МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Московской области
«Воскресенский колледж»
(ГБПОУ МО «Воскресенский колледж»)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

по выполнению практических работ
по теме 2.1 Оценка технического состояния зданий и сооружений
МДК 04.02 Реконструкция зданий
ПМ 04 Организация видов работ при эксплуатации и реконструкции строительных объектов

для специальности 08.02.01

«Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

(базовой подготовки)

Воскресенск 2020

Методические указания разработаны на основе:
Федерального государственного образовательного стандарта по специальности
08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений и программы профессионального модуля 04 Организация видов работ при эксплуатации и реконструкции строительных объектов

по теме 2.1 Оценка технического состояния зданий и сооружений
МДК 04.02 Реконструкция зданий

Методическая разработка:

Рассмотрена:	Утверждена:
ПЦК техники и строительства	Заместитель директора по УР
Протокол №1	_____ Н.Л.Куприна
от «31» 08 2020 г.	«31» 08 2020 г.
Председатель ПЦК _____ А.А.Харитонов	

Составитель: Харитонов Александр Аркадьевич
Должность: преподаватель строительных дисциплин

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ…….….…4

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ:

Практическая работа №1

РАСЧЕТ СРОКА СЛУЖБЫ ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ ТРУБОПРОВОДА …….……..…….…..…7

Практическая работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ И ОСТАТОЧНОГО СРОКА СЛУЖБЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ …….……....…..…13

Практическая работа №3

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СТАНЦИИ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ СТАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА …….…….…..17

Практическая работа №4

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ …….…….….24

Практическая работа №5

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АКТИВНОГО ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОГО ОСУШЕНИЯ КАМЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ …….…….……26

Практическая работа №6

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХООБМЕНА В ЖИЛОМ ПОМЕЩЕНИИ ……..…….….……32

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА…….……...….……..…37

ВВЕДЕНИЕ

Обучающийся изучивший курс «Оценка технического состояния эксплуатируемых зданий» должен знать:

-аппаратуру и приборы, применяемые при обследовании здании и сооружений;

-конструктивные элементы зданий;

-группы капитальности зданий, сроки службы элементов здания;

-инструментальные методы контроля состояния конструктивных элементов эксплуатируемых зданий и сооружений;

-методики оценки технического состояния элементов зданий и фасадных конструкций;

-требования нормативной документации;

-системы технического осмотра жилых зданий;

-техническое обслуживание жилых домов;

-организацию и планирование текущего ремонта;

-организацию технического обслуживания зданий, планируемых на капитальный ремонт;

-методику подготовки к сезонной эксплуатации зданий;

-порядок приемки здания в эксплуатацию;

-комплекс мероприятий по защите и увеличению эксплуатационных возможностей конструкций, виды инженерных сетей и оборудования зданий, электрические и слаботочные сети, электросиловое оборудование и грозозащиту зданий;

-методику оценки состояния инженерного оборудования зданий;

-средства автоматического регулирования и диспетчеризации инженерных систем;

-параметры испытаний различных систем;

-методы и виды обследования зданий и сооружений, приборы;

-основные методы оценки технического состояния зданий;

-основные способы усиления конструкции зданий.

уметь:

-оценивать техническое состояние конструкций зданий и сооружений и их конструктивных элементов;

-оценивать техническое состояние инженерных сетей, инженерного оборудования зданий;

-выявлять дефекты, возникающие в конструктивных элементах здания;

-устанавливать маяки и проводить наблюдения за деформациями;

-вести журналы наблюдений;

-работать с геодезическими приборами и механическими инструментами;

-определять сроки службы элементов здания;

-применять инструментальные методы контроля эксплуатационных качеств конструкций;

-заполнять журналы и составлять акты по результатам осмотра;

-заполнять паспорта готовности объектов к эксплуатации в зимних условиях;

-устанавливать и устранять причины, вызывающие неисправности технического состояния конструктивных элементов и инженерного оборудования зданий;

-составлять графики проведения ремонтных работ;

-проводить работы текущего и капитального ремонта;

-выполнять обмерные работы;

-выполнять чертежи усиления различных элементов зданий;

-читать схемы инженерных сетей и оборудования зданий;

-применять теоретические знания исследовательской деятельности для решения конкретных практических задач.

владеть:

-практическим опытом по эксплуатации и ремонту зданий и сооружений;

-участие в диагностике технического состояния конструктивных элементов эксплуатируемых зданий и сооружений;

-организации работ по технической эксплуатации зданий и сооружений в соответствии с нормативно-техническими документами;

-выполнения мероприятий по технической эксплуатации конструкции и инженерного оборудования зданий и сооружений;

-осуществление мероприятий по оценке технического состояния конструкции и элементов зданий.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Практическая работа №1

РАСЧЕТ СРОКА СЛУЖБЫ ИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ ТРУБОПРОВОДА

Одной из задач, которые требуется решать в процессе эксплуатации, является проектирование защиты конструкций от разного вида воздействий. Вид защиты проектируется в зависимости от вида воздействий, их интенсивности, продолжительности, цикличности. Конструкции, эксплуатируемые в грунтовой среде, подвержены значительному числу агрессивных воздействий. Они мало доступны для диагностирования технического состояния, поэтому к их защите предъявляются определенные требования, которые должны обеспечить требуемую защиту на протяжении всего срока службы защищаемой конструкции. При шурфовке трубопроводов в потенциально опасных местах нередко обнаруживаются различные по масштабам повреждения изоляционного покрытия: от незначительных до больших, представляющих собой пропуски наложения изоляции длиной от менее метра до нескольких десятков метров. Расчет срока службы изоляционного покрытия в конкретных эксплуатационных условиях или его остаточного ресурса можно определить на основе методов неразрушающего контроля, т.е. в данной работе на основе измерения электрического сопротивления грунта, поскольку этот показатель является комплексным для определения коррозионной активности грунтов. Удельное электрическое сопротивление, или просто удельное сопротивление вещества — физическая величина, характеризующая способность вещества препятствовать прохождению электрического тока. При большом наличии растворенных солей, являющихся активаторами коррозионного процесса, этот показатель может существенно меняться.

