изложенных в [4], СТО 36554501-013-2008 [3] и в настоящей пояснительной записке, принять конструктивное армирование кирпичного облицовочного слоя кладки в углах и Z-образных фрагментах цельными угловыми сетками с шагом по высоте не более чем через 2 ряда кирпичей, усилить крепление наружных стен к несущим конструкциям здания в угловых зонах, по периметру проемов и в верхней перемычечной зоне.

Для выполнения вышеперечисленных рекомендаций в проектную документацию необходимо включать фрагменты стен и узлы с решениями вертикальных и горизонтальных температурно-деформационных швов, со схемами армирования облицовочного слоя кладки и расположения соединительных связей и креплений к несущим конструкциям здания, с указанием типов связей, их шага в плане и по высоте стен.

2. Технические решения наружных многослойных стен с облицовочным слоем из кирпича.

В альбоме разработаны технические решения следующих типов наружных многослойных стен с облицовочным слоем из кирпича для применения в жилых и общественных зданиях из монолитного железобетона, строящихся в климатических условиях г. Москвы:

Тип 1 – трехслойная ненесущая стена продольных фасадов с внутренним слоем из ячеистобетонных блоков толщиной 200 мм, средним слоем из минераловатных плит типа «Роквул» и кирпичным облицовочным слоем толщиной 120 мм (сечения 1-1, 2-2, 4-4, 5-5, 6-6 листы 2-6);

Тип 2 – двухслойная ненесущая стена продольных фасадов с внутренним слоем из ячеистобетонных блоков толщиной 500 мм и кирпичным облицовочным слоем толщиной 120 мм (сечения 1-1, 2-2, 4-4, 5-5, 6-6 листы 7-11) ;

Тип 3 – трехслойные наружные стены торцов и ризалитов с несущим внутренним слоем из монолитного железобетона, средним слоем из минераловатных плит типа «Роквул» и кирпичным облицовочным слоем толщиной 120 мм (сечения 3-3, 7-7, 8-8 листы 12-14).

Все типы наружных стен разработаны для открытого решения торцов перекрытий со стороны фасадов при полном опирании стен на перекрытие:

По каждому варианту приведены разрезы наружных стен с порядовками кирпичей и блоков, узлы, детали и крепежные соединения.

2.1. Ненесущие наружные стены продольных фасадов, тип 1

Наружные стены тип 1 – ненесущие трехслойные, опираются поэтажно на консоли перекрытий, выполненных с перфорацией для установки утеплителя. Габариты утепляющих вкладышей – 800х140 мм. Толщина бетонных ребер между вкладышами – 200 мм, материал утеплителя – минераловатные плиты, обернутые в пленку.

Конструкция стены включает следующие слои:

– внутренний слой из ячеистобетонных блоков толщиной 200 мм плотностью γ=500÷600 кг/м^3, класс по прочности В 1.5.

– средний утепляющий слой из полужестких минераловатных плит типа «Роквул» толщиной 150 мм;

– наружный слой – из керамического пустотного кирпича с утолщенной наружной стенкой (толщиной 20-25 мм), либо с пустотностью до 13 %, плотность кладки $\gamma_{кл}\leq$1600 кг/м^3 , марка по прочности М 100, по морозостойкости F 75-100.

Общая толщина стены – 470 мм. Кладка наружного и внутреннего слоев принята на цементно-песчаном растворе М 75. Однако, кладка ячеистобетонных блоков в промежуточных швах между уширенными может выполнятся и на клею. Минераловатные плиты среднего слоя стены должны крепится к ячеистобетонным блокам внутреннего слоя с помощью клея и пластмассовых анкеров.

Соединение наружного и внутреннего слоев стены осуществляется гибкими связями Н-2 из коррозионостойкой стали Ø5 мм. Шаг связей по высоте – 607,5 мм, устанавливаются в уширенных швах толщиной 16 мм и крепятся к сеткам С-1 и С-2, устраиваемых в этих же уровнях по всему периметру соответственно наружного и внутреннего слоев. Шаг гибких связей по горизонтали – 500 мм, кроме участков стен перечисленных ниже, где шаг принимается 300 мм:

– по периметру проемов;

– у вертикальных температурно-деформационных швов;

– с обеих сторон угловых сопряжений стен (для закрепления углов).

Количество связей на 1 м^2 стены должно быть не менее 5-6 штук.

Для восприятия усилий от температурно-влажностных воздействий наружный облицовочный слой из кирпича армируется сетками С-1, устанавливаемыми по всему периметру наружных стен. Шаг сеток С-1 по высоте принимается:

– в верхней (надпроемной) и нижней (подпроемной) зонах – не менее, чем через 4 ряда кирпичей);

– в средней части простенков и глухих участков стен шаг может быть увеличен до 8 рядов кирпичей;

Для усиления кирпичной кладки на углах и Z-образных участках стен с целью восприятия температурно-влажностных деформаций устраиваются угловые арматурные сетки СУ из гнутых цельных стержней Ø5 В500 (Вр1), заводимые на 1,0 м от угла или до вертикального температурно-деформационного шва и устанавливаемые не более чем через 2 ряда кирпичей по высоте [4]. Сетки СУ и С-1 имеют по три продольных стержня Ø5 В500 (Вр1) и конструктивно назначаемые поперечные стержни Ø3 В500 (Вр1) с шагом 200 мм. Внутренний слой кладки из ячеистобетонных блоков армируется сетками С-2, устанавливаемыми через 607,5 мм в местах устройства гибких связей. Сетки С-1, С-2 и СУ должны быть защищены противокоррозионным покрытием (см. раздел 3).

Для снижения температурных деформаций в наружном слое облицовочной кладки устраиваются горизонтальные и вертикальные температурно-деформационные швы. Пример расположения вертикальных деформационных швов и варианты их решения даны на листах 1 и 24, 26, 28, 30, 32.

Горизонтальные температурно-деформационные швы устраиваются в уровне низа перекрытия (плиты или балки) толщиной 30 мм. Толщина назначается из условия исключения передачи нагрузки на стену от кладки вышележащего этажа и перекрытия. При этом прогиб перекрытия на краевом участке должен быть не более 15 мм, исходя из допускаемого 50%-ного обжатия упругой прокладки.

Горизонтальный шов выполняется с герметизацией вилатермом Ø50 мм с последующей расшивкой нетвердеющим герметиком для температурно-деформационных швов. Для защиты горизонтальных швов от прямого воздействия дождя в уровне перекрытий на каждом этаже предусмотрены водоотбойники из оцинкованной стали. С этой же целью вертикальные температурно-деформационные швы рекомендуется устраивать в остекленных лоджиях и балконах, а на открытых фасадах рекомендуется применять швы закрытого типа. Рекомендации по устройству горизонтальных и вертикальных температурных швов приведены в разделе 2.4.

Для защиты стены от увлажнения парами внутреннего воздуха со стороны помещения устраивается пароизоляция в виде штукатурки из полимерцементного раствора толщиной 30 мм. Возможны и другие решения штукатурного слоя с добавками латекса или жидкого стекла, при этом коэффициент паропроницаемости материала штукатурки не должен быть более 0,009 мг/м·ч·Па. Кроме того, для защиты утеплителя в опорной зоне поэтажно по верху перекрытия устраивается гидроизоляция из самоклеящегося гидроизоляционного ковра «Барьер ОС» толщиной 2-3 мм. Во избежание попадания атмосферной воды в пустоты кирпича облицовочного слоя кладки, многопустотный кирпич принят с утолщенной наружной стенкой (20-25 мм) или с пустотностью не более 13%, при этом расшивка швов кирпичной кладки должна производится либо заподлицо со стеной, либо с внешним валиком. Рекомендации по защите стен от воды и влаги даны в разделе 2.5.

Крепление наружных продольных стен к несущим конструкциям здания предусматривается:

– к внутренним поперечным стенами – двумя связями из полосовой перфорированной стали (см. узлы листы 24, 26, 28); связи располагаются в слое из ячеистобетонных блоков в местах уширенных растворных швов, армированных сетками С-2, и крепятся к железобетонным стенам двумя дюбелями 5х50 мм;

– к железобетонным продольным балкам – гибкими связями Н-1 с помощью крюкообразных анкеров с рым-болтом (см. сечения листы 2-6 и 15, 17).

Кроме того, наружный облицовочный слой продольных стен дополнительно крепится к торцам поперечных внутренних стен с помощью гибких связей Н-5 и анкеров с рым-болтом (см. листы 24, 26, 33), шаг связей по высоте – 600 мм. Все гибкие связи предусматриваются из коррозионно-стойкой стали.

Надоконные перемычки в облицовочном слое кладки выполняются из стальных уголков ∟ 100х8 по ГОСТ 8509-93, закрепленных в кладке простенков, длина их опирания на простенки – не менее 200 мм. Уголки должны иметь противокоррозионное покрытие (см. раздел 3) и быть защищены слоем штукатурки по армирующей сетке толщиной не менее 30 мм.

2.2. Ненесущие наружные стены продольных фасадов, тип 2

Наружные стены тип 2 – ненесущие двухслойные, опираются поэтажно на консольные участки перекрытия, выполненные с перфорацией для установки утеплителя. Размеры утепляющих вкладышей, устраиваемых в перекрытии по периметру наружных стен, в альбоме приняты: длина 800 мм, толщина – 200 мм, материал утеплителя – минераловатные плиты полужесткие, обернутые в пленку.

Конструкция стен включает два слоя:

- внутренний слой – из ячеистобетонных блоков толщиной 500 мм плотностью γ = 450 кг/м^3, класс по прочности В 1.5;

- наружный слой – из керамического пустотного кирпича, либо с утолщенной наружной стенкой (толщиной 20-25 мм), либо с пустотностью до 13%, с плотностью

кладки $\gamma_{кл} \leq 1600 кг/м^3$, марка по прочности - М 100, марка по морозостойкости – F75-100;

Общая толщина стены – 630 мм. Кладка стен осуществляется на цементно-песчаном растворе марки М75. Допускается кладку ячеистобетонных блоков в промежуточных швах между уширенными осуществлять на клею.

Соединение наружного и внутреннего слоев стены производится арматурными сетками-связями С-4 из арматуры Ø4 В500 (Вр1) с ячейками 50х100 мм, утопленными внутрь стены с наружной стороны на 20 мм, с внутренней – на 90 мм. Шаг сеток-связей по высоте – 607,5 мм, устанавливаются в уширенных растворных швах кладки толщиной 16 мм. На участках стен под проемами следует устанавливать не менее двух сеток-связей С-4 (шаг по высоте 300 мм). Сетки С-4 исполняют роль гибких связей между слоями кладки.

От коррозии сетки-связи должны быть защищены противокоррозионным покрытием (смотри раздел 3).

Кроме армирования стен сетками-связями С-4 наружный облицовочный слой из кирпича дополнительно армируется сетками С-1, устраиваемыми по всему периметру стен для восприятия усилий от температурных воздействий. Сетки С-1 укладываются не менее, чем через 4 ряда кирпичей по высоте стены в промежуточных швах между сетками-связями С-4. Для усиления кирпичной кладки на углах и Z-образных участках стен с целью восприятия температурно-влажностных деформаций устраиваются дополнительные угловые арматурные сетки в облицовочном слое – СУ (сетки угловые), заводимые на 1,0 м от угла или до вертикального температурно-деформационного шва. Угловые сетки СУ выполняются из гнутых цельных стержней Ø5 В500 (Вр1) и устанавливаются по высоте не более как через два ряда кладки [4]. Сетки С-1 и СУ при толщине облицовки 120 мм имеют по три продольных стержня Ø5 В500 (Вр1) и конструктивно назначаемые поперечные стержни – Ø3 В500 (Вр1) с шагом 200 мм.

Для снижения температурных деформаций в наружном слое облицовочной кладки устраиваются горизонтальные и вертикальные температурно-деформационные швы. Рекомендации по их назначению, устройству, а также защите от наружной воды аналогичны стенам тип 1 (см. раздел 2.1) и приведены подробно в разделах 2.4 и 2.5. Примеры расположения и решения вертикальных деформационных швов даны на листе 1 и узлах, листы 25, 27, 29-32.

С целью защиты элементов опорного узла стен от увлажнения парами внутреннего воздуха устраивается гидроизоляция из самоклеющегося гидроизоляционного ковра типа «Барьер ОС» толщиной 2-3 мм в двух уровнях: в верхней и нижней зонах опорного узла. Верхняя гидроизоляция устраивается по верху перекрытия по всей толщине стены, нижняя гидроизоляция – по верху ячеистобетонных блоков под перекрытием. Роль пароизоляции наружной стены выполняет принятый с внутренней стороны штукатурный слой из полимерцементного раствора толщиной 30 мм. Рекомендуются также и другие возможные варианты штукатурных слоев с уплотняющими добавками, выполняющими роль пароизоляции стен, приведены в разделе 2.5. Здесь же даны рекомендации по защите слоистых наружных стен от воды и влаги.

Крепление наружных продольных стен к несущим конструкциям здания предусматривается также, как и стен тип 1:

- к внутренним железобетонным поперечным стенам - двумя связями из полосовой перфорированной стали (см. узлы листы 25, 27, 29); связи располагаются в уширенных растворных швах в местах арматурных сеток С-4 и крепятся к поперечным стенам двумя дюбелями 5х50 мм;
- к железобетонным продольным балкам – гибкими связями Н-3 с помощью крюкообразных анкеров с рым-болтом (см. сечения стен листы 7-11 и 18, 20).

Кроме того, наружный облицовочный слой продольных стен дополнительно крепится к торцам поперечных внутренних стен с помощью гибких связей Н-5а и анкеров с рым-болтом (см. листы 25, 27, 34), шаг связей по высоте – 600 мм. Все гибкие связи предусматриваются из коррозионно-стойкой стали.

Устройство перемычек из стальных уголков ∟100х8 следует выполнять аналогично стенам тип 1 (см. раздел 2.1). Уголок-перемычка во внутреннем (ячеистобетонном) слое стен может быть заменен на ячеистобетонную перемычку.

2.3. Несущие наружные торцевые стены и стены ризалитов, тип 3.

Наружные стены тип 3 – трехслойные, состоят из внутреннего слоя - несущей монолитной железобетонной стены толщиной 160 мм (для конкретных зданий толщина определяется расчетом), среднего слоя из эффективного утеплителя толщиной 170 мм (в данном альбоме в качестве эффективного утеплителя приняты минераловатные полужесткие плиты типа «Роквул») и наружного слоя из многопустотного керамического кирпича с утолщенностью наружной стенкой (20-25 мм) или с пустотностью до 13% толщиной 120 мм. Общая толщина стены – 450 мм. Марка кирпича облицовочного слоя по прочности М100, по морозостойкости F75-100, кладка производится на цементно-песчаном растворе марки 75.

Средний и наружный слои стены полностью опираются поэтажно на монолитные железобетонные консоли перекрытий, выполненные с перфорацией для установки утеплителя. Размеры утепляющих вкладышей: длина 800, толщина 160, утеплитель-минераловатные плиты полужесткие, обернутые в пленку.

Средний утепляющий слой стены крепится к несущей монолитной железобетонной стене с помощью пластмассовых анкеров для крепления теплоизоляционных плит.

Наружный облицовочный слой для восприятия усилий от температурно-влажностных воздействий армируется в следующих уровнях:

- сетками С-1 в верхней (перемычечной) и нижней (подпроемной) зонах стен с шагом по высоте - не менее, чем через 4 ряда кирпичей, в средней части стены - шаг может быть увеличен до 8 рядов кирпичей.

- угловыми сетками СУ на угловых и Z-образных участках стен через два ряда кладки по высоте;

Крепление кирпичного облицовочного слоя к внутреннему железобетонному слою монолитной стены осуществляется гибкими связями Н-4, устанавливаемыми в уширенных швах кладки с шагом 607,5 мм по высоте стены. Гибкие связи одеваются на крюки предварительно установленных в железобетонные стены анкеров с рым-болтом с шагом по горизонтали – 500 мм, а в угловых зонах, на перемычечных и подпроемных участках стен – с шагом не более 300 мм. Количество связей на 1 $м^2$ стены должно быть не менее 5-6 штук. Связи по полю стены рекомендуется устраивать в шахматном порядке, см. л. 35.

Устройство вертикальных и горизонтальных температурно-деформационных швов показано на сечениях стен и узлах.

Защита стены от атмосферной влаги обеспечивается аналогично стенам тип 1 и 2:

- путем устройства поэтажных водоотливов из оцинкованной стали;

- применением пустотного кирпича с утолщенной наружной стенкой или с пустотностью до 13 %;

- устройством расшивочных швов заподлицо со стеной либо с внешним валиком.

В уровне перекрытия каждого этажа устраивается гидроизоляция толщиной 2-3 мм в виде ковра «Барьер ОС» фирмы «Технониколь».

Устройство надоконных перемычек из стальных уголков ∟100х8 следует выполнять аналогично стенам тип 1 (см. раздел 2.1).

2.4. Рекомендации по устройству горизонтальных и вертикальных температурно-деформационных швов и армированию кирпичного облицовочного слоя стен.

В многослойных наружных стенах при утепляющем слое из эффективного утеплителя или материала с низким коэффициентом теплопроводности наружный облицовочный слой из кирпича в зимнее время года практически не прогревается воздухом из помещений, а в летнее время наоборот, подвергается воздействию высоких температур. В результате температурных колебаний в кирпичном облицовочном слое из-за изменения длины и объема материала возникают вертикальные трещины от температурных напряжений.

Горизонтальные и вертикальные температурно-деформационные швы компенсируют эти изменения и тем самым предотвращают образование трещин в кладке. Горизонтальные температурно-деформационные швы, как правило, располагаются по всей толщине стены в уровне каждого перекрытия, их толщина принимается 30 мм с учетом ограничения прогибов элементов перекрытий. Плиты перекрытий и их консольные выступы должны рассчитываться на дополнительную краевую нагрузку от наружных навесных стен. Прогибы плит на краевых участках при толщине деформационного шва 30 мм не должны превышать 15 мм.

Расстояние между вертикальными температурно-деформационными швами зависит от конструкции слоистой стены и определяется расчетом на температурно-влажностные воздействия. Расчет следует выполнять по методике, изложенной в СТО 36554501-013-2008 «Методы расчета лицевого слоя кирпичной кладки наружных облегченных стен с учетом температурно-влажностных воздействий» [3]. Методика разработана для 3-слойных наружных стен с наружным слоем из кирпича, соединенного с внутренним слоем гибкими связями, и средним слоем из эффективного утеплителя. В соответствии с этой методикой кирпичная кладка облицовочного слоя при температурно-влажностных воздействиях испытывает осевые растягивающие усилия и растягивающие усилия вблизи углов, вызванные изгибом наружного слоя из плоскости. Наибольшие горизонтальные растягивающие напряжения (осевые усилия) в облицовочном слое кладки возникают в нижней трети стены, т. е. на высоте от опоры 1 м, в основном из-за сдерживания свободных горизонтальных перемещений кладки опорными конструкциями, а наибольшие моменты, вызывающие изгиб кладки из плоскости, действуют на углах фрагментов стен.

В соответствии с расчетами, выполненными по этой методике, расстояние между вертикальными температурно-деформационными швами в наружном облицовочном слое рассматриваемых в альбоме наружных стен для условий г. Москвы принято 10 м. При этом армирование кирпичной кладки облицовочного слоя в нижней трети стены принято через четыре ряда кирпичей (300 мм) арматурными сетками с тремя продольными стержнями Ø5 мм из арматуры класса В500 (Вр1). Поперечные стержни сеток назначены конструктивно – Ø3 мм, шаг 200 мм. Аналогичное армирование облицовочного слоя кладки принимается в верхней перемычечной зоне наружных стен. В простенках между проемами, а также в средней части протяженных глухих участков стен армирование облицовочного слоя может выполняться теми же сетками с шагом через восемь рядов кирпичей (600 мм). Изгибающие моменты, действующие на углах здания, П- и Z-образных фрагментах стен, распределены по высоте стены довольно равномерно, и армирование облицовочного слоя кладки в этих местах рекомендуется выполнять угловыми сетками с гнутыми цельными продольными стержнями 3Ø5 В500 (Вр1) и

поперечными стержнями Ø3 мм с шагом 200 мм через два ряда кладки по высоте стены [3]. Длина угловых сеток – 1,0 м от угла или до деформационного шва.

Для сопоставления приведем, что в научно-техническом отчете [1] для облегченных стен рекомендуется расстояние между вертикальными температурно-деформационными швами назначать 6- 12 м., а в [2] для аналогичного типа стен эти расстояния приведены в зависимости от расположения наружных стен относительно сторон света: северная сторона – 12-14 м, западная сторона – 7-8 м, южная сторона – 8-9 м, восточная сторона – 10-12 м.

С учетом выполненного расчета, имеющегося в настоящее время зарубежного опыта и рекомендаций [1-4], а также нормативной литературы [5, 6] на листе 1 в качестве примера дано расположение вертикальных температурно-деформационных швов в облицовочном слое наружных стен. При назначении мест расположения вертикальных температурных швов следует руководствоваться следующим:

- вертикальные швы открытого типа преимущественно должны устраиваться в остекленных лоджиях и балконах, где нет прямого воздействия на них дождевой воды (детали В, Г лист 30);
- допускается в лоджиях и балконах устраивать вертикальные швы по грани оконного или дверного проемов (узел V, л. 31, 32).
- при необходимости устройства швов на открытых участках фасадов вертикальные швы следует применять закрытого типа (детали А, Б лист 30).

В каждом случае при проектировании конкретных зданий расчетом должны быть уточнены расстояние между вертикальными температурно-деформационными швами и требуемое армирование облицовочного слоя в нижней трети стены и на углах. Учитывая, что на этих участках кирпичной кладки возникают максимальные усилия от температурных воздействий, следует конструктивно увеличить и количество гибких связей в этих местах для крепления стен с монолитными несущими конструкциями здания. С учетом выше сказанного рекомендуется горизонтальный шаг гибких связей принимать в два раза меньше, чем по полю стены, и не более 300 мм, на следующих участках:

- на углах здания;
- по периметру проемов, в том числе в верхней перемычечной зоне и вдоль монолитной балки продольных фасадов;
- вдоль вертикальных температурно-деформационных швов.

2.5. Рекомендации по защите многослойных наружных стен от влаги.

1. Во избежание попадания атмосферной влаги в толщу наружного слоя стены облицовочную кладку рекомендуется выполнять из керамического многопустотного кирпича с утолщенной наружной стенкой (толщина 20-25 мм) или с пустотностью до 13 %, а расшивку швов кладки следует производить заподлицо со стеной или с внешним валиком (выпуклой формы). Марку по морозостойкости такого кирпича следует принимать F75-100.

2. Для защиты поэтажных горизонтальных температурно-деформационных швов от непосредственного воздействия дождевой воды в уровне перекрытий необходимо устраивать водоотбойники.

3. Вертикальные температурно-деформационные швы следует назначать преимущественно в остекленных лоджиях и балконах. При необходимости их устройства на открытых участках фасадов вертикальные швы следует применять закрытого типа

4. Для защиты наружных продольных стен от увлажнения парами внутреннего воздуха со стороны помещений устраивается штукатурный слой толщиной 30 мм, выполняющий роль пароизоляции. По составу он должен состоять из жирных цементных растворов с соотношением портландцемента к песку 1:1, 1:2, водоцементного отношения В/Ц=0,6-1.0 и уплотняющих добавок. В альбоме принят вариант штукатурной гидроизоляции из полимерцементного раствора (с добавлением эмульсии ПВА), устраиваемой по сетке из стекловолокна, которая с помощью этого же раствора предварительно приклеивается к ячеистобетонным блокам. Другим вариантом штукатурной гидроизоляции может быть цементно-латексный раствор на основе стабилизированного латекса СКС-65 ГПБ. Также как и в первом решении, штукатурная гидроизоляция наносится по сетке из стекловолокна.

Возможно применение не менее эффективного решения штукатурной гидроизоляции из цементного раствора с добавлением жидкого стекла, когда в качестве вяжущего к портландцементу применяют натриевое жидкое стекло совместно с кремнефтористым натрием для уплотнения. В этом случае на 1 $м^3$ раствора добавляют 18 кг жидкого стекла. Поверхности штукатурятся по сетке из стекловолокна в два намета. Коэффициент паропроницаемости штукатурного слоя должен быть не более 0,009 мг/м·ч·Па.

Ниже приведен состав полимерцементного и цементно-латексного растворов, прошедших многолетние испытания в натурных условиях в качестве пароизоляции [16].

Состав полимерцементного раствора: сеяный песок – 40 литров (5 частей), цемент – 25 литров (3 части), эмульсия ПВА – 5 литров (0.6 части), вода – 20-25 литров (2-3 части).

Состав цементно-латексного раствора на основе стабилизированного латекса СКС-65 ГПБ: сеяный песок – 40 литров (5 частей), цемент – 25 литров (3 части), латекс СКС-65 ГПБ – 7 литров (0.8 части), вода – 20-25 литров (2-3 части).

Последовательность приготовления растворов:

1. Ведро емкостью 10 литров наполняется просеянным песком и высыпается в смеситель. Затем туда же высыпаются два с половиной ведра цемента, заливается одно ведро воды, добавляются три ведра песка и включается смеситель.

2. 5 литров эмульсии ПВА либо 7 литров латексаСКС-65 ГПБ разбавляется в ведре с водой и выливается в смеситель.

3. В процессе перемешивания в раствор добавляется столько воды, чтобы он превратился в сметанообразную массу, проверяется подвижность раствора с помощью кольца, куда наливается приготовленный раствор; при снятии кольца диаметр расплывшейся лепешки должен составлять 115-125 мм.

4. Готовая смесь применяется в течении 1 часа.

5.Для защиты опорной зоны стен от увлажнения рекомендуется устройство гидроизоляции из самоклеящегося гидроизоляционного ковра типа «Барьер ОС» толщиной 2-3 мм. В стенах тип 2 гидроизоляция устраивается в двух уровнях – по верху плиты перекрытия на всю толщину стены (над перекрытием) и по верху кладки из ячеисто-бетонных блоков (под перекрытием). Во всех случаях вкладыши из минераловатных плит в плите перекрытия рекомендуется применять обернутыми в полиэтиленовую пленку.

6. Примыкания оконных и дверных балконных блоков к граням стеновых проемов должно осуществляться в соответствии с ГОСТ 30971-2002 [24] и ГОСТ Р 52749-2007[25].

2.6. Требования к крепежным элементам

Универсальные анкеры с рым-болтом для крепления наружных стен к несущим конструкциям здания должны выполняться из высокопрочных коррозионостойких сталей. Расчетные нагрузки на анкерное крепление должны определяться в зависимости от этажности здания и шага анкеров.

При подборе типа анкера необходимо руководствоваться прочностными характеристиками, заявленными в документации фирм производителей анкерной продукции (техническими руководствами, техническими свидетельствами, техническими условиями).

Непосредственно на объекте необходимо проводить испытания анкеров на действие усилия, направленного вдоль оси анкера (на действие усилия «вырыва») в материале основания из расчета 15 шт. на одной захватке.

2.7. Теплотехнические расчеты

Выполнены теплотехнические расчеты наружных стен по откорректированному альбому технических решений многослойных продольных и торцевых наружных стен из ячеистобетонных блоков, облицованных кирпичом с толщиной слоя 120 мм.

Рассчитываются наружные стены рассматриваемого в альбоме фрагмента здания с продольными стенами тип 1 и тип 2, торцовыми стенами и стенами ризалитов тип 3.

Кладка блоков и облицовочного кирпичного слоя осуществляется на цементно-песчаном растворе с толщинами швов 11,5 мм и 16 мм.

В продольных стенах тип 1 соединительные связи между слоями – одиночного типа, расположены в швах толщиной 16 мм в местах устройства арматурных сеток наружного и внутреннего слоев. Длина термовкладышей в перекрытии – 800 мм, ширина – 140 мм, ширина ребер – 200 мм.

В продольных стенах тип 2 связи-сетки расположены в швах толщиной 16 мм с заглублением 20 мм снаружи и 90 мм от внутренней поверхности блоков.

Расстояние по вертикали между связями 600 мм.

С внутренней стороны блоков устраивается пароизоляционный штукатурный слой из полимерцементного раствора толщиной 30 мм, λ = 0,93 Вт/м °С. Длина термовкладышей в перекрытии - 800 мм, ширина - 200 мм, ребра из бетона шириной 200 мм.

Торцевые стены и стены ризалитов тип 3 имеют одиночные связи крепления к внутреннему несущему слою. Длина термовкладышей в перекрытии – 800 мм, ширина – 160 мм, толщина ребер – 200 мм.

Нормативные требования к теплозащите наружных стен

Требования к теплотехническим характеристикам конструкций содержатся в СНиП 23-02-2003 [10] и предъявляются, исходя из условий энергосбережения.

Требуемое приведенное сопротивление теплопередаче R_{req} принимают по табл. 4 СНиП 23-02-2003 [10] в зависимости от числа градусосуток отопительного периода (D_d), °С сут, в месте строительства. D_d определяется по формуле

$$D_d = (t_{int} - t_{ht})\, z_{ht},$$

где: t_{int} – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания;

t_{ht}, z_{ht} -средняя температура, °С, наружного воздуха и продолжительность, сут., периода со средней суточной температурой воздуха $t_{ext} \le 8$°С, которые принимают по СНиП 23-01-99 Строительная климатология.

Для Москвы температура воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 t_{ext} = -28°С, средняя температура воздуха периода со средней суточной температурой воздуха $t_{ext} \le 8$ °С, t_{ht} = -3,1 °С и продолжительность этого периода Z_{ht} = 214 сут.

Для рассматриваемого здания при t_{int} = 20 °С.

D_d = *(20 + 3,1) x 214 = 4943 °С · сут.*

В табл. 1 представлены нормируемые значения сопротивления теплопередаче наружных стен.

Таблица 1.

Значения нормативных требований к наружным стенам жилых зданий

NN пп	Название нормативного документа	Требуемое сопротивление теплопередаче наружного ограждения стен, $м^2$ °С/Вт	ГСОП (Dd)
1	2	3	4
	СНиП 23-01-99* СНиП II-3-79*(98), табл.1б, СНиП 23-02-2003 табл. 4	3,13*) 1,97	4943

*) Максимально / минимально.

Примечание к таблице 1.

В соответствии с п. 5.13 СНиП 23-02-2003 [10], если в результате расчета конкретных зданий удельный расход тепловой энергии на отопление окажется меньше нормируемого – табл. 9 СНиП 23-02-2003, то допускается уменьшение сопротивления теплопередаче R_{req} отдельных элементов наружных ограждений по сравнению с данными табл. 4 СНиП 23-02-2003, но не ниже минимальных величин R_{min}, определяемых по формуле (8) этого СНиП:

$R_{min} = R_{req} \cdot 0,63 = 3,13 \cdot 0,63 = 1,97\ м^2\ °С/Вт.$

Методика расчета

Определение приведенного сопротивления теплопередаче неоднородных участков наружных стен зданий проведено на ЭВМ методом численного моделирования стационарной теплопередачи в плоских двухмерных сечениях конструкций при расчетных условиях эксплуатации. Расчет осуществлялся с учетом влияния на теплопередачу примыкающих заполнений оконных проемов, а также узлов и смежных участков наружного ограждения.

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен сводится к расчету значений усредненной плотности теплового потока через ограждение с последующим вычислением значения по формуле (3):

$$R_o^r = \frac{\Delta t}{Q_{ус}}, \qquad (1)$$

где R^r - приведенное сопротивление теплопередаче;

Δt - разность температур по обе стороны ограждения (°С);

$Q_{ус}$ - плотность теплового потока через ограждение, усредненная по площади ($Вт/м^2$).

