

УТЕПЛЕНИЕ ЛОДЖИЙ

Практика эксплуатации жилых зданий показала, что жильцы, проживающие в них, во многих случаях предпочитают иметь остекленные лоджии и балконы, что позволяет им быть чаще на свежем воздухе и общаться с окружающей средой. Многие утепляют лоджии, чем продляют использование этой площади в общем пространстве гостиной или другой примыкающей комнаты.

Теплоизоляция возможна только тогда, когда создан замкнутый тепловой контур, то есть утеплителем закрыты все ограждающие конструкции здания, без разрыва. Этим обеспечивают создание комфортных условий в лоджиях.

Лоджии имеют с трех сторон ограждения, которые наряду с открытой стороной требуют утепления. Утепление производится со стороны лоджии плитами СОФТБОРД толщиной, определенной по расчету.

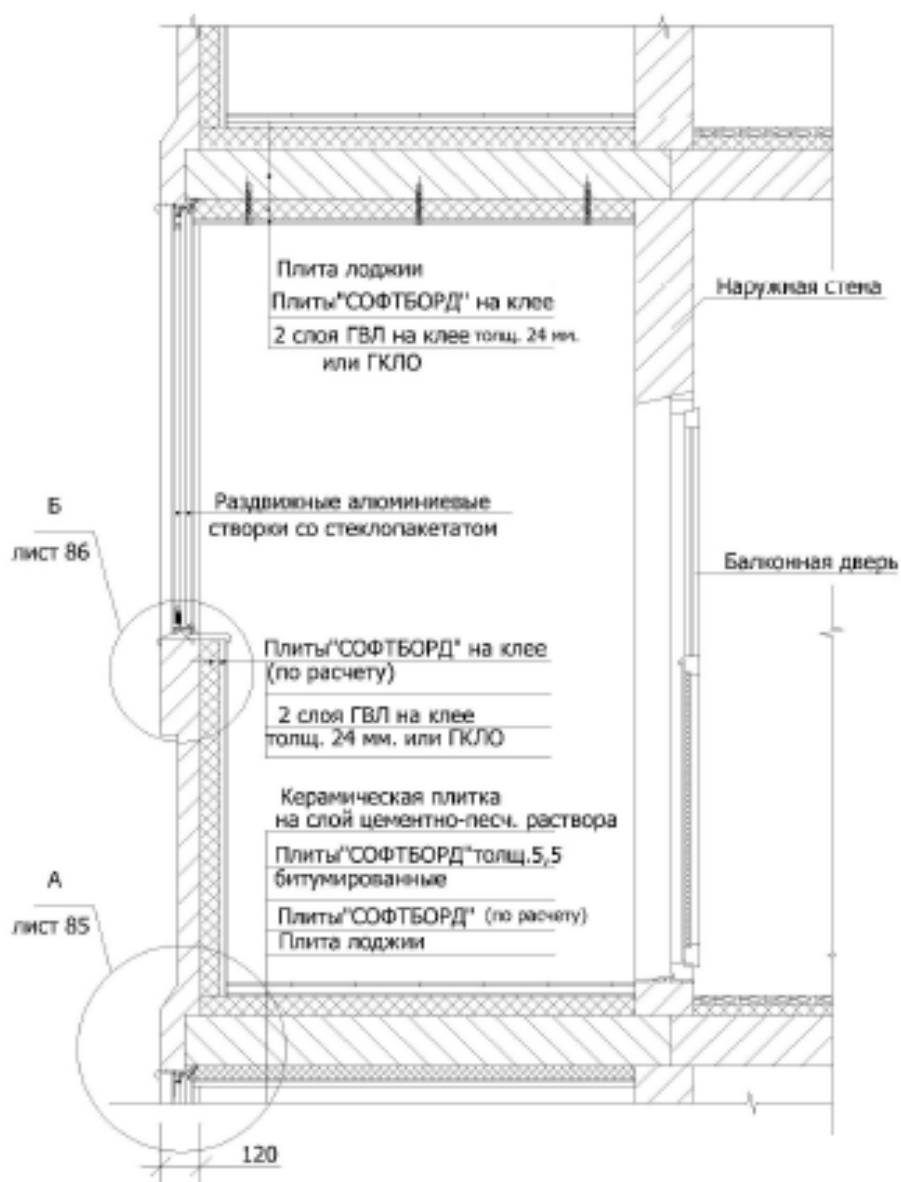


Рис. 11.1 Утепление лоджии плитами СОФТБОРД. Вертикальный разрез

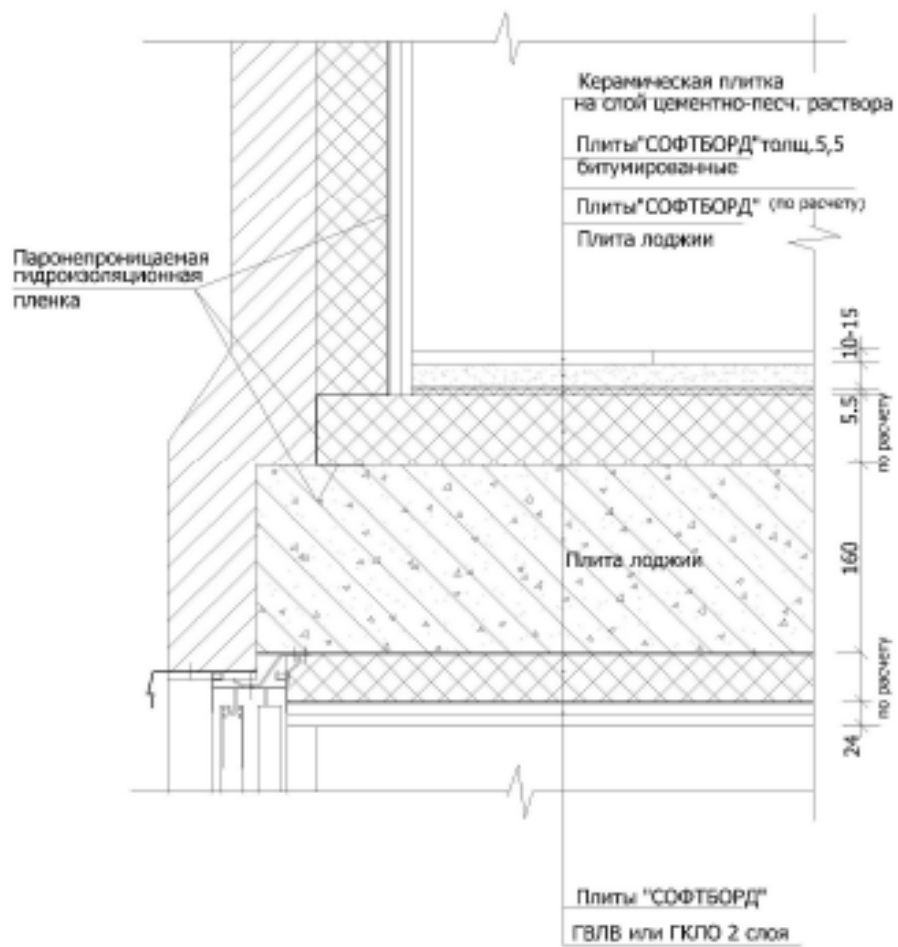


Рис. 11.2 Узел утепления пола и потолка плитами СОФТБОРД

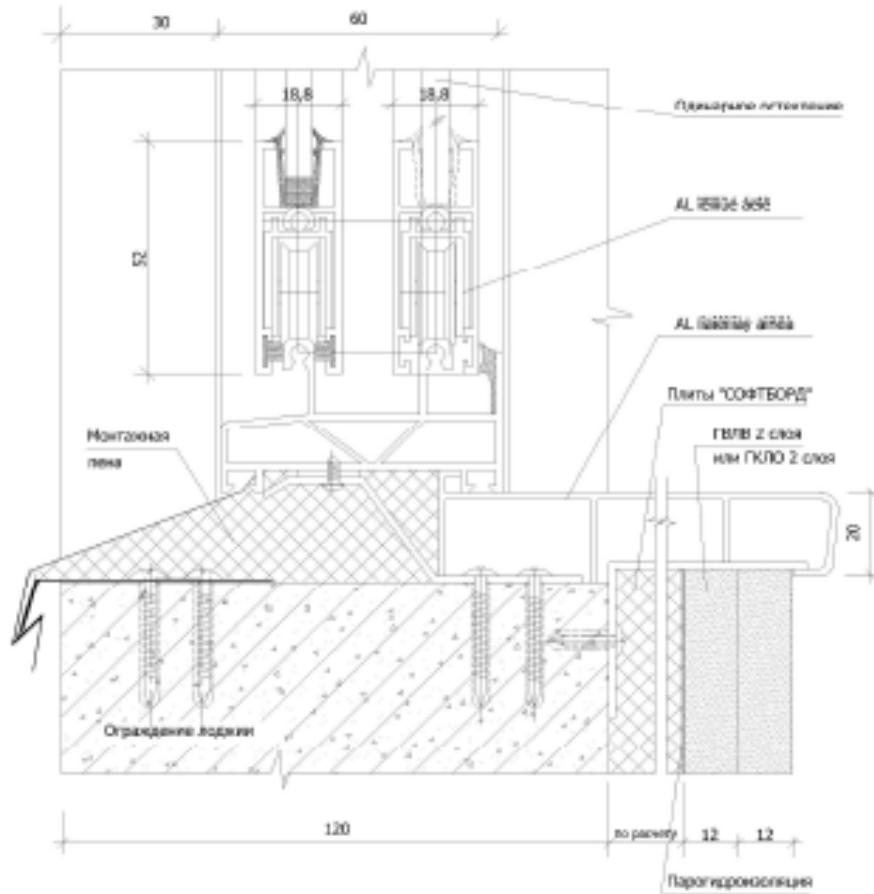


Рис. 11.3 Узел утепления ограждения лоджии плитой СОФТБОРД

ЗВУКО- И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ДВЕРЕЙ

Технические решения предусматривают звуко- и теплоизоляцию входных дверей в здание, в квартиру и дверей на террасу и балкон. Для этих дверей устанавливают порог, улучшающий тепловую и звуковую изоляцию. Чтобы улучшить эксплуатационные характеристики филенчатых и щитовых дверей при их изготовлении предлагается заполнить внутреннюю полость плитами СОФБОРТ, что повысит звуко- и теплоизоляционные качества дверей.