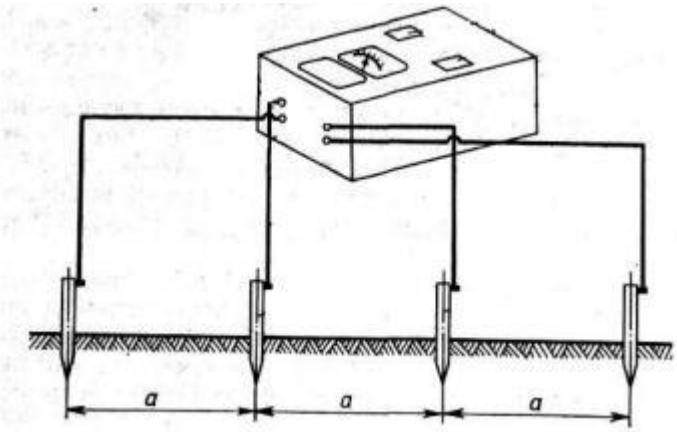

Рис. 1. Установка для определения электрического сопротивления грунтов В зависимости от измеренного значения можно определить предполагаемую скорость коррозии и срок безопасного функционирования подземных металлоконструкций.

Таблица 1 Показатели коррозионной активности грунтов

Коррозионная активность грунтов	Удельное электрическое сопротивление грунтов, Ом·м	Ожидаемая скорость коррозии металлоконструкции, мм/год	Предполагаемый срок службы металлоконструкции, год
Низкая	>100	До 0,3	25
Средняя	100—20	0,3—0,8	15—25
Повышенная	20—10	0,8—1,6	10—15
Высокая	10—5	1,6—2,6	5—10
Особо высокая	5—0	>2,6	1—5

Таблица 2 Удельное сопротивление различных грунтов

Грунт	Удельное сопротивление, среднее значение, Ом·м
Асфальт	200 — 3 200
Базальт	2 000
Бентонит	2 — 10
Вечномёрзлый грунт — талый слой (у поверхности летом)	500 — 1000
Вечномёрзлый грунт (суглинок)	20 000
Вечномёрзлый грунт (песок)	50 000
Глина влажная	20
Глина полутвёрдая	60
Гнейс разложившийся	275
Гравий глинистый, неоднородный	300
Гравий однородный	800
Гранит	1 100 — 22 000
Гранитный гравий	14 500
Дресва (мелкий щебень/крупный песок)	5 500
Известняк (поверхность)	100 — 10 000
Известняк (внутри)	5 — 4 000
Ил	30
Лесс (желтозем)	250
Мел	60
Мергель обычный	150
Мергель глинистый (50 — 75% глинистых частиц)	50
Песок, сильно увлажненный грунтовыми водами	10 — 60
Песок, умеренно увлажненный	60 — 130
Песок влажный	130 — 400
Песок слегка влажный	400 — 1 500
Песок сухой	1 500 — 4 200
Супесь	150
Песчаник	1 000
Садовая земля	40
Солончак	20
Суглинок, сильно увлажненный грунтовыми водами	10 — 60
Суглинок полутвердый, лессовидный	100
Суглинок при температуре минус 5 С°	150
Торф при температуре 10°	25
Торф при температуре 0 С°	50
Чернозем	60

При наличии выявленных участков коррозии, срок службы трубопроводов должен определяться поверочным расчетом остаточной толщины стенки трубы. Порядок диагностирования технического состояния трубопроводов приведен ан рис.2.

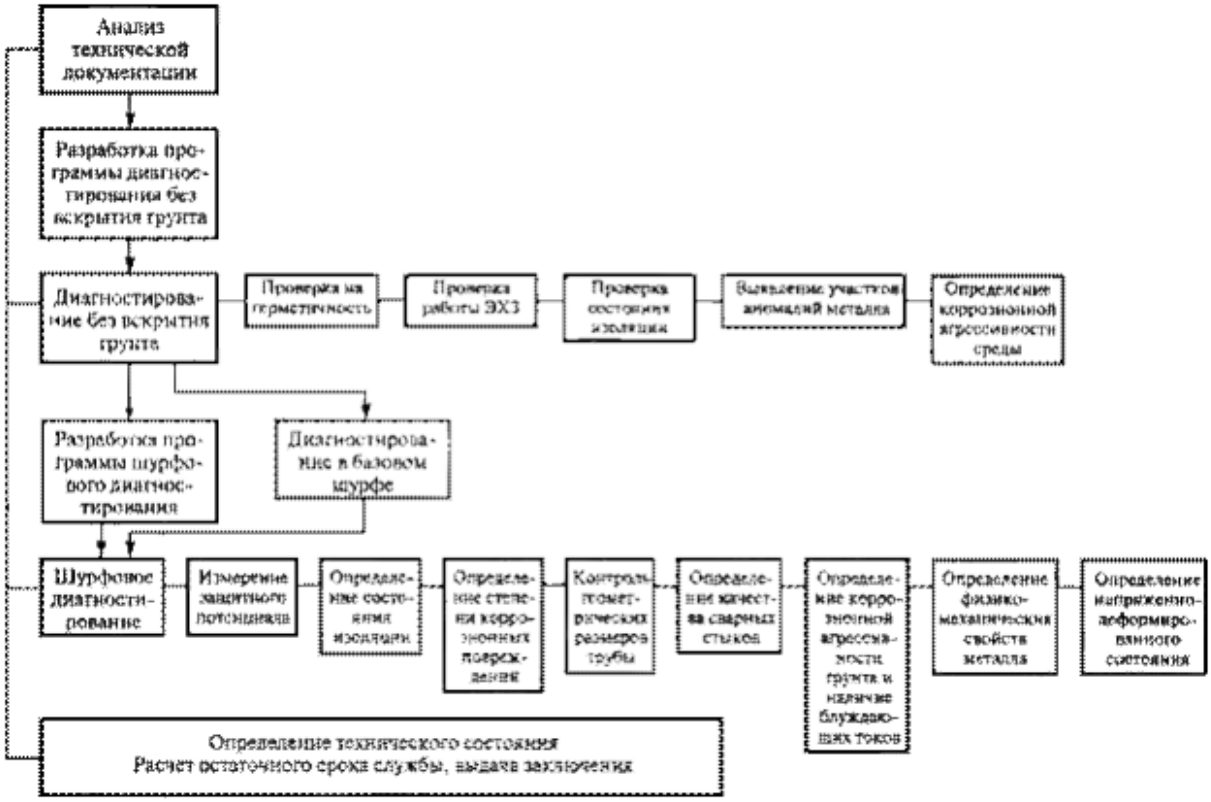

Рис. 2. Схема планового диагностирования подземных трубопроводов

Определение технического состояния трубопроводов проводится путем сравнения фактических значений параметров технического состояния с критическими значениями соответствующих параметров предельного состояния. Защищенность участка трубы по времени определяется как выраженное в процентах отношение суммарного времени нормальной работы в установленном режиме всех средств защиты за время эксплуатации к длительности периода работы в отсутствии необходимого поляризационного или суммарного защитного потенциала к общему времени эксплуатации. Показатель защищенности, являющийся критерием предельного состояния, должен быть не менее 95%. Критериями предельного состояния изоляции являетсясплошность, сквозные повреждения и значение переходного сопротивления. Оценка состояния изоляционного покрытия в шурфе включает следующие параметры:

— тип, материал изоляции, внешний вид покрытия (наличие, расположение, площадь сквозных повреждений);

— характер покрытия (бугристость, наличие трещин, толщина по периметру, наличие обертки);

— адгезия с поверхностью трубы;

— величина переходного сопротивления.