Вся наружная стена условно разбивается на n расчетных участков. Для каждого такого участка с площадью в плане S_i определяется плотность теплового потока q_i. Затем вычисляется общий поток теплоты через стену по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^{n} q_i S_i \qquad (2)$$

Усредненная плотность теплового потока через ограждение определяется по формуле:

$$Q_{ус} = Q/S, \qquad (3)$$

где S - площадь стены в плане ($м^2$).

Коэффициент теплотехнической однородности (без учета влияния металлических связей, см. ниже) наружных стен

$$r = \frac{R_o^r}{R_o^{усл}},$$

где $R_o^{усл}$ - сопротивления теплопередаче по глухой части по формуле (8) СП 23.10.2004.

Учет влияния металлических связей выполняется по формуле:

$$R_{o\,св}^{\ r} = R_o^r \cdot r_{св},$$

где $$r_{св} = \{1 + \frac{2\eta}{Z^2}(\frac{R_o^{усл}}{R_o^{св}} - 1)[1 - (1 + Z) \cdot e^{-z}]\}^{-1}, \qquad (4)$$

где $R_o^{св}$ и $R_o^{усл}$ - сопротивления теплопередаче в сечениях по связи и в отдалении от включения;

$$Z = \beta \cdot \sqrt{\frac{F_{уч}}{\pi}}\, 10^3, \qquad (5)$$

где $F_{уч}$ - площадь участка конструкции, в котором расположена связь, м^2.

e - основание натуральных логарифмов.

β и η - коэффициенты, характеризующие диаметр и вид металлической связи.

Средневзвешенное приведенное сопротивление теплопередачи на этаж здания может быть определено по формуле:

$$R_o^{r\,ср} = R_o^r \cdot 1{,}05$$

или

$$R_o^{r\,ср} = \frac{F_{пр} + F_т}{\frac{F_{пр}}{R_{о\,пр}^{\,r}} + \frac{F_т}{R_{от}^{\,r}}},$$

где:

$F_{пр}$ и $F_т$ - площади продольных и торцевых стен без световых проемов на этаже;

$R_{о\,пр}^{\,r}$, $R_{от}^{\,r}$ - приведенное сопротивление теплопередаче продольных и торцевых стен.

Расчет влияния металлических гибких связей ∅5 мм в продольных стенах тип 1

$$r^{св} = \{1 + \frac{2 \times 0{,}049}{5{,}9^2}(\frac{4{,}71}{0{,}235} - 1)[1 - (1 + 5{,}9) \cdot e^{-5{,}9}]\}^{-1} = 0{,}95$$

$$R_o^{св} = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}04}{0{,}93} + \frac{0{,}03}{0{,}93} + \frac{1}{23} = 0{,}235\ м^2\ ℃/Вт.$$

$$R_o^{усл} = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}03}{0{,}93} + \frac{0{,}2}{0{,}2*} + \frac{0{,}15}{0{,}045} + \frac{0{,}12}{0{,}64} + \frac{1}{23} = 4{,}71\ м^2\ ℃/Вт.$$

$$0{,}36$$

$$Z = 0{,}0174 \sqrt{\frac{}{3{,}14}} \times 1000 = 5{,}9$$

Расчет влияния сеток-связей С-4 ∅4 мм в продольных стенах тип 2

$$r^{св} = \{1 + \frac{2 \times 0{,}04}{1{,}75^2}(\frac{3{,}01}{0{,}311} - 1)[1 - (1 + 1{,}75) \cdot e^{-1{,}75}]\}^{-1} = 0{,}9$$

$$R_o^{св} = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}11}{0{,}93} + \frac{0{,}03}{0{,}93} + \frac{1}{23} = 0{,}311\ м^2\ ℃/Вт.$$

$$R_o^{усл} = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}11}{0{,}93} + \frac{0{,}5}{0{,}19**} + \frac{0{,}12}{0{,}64} + \frac{1}{23} = 3{,}01\ м^2\ ℃/Вт.$$

---

*) 0,2 - коэффициент теплопроводности кладки из ячеистобетонных блоков γ_c= 500 кг/м^3 с учетом растворных швов, ВТ/м °С (при $\lambda_{Б\ блоков}$=0,16 Вт/м °С)

**) 0,19 – тоже при γ_c= 450 кг/м^3 и $\lambda_{Б\ блоков}$=0,15 Вт/м °С.

$$0{,}03$$

$$Z = 0{,}0179 \sqrt{\frac{}{3{,}14}} \times 1000 = 1{,}75$$

где:

0,03 – толщина цементно-песчаного раствора (м);

0,5 – толщина ячеистобетонной кладки (м);

0,93 – коэффициент теплопроводности цементно-песчаного раствора (Вт/м°С);

0,12 и 0,64 – толщина (м) и коэффициент теплопроводности (Вт/м°С) кирпичной кладки из лицевого керамического кирпича, плотностью 1600 кг/м^3.

Расчет влияния металлических гибких связей ∅5 мм в торцовых стенах тип 3

$$r^{св} = \{1 + \frac{2 \times 0{,}049}{5{,}9^2}(\frac{4{,}19}{0{,}25} - 1)[1 - (1 + 5{,}9) \cdot e^{-5{,}9}]\}^{-1} = 0{,}98$$

$$R_o^{св} = \frac{1}{8{,}7} + \frac{0{,}1}{2{,}04} + \frac{0{,}04}{0{,}93} + \frac{1}{23} = 0{,}25\ м^2\ ℃/Вт.$$

$$1 \qquad 0{,}16 \qquad 0{,}17 \qquad 0{,}12 \qquad 1$$

$$R_o^{усл} = \frac{}{8,7} + \frac{}{2,04} + \frac{}{0,045} + \frac{}{0,64} + \frac{}{23} = 4,1975\ м^2\ ℃/Вт.$$

$$Z = 0,0174 \sqrt{\frac{0,36}{3,14}} \times 1000 = 5,9$$

Расчет приведенного сопротивления теплопередаче

Продольная стена (тип 1) - с внутренним слоем из ячеистобетонных блоков толщиной 200 мм, плотностью γ_o=500 и 600*/ кг/м^3, средним – из минеральной ваты γ_o =125 кг/м^3, толщиной 150 мм и наружным слоем из керамического кирпича толщиной 120 мм.

Сопротивление теплопередаче по глади:

$$R_o^{усл} = \frac{1,0}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,2}{0,2(0,23)*} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1,0}{23} = 4,7(4,55)*\ м^2\ ℃/Вт$$

Приведенное сопротивление теплопередаче:

$R_{o\,пр}^{r} = 4,70(4,55)* \times (0,78 \times 0,76) \times 0,95 = 2,64(2,29)*\ м^2\ ℃/Вт,$ что больше минимально допустимой величины (см. табл. 1): $R_{min}^{req} = 1,97\ м^2\ ℃/Вт$,

где: (0,78 х 0,76) = 0,592 – коэффициент теплотехнической однородности без учета влияния металлических связей (по формуле 1) (оконные откосы r = 0,76 и примыкания перекрытия r = 0,78);

0,95 – коэффициент влияния металлических связей по формуле (4).

Продольная стена (тип 2) – с внутренним слоем из ячеистобетонных блоков γ = 450 кг/м^3 толщиной 500 мм и наружным слоем из керамическогоо кирпича толщиной 120 мм.

Сопротивление теплопередаче по глади продольных стен:

$$R_o^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,5}{0,19} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23} = 3,011\ м^2\ ℃/Вт$$

*/ Для плотности ячеистобетонных блоков γ_o=600 кг/м^3 значения даны в скобках.

С учетом влияния всех теплопроводных включений приведенное сопротивление теплопередаче продольных стен равно:

$R_{o\,пр}^{r} = 3,011 \times 0,73 \times 0,9 = 1,978\ м^2\ ℃/Вт$, *что соответствует минимально допустимой величине (см. табл. 1),*

где: 0,73 и 0,9 – коэффициент теплотехнической однородности с учетом оконных откосов и примыкания перекрытия и коэффициент теплотехнической однородности влияния металлических связей.

Торцевая стена (тип 3) - с внутренним слоем из тяжелого бетона толщиной 160 мм, утеплитель – минераловатные плиты на базальтовой основе толщиной 170 мм, наружный слой – из керамического кирпича толщиной 120 мм.

Сопротивление теплопередаче по глади:

$$R_o^{усл} = \frac{1,0}{8,7} + \frac{0,16}{2,04} + \frac{0,17}{0,045} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1,0}{23,0} = 4,19\ м^2\ ℃/Вт,$$

Приведенное сопротивление теплопередаче:

$R_{o\,пр}^{r} = 4,19 \times 0,98 \times 0,81 = 3,32\ м^2\ ℃/Вт,$

где:

0,98 - коэффициент теплотехнической однородности металлических связей ($r^{св}$ (см.расчет выше));

0,81 - r узла примыкания перекрытия.

Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен на этаж: продольных - по типу 1, торцевых – по типу 3

Площадь продольных стен (без световых проемов) - 148,5 м^2;
площадь торцевых стен - 99,8 м^2;

$$R_{o\,cp}^{r} = \frac{248,3}{\frac{148,5}{2,64(2,29)} + \frac{99,8}{3,32}} = 2,87(2,62)\ м^2\,°C/Вт,$$

где: 2,64(2,29) и 3,32 – приведенное сопротивление теплопередаче продольных (тип 1) и торцевых стен (тип 3).

То же при продольных - по типу 2, торцевых – по типу 3.

$$R_{o\,cp}^{r} = \frac{248,3}{\frac{148,5}{1,97} + \frac{99,8}{3,32}} = 2,35\ м^2\,°C/Вт,$$

где: 1,97 и 3,32 – приведенное сопротивление теплопередаче продольных (тип 2) и торцевых стен (тип 3).

В табл. 2 представлены сводные результаты теплотехнического расчета наружных стен из ячеистобетонных блоков.

Таблица 2

Характеристика Продольных стен		Внутренняя штукатурка	Характеристика кирпича	Приведенное сопротивление теплопередаче наружных стен на этаж при продольных стенах, (м^2°С/Вт)	
				тип 1	тип 2
Тип 1 - ячеистобетонные блоки плотностью 500 (600) кг/м^3, толщиной 200 мм, минераловатные плиты толщиной 150 мм с облицовкой кирпичом толщиной 120 мм	Тип 2 - ячеистобетонные блоки плотностью 450 кг/м^3, толщиной 500 мм с облицовкой кирпичом толщиной 120 мм	Полимерцементный раствор толщиной 30 мм	Керамический	2,87(2,62)	2,35

Влажностный режим наружных ячеистобетонных стен

Расчет выполнен в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 [10] в годовом цикле эксплуатации зданий.

Влажностный режим наружных стен характеризуется процессами влагонакопления, зависящими от ряда внешних факторов, физических характеристик материалов, от сопротивления паропроницанию конструкции. Расчетное сопротивление паропроницанию R_{vp}, м^2 · ч · Па/мг должно быть не менее большего из требуемых сопротивлений паропроницанию R_{vp1}^{req}, из условия недопустимости накопления влаги за год эксплуатации и R_{vp2}^{req} из условия ограничения влаги в конструкции за период с отрицательными среднемесячными температурами.

Расчет произведен для наружных продольных стен с учетом того, что зона возможной конденсации располагается на внешней границе ячеистобетонных блоков или утеплителя и наружного облицовочного слоя.

В период эксплуатации в зимних условиях температура внутреннего воздуха t_{int} = =20°С, а относительная влажность φ = 55 %.

Рассчитано два типа продольных наружных стен – тип 1 и тип 2:

Тип 1 - стены состоят из ячеистобетонных блоков толщиной 200 мм плотностью γ =500 кг/м^3 (как худший для расчета вариант по сравнению с γ =600 кг/м^3), утеплителя - полужесткая минераловатная плита ЗАО «Минеральная вата», коэффициент теплопроводности 0,045 Вт/м°С (условие эксплуатации Б) , толщиной 150 мм, облицовочного слоя из керамического кирпича, толщиной 120 мм и штукатурки изнутри полимерцементным раствором толщиной 30 мм.

Тип 2 - стены состоят из ячеистобетонных блоков толщиной 500 мм плотностью γ =450 кг/м^3, облицованных керамическим кирпичом толщиной 120 мм $\gamma_{кл}$ = 1600 кг/м^3 и оштукатуренных изнутри полимерцементным раствором толщиной 30 мм.

Расчет продольной стены тип 1

Расчетное сопротивление паропроницанию наружной стены до зоны возможной конденсации (между утеплителем и облицовочным кирпичом) R_{vp}, м^2 · ч · Па/мг:

$$R_{vp} = \frac{0,03}{0,09} + \frac{0,2}{0,2} + \frac{0,15}{0,32} = 1,8\ м^2 \cdot ч \cdot Па/мг,$$

где: 0,09, 0,2 и 0,32 – коэффициенты паропроницаемости слоев штукатурки из цементно-песчаного раствора, кладки из ячеистобетонных блоков и утеплителя (мг/(м·ч·Па)).

Расчетное сопротивление паропроницанию части ограждающей конструкции, R_{vp}^{e} ($м^2 \cdot ч \cdot Па/мг$), расположенной между наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации равно:

$$R_{vp}^{e} = \frac{0,12}{0,14} = 0,86\ м^2 \cdot ч \cdot Па/мг,$$

где: 0,14 – коэффициент паропроницаемости кирпичной кладки (мг/(м·ч·Па)).

Продолжительность периодов и их средняя температура определяются по СНиП 23-01-99 [11].

Значения температур в плоскости возможной конденсации τ_i, соответствующие этим периодам, определяется по формуле

$$\tau_i = t_{int} - (t_{int} - t_i)\ (R_{si} + \Sigma R)/R_o,$$

где t_{int} - расчетная температура внутреннего воздуха (°С), принимаемая равной 20°С ;

t_i - расчетная температура наружного воздуха i-ого периода, принимаемая равной средней температуре соответствующего периода (°С);

R_{si} - сопротивление теплопередаче внутренней поверхности ограждения ($м^2$°С/Вт);

ΣR - термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации ($м^2$°С/Вт), см. ниже;

R_o - условное сопротивление теплопередаче ограждения ($м^2$°С/Вт).

Определим термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации

$$\Sigma R = \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,2}{0,2} + \frac{0,15}{0,045} = 4,36\ м^2\ ℃/Вт,$$

где $\lambda_{Б\ кладки\ блоков} = 0,2\ Вт/м \cdot ℃$.

Сопротивление теплопередаче по глади стены

$$R_o^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,2}{0,2} + \frac{0,15}{0,045} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23} = 4,7\ м^2\ ℃/Вт,$$

Установим продолжительность периодов Z сут., среднюю температуру t_i °С и рассчитаем соответствующую температуру в плоскости возможной конденсации τ_i.

Z_1 = 3 мес. Зима (январь, февраль, декабрь)

$t_1 = (-10,2) + (-9,2) + (-7,3) / 3 = -8,9℃$

$\tau_1 = 20 - (20 + 8,9)\ (0,115 + 4,36) / 4,7 = -7,48℃$

Z_2 = 4 мес. Весна – осень (март, апрель, октябрь, ноябрь)

$t_2 = (-4,3) + 4,4 + 4,3 + (-1,9) / 4 = 0,6\ ℃$

$\tau_2 = 20 - (20 - 0,6)\ (0,115 + 4,36) / 4,7 = 1,5\ ℃.$

Z_3 = 5 мес. Лето (май - сентябрь)

$t_3 = (11,9 + 16 + 18,1 + 16,3 + 10,7) / 5 = 14,6\ ℃$

$\tau_3 = 20 - (20 - 14,6)\ (0,115 + 4,36) / 4,7 = 14,85℃$

По температурам (τ_1, τ_2, τ_3) определяем парциальное давление (E_1, E_2, E_3) водяного пара: E_1 = 324 Па, E_2 = 681 Па, E_3 = 1689 Па.

Определяем парциальное давление водяного пара E, Па в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации

$E = (324 \times 3 + 681 \times 4 + 1689 \times 5) / 12 = 1012\ Па.$

Среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха e_{ext} Па за годовой период согласно СНиП 23-01-99 (табл.5а) составляет e_{ext} = 767 Па.

Парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха Па при расчетной температуре и относительной влажности

$e_{int} = 55/100 \cdot 2338 = 1286\ Па.$

$e_{ext} = (280+290+390+620+910+1240+1470+1400+1040+700+500+300)/12 = 767\ Па.$

Нормируемое сопротивление паропроницанию (из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации) (формула 16 СНиП 23.02-2003 [10]):

$$R_{vp1}^{req} = \frac{(1286 - 1012)\ 0{,}86}{1012 - 767} = 0{,}96\ м^2\ ч\ \cdot Па/мг,\ что\ меньше\ R_{vp}=1{,}8\ м^2\ ч\ \cdot Па/мг$$

Для расчета нормируемого сопротивления паропроницанию R_{vp2}^{req} из условия ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха продолжительность периода составляет 151 суток.

Средняя температура

$t_o = [(-10{,}2) + (9{,}2) + (-4{,}3) + (-1{,}9) + (-7{,}3)]/5 = -6{,}6\ ℃.$

Температуру t_o°С в плоскости возможной конденсации определяем по формулам

$t_o = 20 - (20 + 6{,}6) \cdot (0{,}115 + 4{,}36) / 4{,}7 = -5{,}3\ ℃.$

Парциальное давление водяного пара E_o, Па в плоскости возможной конденсации при t_o = - 5,3°С равно 391 Па.

Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в ячеистом бетоне

$AW_{hv} = 6\ \%.$

Средняя упругость водяного пара наружного воздуха месяцев с отрицательными средними месячными температурами равна 364 Па.

Коэффициент η:

$$\eta = 0{,}0024\ (391 - 364) \cdot 151/0{,}86 = 11{,}4.$$

Определяем нормируемое сопротивление паропроницанию R_{vp2}^{req}, м²ч·Па/мг из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха (формула 17 СНиП 23.02-2003 [10]).

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0{,}0024 \cdot 151 \cdot (1286 - 391)}{125 \cdot 0{,}15 \cdot 3 + 11{,}4} = 4{,}8\ м^2ч \cdot Па/мг$$

Так как R_{vp2}^{req}= 4,8 м²чПа/мг больше R_{vp}= 1,8 м²чПа/мг сопротивление паропроницанию конструкции стены не удовлетворяет требованиям СНиП 23-02-2003. Требуется устройство пароизоляции со стороны помещений, например в виде штукатурного слоя из цементно-песчаного раствора с уплотняющими добавками: эмульсии ПВА, латекса или жидкого стекла. В этом случае при толщине штукатурки 30 мм коэффициент паропроницаемости слоя должен быть не более η = 0,009 мг/м·ч·Па.

Альтернативным решением может быть устройство в конструкции стены вентилируемого зазора между утеплителем и облицовочным слоем из кирпича.

Расчет продольной стены тип 2

Расчетное сопротивление паропроницанию наружной стены до зоны возможной конденсации (между ячеисто-бетонными блоками и облицовочным кирпичом) R_{vp}, м² · ч · Па/мг:

$$R_{vp} = \frac{0{,}03}{0{,}09} + \frac{0{,}5}{0{,}22} = 2{,}6\ м^2 \cdot ч \cdot Па/мг,$$

где: 0,09 и 0,22 – коэффициенты паропроницаемости слоев (штукатурки из цементно-песчаного раствора и кладки из ячеистобетонных блоков)(мг/(м·ч·Па)).

Расчетное сопротивление паропроницанию части ограждающей конструкции, R_{vp}^{e}, м² · ч · Па/мг, расположенной между наружной поверхностью и плоскостью возможной конденсации равно:

$$R_{vp}^{e} = \frac{0{,}12}{0{,}14} = 0{,}86\ м^2 \cdot ч \cdot Па/мг,$$

где: 0,14 – коэффициент паропроницаемости кирпичной кладки.

Продолжительность периодов и их средняя температура определяются по СНиП 23-01-99 [11].

Значения температур в плоскости возможной конденсации τ_i, соответствующие этим периодам, определяется по формуле

$$\tau_i = t_{int} - (t_{int} - t_i)\ (R_{si} + \Sigma R)/R_o,$$

где t_{int} - расчетная температура внутреннего воздуха °С, принимаемая равной 20°С;

t_i - расчетная температура наружного воздуха i-ого периода, принимаемая равной средней температуре соответствующего периода (°С);

R_{si} - сопротивление теплопередаче внутренней поверхности ограждения ($м^2°С/Вт$);

ΣR - термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации ($м^2°С/Вт$), см. ниже;

R_o - сопротивление теплопередаче ограждения, равное 3,01 ($м^2°С/Вт$), см. ниже.

Определим термическое сопротивление слоя ограждения в пределах от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации

$$\Sigma R = \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,5}{0,19} = 2,66\ м^2\ °C/Вт,$$

где $\lambda_{кладки\ блоков} = 0,19\ Вт/м \cdot °C.$

Сопротивление теплопередаче по глади стены

$$R_o^{усл} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,03}{0,93} + \frac{0,5}{0,19} + \frac{0,12}{0,64} + \frac{1}{23} = 3,01\ м^2\ °C/Вт,$$

Установим продолжительность периодов Z сут., среднюю температуру t_i °С и рассчитаем соответствующую температуру в плоскости возможной конденсации τ_i.

$Z_1 = 3$ мес. Зима (январь, февраль, декабрь)

$t_1 = (-10,2) + (-9,2) + (-7,3) / 3 = -8,9 °C$

$\tau_1 = 20 – (20 + 8,9)\ (0,115 + 2,66) / 3,01 = -6,7 °C$

$Z_2 = 4$ мес. Весна – осень (март, апрель, октябрь, ноябрь)

$t_2 = (-4,3) + 4,4 + 4,3 + (-1,9) / 4 = 0,6\ °C$

$\tau_2 = 20 – (20 - 0,6)\ (0,115 + 2,66) / 3,01 = 2,0\ °C.$

$Z_3 = 5$ мес. Лето (май - сентябрь)

$t_3 = (11,9 + 16 + 18,1 + 16,3 + 10,7) / 5 = 14,6\ °C$

$\tau_3 = 20 – (20 – 14,6)\ 2,77 / 3,01 = 15,2 °C$

По температурам (τ_1, τ_2, τ_3) определяем парциальное давление (E_1, E_2, E_3) водяного пара: $E_1 = 348$ Па, $E_2 = 705$ Па, $E_3 = 1705$ Па.

Определяем парциальное давление водяного пара E, Па в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации:

$E = (348 \times 3 + 705 \times 4 + 1705 \times 5) / 12 = 1032$ Па.

Среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха e_{ext} Па за годовой период согласно СНиП 23-01-99 (табл.5а) составляет $e_{ext} = 767$ Па.

Парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха Па при расчетной температуре и относительной влажности.

$e_{int} = 55/100 \cdot 2338 = 1286$ Па.

Нормируемое сопротивление паропроницанию (из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации) (формула 16 СНиП 23.02-2003 [10]):

$$R_{vp1}^{req} = \frac{(1286 – 1032)\ 0,86}{1032 – 767} = 0,82\ м^2\ ч \cdot Па/мг.$$

Для расчета нормируемого сопротивления паропроницанию R_{vp2}^{req} из условия ограничения влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха продолжительность периода составляет 151 суток.

Средняя температура

$t_o = [(-10,2) + (9,2) + (-4,3) + (-1,9) + (-7,3)]/5 = -6,6 °C.$

Температуру t_o°С в плоскости возможной конденсации определяем по формулам

$t_o = 20 – (20 + 6,6) \cdot (2,77 / 3,0) = -4,6 °C.$

Парциальное давление водяного пара E_o, Па в плоскости возможной конденсации при $t_o = -4,6$°С равно 415 Па.

Предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в ячеистом бетоне

$AW_{hv} = 6\ \%.$

Средняя упругость водяного пара наружного воздуха месяцев с отрицательными средними месячными температурами равна 364 Па.

Коэффициент η:

$\eta = 0,0024\ (415 – 364) \cdot 151/0,86 = 21,5.$

Определяем нормируемое сопротивление паропроницанию R_{vp2}^{req}, $м^2ч \cdot Па/мг$ из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха (формула 17 СНиП 23.02-2003 [10]).

$$R_{vp2}^{req} = \frac{0{,}0024 \cdot 151 \cdot (1286 - 415)}{450 \cdot 0{,}5 \cdot 6 + 21{,}5} = 0{,}23\ м^2ч \cdot Па/мг$$

Так как R_{vp1}^{req}= 0,82 м^{2}чПа/мг и R_{vp2}^{req}= 0,23 м^{2}чПа/мг меньше R_{vp}= 2,6 м^{2}чПа/мг, влажностный режим стены удовлетворяет требованиям строительной теплотехники.

Заключение

1. Выполнены теплотехнические расчеты наружных слоистых стен, облицованных кирпичом толщиной 120 мм следующих типов:

- продольные с внутренним слоем из ячеистобетонных блоков плотностью 500 и 600 кг/м^3, толщиной 200 мм и слоем эффективного утеплителя из минераловатных плит толщиной 150 мм (тип 1);
- продольные с внутренним слоем из ячеистобетонных блоков толщиной 500 мм, плотностью 450 кг/м^3 (тип 2);
- торцевые стены и стены ризалитов – с внутренним слоем из железобетона толщиной 160 мм, утепленные минватой толщиной 170 мм (тип 3).

Расчеты показали, что все рассмотренные конструкции наружных стен имеют приведенное сопротивление теплопередаче выше минимально допустимой величины СНиП 23-02-2003 $R^{req}_{min} = 1{,}97\ м^2 \cdot ℃/Вт$.

2. Выполнены расчеты влажностного режима наружных стен тип 1 и тип 2 по методике СНиП 23-02-2003 (описание конструкций стен см. п. 1). Расчеты показали, что влажностный режим стены тип 2 – удовлетворителен, а стены тип 1 удовлетворяет требованиям СНиП 23-02-2003 в годовом цикле эксплуатации зданий и не удовлетворяет требованиям по ограничению влаги за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха. Поэтому в стенах тип 1 требуется устройство пароизоляционного слоя в виде штукатурки с уплотняющими добавками, коэффициент паропроницаемости которой при толщине 30 мм должен быть не более $\eta \le 0{,}009$ мг/м·ч·Па

Для уменьшения опасности образования конденсата в стенах тип 2 в запас рекомендуется штукатурный слой также, как и в стенах тип 1, выполнять с уплотняющими добавками. В качестве уплотняющих добавок могут применятся: эмульсия ПВА, латекс и жидкое стекло. Возможны и другие решения пароизоляции в виде обмазки внутренней грани ячеистобетонного слоя стены защитными полимерными покрытиями.

2.8. Материалы.

В представленных типах наружных стен применяются мелкоштучные материалы и эффективный утеплитель со следующими характеристиками:

Блоки из ячеистого бетона ГОСТ 31359-2007 [13] и ГОСТ 31360-2007 [26]	– плотность 450 кг/м^3; – класс бетона по прочности на сжатие В 1.5; – коэффициент теплопроводности 0,15 Вт/м^{o}С, в кладке 0,19 Вт/м^{o}С (усл. экспл. Б); – морозостойкость F25.
Блоки из ячеистого бетона ГОСТ 31359-2007 [13] И ГОСТ 31360-2007 [26]	– плотность 500(600) кг/м^3; – класс бетона по прочности на сжатие ≥ В 1.5; – коэффициент теплопроводности 0,16(0,19) Вт/м^{o}С, в кладке 0,2(0,23)Вт/м^{o}С (усл.экспл. Б); – морозостойкость F25.
Кирпич керамический многопустотный с утолщенной наружной стенкой (20-25 мм) или с пустотностью до 13% ГОСТ 530-2007	– плотность 1200-1400 кг/м^3, в кладке не более 1600 кг/м^3; – марка М100 – коэффициент теплопроводности в кладке 0,64 Вт/м^{o}С (усл. экспл. Б); – морозостойкость F75-100;
Полужесткая минераловатная плита ЗАО «Минеральная вата» ТУ 5762-011-45757203-02	– плотность 90 кг/м^3; – коэффициент теплопроводности 0,045 Вт/м^{o}С (усл. экспл. Б);

Для конкретных зданий применяемые материалы наружных стен определяются по согласованию с Заказчиком и должны быть сертифицированы и соответствовать действующим нормам и правилам.

Армирование кладки наружных стен, установка гибких связей, крепление кладки к несущим конструкциям определяются расчетом для каждого конкретного здания, а также конструктивными требованиями СНиП II-22-81*[5] и Пособия ... к СНиП II-22-81[6]. При этом по периметру проемов, вдоль температурно-деформационных швов и на углах фрагментов стен количество гибких связей по сравнению с расчетным увеличивается в два раза (шаг связей не более 300 мм**)**.

Кладка наружных стен выполняется на цементно-песчаном растворе марки М75. Кладка кирпичного облицовочного слоя осуществляется с расшивкой швов «заподлицо» со стеной, либо с наружным валиком.

Ячеистобетонные блоки должны соответствовать требованиям ГОСТ 31359-2007[13] и ГОСТ 31360-2007[26] и укладываться с перевязкой - смещением блоков по отношению к нижнему ряду не менее 100 мм.

3. Антикоррозийная защита.

Антикоррозийная защита стальных закладных деталей и связей в наружных стенах должна осуществляться в соответствии со СНиП 2.03.11-85[7]. С целью защиты от коррозии элементов наружных многослойных стен в разработанных конструкциях приняты следующие решения:

– гибкие связи Н-1 – Н-6 и полосовая перфорированная сталь для крепления кладки к монолитным несущим железобетонным конструкциям выполняются из коррозионностойкой стали, ГОСТ 5632-72 [15]; анкера с рым-болтом и крюкообразной головкой принимаются из коррозионостойкой высокопрочной стали;

– арматурные сетки–связи С-4 для соединения наружного облицовочного и внутреннего (из ячеистобетонных блоков) слоёв кладки, сетки армирования облицовочного слоя - С-1, С-2, СУ должны иметь противокоррозионную защиту в виде металлического (например, цинкового) покрытия; проектная толщина противокоррозионного покрытия методом горячего оцинкования (погружение в расплав) рекомендуется не менее 0,04мм (40 мкм);

– стальные уголки перемычек, закладных деталей для крепления металлических дверей и др. должны быть защищены протекторным грунтом ХВ-784 с цинковым наполнителем.

4. Огнестойкость и меры противопожарной защиты.

Конструктивные решения представленных в альбоме вариантов наружных стен разработаны в соответствии с требованиями нормативных документов, исходя из условий обеспечения требуемых пределов огнестойкости и распространения огня для наружных стен в соответствии с [8].

5. Производство работ по возведению многослойных наружных стен, облицованных кирпичом.

5.1. Основные указания по производству работ.

1. Выполнению строительных работ по стенам должны предшествовать операции по завершению строительно-монтажных работ предыдущего цикла и их приемка, а именно: необходимо составить и подписать акты на скрытые работы по железобетонным конструкциям несущих стен и перекрытий, включая разработку исполнительных чертежей краевых участков с указаниями проектных данных и отклонений, включая допущенные превышения предусмотренных проектом допусков по конструкциям, являющихся базой для последующих работ по наружным стенам (как по горизонтали, так и по вертикали).

2. Вертикальность и соосность выступающих торцевых граней перекрытий, являющихся опорой для наружных стен, должны подтверждаться поэтажно геодезической съемкой. Предельные отклонения законченных бетонных и железобетонных конструкций должны приниматься по табл. 11 СНиП 3.03.01-87 [9];

3. Выполнение работ по устройству наружных стен следует производить профессиональным составом исполнителей при наличии проекта производства работ (или технологической карты) с указаниями операций и графика работ, при обязательном составлении акта на скрытые работы и ведении технического и авторского надзора. Проект производства работ по возведению стен (или технологические карты) должны разрабатываться в соответствии с рекомендациями настоящего раздела.