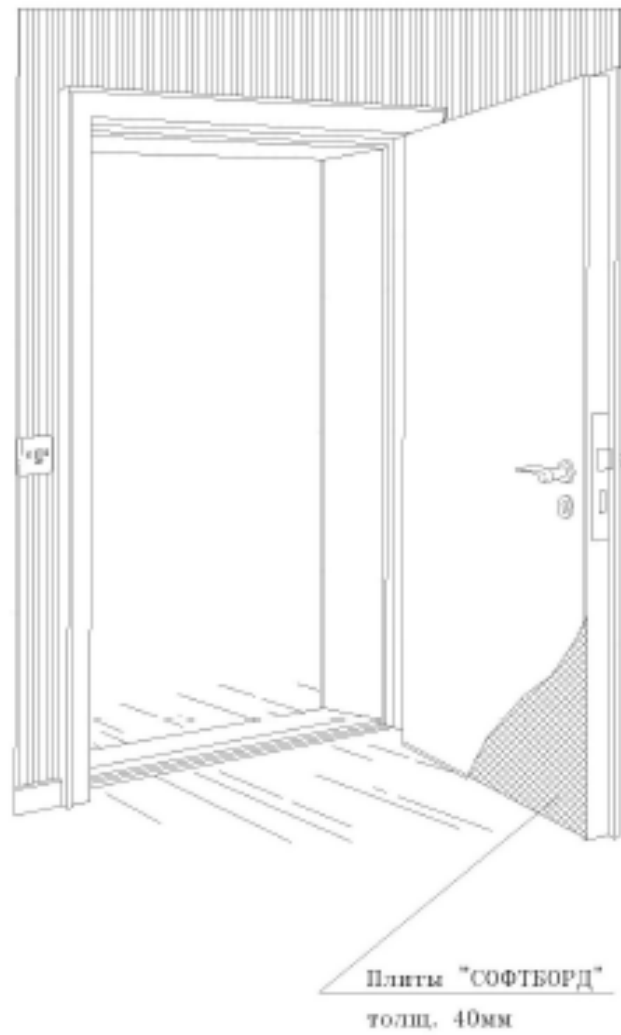


Рис. 12 Звуко- и теплоизоляция металлической входной двери в квартиру плитами СОФТБОРД

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ И ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫЙ
РАСЧЕТ ПЕРЕКРЫТИЯ**

СОДЕРЖАНИЕ

1	Введение.....	91
2	Нормативные требования к звукоизоляции междуэтажных перекрытий.....	95
3	Расчеты звукоизоляционных характеристик междуэтажных перекрытий.....	96
3.1	Перекрытия с несущими железобетонными настилами с круглыми пустотами.....	96
3.2	Перекрытия с несущими железобетонными плитами сплошного сечения.....	98
4	Нормативные требования к теплотехническим характеристикам перекрытия над подвалом.....	100
5	Расчеты теплотехнических характеристик перекрытия над подвалом.....	102
6	Выводы.....	105
7	Исходные материалы.....	106

1. ВВЕДЕНИЕ

В данном разделе приведены примеры расчета с применением плит СОФТБОРД для звуко- и теплоизоляции конструкций. Расчеты выполняются для:

1. Узла внутренних несущих стен и междуэтажных перекрытий с тремя вариантами толщины панелей перекрытий (рис.1).
2. Поперечного сечения междуэтажного перекрытия с несущей плитой с круглыми пустотами и многослойной конструкцией пола (рис. 2)
3. Узла цокольной части здания, наружной стены и перекрытия над подвалом (рис. 3)

Данные примеры расчета служат методической основой для вариантов с другими исходными данными и могут использоваться проектными организациями для расчетов конкретных конструкций.