Одновременно определяется удельное электрическое сопротивление грунта в месте расположения шурфа. Состояние изоляционного покрытия оценивается по фактическому переходному сопротивлению в сравнении с критическим (предельным) значением конечного переходного сопротивления труба—грунт. Критическое или предельное переходное сопротивление на диагностируемом участке трубопровода вычисляется решением трансцендентного уравнения:

$$R_к = \frac{\rho_г \cdot D}{2} \ln\left[\frac{\pi \cdot h \cdot (D-h) \cdot R_к}{D^2 \cdot H \cdot 0{,}4 \cdot 10^{-6}}\right],$$

где $R_к$ — критическое переходное сопротивление изоляционного покрытия участка трубопровода, Ом·м2;

$\rho_г$ — удельное электрическое сопротивление грунта, Ом·м;

D — наружный диаметр трубопровода, м;

h — толщина стенки трубы, м;

H — расстояние от поверхности земли до верхней образующей трубопровода, м.

Трансцендетное уравнение решается подбором с точностью 0,5 Ом·м2 . Переходным электрическим сопротивлением защитного покрытия называется сопротивление единицы площади покрытия в цепи труба — покрытие — электролит. Это показатель комплексной интегральной оценки состояния изоляционных покрытий трубопроводов, прогнозируя который, можно определять остаточный ресурс трубопровода.

Таблица 3 - Переходное сопротивление изоляционного покрытия труб на законченных участках строительства

Основа покрытия	Переходное сопротивление R_0, Ом·м^2
Битумные мастики	$5 \cdot 10^4$
Полимерные рулонные материалы	10^5
Полиэтилен экструдированный	$3 \cdot 10^5$
Стеклоэмаль	10^3

Специальными исследованиями, выполненнымив области электрозащиты, установлено, что для предотвращения перерасхода электроэнергии на катодную защиту достаточно иметь переходное сопротивление покрытия не меньше 104 Ом·м2 . Однако многие изоляционные материалы (полимеры, эпоксидные смолы) характеризуются более высоким переходным сопротивлением (порядка 108 Ом·м2). Снижение этого показателя обычно свидетельствует о происшедших в материале или конструкции покрытия изменениях, являющихся предшественниками выхода покрытия из строя (начало трещинообразования, увеличение пористости вследствие вымывания или выпотевания отдельных компонентов, появление микродефектов и т.д.). Поэтому, предъявляя к материалу требования по величине переходного сопротивления, исходят не только из необходимости предотвращения повышенного расхода электроэнергии на катодную защиту, но и из свойств изоляционного материала. Расчет остаточного срока службы изоляционного покрытия по переходному сопротивлению проводится по формуле:

$$t_{ост} = \frac{1}{\alpha} \ln\left[\frac{R_ф - R_к}{R_к}\right],$$

где α — постоянная времени, год—1;

Rф — фактическое сопротивление изоляционного покрытия, Ом·м2;

Rк — критическое сопротивление изоляционного покрытия, Ом·м2

Постоянная времени находится из соотношения:

$$\alpha = \frac{1}{t_ф} \ln\left[\frac{R_0 - R_к}{R_ф - R_к}\right],$$

где tф — фактическое время эксплуатации до начала диагностирования, год;

R0 — переходное сопротивление изоляционного покрытия на момент окончания строительства, Ом·м2 .

В заключении требуется дать оценку соотношения остаточного срока службы покрытия, определить количество восстановления защитных покрытий за нормативный срок эксплуатации трубопровода.

Контрольные вопросы.

1. Критерии выбора защитного покрытия металлоконструкции.

2. Методика оценки коррозионной активности грунтов в натурных условиях.

3. Методика решения трансцендентных уравнений.

4. Факторы изменения технического состояния изоляционного покрытия.

5. Механизмы разрушения полимерных и битумных материалов.

Практическая работа №2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ АНТИКОРРОЗИОННОЙ ЗАЩИТЫ И ОСТАТОЧНОГО СРОКА СЛУЖБЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ

Старение, износ и разрушение строительных материалов — явления взаимосвязанные, происходящие с течением времени в результате одновременного воздействия на конструкцию факторов окружающей среды, статической и динамической нагрузок. При этом различают три наиболее типичных случая разрушения материала конструкции. В первом случае конструкция подвергается большим статическим или динамическим

нагрузкам, вызывающим напряжения в материале значительно выше допустимых значений. При этом факторы окружающей среды, как правило, не успевают оказать решающего влияния на процесс разрушения конструкции. Второй случай имеет место, когда действие механических напряжений сопровождается воздействием факторов физико-химического характера. При этом каждый из них оказывает активизирующее влияние на общий результат процесса разрушения. Третий случай сопровождается малыми напряжениями, вызываемыми механическими нагрузками, которые сами по себе не могут вызвать разрушение в течение весьма продолжительного промежутка времени. В этом случае наиболее существенное значение в разрушении имеют агрессивные факторы окружающей среды. Действие механических напряжений только способствует активизации действия среды. В условиях современных крупных городов отмечена интенсификация коррозионных процессов металлоконструкций. Металлические конструкции применяются в огромном количестве в строительной сфере. В процессе эксплуатации в большой степени они подвержены коррозионным повреждениям. Скорость коррозии зависит от химического состава коррозионной среды, концентрации агрессивных компонентов, физико-химических характеристик применяемого в конструкции металла. В процессе мониторинга технического состояния металлоконструкций выявляются дефекты и повреждения в защитных покрытиях, коррозионные повреждения самой конструкции, состояние мест сопряжений и опираний и т.д. Выполняется проверочный расчет фактической величины эксплуатационной несущей способности конструкции, при этом методы расчета выбираются в зависимости от стадии коррозионного разрушения. Расчет по первой группе предельных состояний включает выполнение условий неравенства (усилия в конструкции, возникающие под действием нагрузок не должны превышать несущей способности конструкции):

$$f\left\{\sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \gamma_n \cdot n_c \cdot \alpha_i\right\} \le f\,\gamma_з \cdot \gamma_c \cdot \Omega \cdot R_y\,,$$