5.2. Последовательность выполнения работ.

Стена тип 1.

а) Монтаж с перекрытия:

• Возведение стены начинается с кладки внутреннего слоя из ячеистобетнных блоков толщиной 200 мм; кладка производится с перекрытия каждого этажа участками высотой в этаж и длиной, равной пролету между несущими конструкциями (поперечными стенами или пилонами).

• По мере установки ячеистобетонных блоков через 2 ряда по высоте в уширенных растворных швах (16 мм) устанавливаются арматурные сетки С-2 с привязкой по проекту и гибкие связи Н-2, прикрепляемые к сетке. Кроме того, устраиваются дополнительные гибкие связи Н-2 в нижней трети стены, включая подпроемные участки, в угловых зонах, в простенках вдоль вертикальных граней проемов (см. фрагмент 1, лист 33).

• В уровнях уширенных растворных швов осуществляется крепление кладки к несущим внутренним конструкциям (стенам или пилонами) с помощью двух перфорированных лент с каждой стороны.

• Завершается кладка ячеистобетонных блоков устройством температурно-деформационного шва толщиной 30 мм.

б) Монтаж со средств подмащивания:

• Для устройства теплоизоляционного и облицовочного слоев стены устраиваются средства подмащивания (см. п. 5.9.).

• Минераловатные плиты заготавливаются заранее высотой, равной расстоянию между гибкими связями, выпущенными из кладки ячеистобетонных блоков.

• Устанавливаются теплоизоляционные плиты горизонтальными рядами. После установки и приклейки плит (см. п. 5.4.) каждого ряда в горизонтальных стыках между плитами пропускаются выпущенные из внутреннего слоя гибкие связи Н-2, а швы тщательно уплотняются материалом утеплителя.

• После установки гибких связей Н-2 по всему фрагменту производится крепление плит к ячеистобетонному основанию пластмассовыми дюбелями (см. п. 5.4.).

• Производится кладка облицовочного кирпичного слоя. Кирпичная кладка армируется сетками С-1 – по проекту, а на углах – угловыми сетками СУ через 2 ряда кладки по высоте. Пропускаются гибкие связи Н-2, которые крепятся к сетке С-1 или СУ; при этом должна быть обеспечена горизонтальность связей и требуемая по проекту длина анкеровки – не менее 100 мм.

• В местах примыкания к поперечным несущим стенам кирпичная облицовочная кладка дополнительно крепится к торцам этих стен с помощью гибких связей Н-5; связи Н-5 располагаются в уширенных растворных швах, одеваются на предварительно установленные в торцах стен рым-болты и крепятся к сеткам С-1 или СУ.

• В верхней части облицовочная кирпичная кладка по всей длине продольных стен крепится с помощью гибких связей Н-1 к монолитной балке, в которой предварительно на уровне верхнего уширенного шва сверлятся отверстия и устанавливаются анкера с рым-болтом. Шаг связей по горизонтали из-за излома стен и изрезанности проемами - 300 мм.(см. фрагмент 1, лист 33).

• Завершается кладка облицовочного слоя устройством горизонтального температурно-деформационного шва.

Стена тип 2.

а) Монтаж с перекрытия:

• Возведение стены начинается с кладки внутреннего слоя из ячеистобетнных блоков толщиной 500 мм; кладка производится с перекрытия каждого этажа участками высотой в этаж и длиной, равной пролету между несущими конструкциями (поперечными стенами или пилонами).

• По мере установки ячеистобетонных блоков через 2 ряда по высоте в уширенных растворных швах (16 мм) укладываются арматурные сетки-связи С-4 с привязкой от внутренней грани 90 мм. Кроме того, такие же сетки-связи дополнительно укладываются в еще одном растворном шве в подоконных участках продольных стен, из-за излома которых они не прерываясь устанавливаются по всей длине продольного фасада (см. фрагмент 1, лист 34).

• В уширенных растворных швах осуществляется крепление кладки к несущим внутренним конструкциям (стенам или пилонами) с помощью двух перфорированных лент с каждой стороны.

• Завершается кладка ячеистобетонных блоков устройством температурно-деформационного шва толщиной 30 мм.

б) Монтаж со средств подмащивания:

• Для устройства облицовочного слоя стены устанавливаются средства подмащивания (см. п. 5.9.).

• Производится кладка облицовочного слоя. Кирпичная кладка армируется сетками С-1, а на углах – угловыми сетками СУ через 2 ряда кирпичей. Пропускаются выпущенные из внутреннего слоя стены сетки-связи С-4; при укладке сеток-связей на кирпичную кладку должна обеспечиваться их горизонтальность и требуемая по проекту длина анкеровки не менее 100 мм.

• В местах примыкания к поперечным несущим стенам кирпичная кладка дополнительно крепится к торцам этих стен с помощью гибких связей Н-5а; связи Н-5а располагаются в уширенных растворных швах, одеваются на предварительно установленные в торцах поперечных стен рым-болты и крепятся к сеткам С-1 или СУ.

• В верхней части (включая перемычечную зону) облицовочная кирпичная кладка по всей длине стен крепится с помощью гибких связей Н-3 к монолитной балке, в которой предварительно на уровне верхнего уширенного шва сверлятся отверстия и устанавливаются анкера с рым-болтом, Шаг связей по горизонтали из-за излома стен и изрезанности проемами - 300 мм (см. фрагмент 1, лист 34).

• Завершается кладка облицовочного слоя устройством горизонтального температурно-деформационного шва.

Стена тип 3.

Монтаж со средств подмащивания:

• По полю железобетонной торцевой (или ризалитной) стены производится разметка мест установки рым-болтов в соответствии с проектом: через 8 рядов по высоте кирпичной кладки облицовочного слоя, в местах уширенных растворных швов (16 мм) сверлятся отверстия и устанавливаются крюкообразные анкера с рым-болтом с шагом по горизонтали 500 мм. Дополнительные рым-болты (для устройства дополнительных связей) устанавливаются по периметру проемов, в углах и вдоль вертикальных температурно-деформационных швов; шаг болтов в этих местах рекомендуется не более 300 мм.(см. фрагмент 2, лист 35). На глухих участках стен дополнительные связи устанавливаются только на углах и вдоль вертикальных температурно-деформационных швов. Общее количество связей (с учетом дополнительных) должно быть 5-6 шт/м2.

• Минераловатные плиты заготавливаются заранее высотой, равной расстоянию между рым-болтами или гибкими связями Н-4.

• Теплоизоляционные плиты устанавливаются и приклеиваются к железобетонной стене горизонтальными рядами (см. п. 5.4.). После приклейки плит

каждого ряда в стыках между плитами пропускаются гибкие связи Н-4, предварительно одетые на установленные крюки рым-болтов. Швы между гибкими связями тщательно уплотняются материалом утеплителя.

• После установки гибких связей Н-4 в слое утеплителя по всему фрагменту стены производится крепление плит утеплителя к монолитной железобетонной стене пластмассовыми дюбелями (см. п. 5.4.).

• Выполняется кладка облицовочного кирпичного слоя. Кладка армируется сетками С-1 (по проекту), а на углах – угловыми сетками СУ через 2 ряда кирпичей по высоте.

• Пропускаются ранее установленные гибкие связи Н-4, которые крепятся к сетке С-1 или СУ; при этом должны обеспечиваться горизонтальность связей и требуемая по проекту длина анкеровки не менее 100 мм.

• Завершается кладка облицовочного слоя устройством горизонтального температурно-деформационного шва.

5.3. Подготовительные работы перед устройством теплоизоляционного и облицовочного слоев.

• На площадку доставляются и подготавливаются к работе средства подмащивания, с которых будут осуществляться работы, необходимые приспособления, инвентарь и материалы; очищается рабочая зона от мусора и обеспечивается свободный доступ к рабочим местам.

• В стенах тип 1 и тип 3 до устройства теплоизоляционного слоя необходимо произвести механическую очистку поверхностей, к которым будут крепится минераловатные плиты. В случае с бетонными стенами тип 3 следует удалить подтеки бетона и цементного молока, выровнять поверхности, заделать трещины, раковины, впадины полимерцементным раствором М100-150. Влажность бетонного основания не должна превышать 5%.

• Производится доставка кирпича на объект в специально оборудованных бортовых машинах в соответствии с правилами перевозки грузов и требованиями документации по погрузке и креплению грузов на поддонах вместимостью по 200 шт, соответствующих ГОСТ 18343-80. Раствор на объект доставляется авторастворовозом СБ-89 или растворосмесителями типа СБ-69, СБ-92 и др. с выгрузкой в установку для перемешивания и выдачи раствора.

• Транспортирование и хранение плит утеплителя производится в соответствии с ГОСТ 25880-83 «Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение» и ГОСТ 10140-2003 «Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем. Технические условия». Плиты перевозят крытыми транспортными средствами всех видов в соответствии с правилами перевозки грузов, действующими на транспорте данного вида. При транспортировании плит, упакованных в транспортные пакеты, допускается использовать открытые транспортные средства. Высота штабеля плит, упакованных в бумагу или плёнку, при хранении не должна превышать 2 м.

• Подача материалов к рабочему месту должна решаться в проекте производства работ в зависимости от принятых средств подмащивания, с которых будут производиться работы.

5.4. Устройство теплоизоляционного слоя

• Фасад здания делят на захватки в зависимости от используемых средств подмащивания, а также исходя из необходимости соблюдения технической последовательности при выполнении взаимосвязанных работ. Захваткой может быть вся высота фасада, а можно фасад разделить на несколько захваток, учитывая наличие промежуточных карнизов, поясков и другие факторы. В горизонтальном направлении захваткой также может быть весь фасад или только одна секция, а может быть принят какой-либо другой способ деления фасада на захватки. Разметка фасада и установка маяков выполняется с помощью геодезических приборов, рулетки, уровня, отвеса и т.п.

• Производится установка минераловатных плит, которая предусматривает сначала их приклейку к основанию (ячеистобетонным блокам в стенах тип 1 и монолитной ж/б стене – в стенах тип 3), а затем крепление с помощью пластмассовых дюбелей. Производство работ следует вести рядами, начиная с перекрытия. Высота минераловатных плит в рядах должна соответствовать шагу гибких связей по высоте, что предусматривается заранее при нарезке плит.

Порядок работ следующий:

- укладываются плиты нижнего ряда, на каждую минераловатную плиту наносится клеевая масса в 5-6 местах участками шириной 150-180 мм с расстоянием от края плиты 130 мм.
- минераловатные плиты приклеиваются к стене;
- плиты следующих по высоте рядов приклеиваются с перевязкой швов;
- после устройства каждого ряда плит в их горизонтальных стыках пропускаются гибкие связи Н-2 (стены тип 1) или Н-4 (стены тип 3), и швы между плитами должны тщательно заделываться материалом утеплителя. В стенах тип 3 связи Н-4 предварительно одеваются на заранее установленные крюки рым-болтов (см. п. 5.2. стена тип 3)

• Для обеспечения высокого качества приклейки утеплителя и сохранения его теплотехнических свойств необходимо соблюдать следующие условия:

- после нанесения клея на плиту утеплителя он должен быть удалён от краёв плиты на ширину 1-2 см с тем, чтобы избежать его проникновения на стыки при наклейке;

- сразу после нанесения клея плиту следует наклеить на поверхность; время, прошедшее с момента нанесения клеевой смеси на поверхность плиты до приклеивания плиты к основанию, не должно превышать 20 мин. Сразу после приклеивания плиту нельзя двигать, чтобы не ослаблять соединение её с основанием;

- для обеспечения плотного прилегания плиты к основанию её необходимо вначале приложить к поверхности стены на расстоянии 2-3 см от проектного положения, а затем прижать с помощью деревянного полутёрка со смещением в проектное положение;

- при наклейке плит утеплителя необходимо обеспечивать «перевязку» стыков (по типу кирпичной кладки);

- не допускать ширины щели в стыках между плитами более 2 мм, а широкие щели заполнять специально нарезанными полосками из материала того же утеплителя. Заполнение широких щелей между плитами утеплителя штукатурным раствором или клеем не допускается;

- отклонение между плитами по толщине не должно превышать 3 мм;

- в случае образования зазора между теплоизоляционными плитами и перекрытием зазор следует заполнить и уплотнить тем же теплоизоляционным материалом;

- если плита плохо приклеилась, её надо оторвать, удалить с неё и со стены растворную смесь, покрыть тыльную сторону плиты свежей порцией растворной клеевой смеси и снова приклеить её к стене.

• Крепление плит теплоизоляции к внутреннему слою стен осуществляется в следующей последовательности:

- просверливаются отверстия в стене через плиту утеплителя для установки пластмассовых дюбелей; диаметр отверстия зависит от типа применяемого дюбеля;

- удаляется пыль из пробуренного отверстия;

- устанавливается пластиковая часть дюбеля в подготовленное отверстие с прижимом удерживающей головки дюбеля к теплоизоляционному материалу, деревянным молотком забивается стеклопластиковый стержень для расклинивания дюбеля в основании.

Количество дюбелей на 1 $м^2$ поверхности, глубину их заделки, способы сверления отверстий определяют из конкретных условий строительства. Как правило минераловатные плиты закрепляют дюбелями из расчёта 8-10 штук на 1 $м^2$.

• Плиты должны укладываться на основание вплотную друг к другу и иметь одинаковую толщину в каждом слое. Если избежать пустот не удаётся, они должны быть тщательно заделаны тем же материалом. Вся стена (за исключением проёмов) непрерывно по всей поверхности должна быть покрыта утеплителем установленной проектом толщины.

При приёмке выполненных работ по установке теплоизоляционных плит необходимо проверять непрерывность слоёв, качество отделки мест пропуска деталей конструкций через теплоизоляцию, отсутствие механических повреждений, провисания слоёв и неплотностей прилегания к основанию (СНиП 3.04.01-87, табл. 7 «Изоляционные и отделочные покрытия»).

• При устройстве теплоизоляции из полужёстких минераловатных плит следует соблюдать следующие требования, таблица 5.1

Таблица 5.1

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод, объём, вид регистрации)
Допускаемая влажность оснований не должна превышать	5%	Измерительный, не менее 5 измерений на каждые 50-70 $м^2$ поверхности покрытия, журнал работ
Отклонения плоскости изоляции по вертикали	±10 мм	Измерительный, на каждые 50-100 $м^2$ поверхности покрытия
Отклонения толщины изоляции от проектной	5…+10%, но не более 20 мм	Измерительный, не менее 3 измерений на каждые 70-100 $м^2$ поверхности покрытия после сплошного визуального осмотра, журнал работ

• Плиты утеплителя должны укладываться на основание плотно друг к другу и иметь одинаковую толщину в каждом слое. Если избежать пустот не удаётся, они должны быть тщательно заделаны тем же материалом. Вся стена (за исключением проёмов) непрерывно по всей поверхности должна быть покрыта утеплителем установленной проектом толщины.

При приёмке выполненных работ по установке теплоизоляционных плит необходимо проверять непрерывность слоёв, качество заделки мест пропуска соединительных связей через теплоизоляцию, отсутствие механических повреждений, провисания слоёв и неплотностей прилегания к основанию (СНиП 3.04.01-87, табл. 7).

• Не допускается консервация закреплённого на стене утеплителя без выполнения последующих работ.

5.5. Устройство наружного облицовочного слоя

• В качестве защиты теплоизоляционного слоя предусмотрено возведение защитной стенки из кирпича лицевого керамического (ГОСТ 530-2007). Кирпичный облицовочный слой толщиной 120 мм выполняется с опиранием на монолитное ж/б перекрытие.

Укладка кирпичей относительно друг друга должна соответствовать порядовкам кирпичей и правилам разрезки кладки с перевязкой вертикальных швов.

• Кладка облицовочного слоя каждого этажа начинается с укладки гидроизоляции самоклеющейся: подкладочный ковёр типа «Барьер ОС» фирмы «Технониколь» и устройства отлива из оцинкованного листа 0,7 мм с полимерным напылением, служащего для отвода атмосферной влаги и исключения возможности её стекания непосредственно по стене.

• При выполнении кладки необходимо соблюдать следующие правила разрезки:

- вертикальные плоскости разрезки кладки (продольные и поперечные) относительно «постели» должны быть взаимно перпендикулярными, при этом одна из них перпендикулярна, а другая параллельна лицевой поверхности кладки;

- кладку следует вести с перевязкой вертикальных швов, сдвигая кирпич на четверть или половину длины по отношению к кирпичу нижележащего ряда.

Кладка ведётся с обязательным заполнением раствором горизонтальных и вертикальных швов и расшивкой со стороны фасада.

• Толщина горизонтальных швов должна составлять: рядовых – 12 мм, уширенных – 16 мм, а вертикальных – 10 мм. Придание наружной поверхности облицовки чёткости рисунка и уплотнение раствора в швах должны достигаться расшивкой швов. Расшивку следует производить до схватывания раствора заподлицо со стеной либо с наружным валиком.

• Кладка облицовочного слоя армируется сетками С-1 (через 4 ряда кладки) и угловыми сетками СУ (через 2 ряда кладки). В местах уширенных швов (16 мм) кроме сеток С-1 должны укладываться гибкие связи Н-2 (стены тип 1), Н-3 (стены тип 3) и сетки-связи С-4 (стены тип 2), пропущенные в горизонтальных стыках плит утеплителя. Гибкие связи Н-2 и Н-3 должны быть прикреплены к сеткам С-1.

• При армировании кладки необходимо соблюдать следующие требования:

- толщина швов в армированной кладке должна превышать сумму диаметров пересекающейся арматуры не менее чем на 4 мм;

- при продольном армировании кладки стальные стержни арматуры сеток С-1, СУ по длине следует соединять между собой сваркой;

- при устройстве стыков арматуры без сварки концы гладких стержней должны заканчиваться крюками и связываться проволокой с перехлёстом стержней на 20 диаметров.

• Процесс кладки состоит из рабочих операций, выполняемых в следующей последовательности:

- установка порядовок;
- натягивание причалки;
- подача и раскладка кирпичей на стене;
- перелопачивание раствора в ящике;
- подача раствора на стену и расстилание его;
- укладка кирпича;
- проверка правильности выложенного ряда кладки;
- укладка арматурных сеток по мере возведения стены.

• Раскладку кирпичей начинают с закрепления угловых и промежуточных порядовок. Их устанавливают и выверяют по отвесу и уровню или нивелиру так, чтобы засечки для каждого ряда на всех порядовках находились в одной горизонтальной плоскости. Размеры шага деления порядовок должны соответствовать рабочим чертежам устройства стены.

• Кладка выполняется горизонтальными участками, равными по высоте расстоянию между уширенными растворными швами (8 рядов кирпичей). Каждый следующий участок выкладывается после устройства и закрепления гибких связей или сеток-связей, пропущенных через стыки плит утеплителя

• В местах временного перерыва кладки устраиваются штрабы с таким расчётом, чтобы при дальнейшем продолжении работ можно было бы обеспечить надёжную перевязку новой части кладки с ранее возведённой.

• В процессе выполнения кладки (через 0,6 м) следует проверять вертикальность её граней и углов и горизонтальность её рядов с устранением обнаруженных отклонений в пределах яруса.

• Расшивка швов осуществляется одновременно с кладкой, причём сначала расшиваются горизонтальные швы, а затем вертикальные швы.

• Во всех стенах (типы 1, 2, 3) на каждом этаже перед укладкой последнего ряда кирпичей в растворном шве кроме сеток С-1 устанавливаются гибкие связи Н-1, Н-3 и Н-4 для крепления облицовочного слоя стен к несущим конструкциям здания, для чего в монолитных продольных балках и торцевых стенах в этом уровне устраиваются анкеры с рым-болтом.

• Завершается возведение стены каждого этажа устройством горизонтального температурно-деформационного шва, состоящего из упругой плитной прокладки,

уплотнительного шнура «Вилатерм» диаметром 50 мм и заделкой герметиком для температурно-деформационных швов.

• Возведение наружных стен в зимнее время должно выполняться с кладкой облицовочного и внутреннего слоев на растворах с противоморозными добавками, обеспечивающими твердение раствора на морозе.

Кладка методом замораживания на обыкновенных растворах с последующим обогревом не рекомендуется.

Производство работ в зимнее время должно осуществляться в соответствии со СНиП 3.03.01-87 [9], «Руководством по возведению каменных и полносборных конструкций зданий повышенной этажности в зимних условиях» ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, а также в соответствии с другими нормативными документами по возведению кирпичных, крупнопанельных и монолитных зданий в зимних условиях.

5.6. Устройство горизонтальных температурно-деформационных швов.

Горизонтальные температурно-деформационные швы устраиваются на каждом этаже под элементами перекрытия (плитой и балкой) на всю толщину наружной стены и по всему периметру здания. Высота шва – 30 мм, материал заполнения швов принимается по проекту. Работы по устройству швов должны выполняться по мере завершения кладки слоев стен:

- с перекрытия для внутреннего слоя;
- со средств подмащивания для наружного кирпичного слоя;
- в местах балконов и лоджий – с плит балконов и лоджий.

5.7. Устройство вертикальных температурно-деформационных швов в облицовочном слое наружных стен закрытого типа.

Устройство вертикальных температурно-деформационных швов закрытого типа в облицовочном слое наружных стен осуществляется в соответствии с деталями А и Б на л. 30. Водозащитный элемент - компенсатор из оцинкованной стали толщиной 1,5 мм, длиной 310 мм и высотой – на этаж устанавливается между слоем утеплителя и кирпичным облицовочным слоем в следующем порядке:

• В месте устройства вертикального шва участок минераловатной плиты шириной 310 мм, симметрично расположенный относительно оси симметрии шва, на высоту этажа покрывается клеевой массой, в которую вдавливается стеклосетка шириной 310 мм.

• На пластину компенсатора, обращенную плоскостью в сторону утеплителя, наносится клеевая масса участками диаметром 150 мм в шахматном порядке через 500-600 мм по высоте, и компенсатор прижимается к минераловатной плите.

• Примерно через 20 мин после схватывания клея через компенсатор и утеплитель просверливают отверстия во внутреннем слое стены и устанавливают пластмассовые дюбели для крепления одновременно утеплителя и компенсатора.

• Вплотную к компенсатору выкладываются участки кладки облицовочного слоя стены.

• Заполнение шва снаружи осуществляется по проекту.

5.8. Требования к качеству и приемке работ.

• При производстве работ по устройству слоистых наружных стен с облицовкой кирпичом необходимо соблюдать требования СНиП 3.04.01-87 «Изоляционные и отделочные покрытия», СНиП 3.03.01-87 «Несущие и ограждающие конструкции», СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования», СНиП 12-04-2002 «Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство».

• Работы запрещается выполнять без устройства кровельного ограждения и ограждения, защищающего от атмосферных осадков фасад здания и средства подмащивания, во время дождя. Выполнение работ должно сопровождаться инженерно-техническим контролем.

• Контроль качества устройства стен должен осуществляться специальными службами строительной организации.

Производственный контроль качества работ должен включать входной контроль, операционный контроль технологических процессов и приёмочный контроль облицованной поверхности фасадов здания.

• При входном контроле проверяется комплектность рабочей документации и достаточность в ней технической документации для производства работ; проверяется соответствие применяемых материалов стандартам, наличие сертификатов соответствия, гигиенических и пожарных паспортов и т.д.

• Операционный контроль осуществляется в ходе выполнения технологических операций по устройству теплоизоляционного слоя и кирпичной кладки облицовки для обеспечения своевременного выявления дефектов и принятия мер по их предупреждению и устранению.

При операционном контроле проверяется соблюдение технологии выполнения работ, соответствие выполняемых работ рабочим чертежам, строительным нормам и правилам.

По результатам операционного контроля составляются акты освидетельствования скрытых работ, где указываются:

- шаг, диаметр, количество и расположение рым-болтов и гибких связей по высоте и в плане;
- наличие связевых и других арматурных сеток в растворных швах, их диаметр;
- наличие гидроизоляции «Барьер ОС»;
- величина опирания кирпичного облицовочного слоя на перекрытие;
- наличие антикоррозийного покрытия в сетках и уголках – перемычках;.
- горизонтальность соединительных связей и сеток;
- величина анкеровки гибких связей и сеток-связей в облицовочном слое кладки;
- высота горизонтального температурно-деформационного шва, материал и качество заполнения, соответствие заполнения шва проектным решениям.

• Каждый слой стены и отдельные элементы крепления слоев должны проходить приемочный контроль с подготовкой акта на скрытые работы (до закрытия этого слоя следующим). Акты на скрытые работы должны представляться приемочным комиссиям при сдаче объекта. При приемочном контроле производится проверка качества заполнения и формы расшивочных швов облицовочной кладки, проверяются отклонения в размерах и параметрах стен от проектных, которые не должны превышать указанных в таблице 5.2

Таблица 5.2

Проверяемые конструкции (детали)	Предельные отклонения, мм	Контроль (метод, вид регистрации)
Толщина конструкций	±15	Измерительный, журнал работ
Отметки опорных поверхностей	-10	То же
Ширина простенков	-15	Измерительный, журнал работ
Ширина проёмов	+15	“
Смещение вертикальных осей оконных проёмов от вертикали	20	“
Смещение осей конструкций от разбивочных осей	10	Измерительный, геодезическая исполнительная схема
Отклонения поверхностей и углов кладки от вертикали: - на один этаж - на здание высотой более двух этажей	 10 30	Измерительный, геодезическая исполнительная схема
Толщина швов кладки: - горизонтальных - вертикальных	 -2; +3 -2; +2	Измерительный, журнал работ
Отклонения рядов кладки от горизонтали на 10 м длины стены	15	Технический осмотр, геодезическая исполнительная схема
Неровности на вертикальной поверхности кладки, обнаруженные при накладывании рейки длиной 2 м	10	Технический осмотр, журнал работ

5.9. Основные средства подмащивания.

Основными средствами подмащивания для производства работ по устройству утеплителя и облицовки стен могут служить:

- строительные леса;
- навесные площадки;
- рабочие платформы.

Выбор средств подмащивания зависит в основном от возможностей исполнителя работ и конструктивных особенностей возводимого здания.

Учитывая зарубежный опыт, строительства при устройстве стен 1-го, 2-го типов наиболее целесообразно использовать подъемные платформы [22].

Работы по возведению стен, выходящих на балкон, осуществляются с балконной плиты.

Строительные леса

Строительные леса представляют собой каркасную пространственную систему, собираемую из отдельных элементов.

Конструкция лесов позволяет в широких пределах изменять схемы каркаса лесов в зависимости от очертания здания в плане, высоты и заданных условий производства работ.

Строительные леса могут устанавливаться на землю на всё время проведения работ, но могут и переставляться по мере возведения здания с опорой на консоли или на специально разработанную систему их крепления.

Одной из разновидностей строительных лесов являются консольные навесные леса.

Леса могут выполняться двух типов: одноярусными и двухярусными. Тип и конструкция навесных монтажных лесов определяется конструкцией здания и его несущих элементов, видом выполняемых работ.

Одноярусные навесные монтажные леса представляют собой раму с опорами, взаимодействующими с элементами здания.

Монтаж и демонтаж лесов производится грузоподъёмными кранами (башенными, стреловыми) со строповкой как обычным канатным двухветвевым стропом, так и с помощью специальных траверс.

При монтаже лесов на зданиях должны быть предусмотрены проёмы в стене, в которые монтируются опорные кронштейны, фиксируемые в проёмах посредством деревянных клиньев. В проём стены вставляется упорная прокладка.

Крепление монтажных лесов может осуществляться двумя вариантами.

Первый вариант – крепление за перекрытие посредством опорных кронштейнов и анкеров. Отверстия в перекрытиях в этом случае необходимо образовывать во время бетонирования согласно проекту производства работ.

Второй вариант – крепление за внутренние несущие стены. Крепление производится с помощью кронштейнов и пальцев.

Рабочее место рабочих включает участок возводимой стены и часть навесных лесов, где размещаются материалы и находятся рабочие. Рабочее место должно располагаться между несущими подкосными рамами. На консолях навесных лесов размещать грузы запрещено. Рабочая зона должна составлять 0,6-0,7 м.

Навесные площадки

Площадки как и навесные леса, представляют собой рамную конструкцию. Для их установки предусмотрены различные варианты креплений:

- на перекрытие с раскреплением инвентарными стойками от опалубки;
- на перекрытие с раскреплением шпильками через перекрытие (установка в основном на последнем этаже);
- в окно с раскреплением инвентарными стойками и подпорками;
- в отверстия, оставленные заранее в стене (~200х250 мм) и раскреплением упорной балкой.

Грузоподъёмность площадок составляет 2000±200 кг.

Габариты площадок:

- длина 6000÷1000 мм;
- ширина 1900÷900 мм;
- высота 4510÷1000 мм.

Так же как и подвесные леса площадки переставляются монтажным краном.

Рабочие платформы

Рабочая платформа представляет собой платформу, смонтированную на мачте.

Платформы бывают передвижные, смонтированные на базовой машине и стационарные.

Стационарная платформа с максимальной высотой подъёма до 150 м могут быть одномачтовые и двухмачтовые.

Максимальная длина платформ:

- одномачтовых до 10 м;
- двухмачтовых до 30 м.

Ширина платформ:

- одномачтовых 1,0÷2,29 м;
- двухмачтовых 1,0÷30,7 м.

Максимальная грузоподъёмность:

- одномачтовых - 1250 кг;
- двухмачтовых до 2800 кг.

5.10. Требования безопасности труда

При выполнении работ, связанных с устройством энергоэффективных стен с облицовкой кирпичом необходимо соблюдать требования, изложенные в СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования» и СНиП 12-04-2002 «Безопасность в строительстве. Часть 2. Строительное производство».

Все рабочие, занятые на этих работах, должны пройти инструктаж по технике безопасности на рабочем месте.

Допуск рабочих к выполнению работ со средств подмащивания разрешается только после осмотра их прорабом или мастером совместно с бригадиром на предмет исправности несущих конструкций.

Все настилы средств подмащивания, расположенные на высоте 1,3 м и более должны иметь ограждения высотой не менее 1,1 м. Средства подмащивания высотой свыше 4 м допускаются к эксплуатации после приёмки комиссией, назначенной

лицом, ответственным за обеспечение охраны труда в организации, и оформления актом.

Средства подмащивания в процесс эксплуатации должны осматриваться прорабом или мастером не реже чем через каждые 10 дней с записью в журнале работ.

Дополнительному осмотру подлежат средства подмащивания после дождя, ветра, оттепели, землетрясения, которые могут повлиять на несущую способность основания под ними, а также на деформацию несущих элементов. При обнаружении нарушений, касающихся несущей способности основания или деформации средств подмащивания, эти нарушения должны быть ликвидированы и средства подмащивания приняты повторно.

При эксплуатации передвижных средств подмащивания необходимо выполнять следующие требования:

- уклон поверхности, по которой осуществляется перемещение средств подмащивания в поперечном и продольном направлениях, не должен превышать величин, указанных в паспорте и инструкции завода-изготовителя по эксплуатации конкретного типа средств подмащивания;
- передвижение средств подмащивания при ветре скоростью более 10м/с не допускается;
- перед передвижением средства подмащивания должны быть освобождены от материалов и тары и на них не должно быть людей;
- двери в ограждении средств подмащивания должны открываться внутрь и иметь фиксирующее устройство двойного действия, предохраняющее их от самопроизвольного открывания.

Подвесные леса и подмости после их монтажа могут быть допущены к эксплуатации только после того, как они выдержат испытания в течение 1 часа статической нагрузкой превышающую нормативную на 20%.