ШУМОИЗОЛЯЦИЯ ПОЛОВ

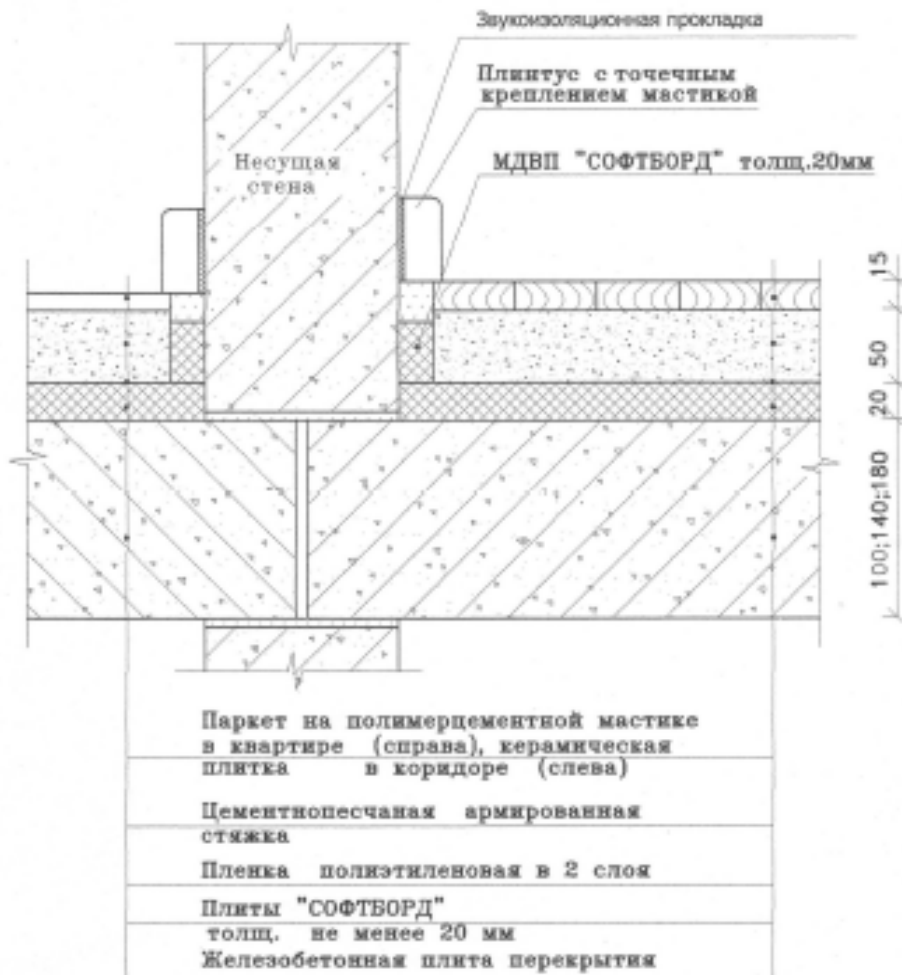
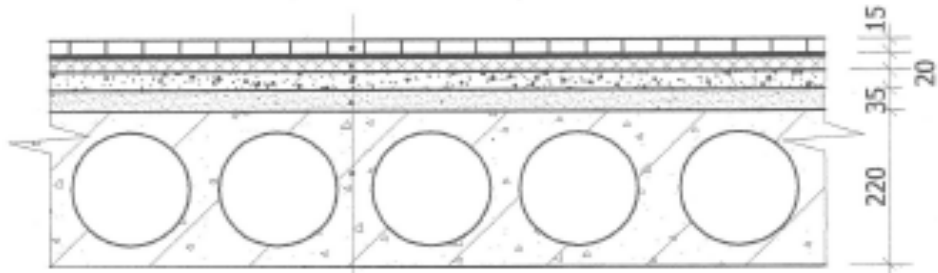


Рис.1 Конструкция пола квартиры и коридора этажа и их стыков со стеной



Паркет на полимерцементной мастике слоем 2мм.
Плиты "СОФТБОРД" толщ. не менее 20 мм
Стяжка цементно-песчаная М-100 из пластичного раствора
Гидроизоляция (пленка в 2 слоя)
Песок
Ж/б плита перекрытия

Рис.2 Полы на наборного паркета

ЗВУКО- И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЯ ПЕРЕКРЫТИЯ И ПОЛА 1 ЭТАЖА

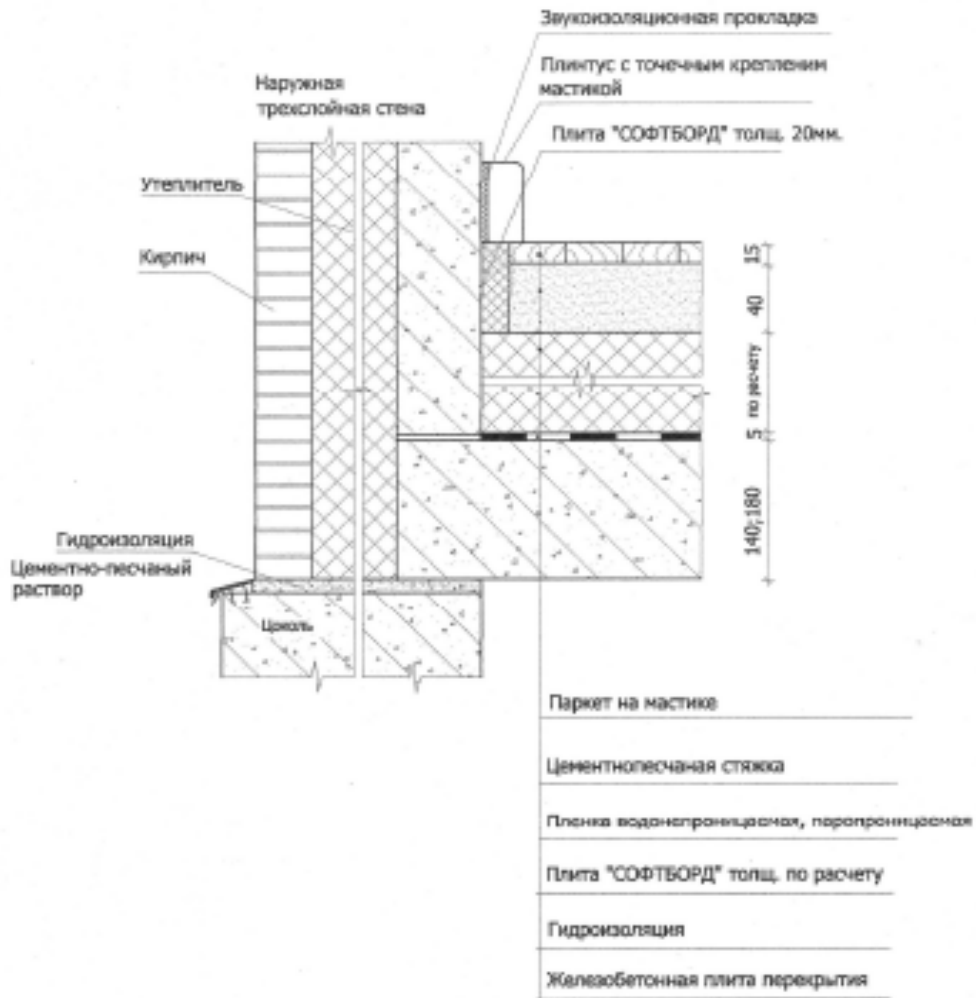


Рис.3 Конструкция пола над подвалом и стыка его с наружной стеной

2. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЗВУКОИЗОЛЯЦИИ МЕЖДУЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Нормативные требования к звукоизоляции внутренних ограждающих конструкций жилых зданий содержатся в СНиП 23-03-2003 [1] и МГСН 2.04-97 [3]. Действие [1] распространяется на всю страну, а действие [3] – на жилые и общественные здания в г. Москве.