где P_i — расчетная нагрузка, МПа;

γ_n — коэффициент надежности по назначению;

n_c — коэффициент сочетания нагрузок;

α_i — усилие в элементе при Pi=1 МПа;

$\gamma_з$ — коэффициент надежности антикоррозионной защиты;

γ_c — коэффициент условий работы;

Ω — геометрические характеристики элемента по данным проекта, м (м2 ; м3);

R_y — расчетное сопротивление сжатию, растяжению, изгибу по пределу текучести, МПа.

При расчете по второй группе предельных состояний должно выполняться условие (деформации конструкции в виде прогибов, выгибов, поворотов, величины раскрытия трещин не должны превышать предельно допустимых значений):

$$\sum_{i=1}^{n} \delta_i \le \delta_p\,,$$

где δ_i — деформации или перемещение конструкции при наличии коррозионных повреждений от единичных нагрузок, мм; δ_p — предельно допустимые значения деформаций (прогиб, поворот и т.д.), определяющие возможность нормальной эксплуатации, мм. Расчет по предельным состояниям выполняется для обеспечения надежности функционирования здания в течение всего срока службы. При наличии коррозионных поражений проверка несущей способности заключается, в том числе, в оценке коэффициента надежности антикоррозионной защиты, который учитывает качество эксплуатации, природу, характер и величину коррозионного повреждения металла при контакте с коррозионной средой:

$$\gamma_з = \alpha_к \cdot \alpha_р \cdot \gamma_к\,,$$

где $\alpha_к$ — коэффициент изменения геометрических характеристик при равномерной коррозии; $\alpha_р$ — коэффициент изменения геометрических характеристик с учетом местной коррозии; $\gamma_к$ — коэффициент изменения расчетного сопротивления стали

$$\alpha_к = \frac{\Omega_к}{\Omega},$$

где Ω — геометрические характеристики элемента по данным проекта, м (м2 ; м3);

$\Omega_к$ — геометрические характеристики элемента при равномерной коррозии, м (м2 ; м3)

$$\alpha_р = \frac{(1-\gamma_р)\cdot t_к}{П},$$

где $\gamma_р$ — плотность коррозионных поражений, 1/м2 ;

П — глубина коррозионного повреждения при неравномерной коррозии, мм;

$t_к$— толщина элемента с учетом равномерной коррозии, мм

$$\gamma_к = \frac{R_{ук}}{R_у},$$

где $R_{ук}$— фактическое сопротивление сжатию, растяжению, изгибу по пределу текучести, МПа;

$R_у$ — расчетное сопротивление сжатию, растяжению, изгибу по пределу текучести, МПа. Средняя скорость равномерной коррозии, мм/год:

$$\vartheta_{ср}^{равн} = \frac{t_н - t_к}{Z_ф},$$

Где, $t_н$ — начальная толщина конструкции, мм;

$Z_ф$ — фактический срок службы конструкции на момент обследования.

Средняя скорость неравномерной (язвенной коррозии) коррозии, мм/год:

$$\vartheta_{ср}^{язв} = \frac{П}{Z_ф},$$

Средняя суммарная скорость коррозии:

$$\vartheta_{ср}^{общ} = \frac{\vartheta_{ср}^{равн} + \vartheta_{ср}^{язв}}{2},$$

Остаточный срок службы металлоконструкции, подверженной коррозии, можно определить как:

$$Z_{ост} = \frac{П^{доп} - П}{\vartheta_{ср}^{общ}} = \frac{t_н \cdot \gamma_з - П}{\vartheta_{ср}^{общ}},$$

Контрольные вопросы.

1. Виды коррозии металлоконструкций по характеру взаимодействия с эксплуатационной средой.

2. Методы оценки коррозионного износа металлических конструкций.

3. Наиболее часто встречающиеся дефекты и повреждения металлических конструкций.

4. Факторы разрушения металлоконструкций.

5. Механизмы разрушения металлоконструкций.

Практическая работа №3
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ СТАНЦИИ КАТОДНОЙ ЗАЩИТЫ СТАЛЬНОГО ТРУБОПРОВОДА

К основным методам защиты металлоконструкций от коррозии можно отнести конструктивные решения, принимаемые на стадии проектирования, ремонта, устройство защитных покрытий, обработку эксплуатационной среды, электрохимическую защиту. Для защиты подземных металлических конструкций, в частности трубопроводов, применяют одновременно несколько степеней защиты: конструктивную, устройство защитных покрытий, электрохимическую защиту. При действии блуждающих токов на металлоконструкцию происходит их интенсивная коррозия, для защиты от которой устраивают станции катодной защиты (СКЗ) в обязательном порядке.

