

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
КАФЕДРА ГОРОДСКОГО СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по теплотехническому расчету ограждающих конструкций промышленного здания для студентов специальности 29.03 «Промышленное и гражданское строительство» дневной и заочной форм обучения.

УДК 728(07)

Методические указания содержат данные для проектирования стен промышленных зданий, в т.ч. с избыточными тепловыделениями. Представлены нормативные требования, конструктивные решения ограждающих конструкций, рекомендации по определению сопротивления теплопередаче.

Предназначены для студентов специальности «Промышленное и гражданское строительство» дневной и заочной форм обучения при изучении дисциплины «Архитектура зданий и градостроительство».

Составители: Туснин А.Р., доцент, к.т.н.

Рецензенты: Директор института Брестсельхозпроект Макаренко И.Б.,
Главный инженер института Брестсельхозпроект Блинков В.А.

1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.

Современные ограждающие конструкции промышленных зданий, применяемые в Республике Беларусь, должны в соответствии с действующими нормативными документами иметь сопротивление теплопередаче больше нормативного.

Нормативное сопротивление теплопередаче R_n в зданиях без избыточных тепловыделений составляет:

- для заполнения световых проемов $0,6 \text{ м}^2 \cdot \text{гр./Вт}$;
- для покрытий $3 \text{ м}^2 \cdot \text{гр./Вт}$;
- для стен, за исключением заполнения проемов, выполненных из трехслойных панелей $2,5 \text{ м}^2 \cdot \text{гр./Вт}$;
- для стен, за исключением заполнения проемов, выполненных из штучных материалов (кирпич, блоки) или из однослойных панелей с дополнительными утепляющими слоями, размещенными внутри или снаружи конструкции $2 \text{ м}^2 \cdot \text{гр./Вт}$;

Нормативное сопротивление теплопередаче R_n в зданиях с избыточными тепловыделениями составляет:

- для заполнения световых проемов $0,15 \text{ м}^2 \cdot \text{гр./Вт}$;
- для покрытия и стен независимо от конструкции:

$$R_n = \frac{n(t_e - t_n)}{\alpha_e \Delta t_e} \text{ м}^2 \cdot \text{гр./Вт} \quad (1).$$

2. РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ БЕЗ ИЗБЫТОЧНЫХ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЙ.

В зданиях без избыточных тепловыделений при проектировании ограждающих конструкций решается задача ограничения потерь тепла при эксплуатации. При проектировании ограждения в этом случае должны выполняться два условия:

- сопротивление теплопередаче конструкции, за исключением заполнения проемов, должно быть не менее нормативного сопротивления;
- сопротивление теплопередаче заполнения оконных проемов должно быть не менее нормативного.

Современные, отвечающие действующим нормам, ограждения применяемые в зданиях без избыточных тепловыделений, имеют сложную неоднородную структуру, включают несущий, утепляющий и защитный слой, анкеры и связи. Сопротивление теплопередаче таких конструкций следует определять на основании расчета на ЭВМ пространственного температурного поля. Многовариантные расчеты пространственных температурных полей для

наиболее распространенных конструкций, выполненные на кафедре городского строительства и архитектуры БИИ, позволили разработать инженерную методику расчета, использование которой дает возможность без сложных расчетов на ЭВМ определять с приемлемой для практических целей точностью сопротивление теплопередаче неоднородных ограждений.

2.1. РАСЧЕТ СТЕН.

При использовании в здании современных трехслойных панелей или трехслойных кирпичных стен на гибких связях теплотехнический расчет выполнять не требуется, т.к. при разработке этих конструкций выполнены необходимые расчеты температурных полей и проведены их испытания в тепловой камере. Проектирование стены в этом случае заключается в выборе типового решения из каталогов или альбомов строительных конструкций.

Широкое распространение в промышленном строительстве получили стены из однослойных панелей. Панели изготавливаются из легких и ячеистых бетонов. Для обеспечения нормативного сопротивления теплопередаче необходимо дополнительное утепление таких стен. Дополнительный слой утеплителя размещается на наружной поверхности стены (рис.1). Утеплитель наклеивается на наружную поверхность стен при помощи клеевого состава САРМАЛЕП. В качестве утеплителя рекомендуется минераловатные плиты FASROCK, URSA и т.п. с коэффициентом теплопроводности 0,05-0,07 Вт/м·гр. С целью уменьшения потерь тепла обязательно размещение утеплителя слоем толщиной 50 мм на откосах оконных и дверных проемов. При этом зазоры между оконными коробками и панелями заполняют строительной монтажной пеной. Для повышения долговечности конструкции с внешней стороны ограждения размещают защитный слой в виде армированной штукатурки, металлических панелей «Сайдинг» или профилированного настила. Кроме основных слоев в состав стены входят дюбели, анкеры, связи, направляющие. При устройстве защитного слоя с использованием стеклосетки толщина штукатурки составляет 3-5 мм, а для крепления утеплителя применяются дюбели диаметром 6-8 мм, размещаемые в шахматном порядке с шагом 500 мм по горизонтали и вертикали. При использовании сетки из стальной арматуры толщина штукатурки составляет 20-30 мм, а для крепления утеплителя применяются анкеры диаметром 16 мм устанавливаемые в горизонтальные швы панелей с шагом 500 мм. Сопротивление теплопередаче стены зависит от материала и толщины слоев, наличия теплопроводных включений, оконных и дверных проемов. Сопротивление теплопередаче определяется по формуле:

$$R = R_{усл} r \quad (2),$$

где $R_{усл}$ - сопротивление теплопередаче стены определяемое как сумма термических сопротивлений слоев конструкции, сопротивления теплоотдаче внутренней поверхности и сопротивления теплоотдаче наружной поверхности; r - коэффициент теплотехнической однородности. При утеплении откосов оконных и дверных проемов, как это указано выше, и