Нормируемыми параметрами звукоизоляции внутренних конструкций являются индекс изоляции воздушного шума ограждающими конструкциями R_w и индекс приведенного уровня ударного шума L_{uw} для перекрытий, в дБ.

Требования предъявляемые [1] и [3] к внутренним конструкциям жилых домов, приведены в таблице 1. Эти требования дифференцированы для трех категорий комфортности (см. п.3.4 [1]):

- категория А – обеспечение высококомфортных условий;
- категория Б – обеспечение комфортных условий;
- категория В - обеспечение предельно-допустимых условий.

Звукоизоляция конструкции соответствует требованиям, если расчетные значения $R_w \geq R_w^{TP}$ и $L_{uw} \leq L_{uw}^{TP}$.

Таблица 1

Нормативные значения индексов изоляции воздушного шума R_w и индексов приведенного уровня ударного шума L_{uw} для жилых зданий.

№№ п/п	Наименование и расположение ограждающих конструкций	R_w , дБ	L_{uw} , дБ
1.	Жилые здания Перекрытия между помещениями квартир и отделяющие помещения квартир от холлов, лестничных клеток и используемых чердачных помещений: - в домах категории А - в домах категории Б - в домах категории В	54 52 50	55 58 60
2.	Перекрытия между помещениями квартир и расположенными под ними магазинами: - в домах категории А - в домах категории Б и В	59 57	55 58
3.	Перекрытия между комнатами в квартире в двух уровнях: - в домах категории А - в домах категории Б - в домах категории В	47 45 43	60 63 66

Для проверки соответствия расчетных значений индексов R_w и L_{uw} рассматриваемых междуэтажных перекрытий нормативным принимаются нормативные индексы звукоизоляции, относящиеся к домам категории Б, как наиболее массовым.

3. РАСЧЕТЫ ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕЖДУЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Расчеты выполнены в соответствии со сводом правил 23-103-2003 [2]. В необходимых случаях использованы рекомендации [5].

Согласно [5] вычисления выполнены с точностью до 0,1дБ. Полученные расчетные значения индексов звукоизоляции округлены до целого числа децибел по следующему правилу: для значений R_w величины, равные и меньше 0,5 отбрасывают, а равные и больше 0,6 округляют до 1, для значений L_{rn} величины равные и меньше 0,4 отбрасывают, а равные и больше 0,5 округляют до 1.

3.1 Перекрытия с несущими железобетонными настилами с круглыми пустотами

Использована следующая методика расчета индексов звукоизоляции перекрытий – согласно [2].

Определены индексы изоляции воздушного шума R_{w0} и приведенного уровня ударного шума L_{rn0} несущей части перекрытия по формулам:

$$R_{w0} = 23 \lg m_b - 8 \text{ при } m_b \geq 200 \text{ кг/м}^2, \quad (1)$$

$$R_{w0} = 13 \lg m_b + 15 \text{ при } m_b \leq 200 \text{ кг/м}^2, \quad (2)$$

где m_b - эквивалентная поверхностная плотность конструкции, кг/м²;

$$m_b = k m, \quad (3)$$

где: m – поверхностная плотность конструкции, кг/м²;

k – коэффициент, зависящий от характеристик материала и формы поперечного сечения конструкции.

Согласно [5] для плит с круглыми пустотами из тяжелого бетона принимаем $k=1,1$.

Рассматриваемый пустотный настил толщиной $h = 220$ мм. (рис.2) имеет приведенную толщину бетона $h_{sp} = 0,12$ м. При $\nu = 2500$ кг/м $m = 0,12 \cdot 2500 = 300$ кг/м².

По формуле (3) $m_b = 1,1 \cdot 300 = 330$ кг/м², по формуле (1):

$$R_{w0} = 23 \lg 330 - 8 = 49,9 \approx 50 \text{ дБ.}$$

Согласно [5] значение L_{rn} рассчитано по формуле:

$$L_{rn0} = 131 - 22 \lg m + 10 \lg \frac{h}{h_{sp}} - 10 \lg p_b, \quad (4)$$

где:

m – поверхностная плотность несущей части перекрытия кг/м²; h – ее толщина; h_{sp} – ее приведенная толщина; p_b – изменение коэффициента потерь несущей части перекрытия при наличии в ней сыпучего материала; при отсутствии сыпучего материала $p_b = 1$.

В рассматриваемом случае $m = 300$ кг/м², $h/h_{sp} = 1,83$. По формуле (4)

$$L_{rn0} = 131 - 22 \lg 300 + 10 \lg 1,83 - 10 \lg 1 = 79,1 \approx 79 \text{ дБ.}$$

Согласно рис. 2 конструкция пола включает (сверху вниз) паркет (10 мм), мягкую древесноволокнистую плиту – два слоя из плит толщиной по 12 мм в необжатом состоянии, цементно-песчаную стяжку (20мм), песок (35мм). Таким образом, в полу имеется две звукоизоляционные прослойки – из мягкой древесноволокнистой плиты и песка.

При укладке конструкции пола по звукоизоляционному слою, значение R_w определено по таблице 15 [2] в зависимости от значений R_{w0} и низкой частоты собственных колебаний перекрытия с полом f_p , определяемой по формуле (11) [2]:

$$f_p = 0.16 \sqrt{\frac{E_d (m_1 + m_2)}{d \cdot m_1 \cdot m_2}}, \quad (5)$$

где: m_1 и m_2 - поверхностные плотности несущей плиты перекрытия и пола, $\text{кг}/\text{м}^2$; d - толщина звукоизоляционного слоя в обжатом состоянии, м; E_d - динамический модуль упругости материала звукоизоляционного слоя, Па.

Значение d определено по формуле (12) [2]:

$$d = d_0 (1 - \varepsilon), \quad (6)$$

где d_0 - толщина звукоизоляционного слоя в необжатом состоянии; ε - относительное сжатие материала звукоизоляционного слоя под нагрузкой. Значения E_d и ε приняты по таблице 16 [2].

Для мягкой древесноволокнистой плиты с $\nu = 250 \text{ кг}/\text{м}^3$ при нагрузке $2000 \text{ Па}/\text{м}^2$ $E_d = 10 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $\varepsilon = 0.1$, для песка прокаленного плотностью $\nu = 1300 - 1500 \text{ кг}/\text{м}^3$ $E_d = 120 \cdot 10^5 \text{ Па}$ плотность несущей плиты $m_2 = 300 \text{ кг}/\text{м}^2$.

При приведенной на рис.2 конструкции пола, возможны 2 варианта расчета. В первом в качестве звукоизоляционной прослойки рассматриваем мягкие древесноволокнистые плиты. При этом в качестве пола рассматриваем слой дубового паркета с $\nu = 700 \text{ кг}/\text{м}^3$ и $m_2 = 0,01 \cdot 700 = 7 \text{ кг}/\text{м}^2$. По формуле (6) $d = 0.024 (1 - 0,1) = 0,0216 \text{ м}$, по формуле (5)

$$f_p = 0.16 \sqrt{\frac{10 \cdot 10^5 (300 + 7)}{0,0216 \cdot 300 \cdot 7}} = 416 \text{ Гц}$$

Во втором варианте в качестве звукоизоляционной прослойки рассматривается слой песка, в качестве пола - расположенные выше него цементно-песчаную стяжку, слой древесноволокнистой плиты и слой паркета.