Подъёмные подмости, кроме того, должны быть испытаны на динамическую нагрузку, превышающую нормативную на 10%.

Результаты испытаний подвесных лесов и подмостей должны быть отражены в акте их приёмки или в общем журнале работ.

В случаях повторного использования подвесных лесов или подмостей они могут быть допущены к эксплуатации после их освидетельствования без испытания при условии, что конструкция, на которую подвешиваются леса (подмости), проверена на нагрузку, превышающую расчётную не менее чем в два раза, а закрепление лесов осуществлено типовыми узлами (устройствами), выдержавшими необходимые испытания.

При эксплуатации средств подмащивания необходимо руководствоваться требованиями «Правил пожарной безопасности в РФ» ППБ-01-03.

Рабочие, занятые на выполнении технологических операций по устройству облицовки с утеплителем должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты.

Строительная площадка должна быть подготовлена с определением мест установки бытовых помещений, мест складирования материалов и контейнеров для сбора мусора.

6. Технико-экономические показатели многослойных стен с облицовочным слоем из кирпича (по ТСН-2001 г. Москва)

Тип стены	Сметная стоимость 1м^2 глухой части стены, руб.		Затраты труда на 1м^2 глухой части стены, чел·час.	Сметная заработная плата за 1м^2 глухой части стены, руб.	
	в базисных ценах на 01.01.2000г.	в ценах на 01.11.2009г.		в базисных ценах на 01.01.2000г.	в ценах на 01.11.2009г.
Тип 1	903,4	4512,4	6,9	84,8	890,0
Тип 2	958,9	4198,4	5,1	61,3	643,3
Тип 3*	783,1	4279,3	7,1	87,4	917,4

*/ Внутренний слой – монолитная железобетонная торцевая стена в приведенных в таблице показателях не учитывалась.

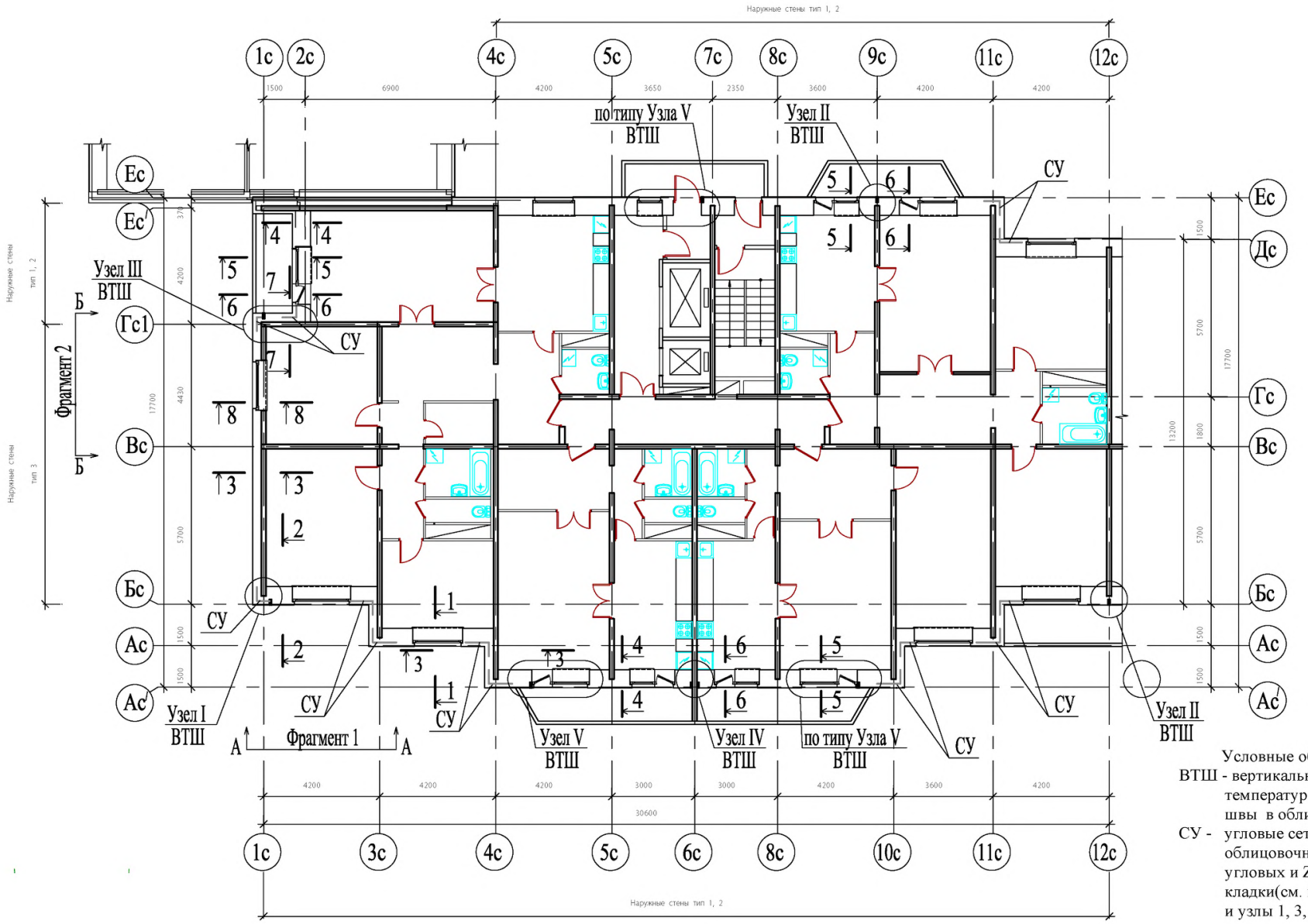
7. Литература

1. Научно-технический отчет по детальному инструментальному обследованию находящихся в аварийном состоянии фасадов жилых домов, возводимых с применением технологии облегченной кирпичной кладки, с выдачей рекомендаций для разработки проектов по ремонту. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, М. 2008.
2. Системы для облицовочной кладки. В журнале JORAHL «Крепежная техника». Берлин, 2003.
3. СТО 36554501-013-2008 Стандарт организации.

Методы расчета лицевого слоя из кирпичной кладки наружных облегченных стен с учетом температурно-влажностных воздействий. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – ФГУП НИЦ «Строительства», 2008.

4. Выписка из протокола №4 заседания секции НТС кирпичных, блочных и панельных зданий ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко по теме: «Разработка технических решений наружных многослойных стен с лицевым слоем из кирпичной кладки для климатических условий г. Москвы и Московской области» (договор №2501/5-2713-07).

5. СНиП II-22-81 «Каменные и армокаменные конструкции».
6. Пособие по проектированию каменных и армокаменных конструкций (к СНиП II-22-81).
7. СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии.
8. СНиП 21-01-97* Пожарная безопасность зданий и сооружений.
9. СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции.
10. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий.
11. СНиП 23-01-99 Строительная климатология.
12. СП 23.101.2004 Проектирование тепловой защиты.
13. ГОСТ 31359-2007 Бетоны ячеистые автоклавного твердения. Технические условия.
14. ГОСТ 18343-80 Поддоны для кирпича и керамических камней. Технические условия.
15. ГОСТ 5632-72 Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные. Марки и технические требования.
16. Окна из ПВХ-профилей фирмы «BRUGMANN». Рекомендации по монтажу и установке окон. Омск, 1998.
17. ГОСТ 25880-83 Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Упаковка, маркировка, транспортирование и хранение.
18. ГОСТ 10140-2003 Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем.
19. СНиП 3.04.01-87 Изоляционные и отделочные покрытия
20. СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве, часть 1. Общие требования.
21. СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве, часть 2. Общие требования.
22. Подъемные платформы. В журнале «Профессиональное строительство», май-июнь 2002.
23. Федеральный закон № 384-ФЗ от 30.12.2009 г. «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений».
24. ГОСТ 30971-2002 Швы монтажные узлов примыканий оконных блоков к стеновым проемам. Общие технические условия.
25. ГОСТ Р 52749-2007 Швы монтажные оконные с паропроницаемыми расширительными лентами. Технические условия.
26. ГОСТ 31360-2007 Изделия стеновые неармированные из ячеистого бетона автоклавного твердения

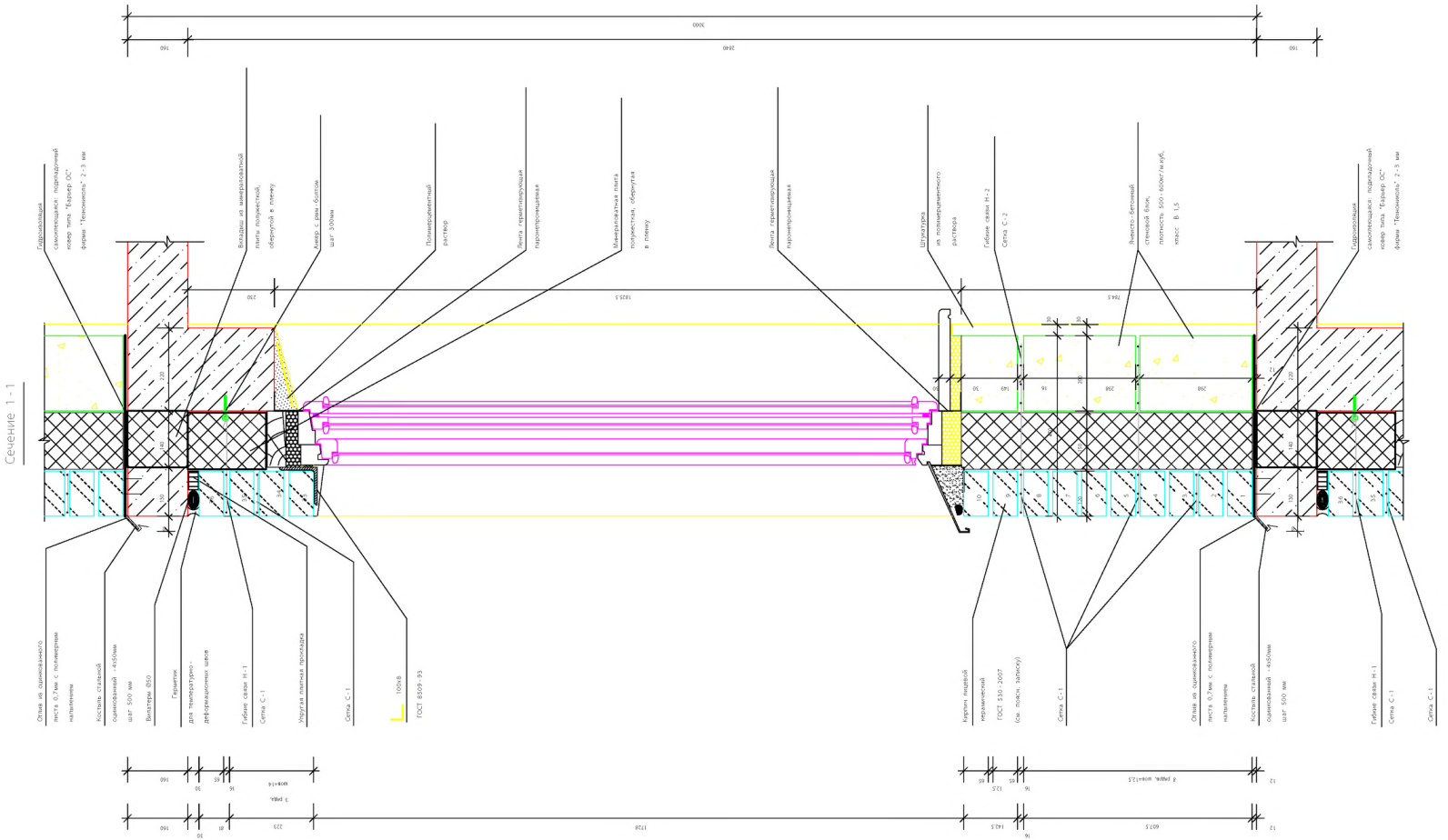


Условные обозначения:

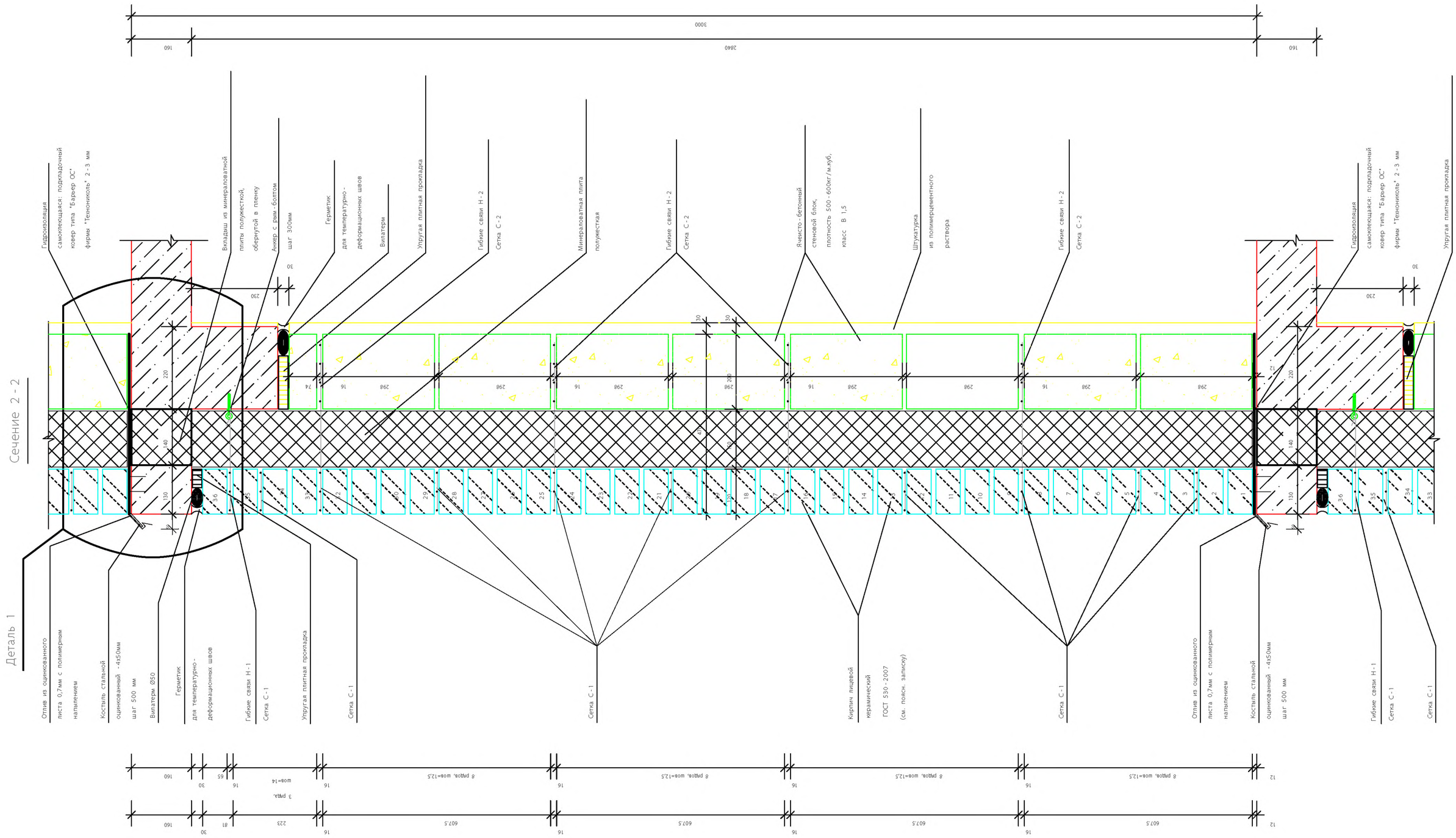
ВТШ - вертикальные температуро-деформационные швы в облицовочном слое стен

СУ - угловые сетки армирования облицовочного слоя кладки в угловых и Z-образных фрагментах кладки(см. пояснительную записку и узлы 1, 3, листы 24, 25, 28, 29)

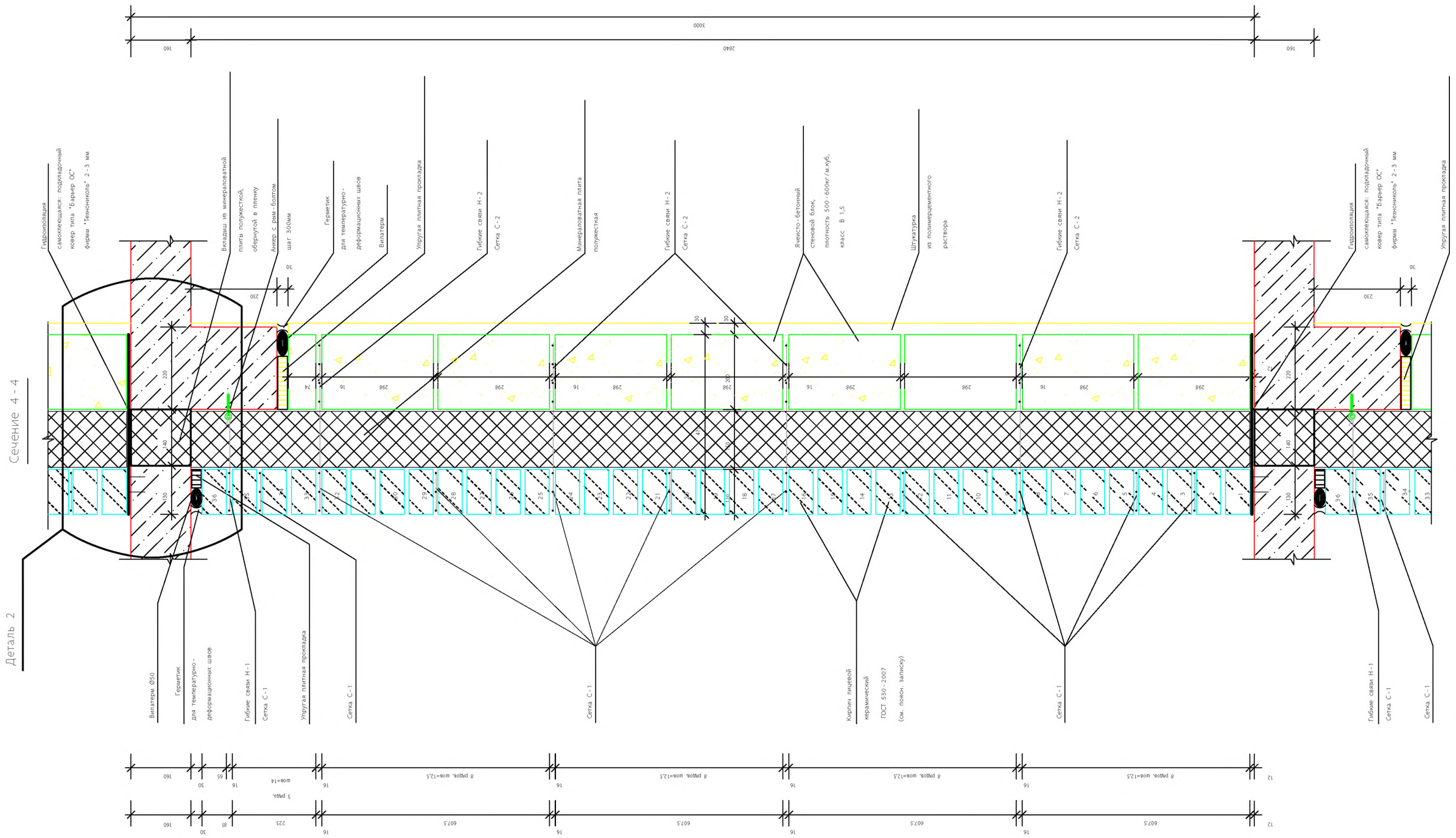
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	План типового этажа блок-секции Схема расположения вертикальных темературно-деформационных швов и угловых сеток армирования облицовочного слоя	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



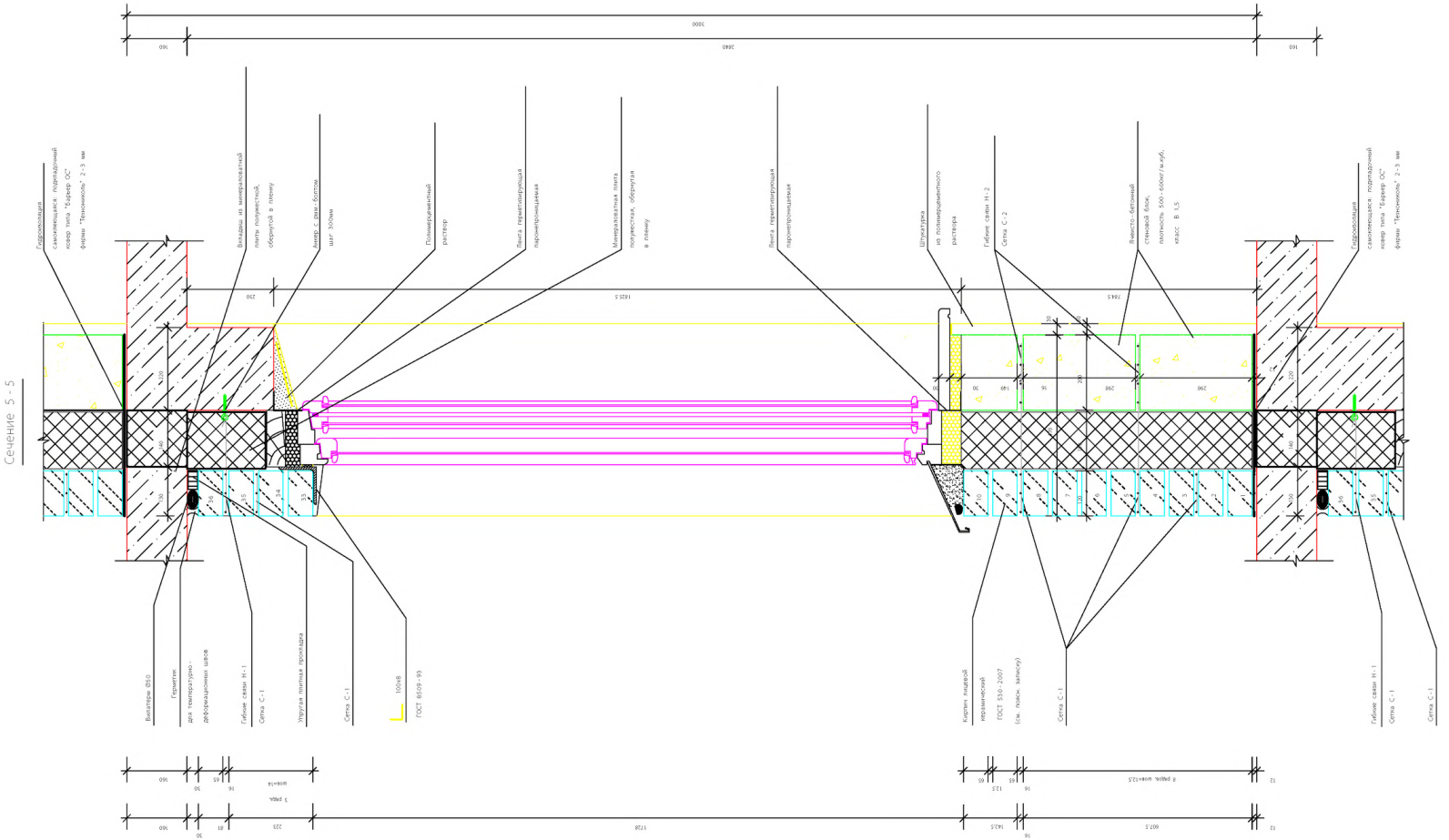
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 1 Сечение 1 - 1	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



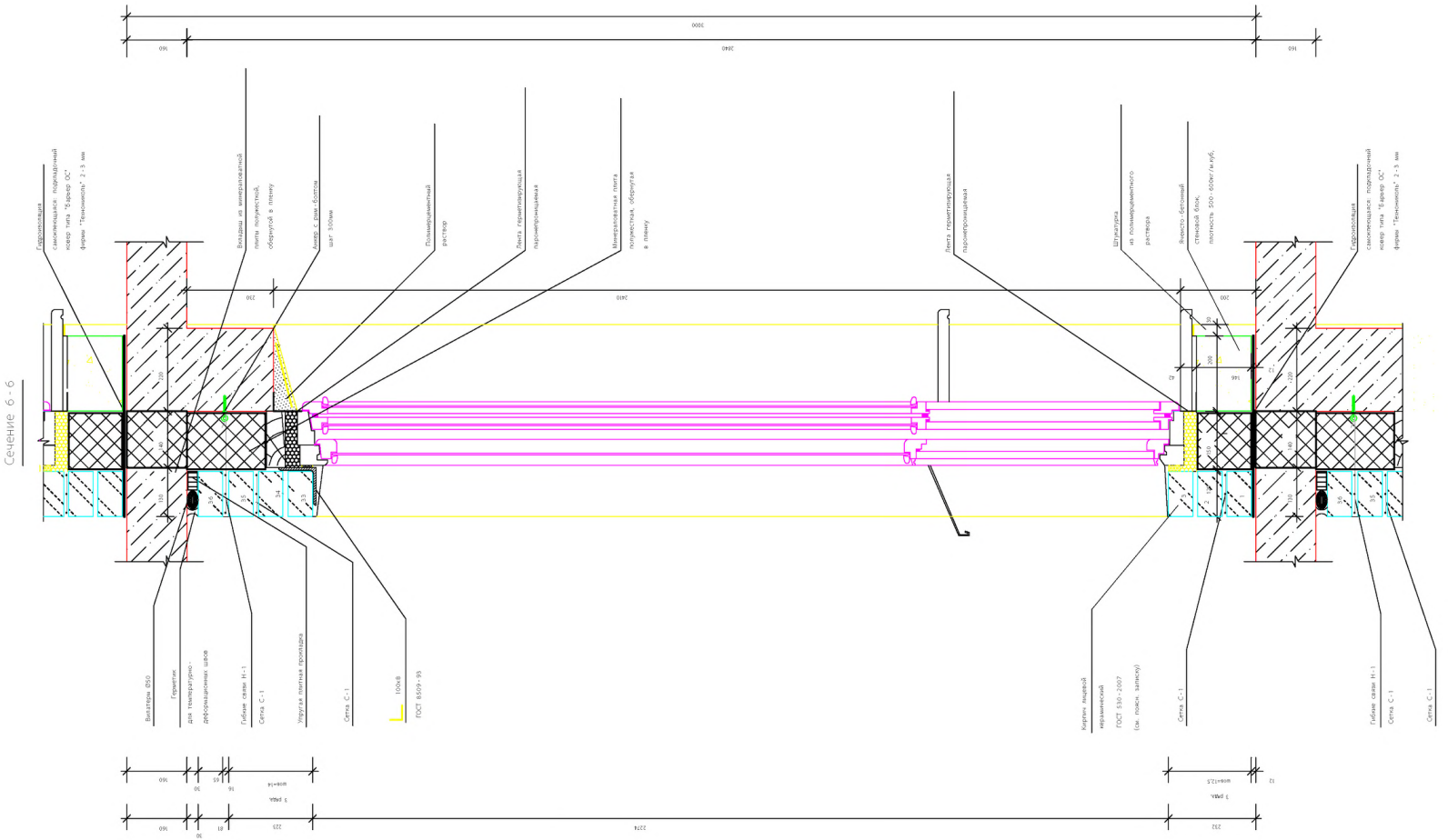
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 1 Сечение 2 - 2	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



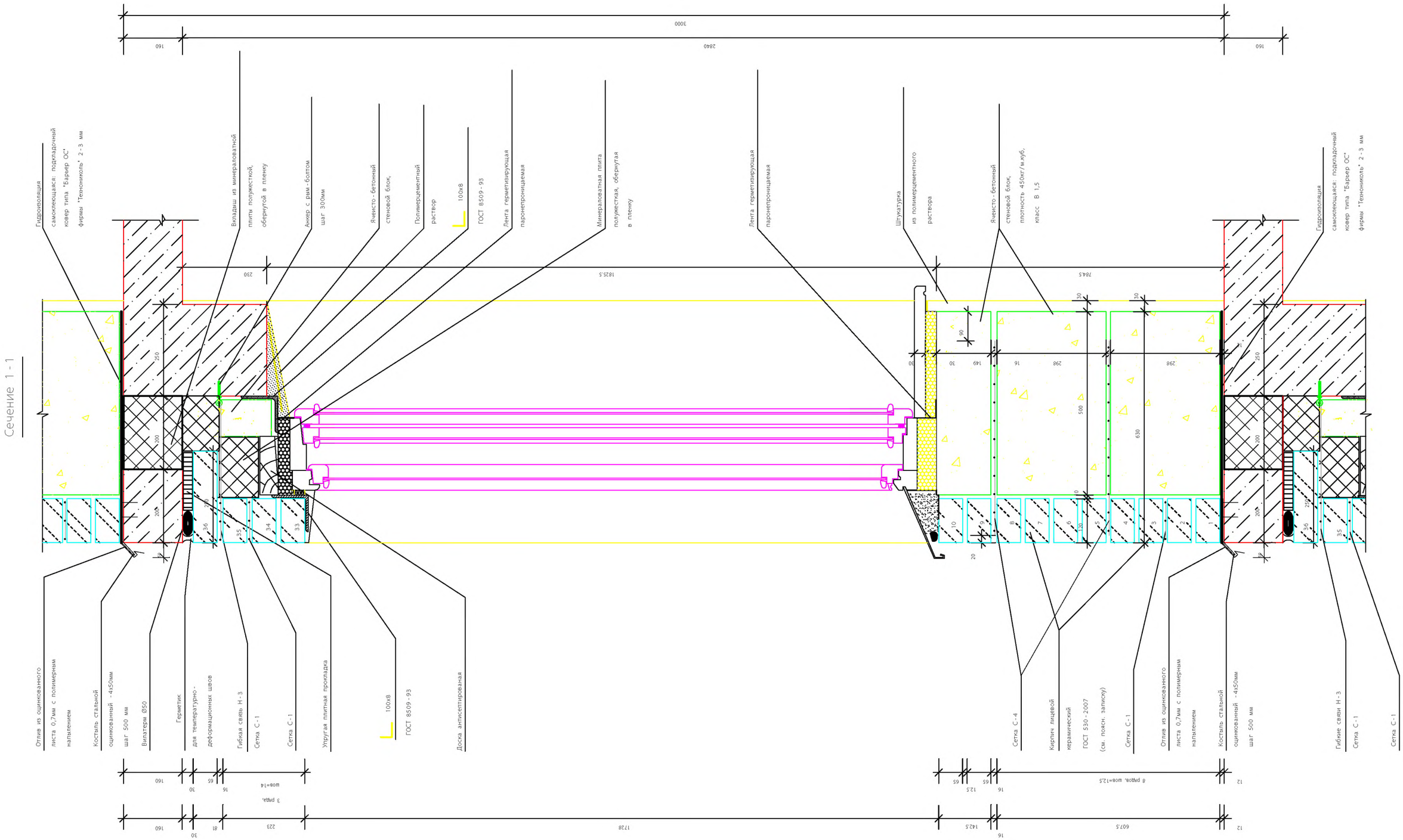
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Срена тип 1	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА
	Сечение 4 - 4	



ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 1 Сечение 5 - 5	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА