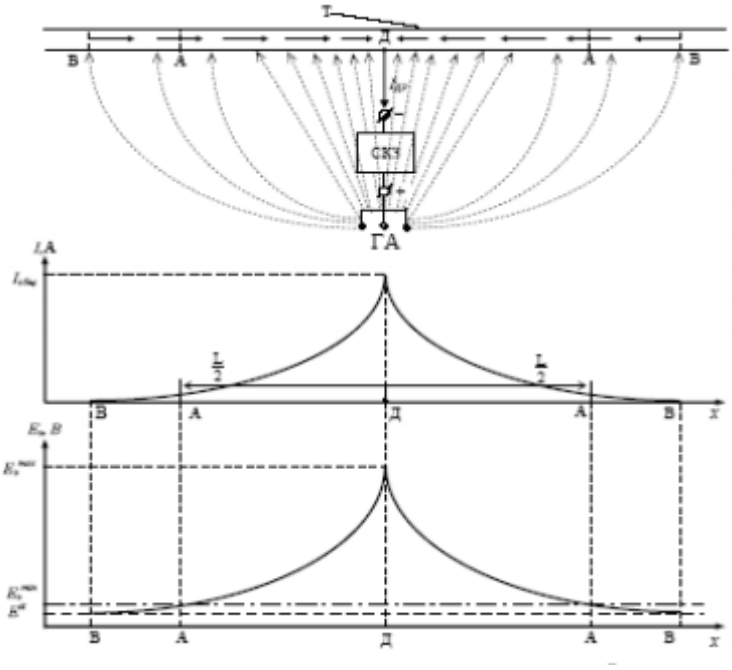

Рис. 3. Схема распределения потенциала и тока при катодной защите трубопровода: Т — трубопровод; СКЗ — станция катодной защиты; ГА — группа анодов; Д — точка подвода тока к трубе (точка дренажа); L/2 — половина длины зоны защиты, м; I — ток в теле трубы, А; Iобщ — максимальное значение тока в трубе, А; Еэ — электродный потенциал трубы, В; Еэmax — значение потенциала в точке дренажа, В; E st — стационарный (бестоковый) потенциал стального трубопровода в грунте, который устанавливается в точке В, В; Еэmin — принятое значение защитного потенциала, которое достигается в точке А, В; стрелками показано направление тока в трубе (сплошные стрелки) и в грунте (пунктирные).

Расчет СКЗ заключается в определении мощности источника постоянного тока. Катодную поляризацию трубопровода осуществляют с помощью подвода постоянного тока от источника питания — СКЗ. Одним проводом СКЗ соединена с трубопроводом, а другим — с анодным заземлителем. В задачу расчета входит определение необходимых напряжения и тока СКЗ, которые требуются для обеспечения защитного потенциала на всем протяжении зоны защиты. Общее напряжение источника питания складывается последовательно из падения напряжения на

проводнике от СКЗ к аноду, сопротивлении растекания анодной группы, в земле на пути к трубопроводу, в слое изоляции, в трубопроводе, на проводнике от трубопровода к СКЗ. Для обеспечения заданного защитного потенциала потребуется определенная сила тока. В задачи проектирования катодной защиты трубопровода входит также, выбор рациональной схемы размещения, типа и количества анодных заземлителей, расчет их срока службы. Кроме инженерных, требуются и технико-экономические расчеты, связанные с выбором типа изоляции трубопровода, мониторингом коррозионного состояния трубопровода и т.д. Расчет параметров защиты начинается с определения потенциала трубопровода и силы тока, необходимых для защиты магистрали. Потенциал трубопровода в точке дренажа определяется из выражения:

$$E_0 = E_{min} \cdot e^{0,0116\sqrt{\frac{g}{\delta}} \cdot \ell_1},$$

где E_{min} — минимальный защитный потенциал, В;

e — основание натурального логарифма;

g — проводимость изоляции трубопровода, м/Ом;

δ — толщина стенки трубопровода, м;

ℓ1 — длина одной стороны защищаемого трубопровода, м.

Знак минус в полученном выражении указывает на уменьшение потенциала по мере удаления от источника и в дальнейших расчетах не учитывается. Минимальное значение защитного потенциала выбирают исходя из условий эксплуатации трубопровода по справочным данным или из табл. 4.

Таблица 4 - Значения защитного потенциала в зависимости от вида грунтов

Условия прокладки и эксплуатации трубопровода	Защитные потенциалы	
	Минимальный	Максимальный
Грунты с удельным электрическим сопротивлением не менее 10 Ом · м или при температуре транспортируемого продукта не более 293 К (20 °С)	-0,80	-1,50
Грунты с удельным электрическим сопротивлением менее 10 Ом ·, или опасном влиянии блуждающих токов промышленной частоты (50 Гц) и постоянных токов, или при возможной микробиологической коррозии, или при температуре транспортируемого продукта более 293 К (20 °С)	-0,95	-1,50
При прокладке трубопровода с температурой транспортируемого продукта выше 333 К (60 °С) в грунтах с удельным электрическим сопротивлением менее 10 Ом · м	-1,10	-2,00
При других условиях прокладки трубопроводов:		
с битумной изоляцией	-1,15	-2,50
с полимерной изоляцией	-1,15	-3,50

Таблица 5 Проводимость изоляционного покрытия на законченных строительством участках трубопровода

Основа покрытия	Проводимость изоляции трубопровода, м/Ом
Битумные мастики	$2 \cdot 10^{-5}$
Полимерные рулонные материалы	10^{-5}
Полиэтилен экструдированный	$3 \cdot 10^{-6}$
Стеклоэмаль	10^{-3}

Тогда сопротивление всего защищаемого участка трубопровода:

$$r = \frac{5,8}{\pi d \sqrt{\frac{\delta}{g}}},$$

где d — наружный диаметр сечения трубопровода, м.

Необходимый ток в цепи защиты из условия принимаемого потенциала защиты (ток дренажа) определяется как:

$$I = \frac{E_0}{r},$$

Для определения напряжения на клеммах катодной станции необходимо рассчитать падение напряжения на всех участках цепи защиты анодного заземления. Анодные заземления обычно изготавливают из низкосортной стали или чугуна. Для уменьшения потерь металла

металлический заземлитель устанавливают в специальную засыпку из кокса. Анодное заземление выполняется в одном из трех вариантов: горизонтальном, вертикальном и комбинированном. Общее сопротивление системы анодного заземления:

$$R_0 = \frac{1}{\frac{1}{R_a'} + \frac{1}{R_г'}},$$

где Ra ' и Rг ' — соответственно сопротивление анодного заземления (вертикальных элементов) и соединительной полосы (горизонтальных элементов) с учетом экранирования, Ом.

При наличии нескольких заземлителей необходимо учитывать их взаимное экранирование:

$$R_a' = \frac{R_a}{n_a \cdot \eta_a} \qquad R_г' = \frac{R_г}{n_г \cdot \eta_г},$$

где n_a , $n_г$ — количество анодов в группе, шт; ηа ,

$\eta_г$— коэффициент экранирования соответствующей группы анодов.