При этом:

$$m_2 = 0,02 \cdot 1800 + 0,02 \cdot 250 + 0,01 \cdot 700 = 48 \text{ кг}/\text{м}^2.$$

По формуле (6)

$$d = 0.035 (1 - 0.03) = 0.034 \text{ м},$$

По формуле (5)

$$f_p = 0.16 \sqrt{\frac{120 \cdot 10^5 (300 + 48)}{0,034 \cdot 300 + 48}} = 467 \text{ Гц}.$$

При первом варианте расчета по таблице 15 [2] принимая $R_{\text{ср}} = 50 \text{ дБ}$ и $f_p = 416 \text{ Гц}$, получаем $R_w = 51 \text{ дБ}$, по таблице 17 [2]. принимая $L_{\text{ср}} = 79 \text{ дБ}$ и $f_p = 416 \text{ Гц}$, получаем $L_{\text{ср}} = 70 \text{ дБ}$ (по экстраполяции).

При втором варианте расчета, по таблице 15 [2], принимая $R_{\text{ср}} = 50 \text{ дБ}$ и $f_p = 467 \text{ Гц}$, получаем $R_w = 51 \text{ дБ}$, по таблице 17 [2]. принимая $L_{\text{ср}} = 79 \text{ дБ}$ и $f_p = 467 \text{ Гц}$ получаем $L_{\text{ср}} = 71 \text{ дБ}$ (по экстраполяции).

Таким образом, расчетные индексы изоляции воздушного и ударного шума хуже требуемых для перекрытий в жилых домах категории Б ($R_w \geq 52 \text{ дБ}$ и $L_{\text{ср}} \leq 58 \text{ дБ}$).

Для обеспечения указанных требований, рекомендуется предусмотреть устройство по несущим плитам с круглыми пустотами конструкции пола, принятой согласно п.1 в перекрытиях с

железобетонными плитами сплошного сечения (см. рис.1) . Эта конструкция пола включает (сверху вниз) паркет (15мм), армированную цементно-песчаную стяжку (50мм), пергамин, мягкие древесноволокнистые плиты (24 мм.) При таком решении $m_2 = 0,05 \cdot 1800 + 0,015 \cdot 700 = 100,5 \text{ кг/м}^2$. Принимая $E_d = 10 \cdot 10^5 \text{ Па}$, $d = 0,0216\text{м}$ (см. выше), по формуле (5) получаем

$$f_p = 0,16 \sqrt{\frac{10 \cdot 10^5 (300 + 100)}{0,0216 \cdot 300 \cdot 100}} = 126 \text{ Гц.}$$

Принимая $R_{\text{вс}} = 50 \text{ дБ}$ и $f_p = 126 \text{ Гц}$, по таблице 15 [2] получаем $R_{\text{ср}} = 53 \text{ дБ}$, принимая $L_{\text{вс}} = 79 \text{ дБ}$ и $f_p = 126 \text{ Гц}$, по таблице 17 [2] получаем $L_{\text{ср}} = 57 \text{ дБ}$. Таким образом, расчетная изоляция воздушного шума на 1 дБ, и расчетная изоляция ударного шума на 1 дБ, лучше требуемых для перекрытий в жилых домах категории Б.

3.2. Перекрытия с несущими железобетонными плитами сплошного сечения

Рассматриваются междуэтажные перекрытия с несущими железобетонными плитами сплошного сечения толщиной (h) 100, 140 и 180 мм. (см. рис.1) По ним предусмотрен пол, включающий (сверху вниз) паркет (15мм) армированную цементно-песчаную стяжку (50мм), пергамин, звукоизоляционный слой из мягкой древесноволокнистой плиты (24мм).

Индекс изоляции воздушного и ударного шума несущих плит определены по формулам (1) и (4).

При $h = 100\text{мм}$. $m = 0,1 \cdot 2500 \text{ кг/м}^2$, для плит сплошного сечения из тяжелого бетона $k=1$, $m_b = 250 \text{ кг/м}^2$,

$$R_{\text{вс}} = 23 \lg 250 - 8 = 47,2 \approx 47 \text{ дБ,}$$

$$L_{\text{вс}} = 131 - 22 \lg 250 = 78,2 \approx 78 \text{ дБ.}$$

При $h = 140\text{мм}$. $m = 0,14 \cdot 2500 = 350 \text{ кг/м}^2$, $m_b = 350 \text{ кг/м}^2$,

$$R_{\text{вс}} = 23 \lg 350 - 8 = 50,5 \approx 50 \text{ дБ.}$$

$$L_{\text{вс}} = 131 - 22 \lg 350 = 75 \text{ дБ,}$$

при $h = 180\text{мм}$. $m = 0,18 \cdot 2500 = 450 \text{ кг/м}^2$, $m_b = 450 \text{ кг/м}^2$,

$$R_{\text{вс}} = 23 \lg 450 - 8 = 53 \text{ дБ,}$$

$$L_{\text{вс}} = 131 - 22 \lg 450 = 72,6 \approx 73 \text{ дБ,}$$

Поверхностная плотность пола (без звукоизоляционного слоя и чистого пола, который может быть заменен при эксплуатации).

$$m_2 = 0,05 \cdot 1800 = 90 \text{ кг/м}^2.$$

Нижшая частота собственных колебаний перекрытия с полом f_p определена по формуле (5), причем в расчет принята толщина звукоизоляционного слоя в обжатом состоянии $d = 0,0216\text{м}$ и $E_d = 10 \cdot 10^5 \text{ Па}$ (см. выше).

При $h = 100\text{мм}$. принято $m_1 = 250 \text{ кг/м}^2$, $m_2 = 90 \text{ кг/м}^2$

$$f_p = 0,16 \sqrt{\frac{10 \cdot 10^5 (250 + 90)}{0,0216 \cdot 250 \cdot 90}} = 133,8 \text{ Гц} \approx 134 \text{ Гц}$$

При $h=140$ мм принято $m_1=350$ кг/м², $m_2=90$ кг/м²

$$f_p = 0.16 \sqrt{\frac{10 \cdot 10^3 (350 + 90)}{00216 \cdot 350 \cdot 90}} = 128,7 \text{Гц} \approx 129 \text{Гц}$$

При $h=160$ мм принято $m_1=450$ кг/м², $m_2=90$ кг/м²

$$f_p = 0.16 \sqrt{\frac{10 \cdot 10^3 (450 + 90)}{00216 \cdot 450 \cdot 90}} = 125,7 \text{Гц} \approx 126 \text{Гц}$$

По таблице 15 [2] приняты следующие значения индекса изоляции воздушного шума перекрытием с полом:

При $h=100$ мм $R_{w0} = 47$ дБ и $f_p = 134$ Гц принято $R_w = 52,1$ дБ ≈ 52 дБ.

При $h=140$ мм $R_{w0} = 50$ дБ и $f_p = 129$ Гц принято $R_w = 53,3$ дБ ≈ 53 дБ.

При $h=180$ мм. $R_{w0} = 53$ дБ и $f_p = 126$ Гц принято $R_w = 54,3$ дБ ≈ 54 дБ.

По таблице 17 [2] приняты следующие значения индекса приведенного уровня ударного шума перекрытия с полом.