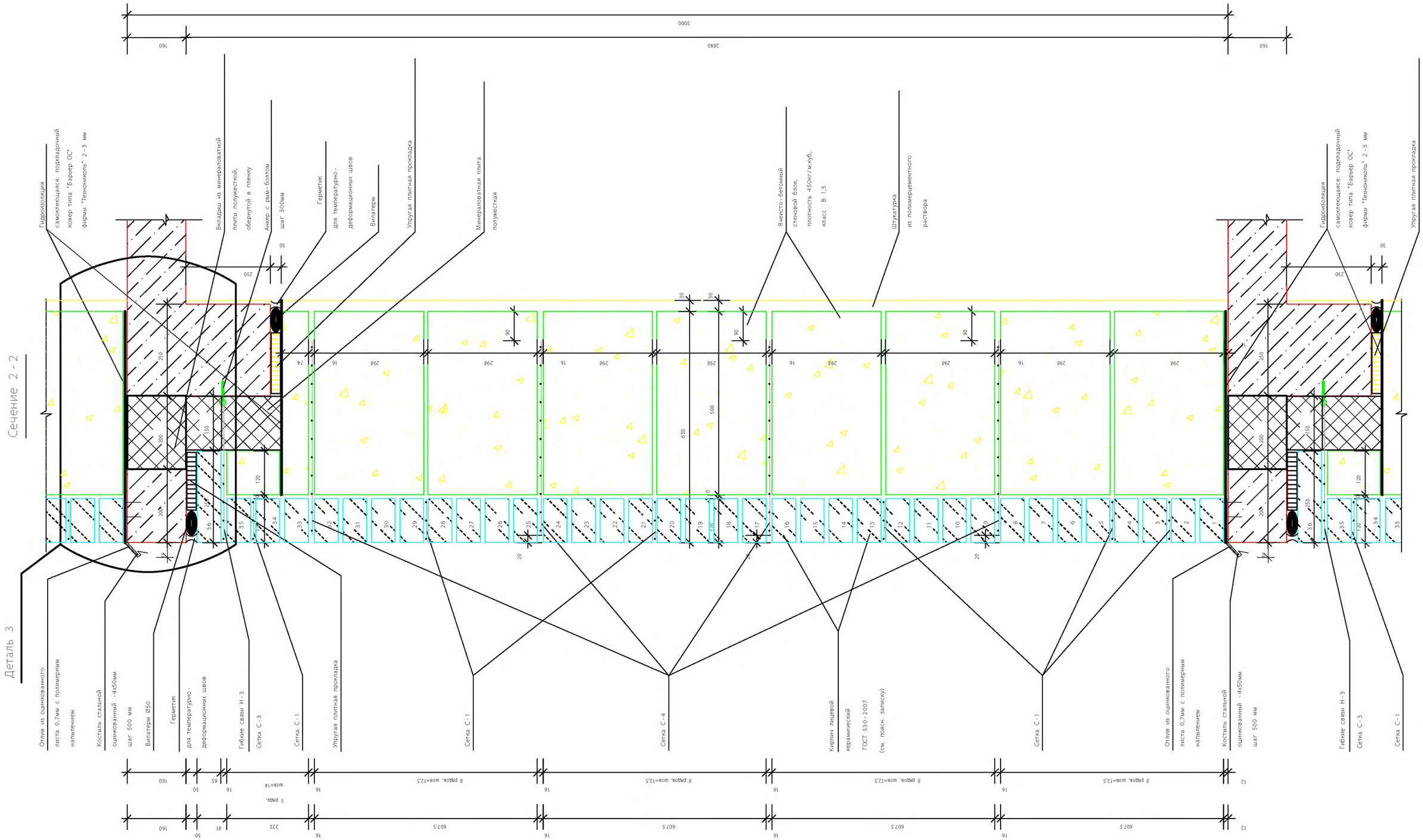


ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 1 Сечение 6 - 6	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА

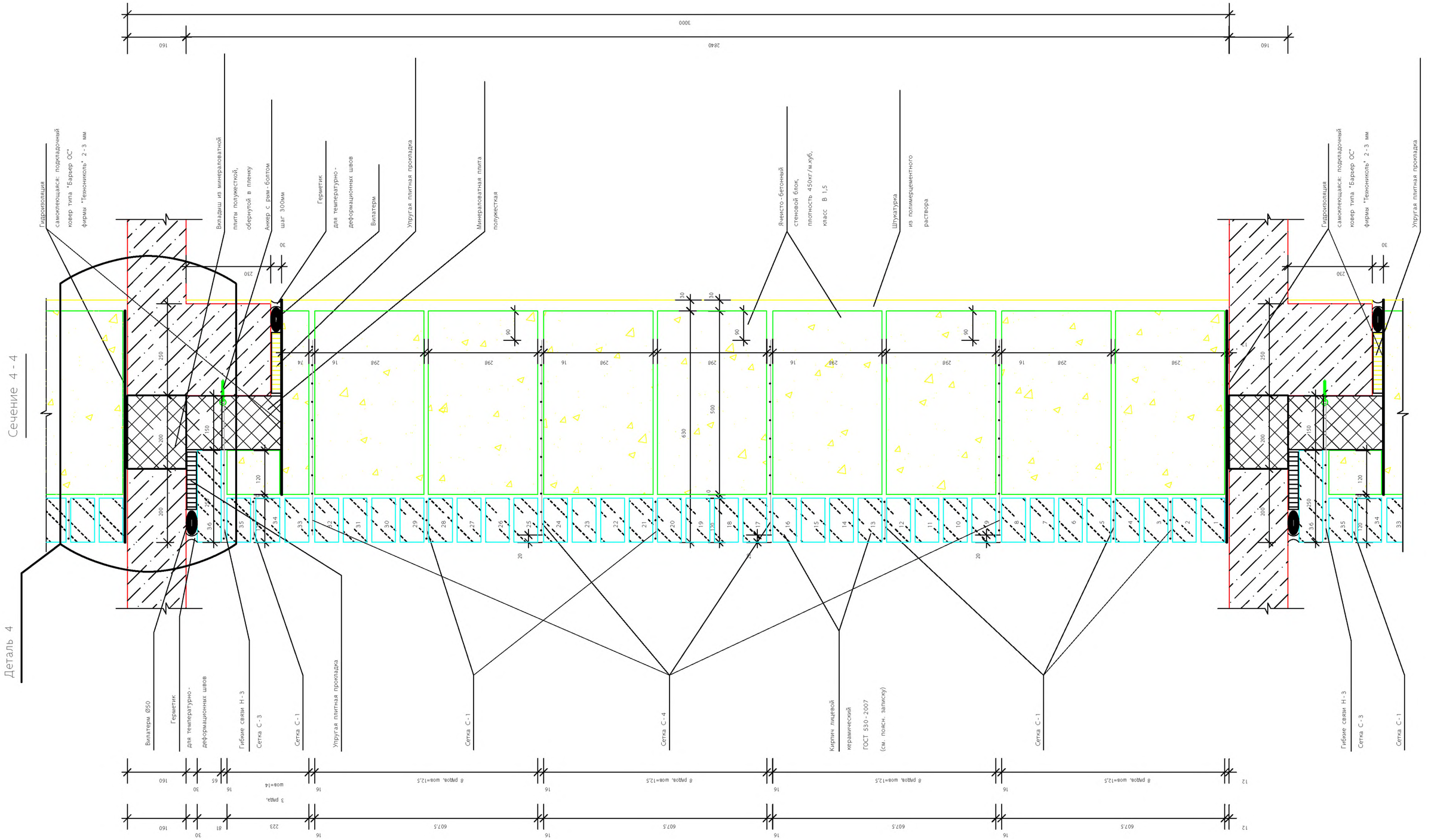


ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 2 Сечение 1 - 1	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА

Сечение 2 - 2



ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 2 Сечение 2 - 2	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



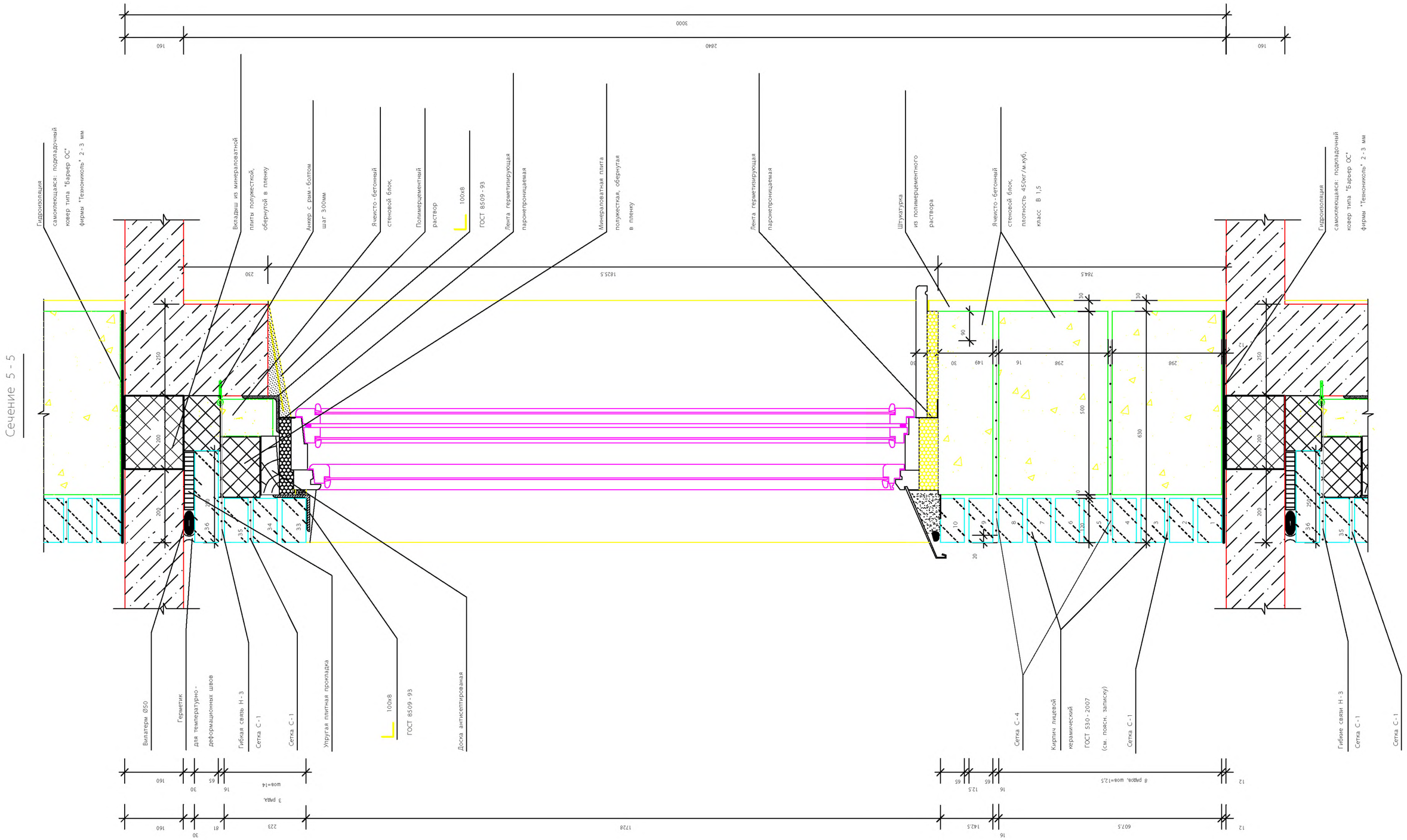
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Стена тип 2

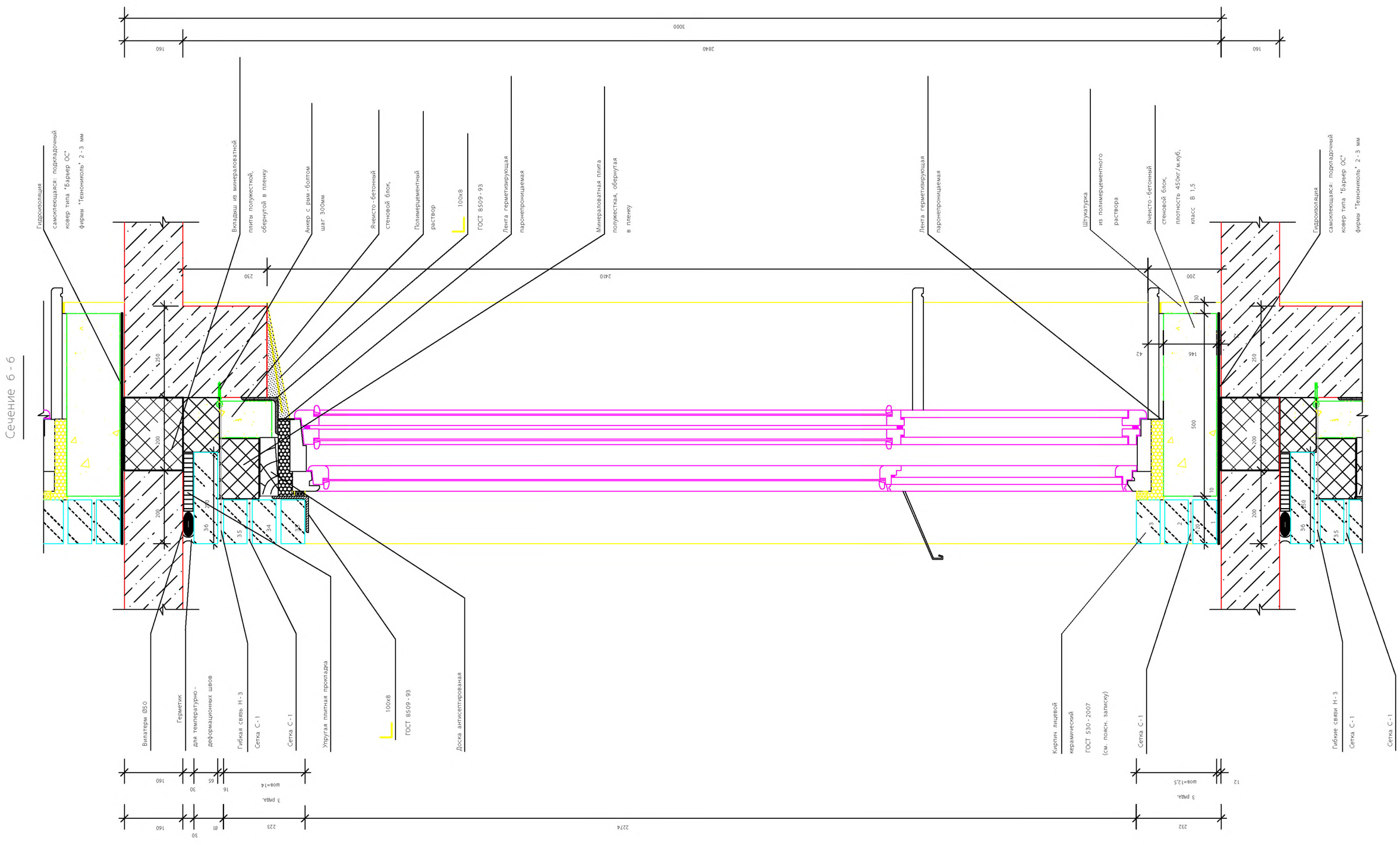
Сечение 4 - 4

ЦНИИЭП ЖИЛИЩА

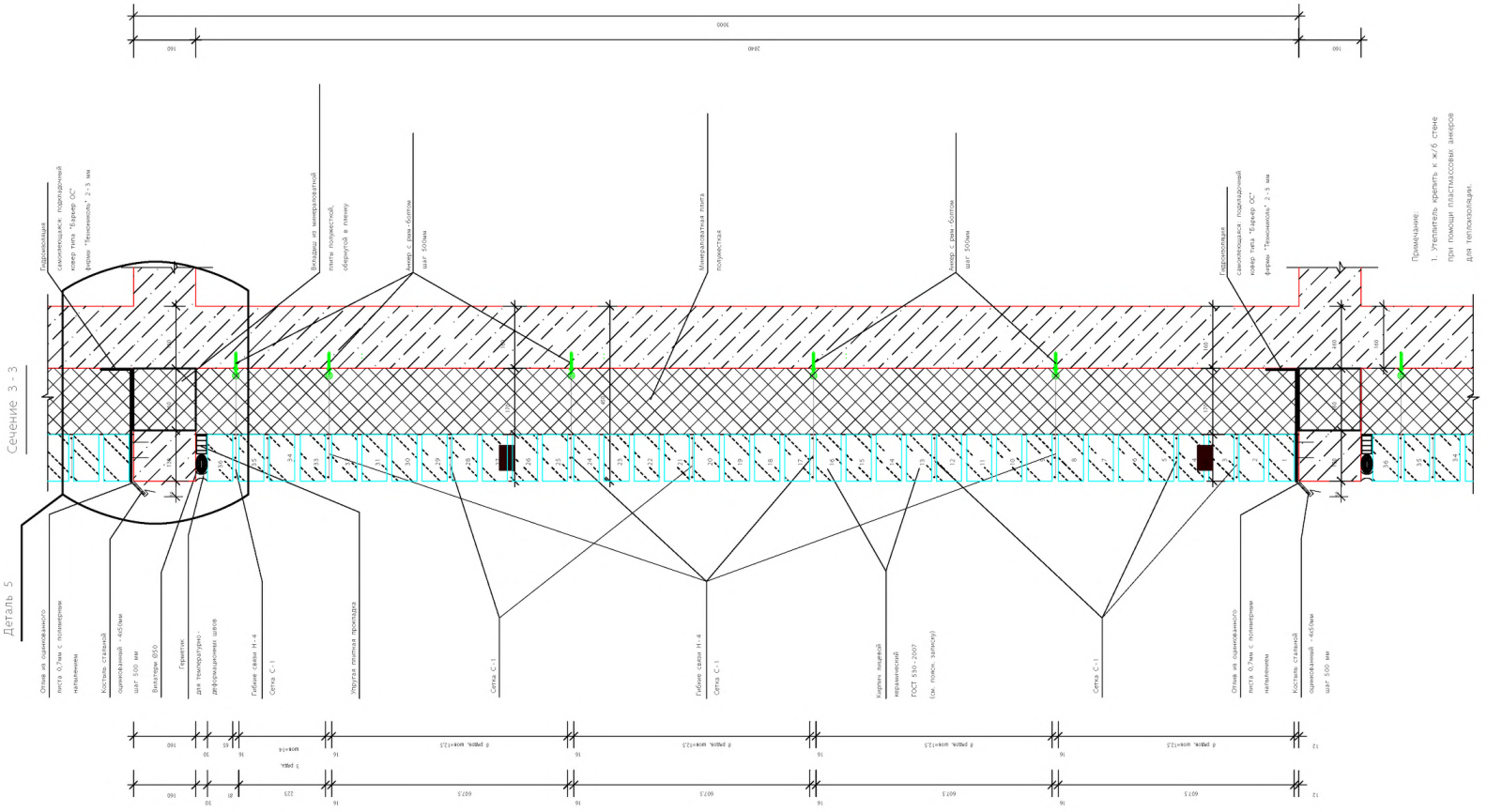
Сечение 5 - 5



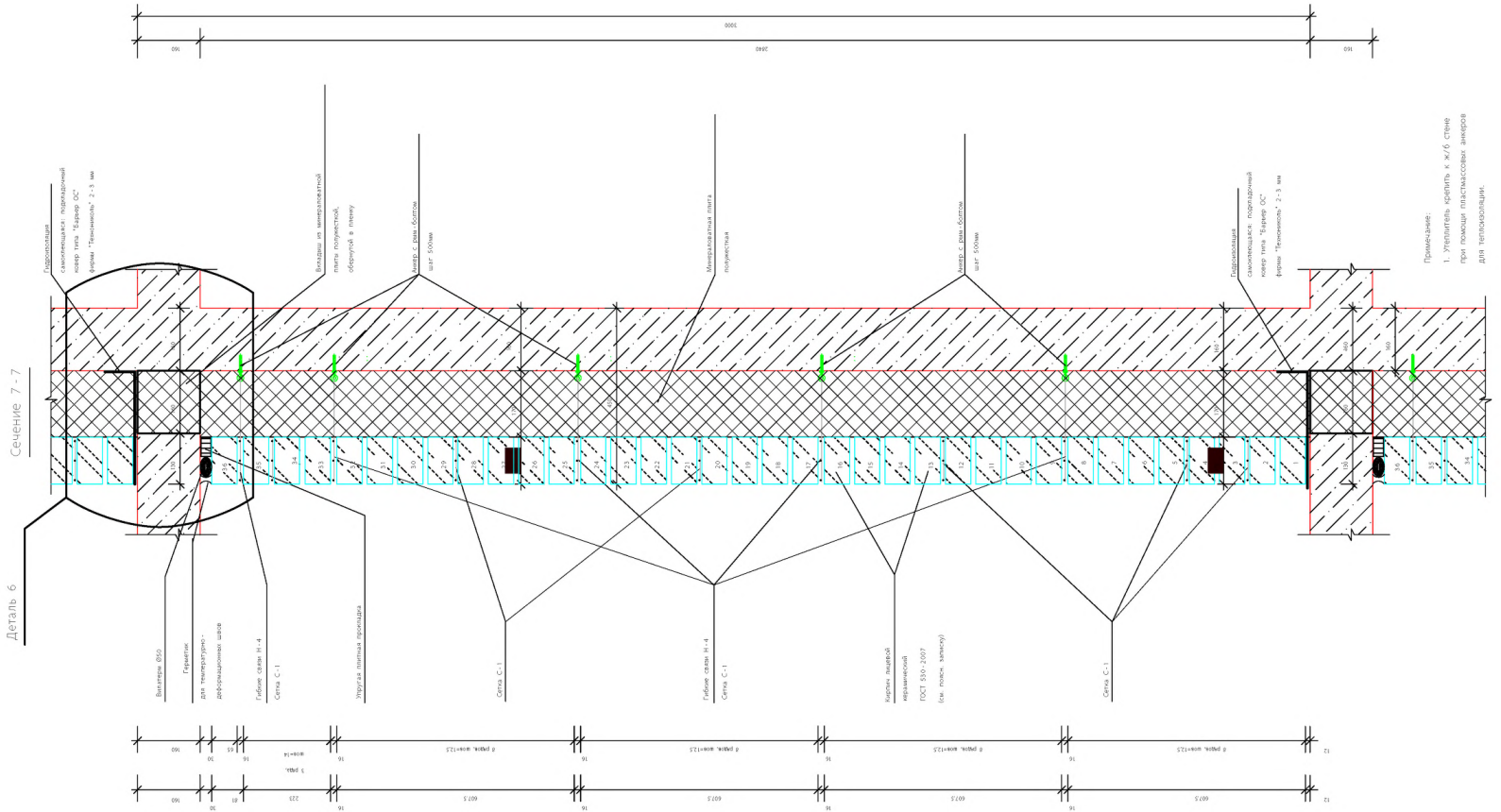
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 2 Сечение 5 - 5	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 2 Сечение 6 - 6	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 3 Сечение 3 - 3	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА

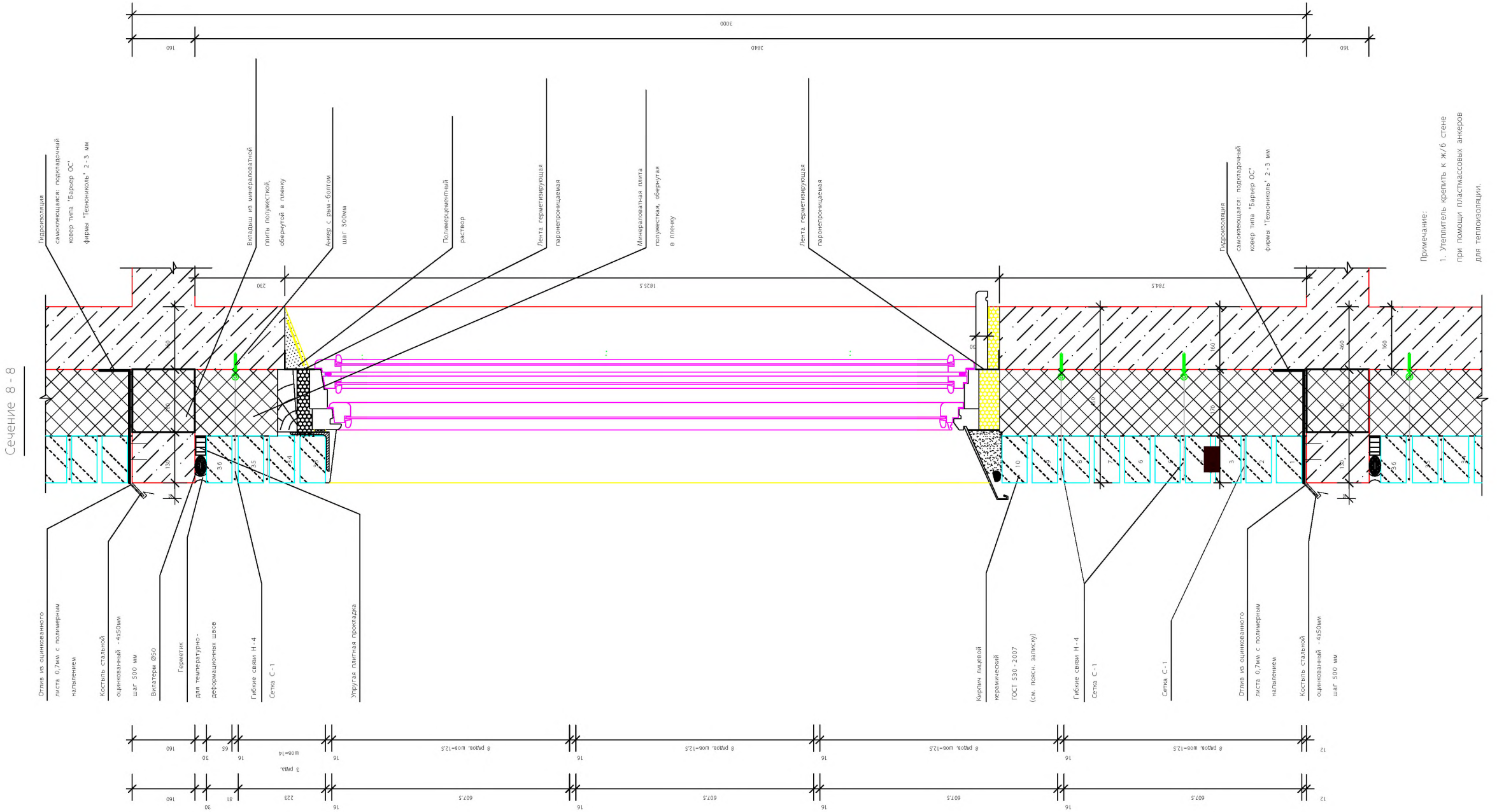


ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

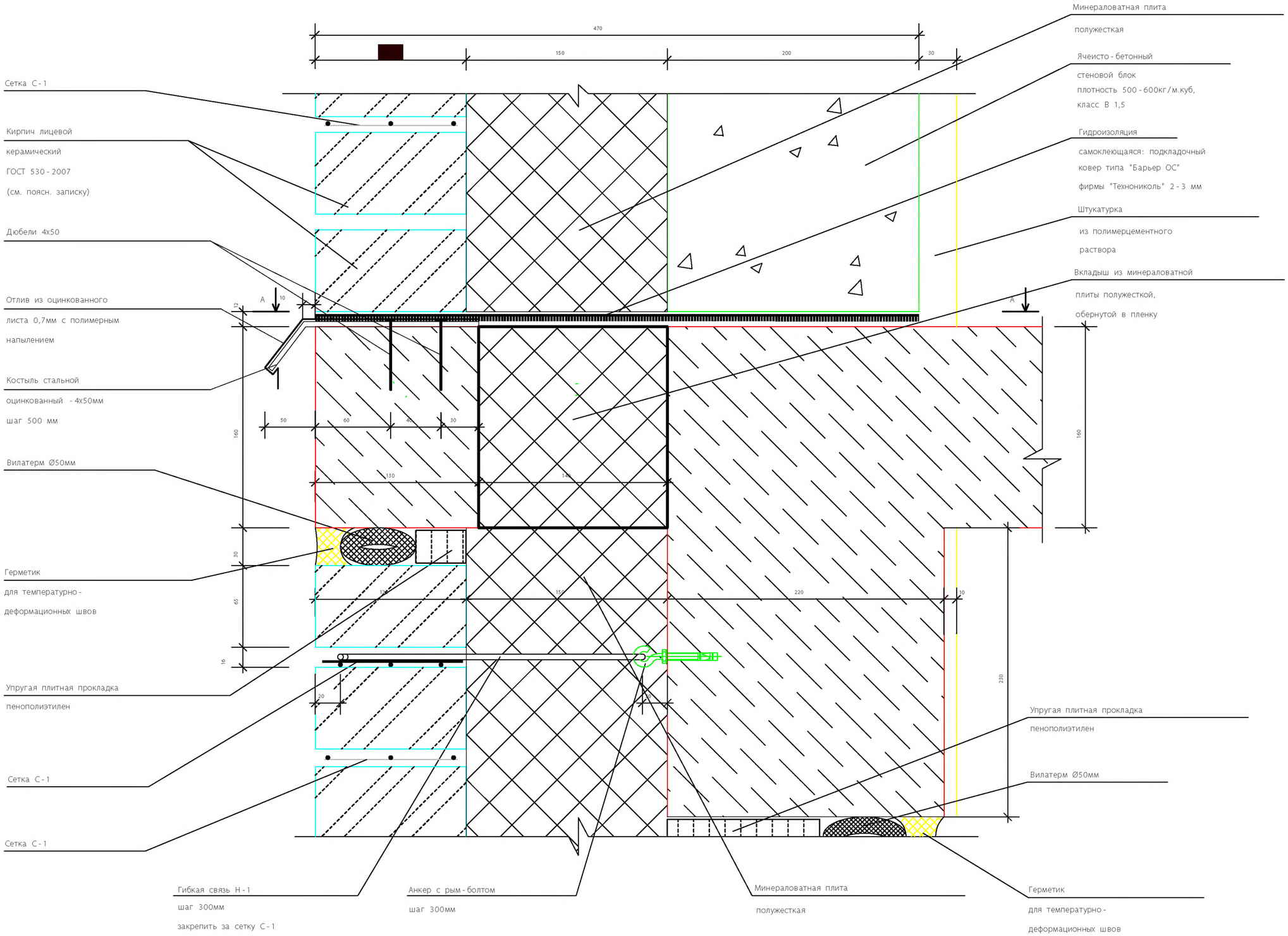
Стена тип 3

Сечение 7 - 7

ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 3 Сечение 8 - 8	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