Таблица 6 Значение коэффициента экранирования для вертикальных электродов

η_a	При количестве электродов в ряду					
	2	3	5	10	15	20
	0,84	0,76	0,67	0,56	0,51	0,47

Таблица 7 Значение коэффициента экранирования для горизонтальных электродов

$\eta_г$	При числе вертикальных электродов в ряду						
	2	3	4	5	8	10	20
	0,87	0,81	0,77	0,74	0,67	0,62	0,42

Падение напряжения на вертикальных участках определяется из выражения:

$$R_a = \frac{0{,}336 \cdot \rho}{\ell_a}\left(\lg\frac{2 \cdot \ell_a}{d_a} + 0{,}5 \cdot \lg\frac{4 \cdot t + \ell_a}{4 \cdot t - \ell_a}\right),$$

где ρ — удельное сопротивление грунта, Ом·м;

ℓa — длина анода в почве, м;

da — ширина анода или диаметр сечения анода в зависимости от конфигурации, м;

t — расстояние от поверхности грунта до середины заземлителя, м. Горизонтальная соединительная полоса имеет сопротивление:

$$R_г = \frac{0{,}336 \cdot \rho}{\ell_г}\left(\lg \frac{\ell_г}{b \cdot t} + 0{,}301\right),$$

где — длина полосы, м;

b — ширина полосы (или диаметр в зависимости от конфигурации), м;

t — глубина заложения до центра полосы, м.

Соединение точки дренажа и минуса катодной станции должно производиться только кабелем с двойной изоляцией. Сопротивление соединительных стальных проводов от СКЗ до анодов и до трубопровода равно:

$$R_{пр} = \frac{\rho_{пр} \cdot \ell_{пр}}{S_{пр}},$$

где ℓпр — длина провода, м;

ρпр — удельное сопротивление провода, Ом·мм2 /м;

Sпр — сечение провода, мм2 .

Соответствующее общее падение напряжения равно:

$$\Delta U = I \cdot R_0 + R_{пр},$$

Необходимое напряжение на клеммах катодной станции:

$$U = \Delta U + E_0,$$

Выбор источника питания СКЗ, ее мощность на выходе определяют исходя из общего напряжения и силы дренажного тока:

$$W = U \cdot I,$$

С учетом необходимой мощности на выходе и КПД по справочнику выбирают конкретную марку источника питания. Мощность источника следует выбирать с 1,5—2—кратным запасом, имея в виду, что удельное сопротивление грунта в зимний период может повышаться, а при ухудшении

качества изоляции потребуется дренажный ток большей силы. Срок службы анодных заземлителей определяют по формуле:

$$T_{ср} = \frac{M_a \cdot \eta_и}{q_a \cdot I},$$

где Ма — масса металла в анодах, кг;

ηи — коэффициент использования анодной массы (обычно принимают 0,7—0,8);

qa — электрохимический эквивалент металла, кг/А·год.

Магниевые аноды устанавливают преимущественно в грунты с удельным электрическим сопротивлением меньше 50 Ом·м, а цинковые аноды — в грунты с сопротивлением меньше 20 Ом·м. Срок службы анодного заземления (включая линию постоянного тока и контактные узлы) независимо от условий эксплуатации для строящихся и реконструируемых трубопроводов должен быть не менее 15 лет. В настоящее время в отечественной практике применяются свыше 100 типоразмеров протекторов массой от 0,1 до 100 кг, имеющих срок службы от 0,5 до 25 лет и зону защитного действия от 0,1 до 500 м2

Все расчетные данные подлежат опытной проверке путем установки передвижной СКЗ на защищаемом участке и замера эффективных параметров защиты в натурных условиях. Контрольные вопросы. 1. Механизм действия электрохимической защиты металлоконструкций. 2. Состав (схема) СКЗ. 3. Основные характеристики, определяемые при расчете СКЗ. 4. Факторы, влияющие на выбор конструктивного решения СКЗ. 5. От чего зависит срок службы анодных заземлителей

Практическая работа №4

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ВЫЩЕЛАЧИВАНИИ

Фактическое состояние каменных конструкций зависит от режима их увлажнения. Накапливающаяся влага резко меняет физико-химические характеристики материала каменной конструкции и вызывает ее ускоренный износ. При фильтрации воды через бетон происходит процесс выщелачивания, после выноса примерно 10% гидроксида кальция начинается быстрое падение прочности бетона с увеличением количества выносимого CaO. Расчет допустимого повреждения бетона за срок службы в условиях коррозии I вида может проводиться по общей схеме. Должны быть известны или заданы условия коррозионного процесса. Необходимо знать: условия фильтрации, величину напора и толщину конструкции, коэффициент фильтрации бетона, расчетный срок службы сооружения. По экспериментальным данным и обобщению результатов исследований может быть принято количество воды, вызывающее вынос определенного количества гидроксида кальция (везде в дальнейшем расчеты ведутся на CaO), или должны быть экспериментальные данные, характеризующие кинетику выщелачивания в виде данных о концентрациях гидроксида кальция в фильтрующей воде в зависимости от вида цемента, что может характеризоваться средней величиной концентрации за срок службы. Важным показателем для расчетов является суммарное количество гидроксида кальция, удаление которого допустимо без существенного нарушения прочности бетона. Экспериментальные данные для назначения предельно допустимого выноса гидроксида кальция весьма ограничены. Трудность заключается в том, что в большинстве случаев в реальных условиях фильтрация через бетон идет по отдельным сосредоточенным путям, а не равномерно через сечение бетона. Следовательно, безопасный срок службы можно соотнести с продолжительностью фильтрации воды:

$$t_{доп} = \frac{q_{изв}}{V_{об} \cdot C_{изв}},$$

где $q_{изв}$ — количество извести, которое может быть удалено из единицы объема бетона без потери им основных эксплуатационных качеств (прежде всего прочности), г/см3 ;

$V_{об}$— количество воды, фильтрующейся в единицу времени через единицу объема бетона (объемная скорость воды), см3 /(см3 ·с);

$C_{изв}$ — средняя концентрация извести в воде за время службы конструкций, г/см3 .

Удаляемое в процессе эксплуатации количество извести может быть определено на основании данных о составе бетона при заданном допустимом проценте выщелачивания извести, который может быть принят с запасом 10%, тогда:

$$q_{изв} = К \cdot Ц \cdot \alpha,$$

где К — содержание CaO в цементе, доли единицы;

Ц — содержание цемента, г/см3 (кг/л);

α — коэффициент допустимого процента выщелачивания извести. Требования к проницаемости бетона характеризуются допустимым коэффициентом фильтрации:

$$k_ф = \frac{V_{об}}{\Delta H},$$

где ΔH — градиент напора воды.

$$\Delta H = \frac{h}{b},$$

где h — напор воды, м.вод.ст.;

b — толщина конструкции, через которую происходит фильтра-ция, м. Незначительное увлажнение наружных ограждающих конструкций (т.н. строительная влага) может быть исключено усиленной вентиляцией помещений и снижением их влажности до 55—60%, а также устройством более плотного штукатурного слоя со стороны помещения. Часто причиной

увлажнения являются недостаточные теплоизоляционные качества наружных стен. Иногда конденсационное увлажнение сопровождается атмосферным, грунтовым, бытовым. В любом случае осушение конструкций следует производить только после устранения причин увлажнения. Осушение каменной конструкции может осуществляться конвективным, контактным, радиационным, сорбционным, элетроосмотическим методами. При любом методе сушки достаточно удалить из материала конструкции только свободную влагу. Конвективное осушение (при помощи отопительно-вентиляционных установок) чаще применяется для удаления строительной влаги из конструкции. Радиационное и контактное осушение (при помощи нагревательных установок) применяется при устранении атмосферной влаги, местного увлажнения, например, последствий протечек. Предохранение стен от капиллярного увлажнения грунтовыми водами и их сушка могут осуществляться при помощи метода электроосмоса.