При $h=100$ мм $L_{w0} = 78$ дБ и $f_p = 134$ Гц принято $L_{wv} = 58$ дБ;

При $h=140$ мм $L_{w0} = 75$ дБ и $f_p = 129$ Гц принято $L_{wv} = 57$ дБ;

При $h=180$ мм $L_{w0} = 73$ дБ и $f_p = 126$ Гц принято $L_{wv} = 56$ дБ;

Таким образом, при описанной выше конструкции пола, междуэтажные перекрытия имеют следующие индексы R_w и L_{wv} в зависимости от толщины h несущей железобетонной плиты сплошного сечения.

При $h=100$ мм $R_w = 52$ дБ, $L_{wv} = 58$ дБ;

При $h=140$ мм $R_w = 53$ дБ, $L_{wv} = 57$ дБ;

При $h=180$ мм $R_w = 54$ дБ, $L_{wv} = 56$ дБ.

Все рассмотренные варианты перекрытий соответствуют нормативным требованиям, предъявляемым к ним в жилых домах категории Б ($R_w \geq 52$ дБ; и $L_{wv} \leq 58$ дБ).

4. НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ ПЕРЕКРЫТИЯ НАД ПОДВАЛОМ.

Среди представленных материалов, рис.3 относится к наружной конструкции здания-перекрытию над подвалом. Это перекрытие ограждает отапливаемую часть здания снизу. Согласно полученному заданию, необходимо определить теплотехнические характеристики перекрытия над подвалом. Ниже приведены нормативные требования, относящиеся к этой конструкции.

Требования к теплотехническим характеристикам конструкций содержатся в СНиП 23-02-2003 [6]. Требования к сопротивлению теплопередаче конструкций предъявляются [6], исходя из условий энергосбережения.

Требуемое приведенное сопротивление теплопередаче R_{req} принимают по таблице 4 [6] в зависимости от числа градусо-суток отопительного периода (D_d), °C сут, в месте строительства. D_d определяют по формуле (2) [6].

$$D_d = (t_{int} - t_{ext}) Z_{ot} \quad (7)$$

где: t_{int} - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, t_{ext} , Z_{ot} - средняя температура, °C, наружного воздуха и продолжительность, сут., периода со средней суточной температурой воздуха $t_{ext} \leq 8^\circ \text{C}$, которые принимают по СНиП 23-01-99 Строительная климатология [8].

Значения требуемого сопротивления теплопередаче конструкций зависят от температуры внутреннего воздуха t_{int} . Для жилых помещений $t_{int} = 20^\circ \text{C}$. Температуру воздуха в подвале определяют расчетом теплового баланса, учитывая поступление тепла от труб отопления и горячего водоснабжения и через перекрытие и потери через наружные конструкции. В настоящей работе такой расчет выполнить невозможно, так как она не относится к конкретному зданию и необходимые для него данные отсутствуют. Поэтому, температура в подвале принята по результатам многочисленных расчетов, выполненных для конкретных жилых домов (см, например, [9]). Согласно результатам указанных расчетов, принимаем температуру воздуха в подвале $t_{int}^b = 5^\circ \text{C}$.

Требуемое сопротивление теплопередаче R_0^b перекрытия над подвалом определяем согласно [11] по формуле (2.28) [11].

$$R_0^b = n R_0^{req}, \quad (8)$$

где R_0^{req} – требуемое сопротивление теплопередаче перекрытия над подвалами, определяемое по СНиП 23-03-2003 [6], n – коэффициент, определенный по формуле (2.29) [11]:

$$n = (t_{int} - t_{int}^b) / (t_{int} - t_{ext}), \quad (9)$$

где t_{int} - расчетная температура внутреннего воздуха в здании; t_{int}^b – то же, в подвале, t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, согласно [8] для Москвы $t_{ext} = -28^\circ \text{C}$.

Градусо-сутки отопительного периода D_d для Москвы определяем по формуле (2) [6]

$$D_d = (t_{int} - t_{ext}) Z_{ot} \quad (10)$$

Принимая согласно [8] $t_{ext} = -3,1^\circ \text{C}$, $Z_{ot} = 214$ сут., получаем

$$D_d = (20 + 3,1) 214 = 4943 \text{ }^\circ \text{C сут.}$$

По таблице 4 [1] принимаем для перекрытия над подвалом $R_{тв} = 4,12 \text{ м}^2\text{°С/Вт}$. По формуле (2.29) [11]

$$n = (20-5)/(20+28) = 0,312$$

По формуле (8)

$$R_{тв}^k = 0,312 \cdot 4,12 = 1,29 \text{ м}^2 \text{°С/Вт}.$$

Согласно [6] нормируется температурный перепад Δt_0 между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции. Для перекрытий над подвалами в жилых зданиях $\Delta t_0 \leq 2^\circ\text{С}$. Расчетный температурный перепад определяют по формуле 4 [6]

$$\Delta t_0 = \frac{n (t_{вн} - t_{взд})}{R_0 \alpha_{вн}}; \tag{11}$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху; для перекрытий над подвалами n определяют по формуле (9);

R_0 – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции;

$\alpha_{вн}$ – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции; согласно таблице 7 [7] для полов $\alpha_{вн} = 8,7 \text{ Вт / (м}^2 \text{°С)}$.

Согласно [7] сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций $R_{вп}^{норм}$ должно быть не менее нормативного сопротивления воздухопроницанию $R_{вп}^{норм}$, определенного по формуле (12) [7]

$$R_{вп}^{норм} = \Delta p / G_0, \tag{12}$$

где Δp – разность давлений воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающей конструкции;

G_0 – нормируемая воздухопроницаемость ограждающей конструкции; согласно таблице (11) [7] для перекрытий жилых зданий $G_0 \leq 0,5 \text{ кг/(м}^2 \text{г)}$.

Значение $R_{вп}^{норм}$ можно определить только для конкретного здания, так как величина Δp зависит от его высоты. По данным многочисленных расчетов, сопротивление воздухопроницанию непрозрачных конструкций, таких как перекрытия, многократно превышает требуемое.

5. РАСЧЕТЫ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРЕКРЫТИЯ НАД ПОДВАЛОМ

Конструкции, аналогичные примененным в перекрытии над подвалом, многократно использовались в ранее запроектированных домах, примен их сопротивление теплопередаче было рассчитано по методике [11].

В данной работе сопротивление теплопередаче перекрытия над подвалом рассчитано по формуле (11) [12],

$$R_0 = R_0^{\text{кон}} \cdot \gamma, \quad (13)$$

где: $R_0^{\text{кон}}$ – значение, условно определенное без учета теплопроводных включений. Значение коэффициента теплотехнической однородности γ принято из упомянутых расчетов домов.

Перекрытие над подвалом включает следующие составляющие (снизу вверх): железобетонная плита толщиной 100,140 или 180 мм, герметизирующий материал АБРИС, пенополистирол по ГОСТ 15588 (150мм), мягкая древесноволокнистая плита (24 мм), пергамин, армированная цементно – песчаная стяжка (50 мм), паркет (15мм).