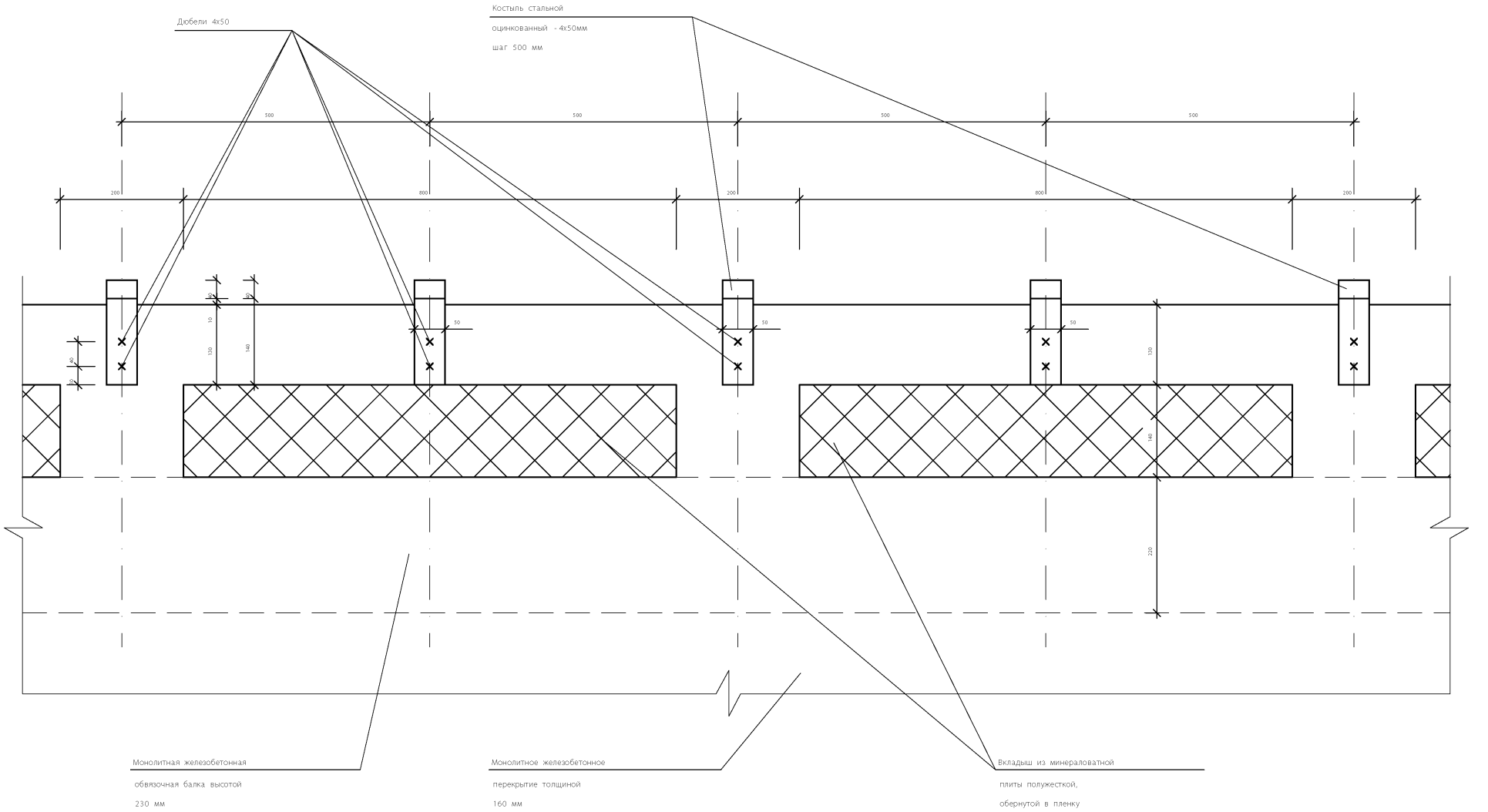
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Стена тип 1

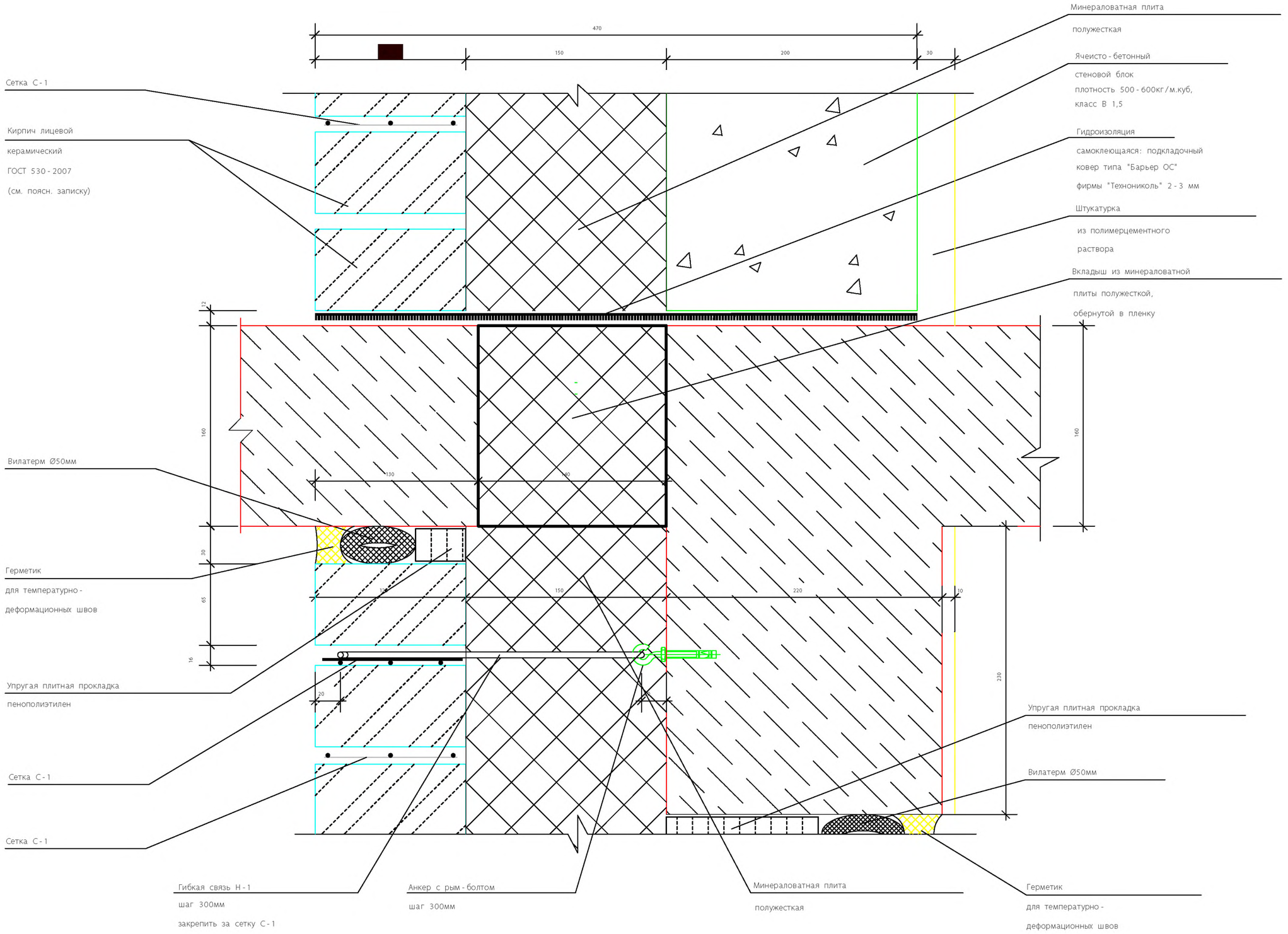
Деталь 1 (к сечению 2 - 2)

ЦНИИЭП

ЖИЛИЩА



ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 1 Сечение А - А (к детали 1)	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



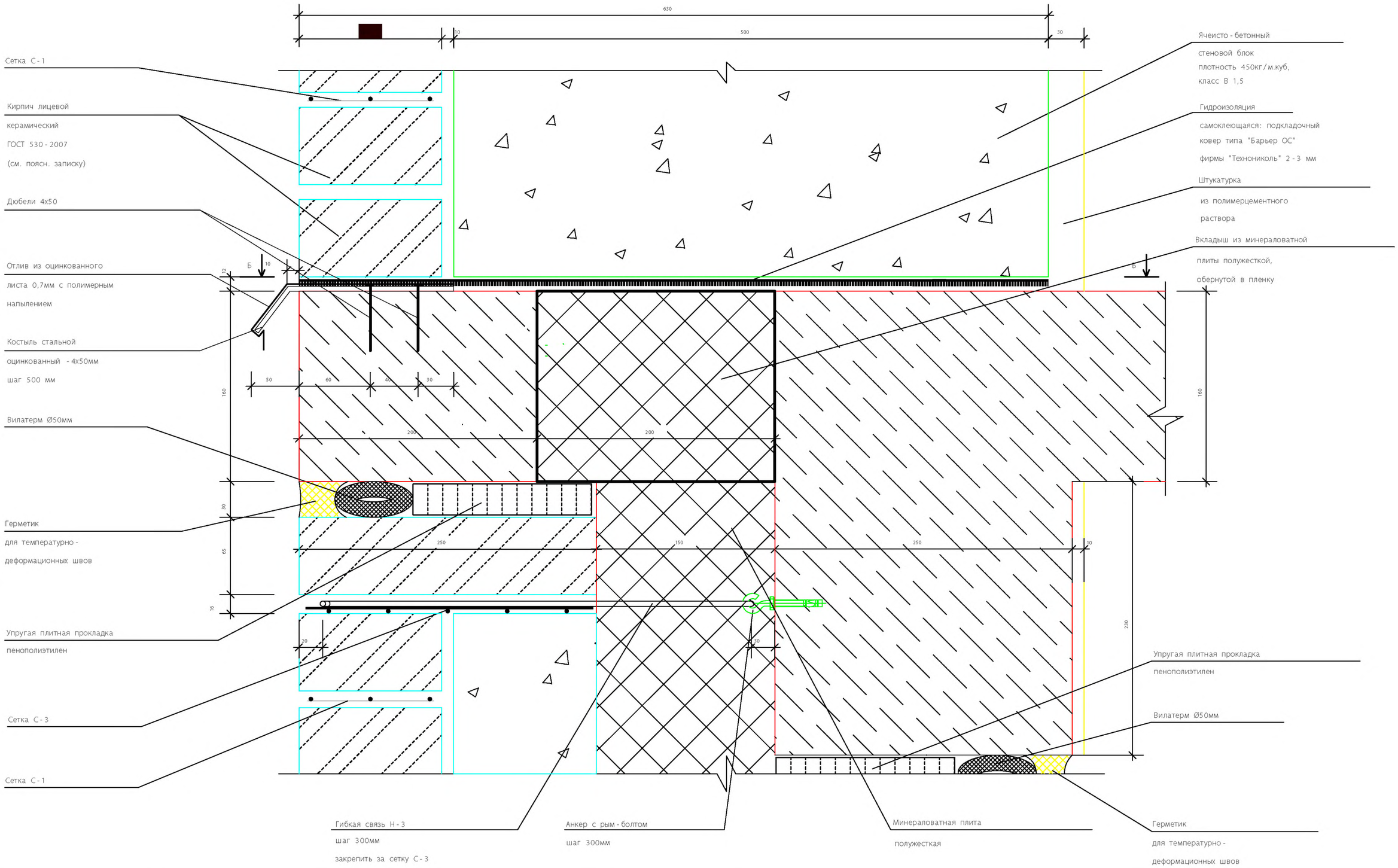
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Стена тип 1

Деталь 2 (к сечению 4 - 4)

ЦНИИЭП

ЖИЛИЩА



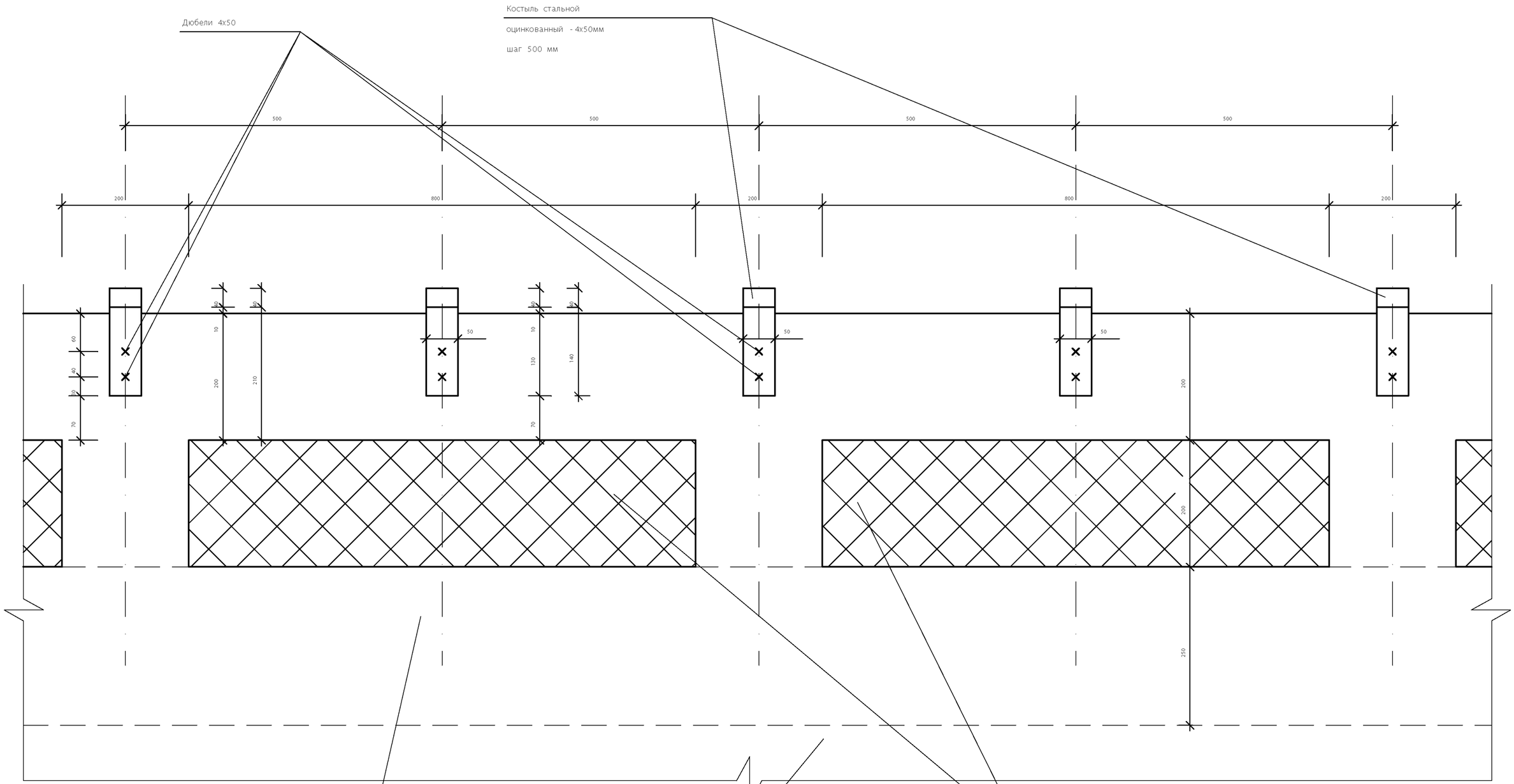
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Стена тип 2

Деталь 3 (к сечению 2 - 2)

ЦНИИЭП

ЖИЛИЩА

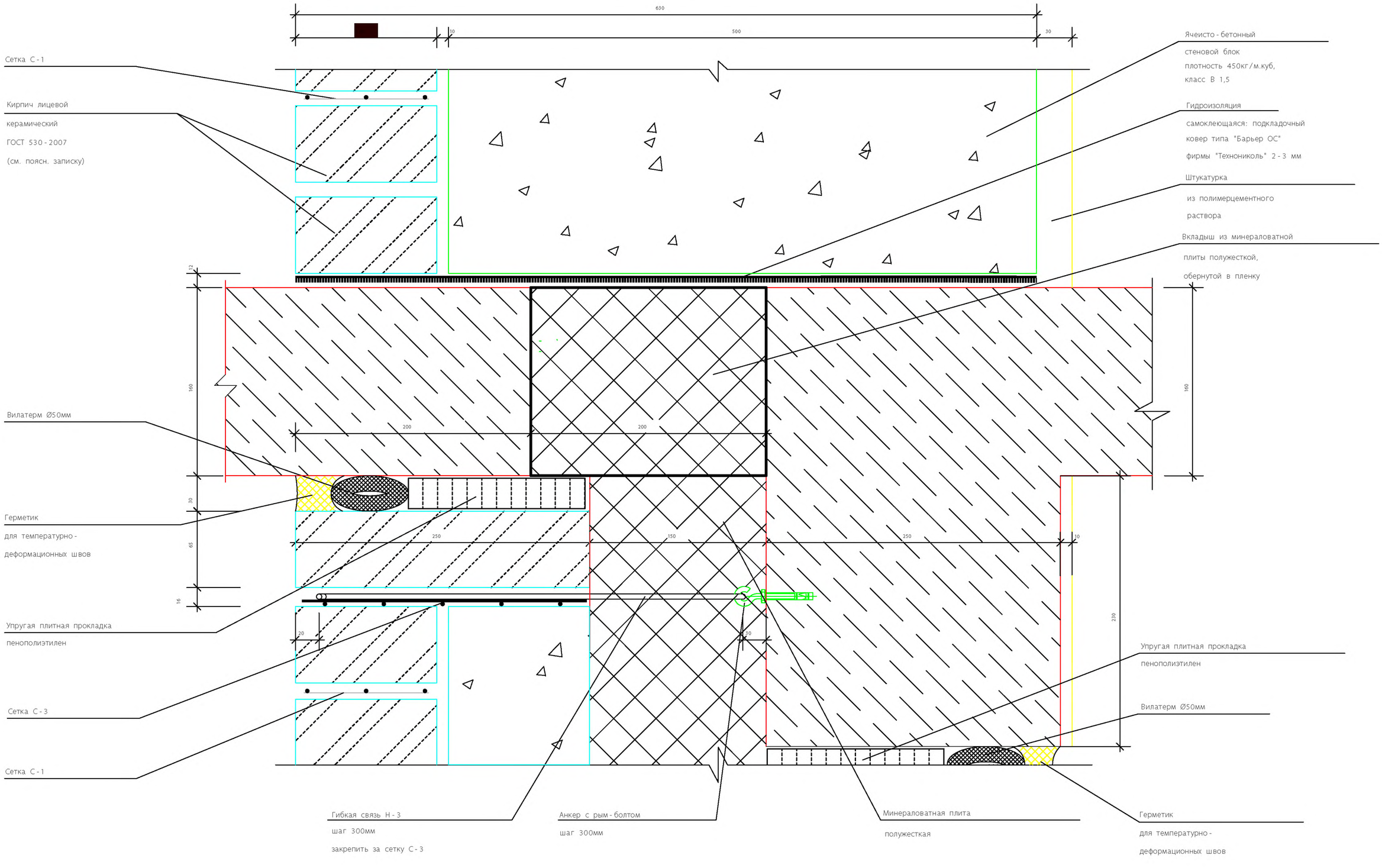


ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Стена тип 2

Сечение Б - Б (к детали 3)

ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



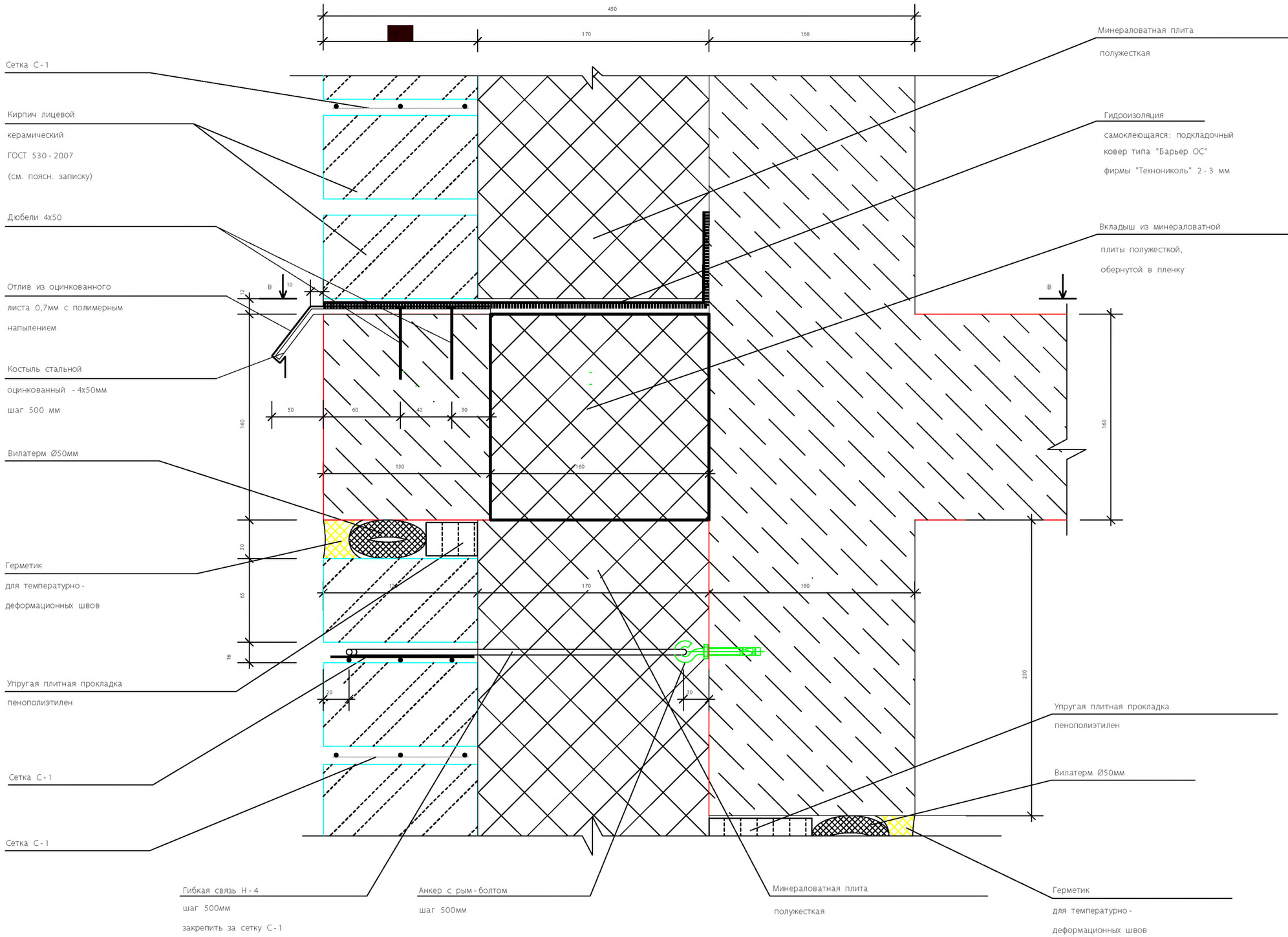
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Стена тип 2

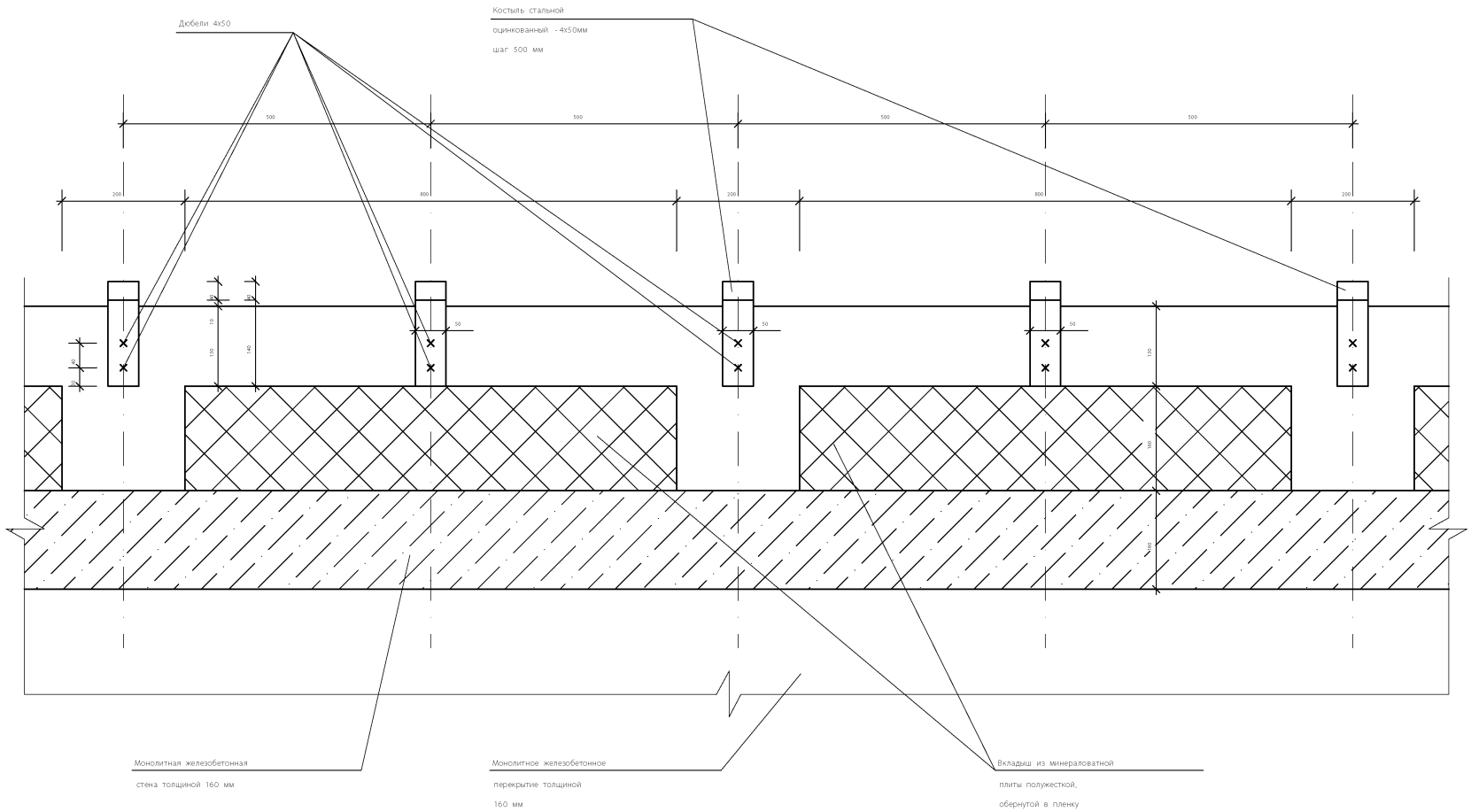
Деталь 4 (к сечению 4 - 4)

ЦНИИЭП

ЖИЛИЩА



ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Стена тип 3 Деталь 5 (к сечению 3 - 3)	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА

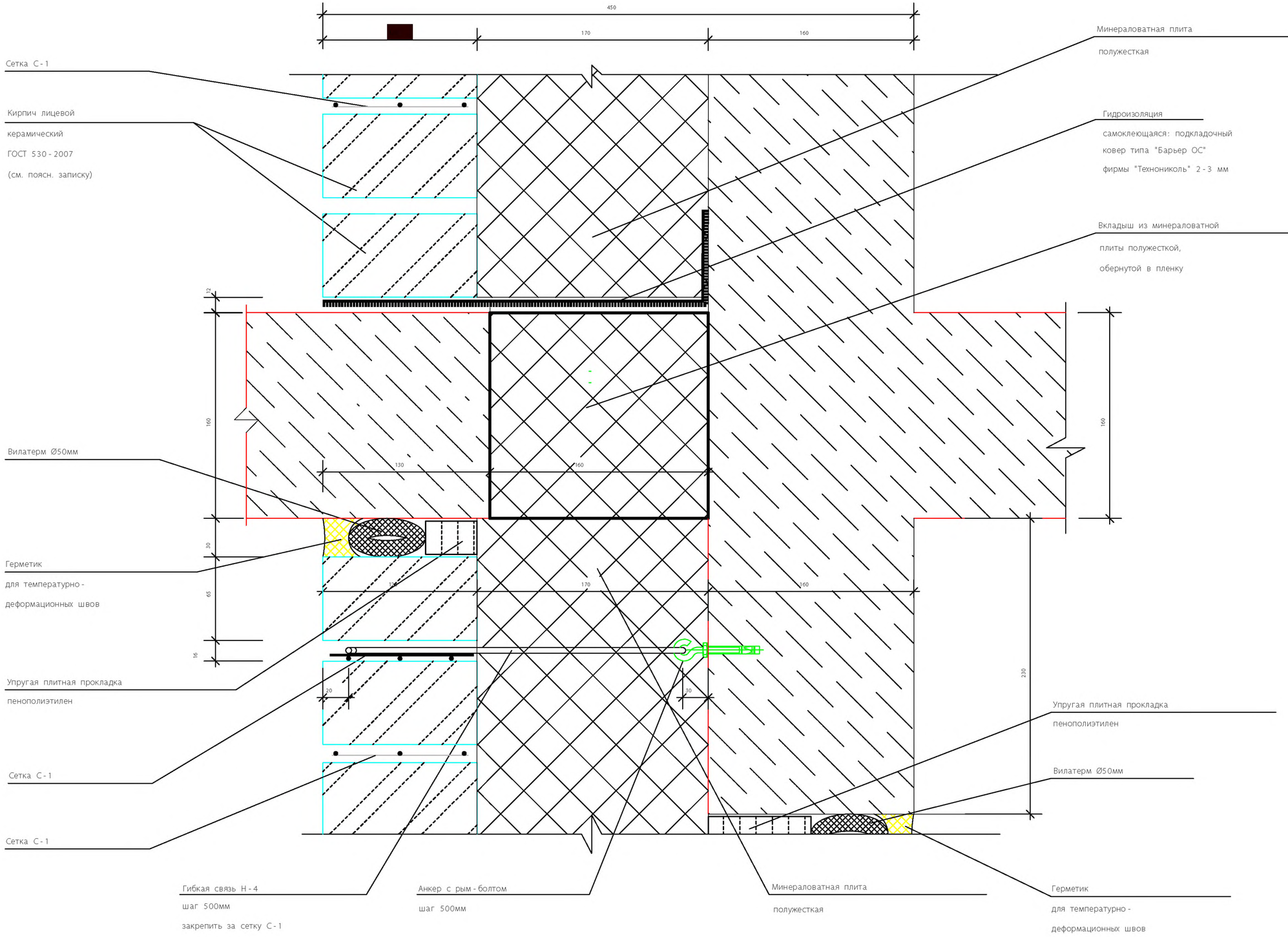


ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Стена тип 3

Сечение В - В (к детали 5)

ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

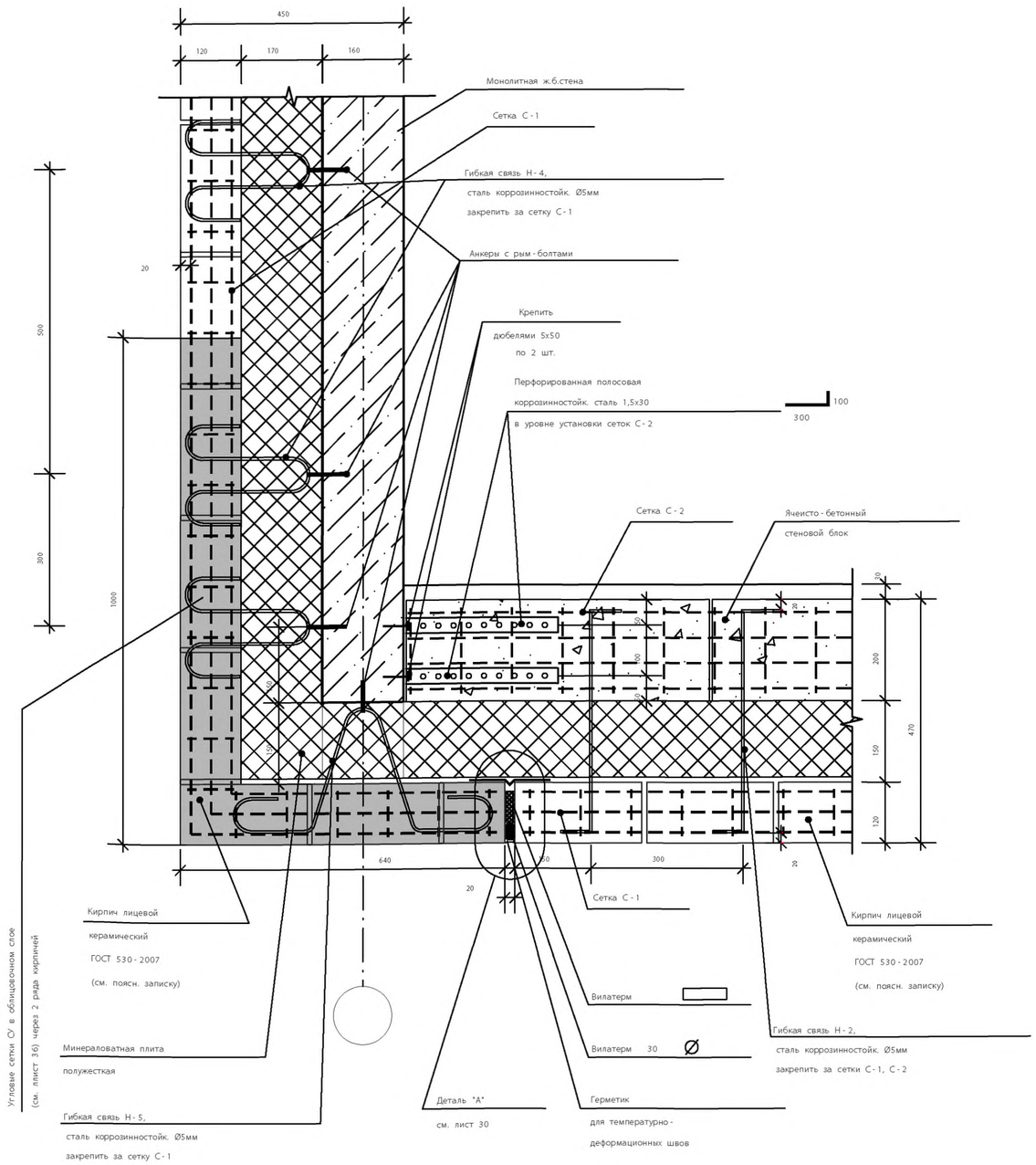
Стена тип 3

Деталь 6 (к сечению 7 - 7)