использовании анкеров диаметром 16 мм, размещенных в горизонтальных швах панелей с шагом 500 мм, коэффициент r можно определить по данным таблицы 1 интерполяцией или по формуле:

$$r = 0,8597 - 1,6925a + 7,6281a^2 - 16,683a^3 + 17,026a^4 - 6,9878a^5 \quad (3).$$

Параметр a используемый в таблице 1 и в формуле (3) это относительная площадь окон равная:

$$a = A_o / A \quad (4),$$

где A_o - суммарная площадь окон и дверей в рассчитываемой стене, A - общая площадь рассматриваемой стены.

Коэффициент термической однородности.

Таблица 1.

a	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
r	0,860	0,752	0,718	0,709	0,700	0,681	0,650	0,604	0,530	0,398	0,150

Последовательность теплотехнического расчета следующая:

- определяется общая площадь рассчитываемой стены A ;
- определяется суммарная площадь окон и дверей в рассчитываемой стене A_o ;
- определяется относительная площадь окон a ;
- определяется коэффициент термической однородности r ;
- определяется $R_{усл} = R_n / r$;
- определяется требуемая толщина утеплителя из условия

$$R_{усл} = \frac{1}{\alpha_v} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_n}, \quad \alpha_v = 8,7 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{гр)} - \text{коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности; } \sum R_i - \text{сумма термических сопротивлений слоев в конструкции; } \alpha_n = 23 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{гр)} - \text{коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности.}$$

2.2. РАСЧЕТ ПОКРЫТИЯ.

Покрытия зданий, в отличие от стен, имеют незначительные теплопроводные включения, поэтому с достаточной для практических целей точностью теплотехнический расчет покрытия может быть выполнен как для многослойной конструкции. При этом толщина слоя утеплителя подбирается

$$R = \frac{1}{\alpha_v} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_n}$$

так, чтобы было не меньше нормативного сопротивления теплопередаче покрытия.

В качестве утеплителя рекомендуется применение пенополистирола, минеральной ваты и полистиролбетона. При использовании пенополистирола, для обеспечения требуемой огнестойкости, необходимо применение цементно-песчаной стяжки толщиной не менее 50 мм. При использовании мягких минераловатных плит и матов стяжку толщиной 30 мм требуется армировать. При использовании жестких минераловатных плит и полистиролбетона стяжка имеет толщину 20-30 мм. Пароизоляцию и кровлю следует выполнять из стеклоруберида.

3. РАСЧЕТ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ С ИЗБЫТОЧНЫМИ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯМИ.

В зданиях с избыточными тепловыделениями при проектировании ограждающих конструкций решается задача недопущения образования на внутренней поверхности конденсата. При проектировании ограждения сопротивление теплопередаче стен и покрытия должно быть не менее нормативного:

$$R_n = \frac{n(t_e - t_n)}{\alpha_e \Delta t_e}$$

где $t_e=24^\circ$ температура внутреннего воздуха, t_n - температура наружного воздуха (определяется по таблице 5.2 СНБ 2.01.01-93 в зависимости от тепловой инерции ограждения); n - коэффициент учета положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, равный для стен 1, для покрытия 0,9; $\alpha_e=8,7$ Вт/(м²·гр)- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности; $\Delta t_e=12^\circ$ - расчетный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждения. После расчета нормативного сопротивления стен и покрытия определяется толщина стеновой панели или

$$R_n = \frac{1}{\alpha_e} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_n}, \text{ где } \sum R_i -$$

слоя утеплителя в покрытии из условия

сумма термических сопротивлений слоев в конструкции; $\alpha_n=23$ Вт/(м²·гр)- коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности.

Стены в таких зданиях рекомендуется выполнять из однослойных панелей, световые проемы следует заполнять одинарным остеклением в металлических или деревянных переплетах. Покрытие выполняется аналогично покрытию зданий без избыточных тепловыделений.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составитель: Туснин Александр Романович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по теплотехническому расчету ограждающих конструкций
промышленного здания для студентов специальности
«Промышленное и гражданское строительство» дневной и
заочной форм обучения.

Ответственный за выпуск: Туснин А.Р.

Редактор: Строкач Т.В.

Подписано к печати 10.03.00. Формат 60x84 1/8 Бумага писч. Усл. п.л. 0,4. Уч.
изд. л. 0,5. Тираж 150 экз Заказ № 283 Бесплатно. Отпечатано на
ризографе Брестского политехнического института. 224017, Брест, ул.
Московская, 267.