Согласно [12] в расчетах использованы значения коэффициента теплопроводности материалов, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Коэффициенты теплопроводности материалов

МАТЕРИАЛ	ρ_0 кг/м ³	λ_v Вт/(м·°С)
Железобетон	2500	2,04
Цементно-песчаный раствор	1800	0,93
Пенополистирол по ГОСТ 15588	40	0,05
Плиты древесно-волокнистые мягкие	200	0,08
Паркет – дуб поперек волокон	700	0,23

Термическое сопротивление конструкции определяем по формуле (2.1) и (2.2) [11]

$$R_k = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}, \quad (14)$$

$\delta_1, \delta_2 \dots \delta_n$ – толщина, м, слоев конструкции;

$\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ – коэффициенты теплопроводности, Вт/(м·°С), составляющих их материалов.

Для рассматриваемого перекрытия над подвалом термическое сопротивление равно, при толщине железобетонной плиты:

$$h_1 = 100\text{мм.}$$

$$R_k = \frac{0,1}{2,04} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,024}{0,08} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,015}{0,23} = 3,468 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт};$$

$h_1 = 140\text{мм.}$

$$R_k = \frac{0,14}{2,04} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,024}{0,08} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,015}{0,23} = 3,488 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт};$$

$h_1 = 180\text{мм.}$

$$R_k = \frac{0,18}{2,04} + \frac{0,15}{0,05} + \frac{0,024}{0,08} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,015}{0,23} = 3,507 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт.}$$

Изменение толщины железобетонной плиты со 100 до 180 мм привело к увеличению значения R_k всего на 1 %. Поэтому для дальнейших расчетов можно принять значение $h_1 = 100\text{мм.}$, что при больших толщинах плиты приведет к небольшому запасу теплозащиты.

Приведенное сопротивление теплопередаче конструкции определяем по формуле (4) [13],

$$R_0^{\text{пр}} = 1/\alpha_{\text{внт}} + R_k + 1/\alpha_{\text{нар}}, \quad (15)$$

где: $\alpha_{\text{внт}}$ - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности конструкции; $\alpha_{\text{нар}}$ - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности конструкции.

Принимаем по таблице (4) [13], $\alpha_{\text{внт}} = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \text{ } ^\circ\text{C)}$, по таблице 6 [13], $\alpha_{\text{нар}} = 23 \text{ Вт/(м}^2 \text{ } ^\circ\text{C)}$.

По формуле (15) получаем:

$$R_0^{\text{пр}} = 1/8,7 + 3,468 + 1 / 23 = 3,626 \approx 3,63 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт.}$$

Принимаем коэффициент $\gamma = 0,9$, получаем $R_0 = 0,9 \cdot 3,63 = 3,25 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$, что значительно больше требуемого $R_{0\text{треб}} = 1,29 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт}$.

Можно уменьшить утепление перекрытия над подвалом. Толщину слоя из пенополистирола можно уменьшить с 150 до 50 мм. В этом случае по формуле (14) при толщине железобетонной плиты

$h_1 = 100\text{мм.}$

$$R_k = \frac{0,1}{2,04} + \frac{0,05}{0,05} + \frac{0,024}{0,08} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,015}{0,23} = 1,468 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт};$$

$h_1 = 140\text{мм}$

$$R_k = \frac{0,14}{2,04} + \frac{0,05}{0,05} + \frac{0,024}{0,08} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,015}{0,23} = 1,488 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт};$$

$h_1 = 180\text{мм.}$

$$R_k = \frac{0,18}{2,04} + \frac{0,05}{0,05} + \frac{0,024}{0,08} + \frac{0,05}{0,93} + \frac{0,015}{0,23} = 1,507 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C/Вт.}$$

По формуле (13)

$$R_{0}^{00} = 18,7 + 1,468 + 1 / 23 = 1,626 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Принимая $\tau = 0,9$, по формуле (13) получаем

$$R_0 = 1,626 \cdot 0,9 = 1,46 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Это соответствует требуемому $R_{\text{ред}} = 1,29 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$.

Температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой поверхности пола определяем по формуле (11), принимая $\alpha = 0,312$, $t_{\text{вн}} = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$, $t_{\text{вн}} = -28 \text{ } ^\circ\text{C}$, $R_0 = 1,46 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, $\alpha_{\text{от}} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$,

$$\Delta t_0 = \frac{0,312 (20 + 28)}{1,46 \cdot 8,7} = 1,18 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Это меньше нормируемого табл. 5 [6] температурного перепада $\Delta t_0 = 2,0 \text{ } ^\circ\text{C}$ для перекрытий над подвалами жилых зданий.

6. ВЫВОДЫ

1. Перекрытия с несущими железобетонными настилами с круглыми пустотами толщиной 220 мм обеспечивают требуемую в жилых домах категории Б изоляцию воздушного и ударного шума при конструкции пола, включающий (сверху вниз) паркет (15 мм), армированную цементнопесчаную стяжку (50 мм), пергамин, мягкие древесноволокнистые плиты (24 мм).
2. Перекрытия с несущими железобетонными плитами сплошного сечения толщиной 100, 140 и 180 мм обеспечивают требуемую в жилых домах категории Б изоляцию воздушного и ударного шума при конструкции пола, включающий (сверху вниз) паркет (15мм), армированную цементнопесчаную стяжку (50 мм), пергамин, мягкие древесноволокнистые плиты (24 мм).
3. Перекрытие над подвалом жилого дома с расположенными в нем трубами отопления и горячего водоснабжения, имеющим расчетную температуру воздуха $t_{вз}^p = 5 \text{ }^\circ\text{C}$, при конструкции пола, включающей (сверху вниз) паркет (15мм), цементно-песчаную стяжку (50мм), пергамин, мягкую древесноволокнистую плиту (24мм), пенополистирол (50мм), герметизирующий материал, обеспечивает сопротивление теплопередаче $R_0 = 1,46 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$, при требуемом значении $R_{треб} = 1,29 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$.

7. ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1. СНиП 23-03-2003 Защита от шума. Госстрой России М., 2003.
2. Свод правил СП 23-103-2003 «Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий» (к СНиП «Защита от шума»). Госстрой России М., 2003.
3. МГСН 2.04-97 Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях /Правительство Москвы, М.:ГУП «НИАЦ», 1997.
4. Пособие к МГСН 2.04-97 Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий /Правительство Москвы, М.:ГУП «НИАЦ», 1998.
5. Рекомендации по обеспечению требуемой звукоизоляции квартир от помещений первого нежилого этажа жилых домов. М.: ЦНИИЭП жилища, 1992.
6. СНиП 23-02-2003 Тепловая защита зданий./Госстрой России М.:ФГУП ЦПП, 2004.
7. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. Госстрой России М.; 2004.
8. СНиП 23-01-99 Строительная климатология/ Госстрой России М.:ФГУП ЦПП, 2000.
9. Индивидуальный 10-ти этажный трехсекционный жилой дом на базе блок-секции системы ГМС-2001 г. Москва, Юго-Восточный административный округ. МР «Южное Бутово,» мкр,11 корп.8. Энергоэффективность М.: ЦНИИЭП жилища, 2005.
10. Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектрообеспечению МГСН 2.01-99. М.; Правительство Москвы ,1999.
11. Пособие к МГСН 2.01-99 Энергосбережение в зданиях. Выпуск 1. Проектирование теплозащиты жилых и общественных зданий. Правительство Москвы М.: ГУП «НИАЦ»,2000.
12. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий, М.: ФГУП ЦПП, 2004.
13. СНиП II-3-79* Строительная теплотехника Госстрой России М.: ГУП ЦПП, 1998.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СТЕН

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СТЕН (рис. 4,1, 4.2, 4.3, 4.5, 4.7)

Рассчитывается бетонная стена, утепленная плитой СОФТБОРД с фасадным слоем из мокрой штукатурки.