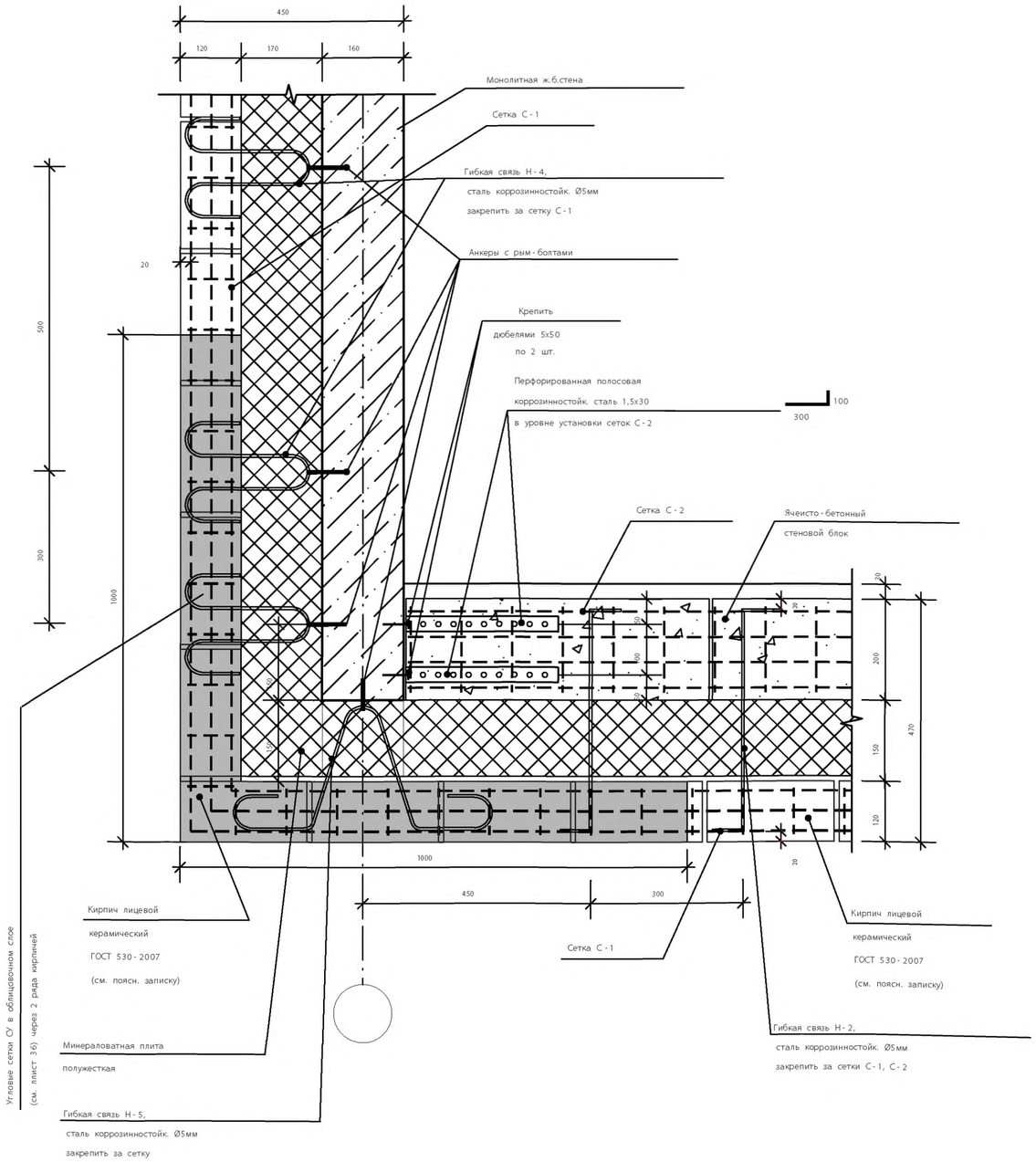
ЦНИИЭП

ЖИЛИЩА

Узел I (с деформационным швом закрытого типа)



Узел I (без деформационного шва)

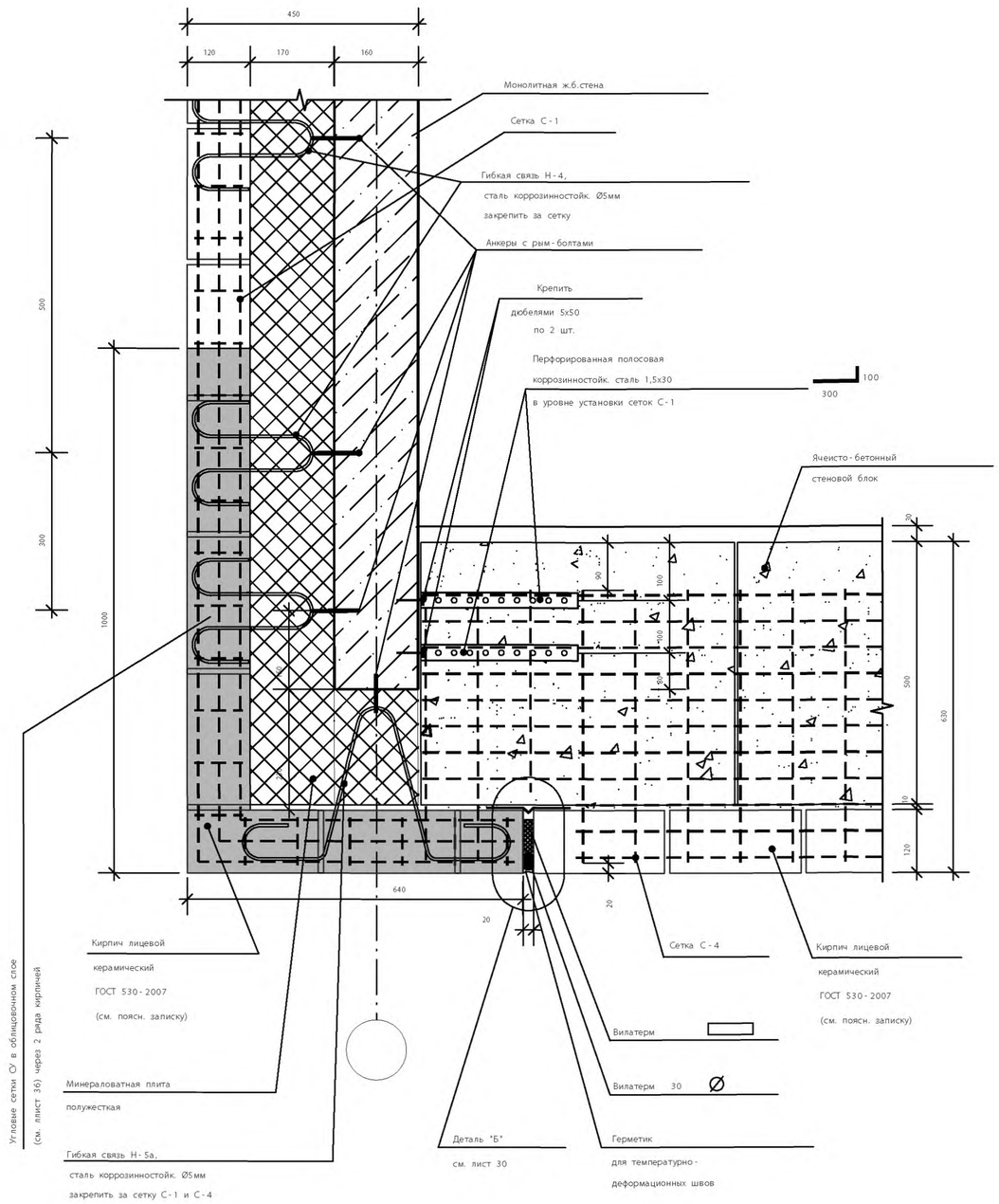


ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

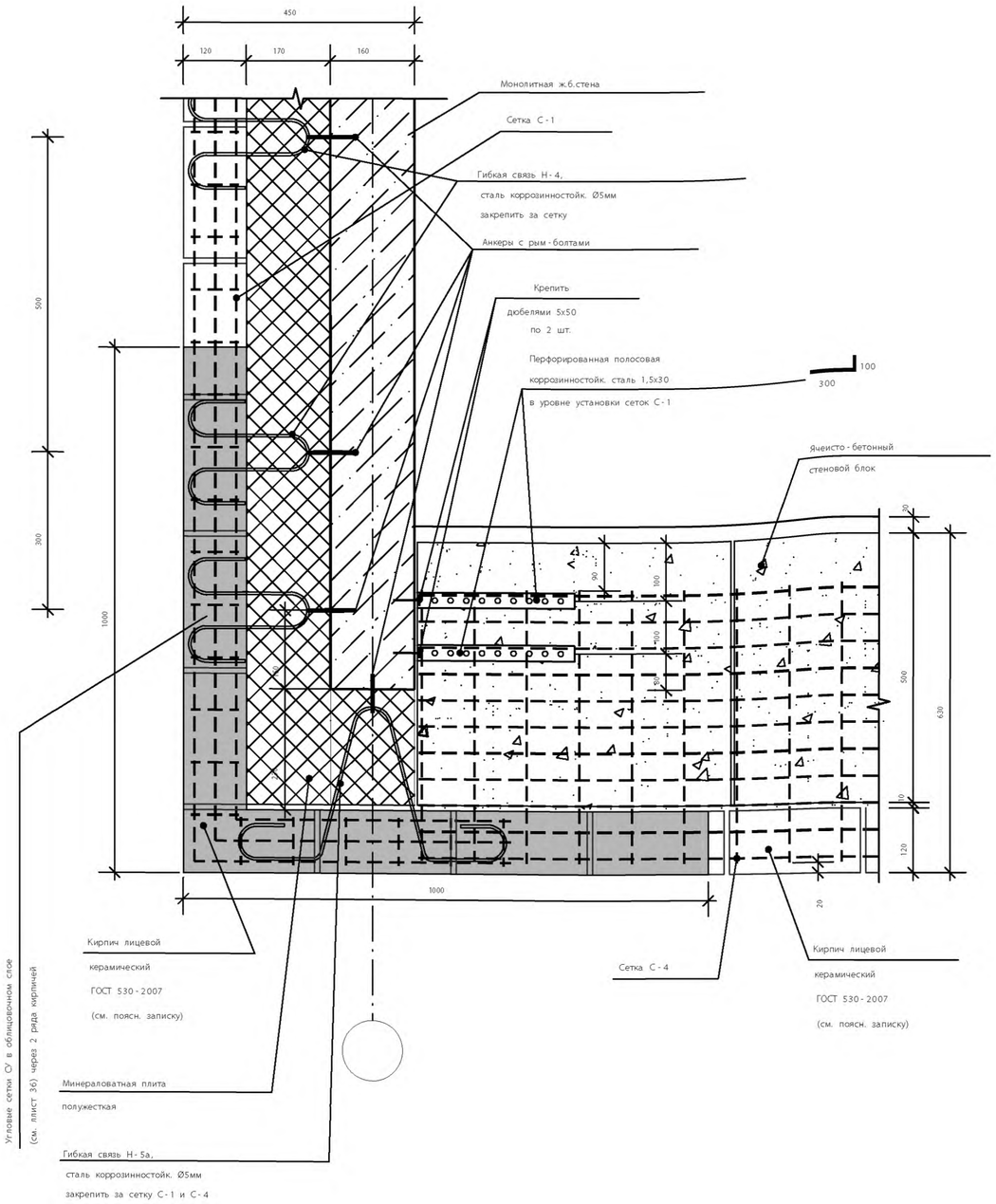
Узел 1. Торцевая стена (или стена ризалита) тип 3 и продольная стена тип 1

ЦНИИЭП ЖИЛИЩА

Узел I (с деформационным швом закрытого типа)



Узел I (без деформационного шва)

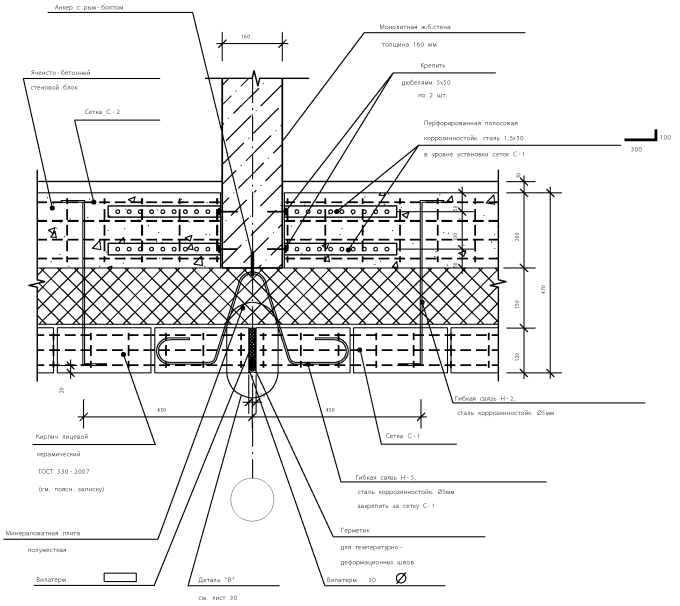


ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

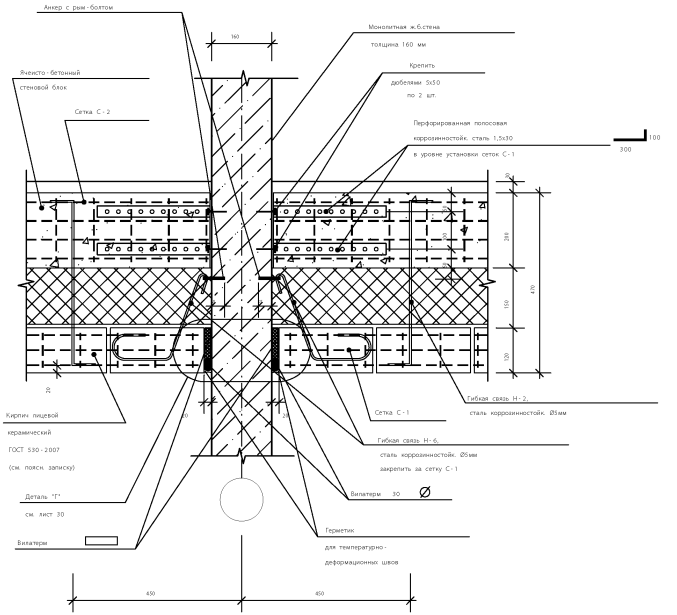
Узел 1. Торцевая стена (или стена ризалита) тип 3 и продольная стена тип 2

ЦНИИЭП ЖИЛИЩА

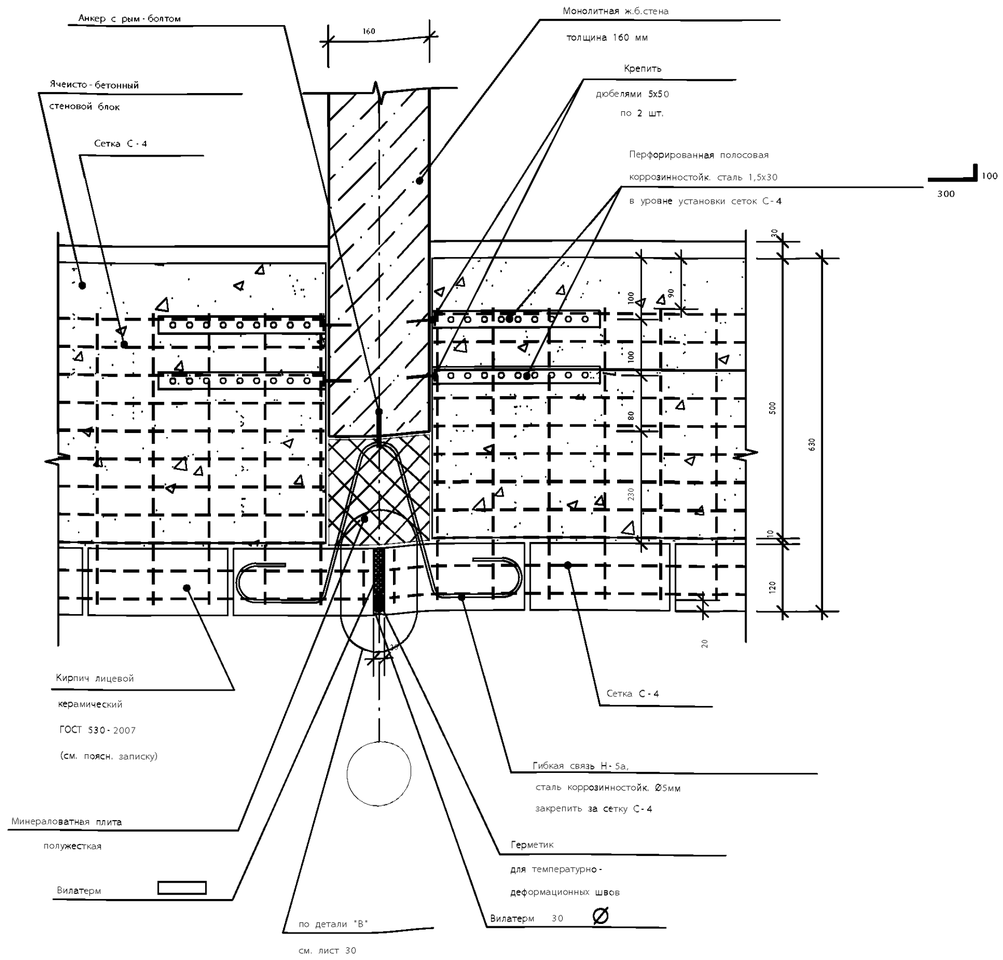
Узел II (с деформационным швом в остекленной лоджии)



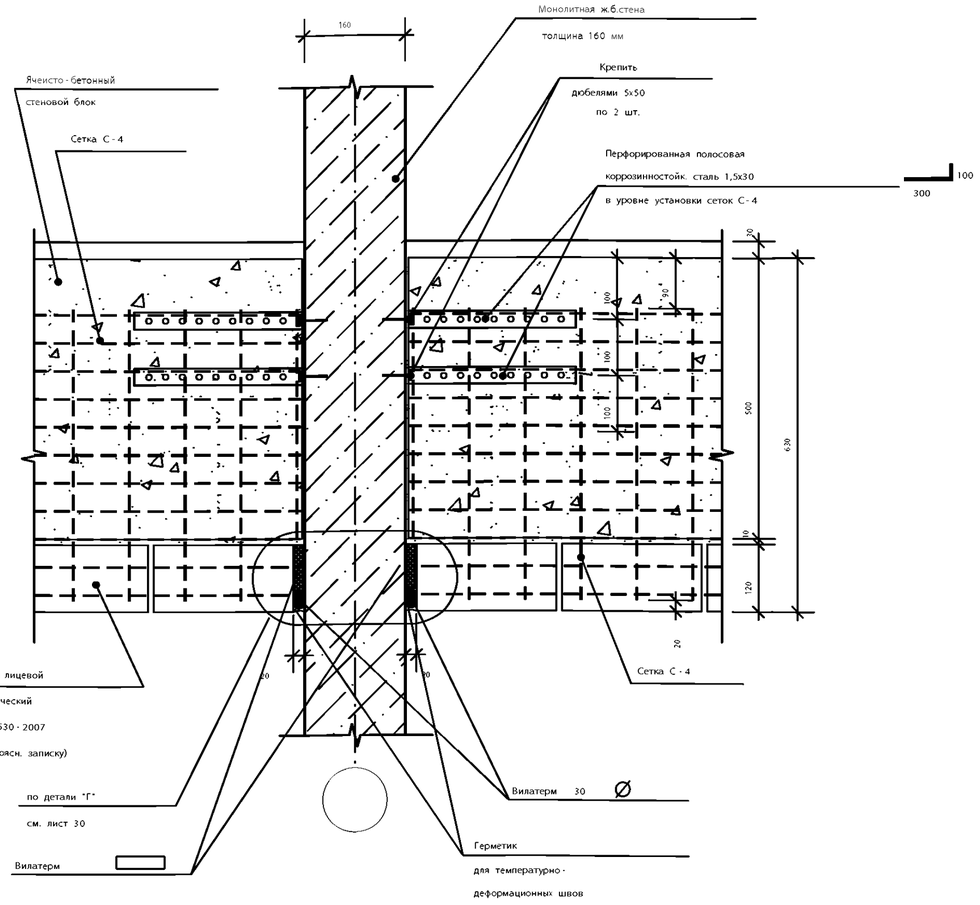
Узел IV (с деформационными швами в остекленной лоджии)



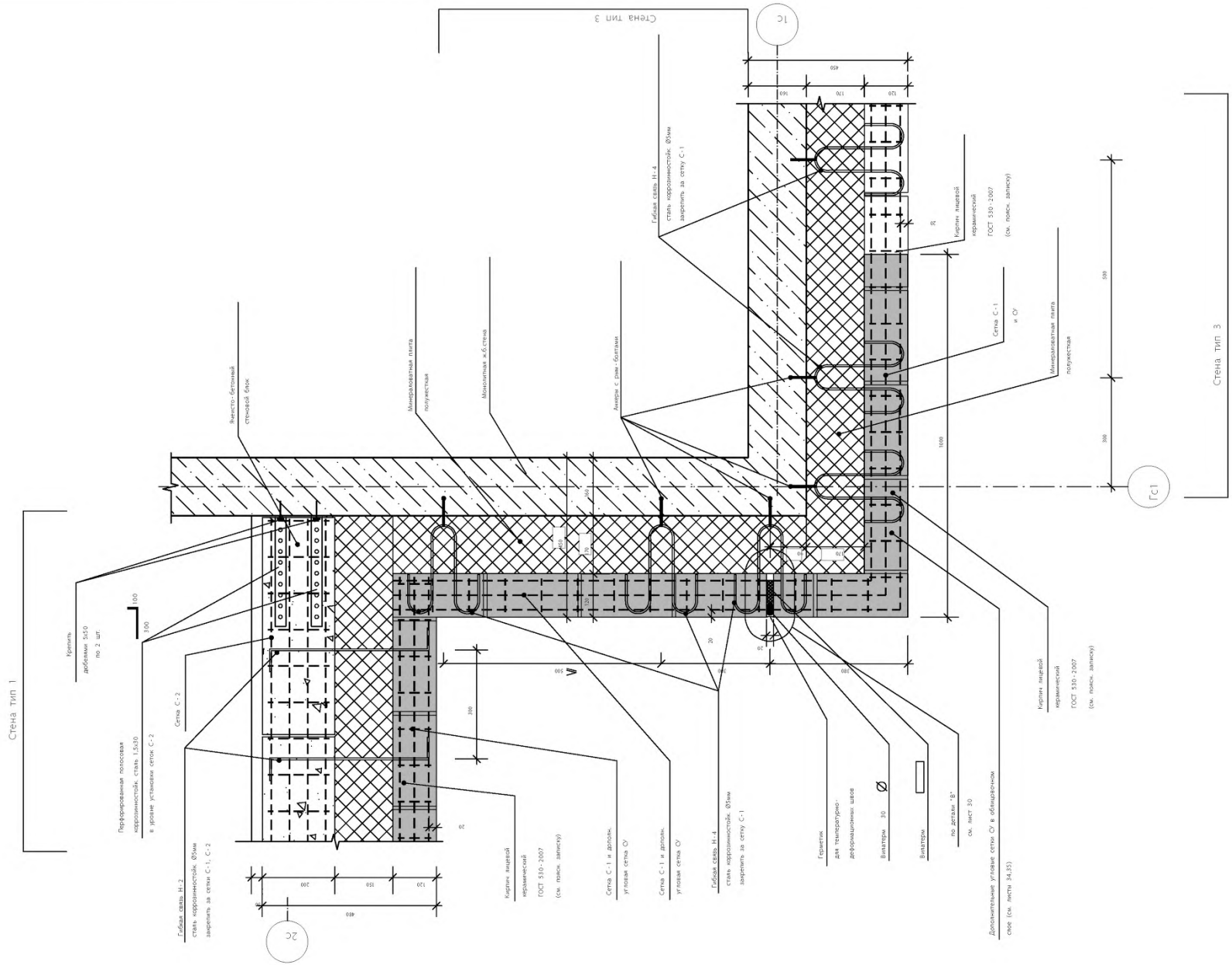
Узел II (с деформационным швом в остекленной лоджии)



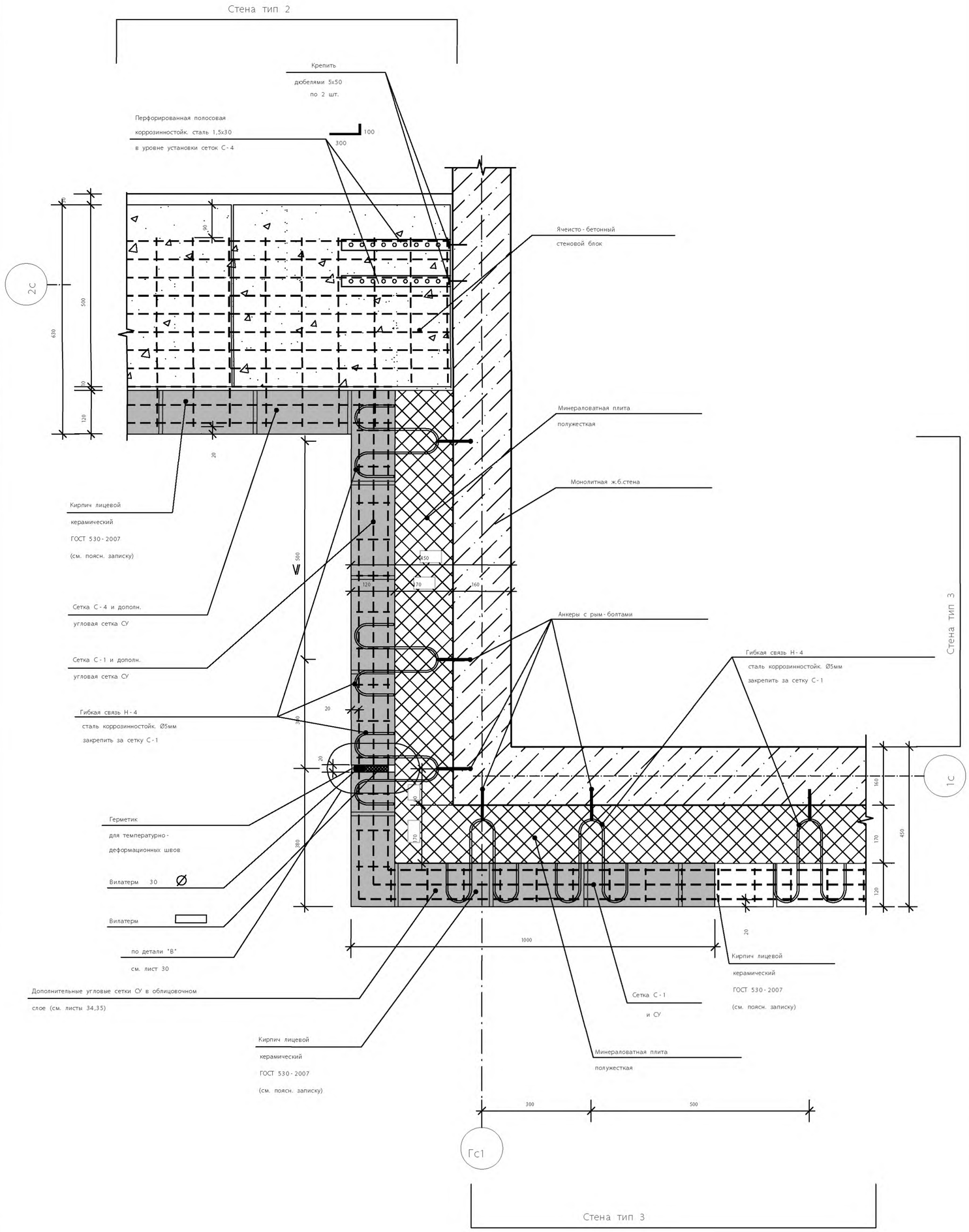
Узел IV (с деформационным швом в остекленной лоджии)



Примечание:
1. На узле IV условно не показана перфорация стены для укладки утеплителя.



Примечание:
1. Шаг на углах двух крайних гибких связей Н-2 и Н-4 по горизонтали 300 мм. По полю стены шаг гибких связей ≤ 500 мм.



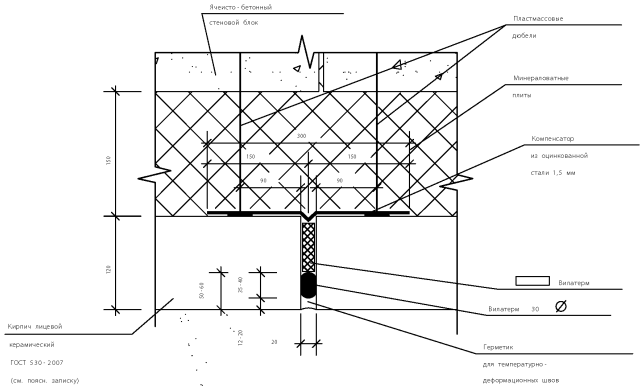
Примечание:
1. Шаг на углах двух крайних гибких связей Н-4 по горизонтали 300 мм. По полю стены шаг гибких связей ≤ 500 мм.