Контрольные вопросы.

1. Механизмы разрушения каменных конструкций.
2. Взаимосвязь долговечности конструкции и режима ее увлажнения.
3. Последствия увлажнения конструкций.
4. Способы удаления влаги из материала ограждающей конструкции.
5. Способы предотвращения увлажнения конструкции.

Практическая работа №5
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ АКТИВНОГО ЭЛЕКТРООСМОТИЧЕСКОГО ОСУШЕНИЯ КАМЕННОЙ КОНСТРУКЦИИ

Увлажнение конструкций, образование в них устойчивой сырости являются наиболее опасным дефектом, т.к. ведет к их промерзанию и разрушению, к увеличению влажности воздуха в помещениях, что негативно сказывается на сохранности оборудования, конструкций и

жизнедеятельности людей. Поэтому прежде чем усиливать и утеплять конструкцию, надо выявить источник увлажнения и осушить конструкцию. Образование сырости объясняется двумя группами причин:

— дефектами зданий, допущенными в проекте и при строительстве (тонкие промерзающие стены, отсутствует или неудовлетворительна гидроизоляция стен от фундамента и т.д.);

— нарушением правил эксплуатации зданий (подтопление здания при разрушении отмостки, подсыпка грунта вокруг здания выше гидроизоляции, плохой дренаж, утечки из инженерных сетей и т.д.).

При эксплуатации здания чаще всего происходит увлажнение стен подвала и первого этажа из-за повреждения гидроизоляции и подсасывания влаги. Это приводит к развитию физико-химических процессов коррозии в конструкциях и нарушению температурно-влажностного режима в помещениях.

Виды увлажнения стен:

— строительная влага — попадает в конструкции в ходе строительства вследствие использования влагоемких и гигроскопических материалов, а также при транспортировке, хранении, в процессе производства мокрых работ (кирпичная кладка, мокрая штукатурка). Удаляется путем естественной сушки в первые годы эксплуатации, путем искусственной сушки (горелками с инфракрасным излучением) и усиленной вентиляцией.

— атмосферная влага — накапливается из-за смачивания дождевой водой при неорганизованном водоотводе с крыши, из-за малого выноса карниза, из-за повреждения водосточных труб, желобов, покрытий карнизов, парапетов. Смачивание конструкций атмосферной влагой носит временный периодический характер. Защитить от атмосферной влаги можно путем поддержания конструкций кровли в хорошем состоянии, а также путем нанесения специальных покрытий, например, составами ГКЖ.

— технологическая влага — появляется в результате происходящих внутри здания процессов (выделение продуктов сгорания газа, продуктов

жизнедеятельности человека и пр.). Защита заключается в вентиляции помещений, правильно подобранных отделочных слоях, защищающих конструкцию от увлажнения.

— грунтовая влага — проникает из грунта под действием капиллярных и осмотических сил, когда повреждена гидроизоляция. Этот вид увлажнения наиболее устойчив на трудно устраним. Существуют 4 группы методов защиты стен от увлажнения: — создание препятствий на пути влаги к конструкциям: устройство водонепроницаемой преграды в грунте на пути воды к конструкции (набивка глиной, нагнетание битума, петро-латума, электросиликатизация и пр.); дренажа вокруг здания или со стороны притока воды; водонепроницаемого экрана (гидроизоляции) на поверхности конструкции (битум, химические пленки, рулонные материалы на битуме и пр.).

— восстановление или устройство новой гидроизоляции: пробивка в цокольной части паза с закладкой в него слоя гидроизоляции; плавление кладки током.

— электроосмотическая защита: пассивная; активная, в т.ч. гальваноосмос.

— устройство водонепроницаемой преграды путем тампонажа. Электроосмотическое осушение основано на движении жидкости через поры, капилляры и другие пустоты при наложении электрического поля. Преимущества метода заключаются в небольших затратах на монтаж; низких эксплуатационных затратах; постоянном и превентивном характере защиты. Как правило, продолжительность работы установки при активном методе осушения не более 2—3 недель, что в 3—4 раза быстрее естественного способа. Система электроосмотического осушения может использоваться длительное время, на протяжении десятков лет для предупреждения увлажнения в дальнейшем. При проектировании электроосмотической защиты определяют расстояние между парами гальванических установок, напряжение и силу тока. Сущность расчета установок для метода активного

электроосмоса заключается в определении шага осушающих электродов и времени осушения, которое зависит от параметров источника постоянного тока.

$$t = \frac{x \cdot \pi \cdot r_к^2 \cdot \chi \cdot n}{2 \cdot 10^{-15} \cdot k_э \cdot I_{защ}},$$

где t — время работы гальванического элемента, с;

x — шаг электродов в горизонтальном ряду, см;

rк — радиус капилляра, см;

χ — удельная электропроводимость жидкости порового пространства, принимаемая по данным лабораторных исследований, (Ом·см)-1 ;

n — пористость материала стены, %;

kэ — коэффициент электроосмоса, показывает эффективность электроосмотической защиты конструкции от увлажнения , см2 /с;

Iзащ — сила тока гальванического элемента, мА.

Допустимое время осушения от 1 до 6 месяцев. Эффективное расстояние между двумя электродами в ряду составляет 20—60 см. Усредненный радиус капилляра можно посчитать по столбу подъема жидкости при увлажнении:

$$r_к = \frac{14{,}57 \cdot 10^{-4}}{h},$$

где h — высота подъема жидкости в поровом пространстве, м.