Требования к теплотехническим характеристикам конструкций содержится в СНиП II-3-79* (изд. 96г.), СНиП 23-02-2003 и МГСН 2.01-99, исходя из санитарно-гигиенических, комфортных условий и энергосбережения (см. таблицу 1).

Таблица 1

Нормативный документ	Требуемое сопротивление теплопередаче	ГСОП $D_{\text{в}}$
	Потребительский подход (ползлементный)*	
СНиП 23.01-99	3,13	4943
СНиП 23.02-2003		

МЕТОДИКА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО РАСЧЕТА НАРУЖНЫХ СТЕН С ВЕНТИЛИРУЕМОЙ ВОЗДУШНОЙ ПРОСЛОЙКОЙ

Общие требования

Расчет наружных стен с экраном и вентиляруемой воздушной прослойкой основан на расчете теплотехнических характеристик стен и расчете влажностного режима.

Теплотехнический расчет наружных стен с вентиляруемой прослойкой в соответствии с настоящим разделом включает в себя: - подбор толщины теплоизоляционного слоя;

Определение толщины теплоизоляционного слоя

Методика теплотехнического расчета разработана в соответствии с рядом документов, подготовленных ЦНИИЭП жилища и НИИСФ и полностью удовлетворяет нормативным требованиям.

В основу конструктивных решений наружных стен при определении приведенных сопротивлений теплопередаче главных фрагментов принимаются толщины утеплителя, рассчитанные предварительно по формуле:

* Конкретное проектирование теплозащиты здания осуществляется на основе одного из 2-х подходов. 1. Ползлементный подход (потребительский). В этом случае $R_{\text{тп}}^*$ должно быть больше или равно $R_{\text{тп}}^{\text{нр}}$ по табл.4 СНиП 23-02-2003 (см. табл.1) 2. На основе требований по теплозащите (предписывающий подход) при конкретном проектировании. В этом случае СНиП 23-02-2003 п. 5.13 допускает уменьшить требуемое сопротивление теплопередаче стен жилых зданий до величины $0,63 R_{\text{тп}}^*$, т.е. до $0,63 R_{\text{тп}}^* = 3,13 \cdot 0,63 = 1,97 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ (в следовательно и толщину утеплителя) для случаев, когда удельный расход тепла на отопление $q_{\text{от}}^{\text{нр}}$ меньше нормируемого $q_{\text{от}}^{\text{нр}}$ по табл. 9 СНиП 23-02-2003г.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СТЕН

$$\delta_{\text{гр}} = \left(\frac{R_0^{\text{треб}}}{g} - R_L - R_a - \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} - \frac{1}{\alpha_{\text{н}}} \right) \cdot \lambda_{\text{гр}} \quad (1)$$

где: $R_0^{\text{треб}}$ ($R_0^{\text{треб}}$) – требуемое приведенное сопротивление теплопередаче стен, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$;

g – коэффициент теплотехнической однородности по табл. 2 и 3 для предварительного определения толщины утеплителя в зависимости от материала, толщины и физических характеристик стены.

Значения « g » (приведены в таблицах 2,3), посчитаны для фрагмента стены размером 3х3м с оконным проемом 1,5х1,5м, учитывают теплопроводные включения: кронштейны, оконные откосы.

Таблица 2

Значения « g » кирпичных утепленных снаружи стен

Толщина, м		Коэффициент g	
		При λ	
стены (без дополнительного утепления)	СОФТБОРД	0,04	0,05
0,38	0,1	0,705	0,726
	0,15	0,693	0,713
	0,2	0,68	0,7
0,51	0,1	0,694	0,714
	0,15	0,682	0,702
	0,2	0,667	0,687
0,64	0,1	0,685	0,7
	0,15	0,675	0,69
	0,2	0,665	0,68

Примечания:

- Для получения значений « g » с учетом глухих участков и торцевых стен приведенные в таблице значения умножаются на $n = 1,05$.
- Коэффициент « g » посчитан для фрагментов с проемностью 25%. При изменении проемности, отличающейся от табл. 2, 3 (см. ниже), каждые 10% коэффициент « g » соответственно изменяется на 4%.

Таблица 3

Значения « g » бетонных утепленных снаружи стен

Толщина, м		Коэффициент g	
		При λ	
панели (без дополнительного утепления)	«СОФТБОРД»	0,04	0,05
0,3	0,05	0,9	0,92
	0,1	0,84	0,87
	0,15	0,81	0,84
0,35	0,05	0,87	0,9
	0,1	0,8	0,83
	0,15	0,78	0,81
0,4	0,05	0,82	0,87
	0,1	0,77	0,8
	0,15	0,75	0,78
	0,2	0,74	0,765

Примечания:

Проемность 25% с учетом коэффициента $n = 1,05$. При проемности, отличающейся от данных табл. 7, 3, на каждые 10% коэффициент «n» соответственно изменяется на 2%.

Расчет влияния анкеров и других металлических включений, показывающих аналогичные результаты с вышеприведенной методикой выполняется в соответствии с приложением Н СП 23-101-2004.

Средневзвешенное значение приведенного сопротивления теплопередаче слоистых наружных стен определяется по формуле:

$$R_{0, \text{ср}} = \frac{\sum_i^k F_i}{\sum_i^k \frac{F_i}{R_{0i}}} \quad (2)$$

где: $\sum_i^k F_i$ - сумма площадей фрагментов наружных стен (k – количество фрагментов стен), м^2 ;

F_i, R_{0i} – соответственно площадь и приведенное сопротивление теплопередаче i -го фрагмента стен, $\text{м}^2 \cdot \text{С/Вт}$.

Толщина слоя теплоизоляции для бетонной стены для г. Москвы при поэтапном подходе (предписывающий подход)

$$\delta_{\text{ит}} = \left(\frac{3,13}{0,85} - \frac{0,18}{2,04} - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,065^* = 0,22\text{м}$$

где 3,13 - требуемое сопротивление теплопередаче стен для г. Москвы;

0,85 - коэффициент теплотехнической однородности, (табл. 3)

Сопротивление теплопередаче по глади наружной стены условное

$$R_{0, \text{ус}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,18}{2,04} + \frac{0,22}{0,065} + \frac{1}{23} = 3,63 \text{ м}^2 \cdot \text{С/Вт}$$

* При влажности 8,3% - в эксплуатационном состоянии

Приведенное сопротивление теплопередаче

$$R_0^{пр} = 3,63 + 0,85 = 3,1\text{н}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

что соответствует требованию $R^{треб} = 3,13\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$

Толщина слоя теплоизоляции деревянной (из бруса) стены, исходя из предельно допустимого подхода:

$$\delta_{ит} = \left(\frac{3,13}{0,85} - \frac{0,15}{0,18} - \frac{1}{8,7} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,065^* = 0,17\text{м}$$

Толщина утеплителя может быть уменьшена при конкретном проектировании в случае если удельный расход тепла на отопление $q_b^{от}$ меньше нормируемого $q_b^{треб}$ табл.9 СНиП 23-02-2003 $q_b^{треб}$ и $q_b^{от}$ - определяются в разделе «энергоэффективность» при конкретном проектировании .

* При влажности 8,3% по данным заказчика