Узел Ш. Продольная стена лоджии - тип 2, торцевая стена и стена ризалита - тип 3
(с деформационным швом в остекленной лоджии)

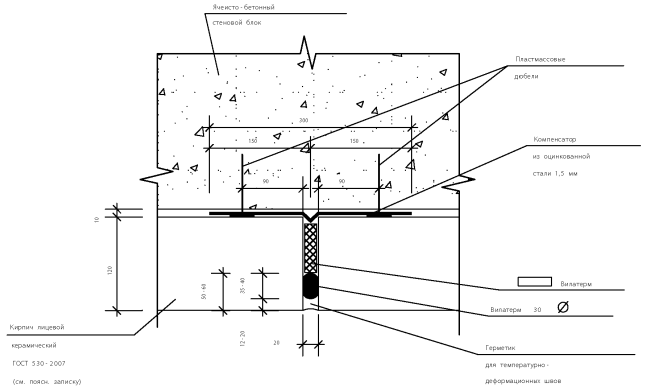
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

ЦНИИЭП ЖИЛИЩА

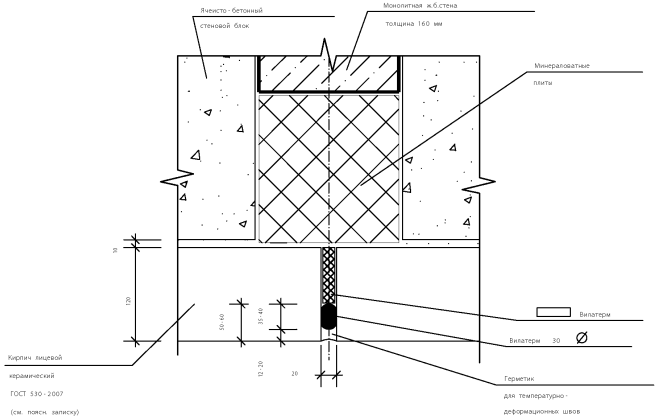
Деталь А (к узлу I, тип стены 1)



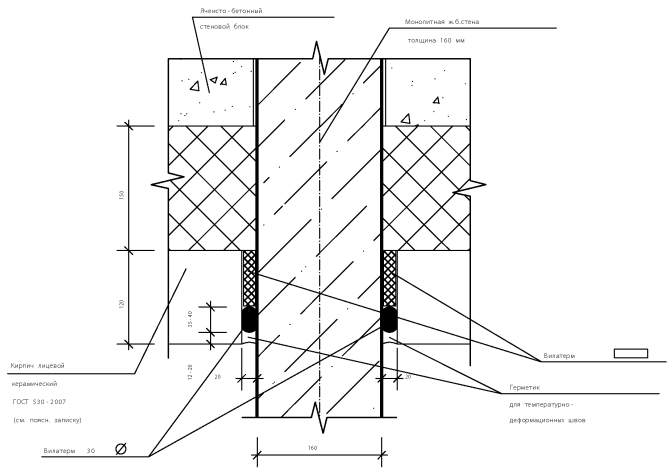
Деталь Б (к узлу I, тип стены 2)



Деталь В (к узлу II, тип стены 2)



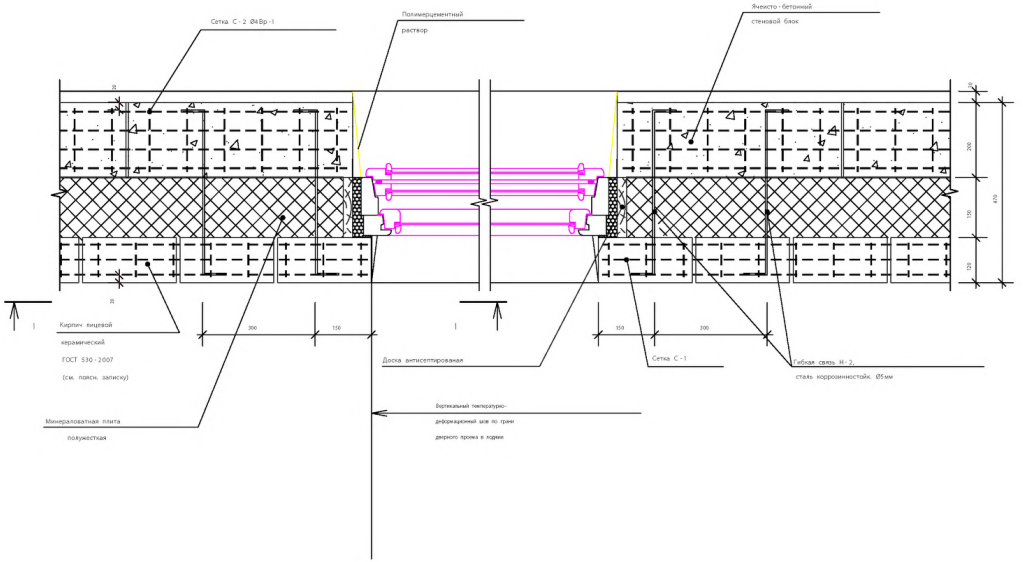
Деталь Г (к узлу IV, тип стены 1)



Примечание:

1. В деталях А и Б вертикально-деформационные швы закрытого типа, описание работ см. пояснит. зап. раздел 5.7.

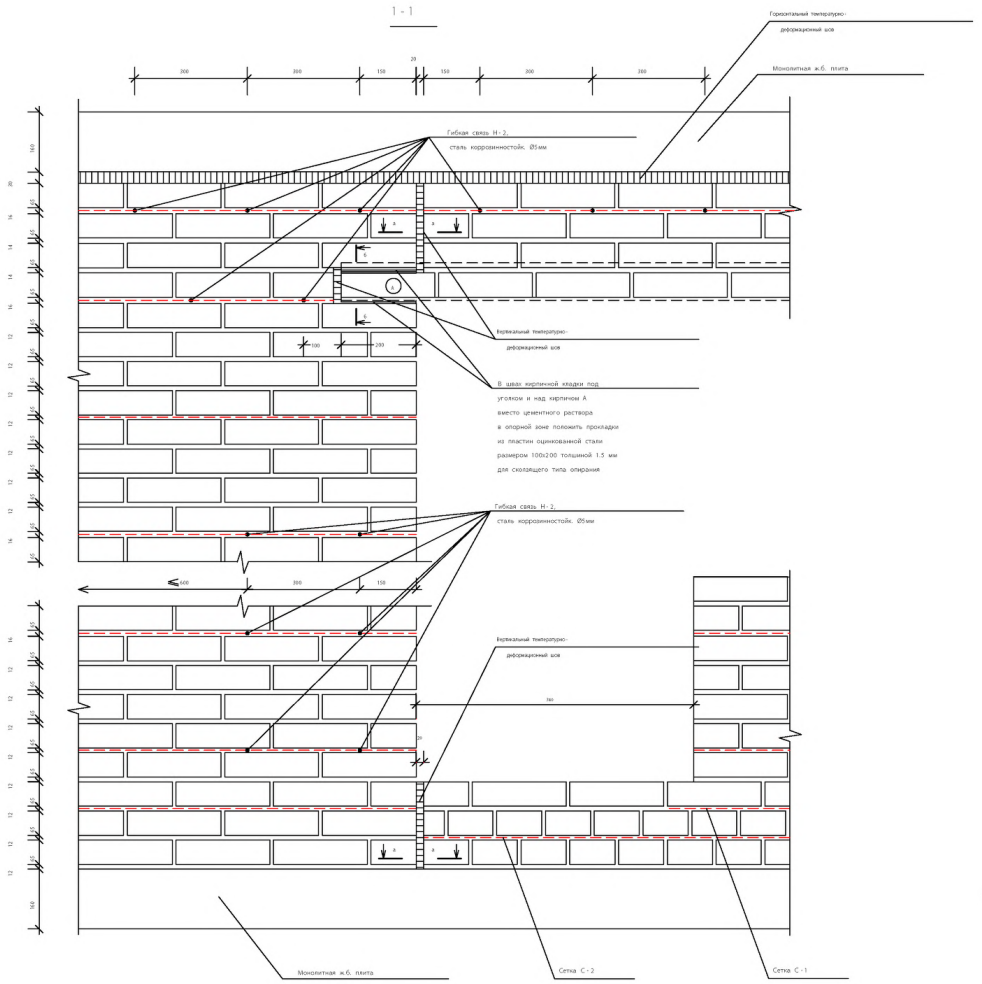
2. В деталях В и Г вертикально-деформационные швы открытого типа (в остекленных лоджиях и балконах)

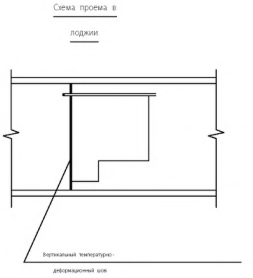


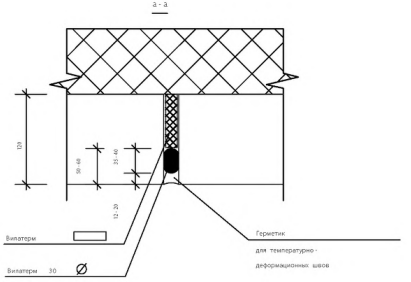
ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

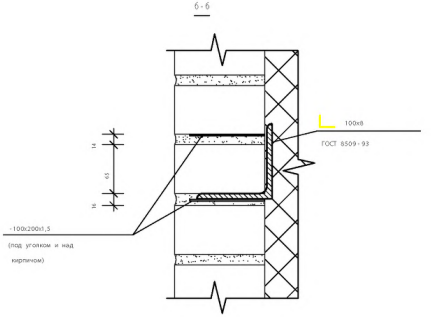
Узел V. Устройство вертикального температурно-деформационного шва в облицовочном слое стен, совмещенного с гранью дверного проема в остекленных лоджиях

ЦНИИЭП ЖИЛИЩА





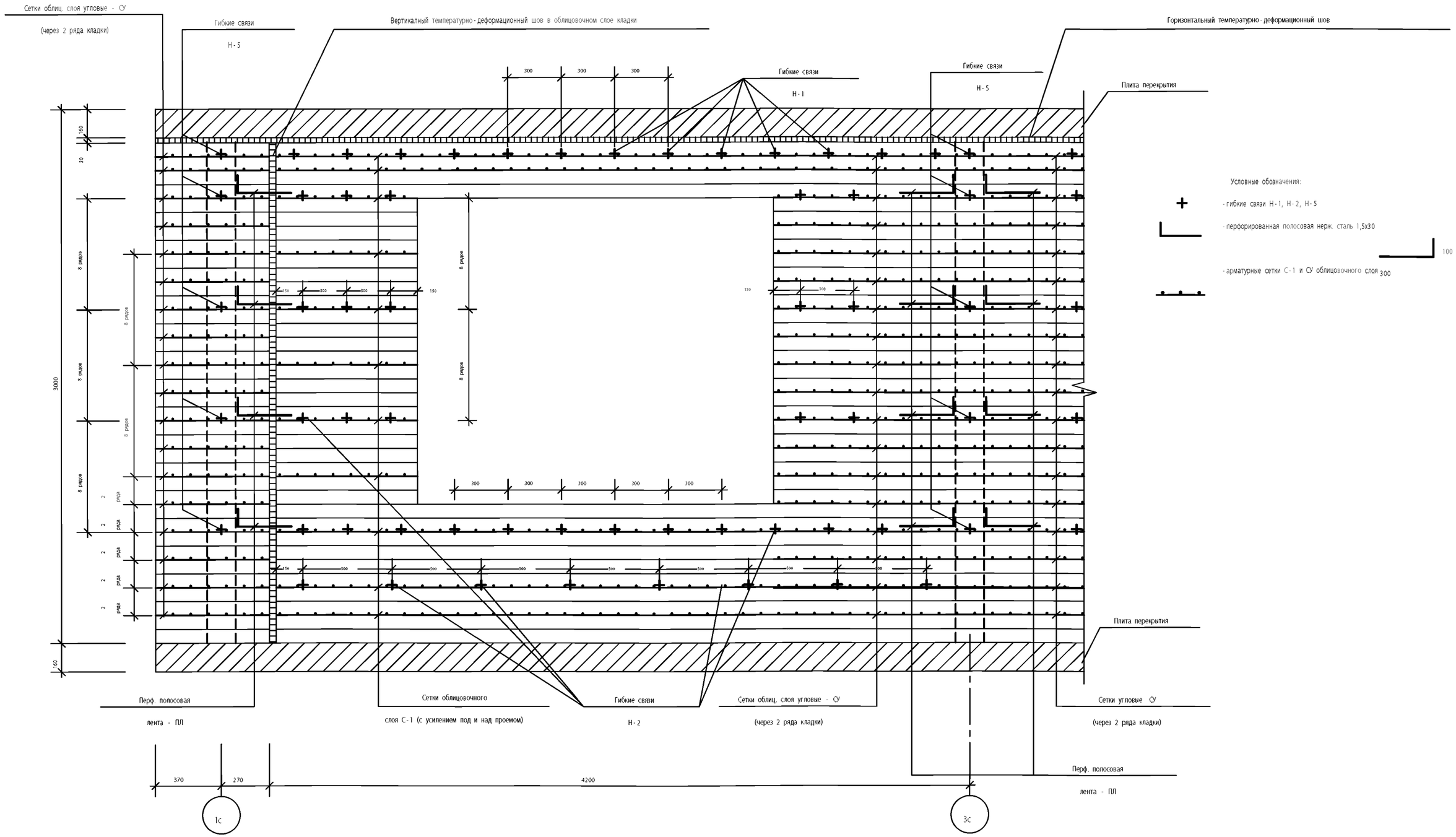




ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Узел V. Устройство вертикального температурно-деформационного шва в облицовочном слое стен, совмещенного с гранью дверного проема в остекленных лоджиях. Сечения.

ЦНИИЭП ЖИЛИЩА

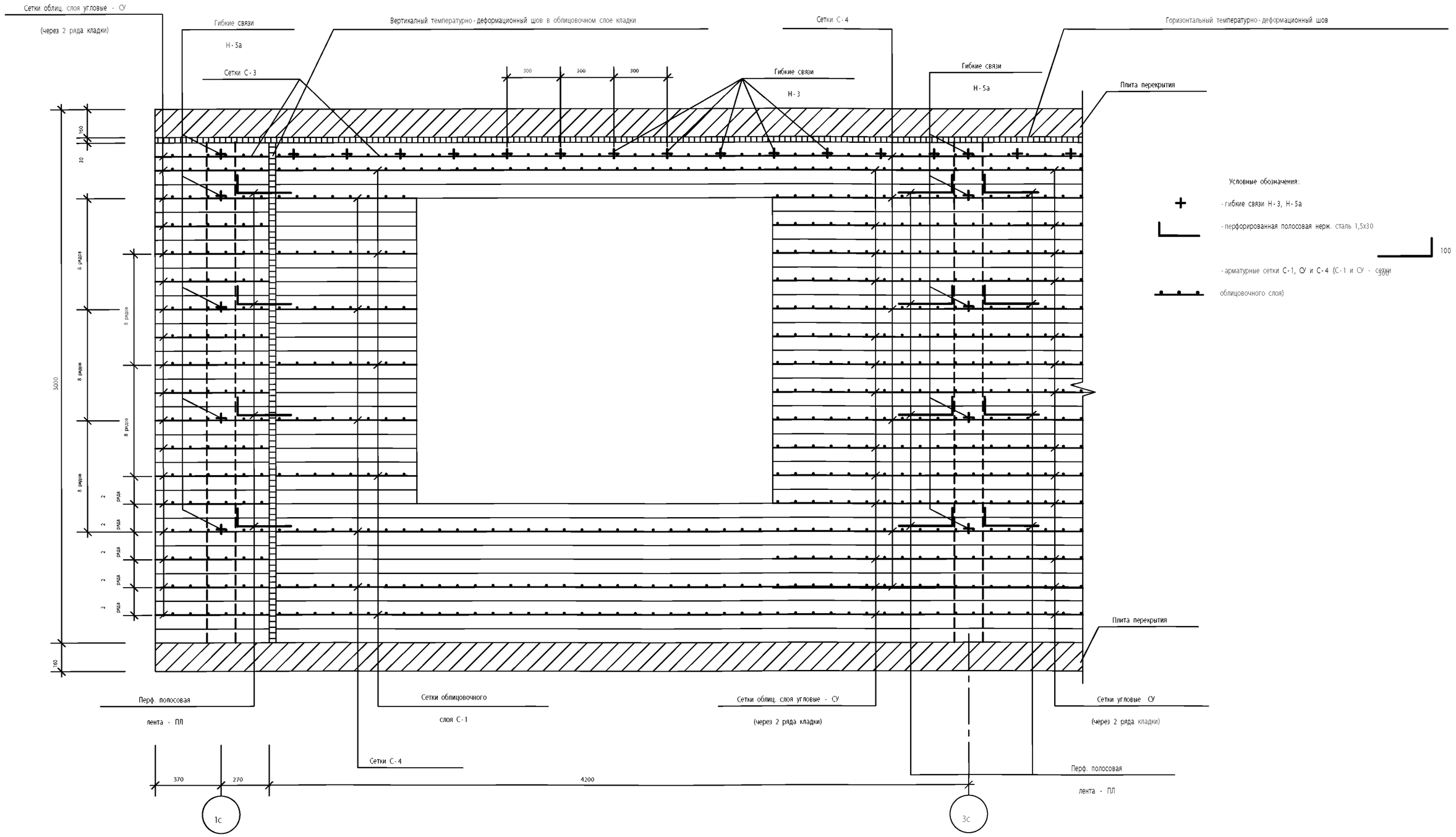


ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

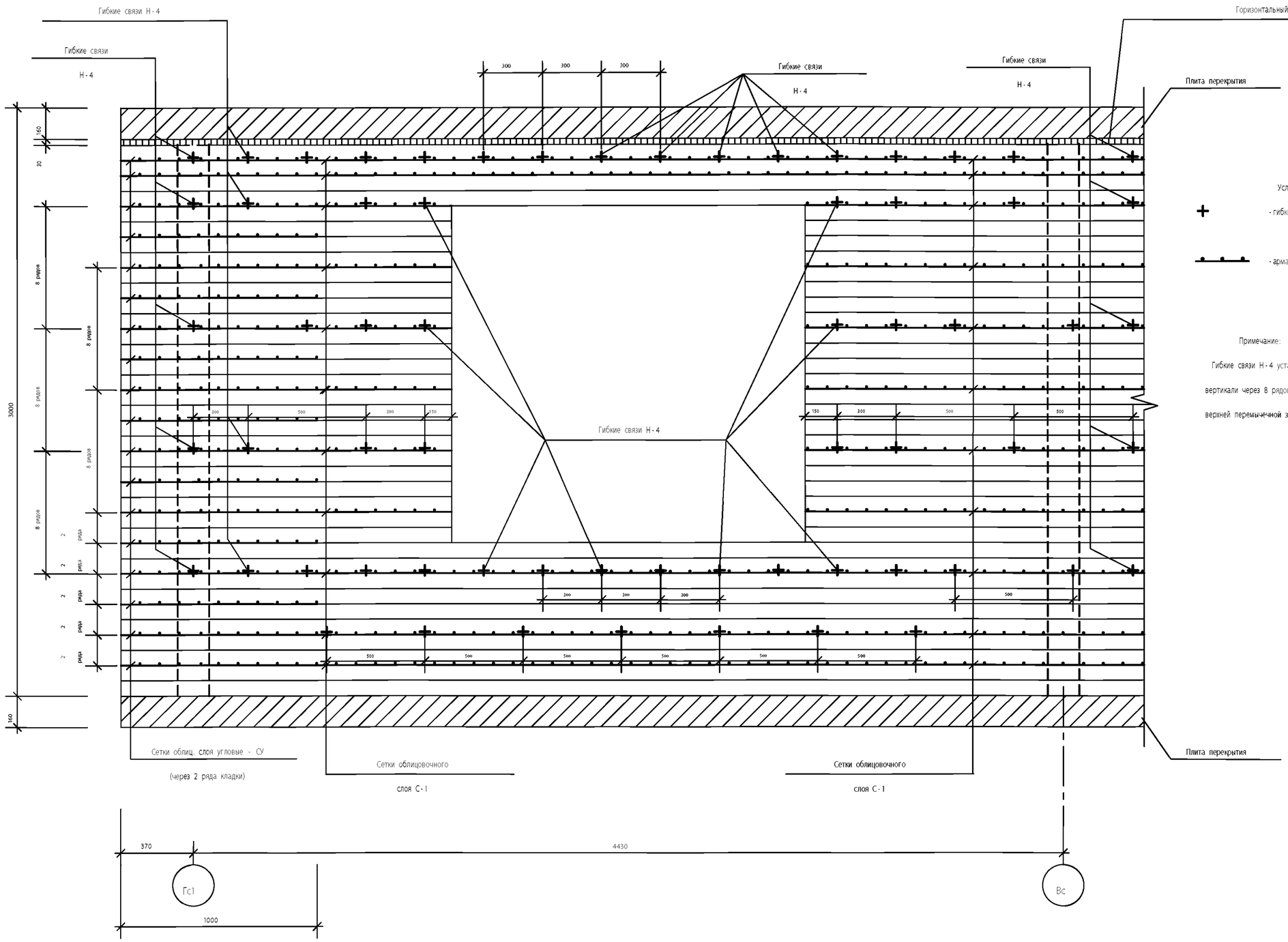
Схема армирования и крепления продольных наружных стен тип 1 к несущим конструкциям здания

Фрагмент 1 (по А-А)

ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ	Схема армирования и крепления продольных наружных стен тип 2 к несущим конструкциям здания Фрагмент 1 (по А-А)	ЦНИИЭП ЖИЛИЩА



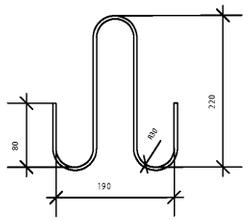
Условные обозначения:

+ - гибкие связи Н-4

- - - -

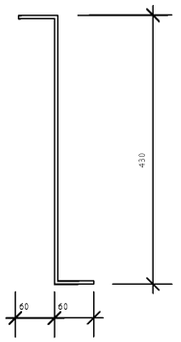
Н - 1

Ø5 L=705



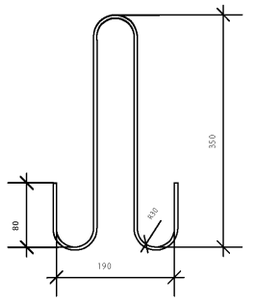
Н - 2

Ø5 L=550



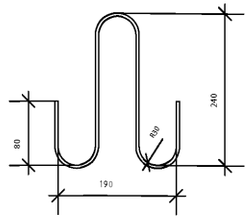
Н - 3

Ø5 L=965



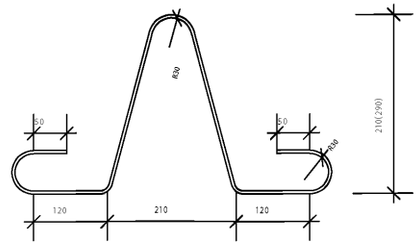
Н - 4

Ø5 L=745



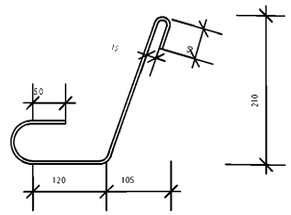
Н - 5(Н - 5а)

Ø5 L=1015(1165)

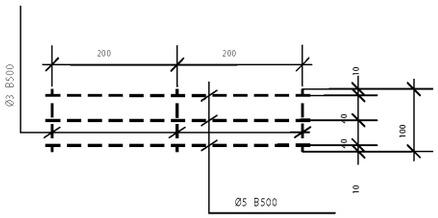


Н - 6

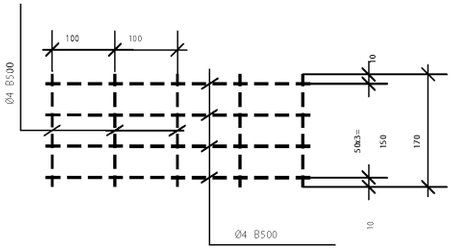
Ø5 L=555



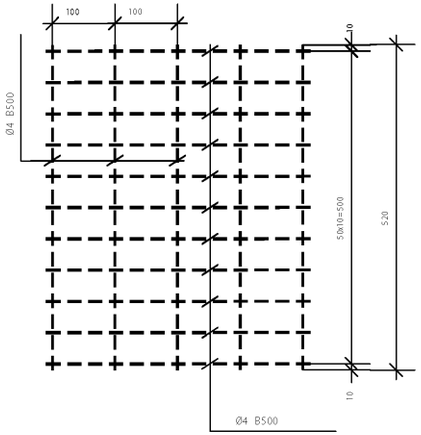
С - 1



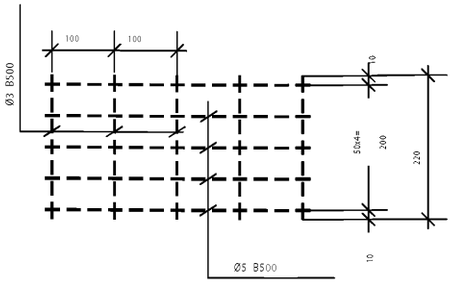
С - 2



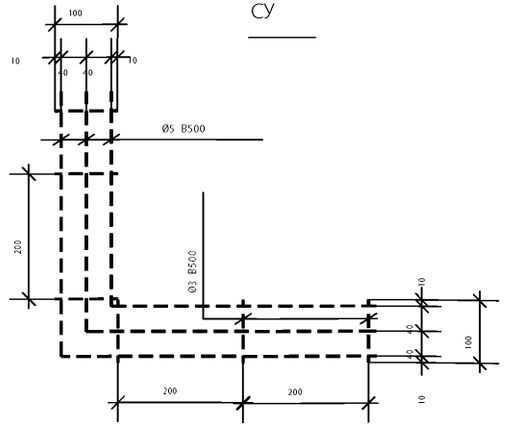
С - 4



С - 3



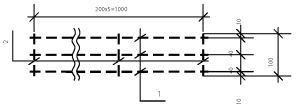
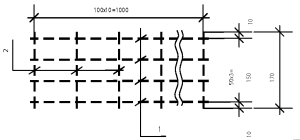
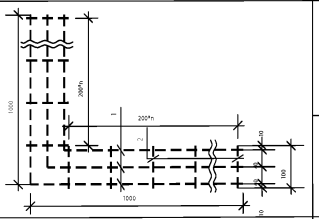
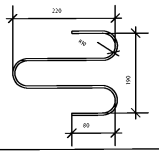
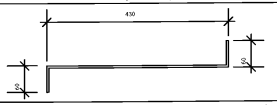
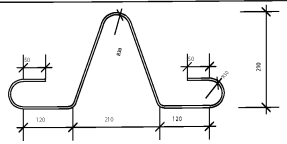
СУ



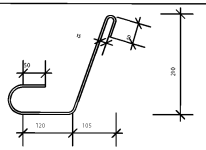
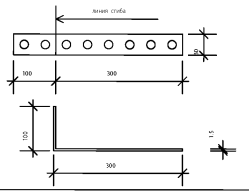
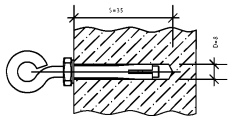
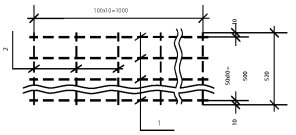
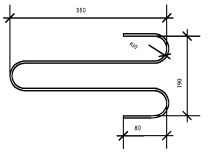
- Гибкие связи Н-1 - Н-6
- Сетки-связи С-2 и С-4
- Сетки С-1, С-3, СУ (угловые)

Примечание:

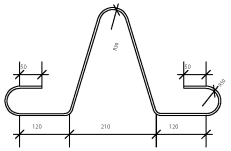
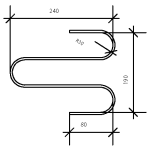
- Ø5мм из крррозионно-стойкой стали (ГОСТ 5632-72)
- Ø4 B500 (Bp1) ячейки 50x100мм, с противокоррозионной защитой
- сетки армирования облицовочного слоя, из арматуры кл. B500 (Bp1) с противокоррозионной защитой:
  - продольная арматура - Ø5 мм
  - поперечная арматура - Ø3 мм

Тип стены	Наименование	Марка	Эскиз изделия	№ поз.	∅, мм	Расход металла на 1 м. п. (1 шт)					Характеристики стали арматуры
						Длина, мм	Кол-во, шт	Общая длина, м	Вес, кг	Общий вес, кг	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Продольные стены тип 1	Сетки	С-1		1	5	1000	3	3,0	0,462	0,49	кл. В 500 (Вр1), оцинкованная 0,04 мм (40 мкм)
				2	3	100	5	0,5	0,028		
	Сетки	С-2		1	4	1000	4	4,0	0,564	0,564	кл. В 500 (Вр1), оцинкованная 0,04 мм (40 мкм)
				2	4	170	10	1,7			
	Сетки угловые	СУ		1	5	2000	3	6,0	0,924	0,979	кл. В 500 (Вр1), оцинкованная 0,04 мм (40 мкм)
				2	3	100	10	1,0	0,055		
	Гибкие связи	Н-1		-	5	705	1	0,705	0,11	0,11	Коррозионостойкая сталь ГОСТ 5632-72 [15]
	Гибкие связи	Н-2		-	5	550	1	0,550	0,085	0,085	Коррозионостойкая сталь ГОСТ 5632-72 [15]
	Гибкие связи	Н-5		-	5	1015	1	1,015	0,156	0,156	Коррозионостойкая сталь ГОСТ 5632-72 [15]

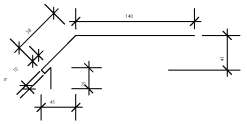
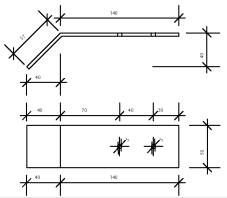
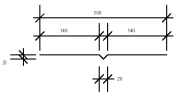
Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Продольные стены тип 1	Гибкие связи	Н-6		-	5	555	1	0,555	0,085	0,085	Коррозионостойкая сталь ГОСТ 5632-72 [15]
	Перфорированная лента	ПЛ		-	t=1,5	400	1	0,40	0,141	0,141	Коррозионостойкая сталь ГОСТ 5632-72 [15]
	Универсальный анкер с рым-болтом	А4		-	М5	-	-	-	-	-	Крепеж высокопрочный из коррозионостойкой стали, например, фирмы Суперболт (г. Москва)
Продольные стены тип 2	Сетки	С-1	См. продольные стены тип 1								
	Сетки	С-4		1	4	1000	11	11,0	1,60	1,60	кл. В 500 (Вр1), оцинкованная 0,04 мм (40 мкм)
				2	4	520	10	5,2			
	Сетки угловые	СУ	См. продольные стены тип 1								
	Гибкие связи	Н-3		-	5	965	1	0,965	0,149	0,149	Коррозионостойкая сталь ГОСТ 5632-72 [15]

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Продольные стены тип 2	Гибкие связи	Н-5а		-	5	1165	1	1,165	0,179	0,179	Коррозионостойкая сталь ГОСТ 5632-72 [15]
	Перфорированная лента	ПЛ	См. продольные стены тип 1								
	Универсальный анкер с рым-болтом	А4	См. продольные стены тип 1								
Продольные стены тип 3	Сетки	С-1	См. продольные стены тип 1								
	Сетки угловые	СУ	См. продольные стены тип 1								
	Гибкие связи	Н-4		-	5	745	1	0,745	0,115	0,115	Коррозионостойкая сталь ГОСТ 5632-72 [15]
	Универсальный анкер с рым-болтом	А4	См. продольные стены тип 1								

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Продольные стены тип 1, 2, 3	Отлив с полимерным напылением			-	t=0,7	239	-	1,00	1,31	1,31	Оцинкованная сталь
	Костыль			-	t=4	197	1	0,197	0,247	0,247	Оцинкованная сталь
	Водозащит-ный элемент вертикаль-ного темп.-дефор. шва			-	t=1,5	310	1	2,810	10,26	10,26	Оцинкованная сталь

gost.e-ecolog.ru