Таблица 8 - Средняя пористость каменных материалов

Наименование материала	Пористость, %
кирпич пустотелый	6—8
кирпич облицовочный	6—14
кирпич облицовочный глазурованный	43—45
кирпич клинкерный	6—14
кирпич печной шамотный	менее 5
кирпич полнотелый	8
бетон	5—10

Сила тока и напряжения источника постоянного тока определяется, исходя из эффективности действия установки при определенной плотности тока и площади осушаемой конструкции:

$$I_{защ} = i \cdot S = b \cdot l,$$

где i — плотность тока защиты, А/м2 ;

S — площадь защищаемой конструкции в плане, м2 ;

b — толщина конструкции, м;

l — длина защищаемого участка конструкции, м.

Расстояние между катодом и анодом (верхним и нижним рядом электродов)

$$y = \frac{\mu \cdot \Delta E \cdot k_э \cdot t}{q\left(\frac{b}{x} + \frac{1}{\pi}\ln\frac{x}{2\pi \cdot r_э}\right)},$$

где μ — поправочный коэффициент эффективности осушения, принимается в интервале 0,2— 1,2;

ΔE — градиент разности потенциалов, принимается в интервале 40—60 В;

q — количество воды, отжимаемое из пористой среды для разрыва гидравлической сплошности, см3 ;

rэ — радиус электродов, см.

$$q = \frac{\pi \cdot l^2}{4} \cdot b \cdot n$$

Сопротивление растекания тока на электродах одного ряда определяется из выражения:

$$R_э^1 = \frac{0{,}336}{l_э \cdot \chi}\left(\ln\frac{l_э}{d_э} + 0{,}602\right),$$

где lэ — длина электрода, принимается в зависимости от толщины конструкции как 0,8—0,9 b, см;

dэ — диаметр электрода, см.

При наличии нескольких электродов следует учитывать коэффициент их экранирования, тогда сопротивление определяется как:

$$R_э = \frac{R_э^1}{n_э \cdot \eta},$$

где, nэ — количество электродов в ряду, шт;

η — коэффициент экранирования.

Таблица 9 Значение коэффициента экранирования

При x/l,	при количестве электродов в ряду n,									
	2	3	4	5	8	10	20	30	50	65
1	0,87	0,81	0,77	0,74	0,67	0,62	0,42	0,31	0,21	0,2
2	0,93	0,91	0,89	0,86	0,79	0,75	0,56	0,46	0,36	0,34
3	0,95	0,94	0,92	0,9	0,85	0,82	0,68	0,58	0,49	0,47
Примечание: x — расстояние между электродами в ряду, l, — длина электрода										

Сопротивление соединительных стальных проводов и проводов подсоединения будет определяться по формуле:

$$R_{пр} = \frac{\rho_{пр} \cdot \ell_{пр}}{S_{пр}},$$

где ℓпр — длина провода, м;

ρпр — удельное сопротивление провода, принимается равным для стальных проводов 0,135 Ом·мм2 /м;

Sпр — сечение провода, мм2 .

Общее падение напряжения во всей системе электроосмотической противокапиллярной защиты с учетом нижних и верхних электродов составит:

$$U = I_{защ} \cdot R_{э} + R_{пр},$$

Округляя полученные значения силы тока и напряжения и вводя необходимый запас, принимается источник постоянного тока и определяется количество самостоятельных установок с автономными источниками тока

$$W = U \cdot I,$$

Стоимость эксплуатационных затрат за период осушения составит:

$$C = 0{,}72 \cdot W \cdot t \cdot c,$$

где с — тариф на электроэнергию, руб/кВ.·ч; время осушения принимается в мес, мощность в кВт. Таблица 10 - Тарифы для городского населения, проживающего в домах, оборудованных электроплитами

Вид тарифного плана	Стоимость потребленной электро-энергии, руб/кВт·ч
Однотарифный учет с применением одноставочного тарифа	3,28
Двухтарифный учет с применением тарифа, дифференцированного по зонам суток	
ночная зона Т2 (23.00—7.00)	0,88
дневная зона Т1 (7.00—23.00)	3,44
Многотарифный учет с применением тарифа, дифференцированного по зонам суток	
ночная зона Т2 (23.00—7.00)	0,88
полупиковая зона Т3 (10.00—17.00; 21.00—23.00)	2,85
пиковая зона Т1(7.00—10.00; 17.00—21.00)	3,45

Контрольные вопросы.

1. Виды и причины увлажнения наружной ограждающей конструкции.
2. Виды защиты ограждающих конструкций от увлажнения.
3. Принцип работы электроосмотической осушающей установки.
4. Расчетные параметры элекроосмотической установки.
5. Факторы, определяющие срок безопасной эксплуатации ограждающей конструкции.

Практическая работа №6
РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУХООБМЕНА В ЖИЛОМ ПОМЕЩЕНИИ

Воздухообмен жилых зданий является фактором, в значительной степени определяющим в социальном плане уровень воздушно-теплового комфорта, в экономическом плане расход тепловой энергии. Под нормируемым воздухообменом следует понимать возмещение удаленного из квартир воздуха наружным в нормативном объеме. Нормируемый воздухообмен обычно характеризуется кратностью воздухообмена и обеспечивается при минимальной воздухопроницаемости внутренних ограждений, окон, балконных дверей. Кроме того, проводимость каналов естественной вентиляции как в целом для вертикали квартир, так и для каждого этажа должна соответствовать расчетной, а ограждения каналов должны иметь минимальную воздухопроницаемость. Таким образом,

эффективность воздухообмена оценивается в целом по 3 показателям: воздухопроницаемости окон, воздухопроницаемости ограждений, эффективности естественной вытяжной вентиляции. В процессе мониторинга воздухообмена в здания оценивается воздухопроницаемость окон, ограждающих конструкций помещений, эффективность естественной вытяжной вентиляции. При наличии разности давлений воздуха по сторонам ограждающей конструкции через ее толщу может проникать воздух в направлении от большего давления к меньшему. Это явление называется инфильтрацией воздуха, а способность ограждения или материала пропускать воздух — воздухопроницаемостью. Инфильтрация возникает под влиянием разности температур по сторонам наружного ограждения (тепловой напор) или под влиянием ветра (ветровой напор). Тепловой напор обусловлен разностью плотности холодного наружного и теплового внутреннего воздуха. Разность их плотностей создает разность давления. В осенне-зимний период более легкий внутренний воздух вытесняется более тяжелым наружным. Под действием ветра поверхности ограждений также испытывают давление на плоскость, перпендикулярную его направлению. Итоговая разность давления воздуха наружной и внутренней поверхности ограждающих конструкций равна:

$$\Delta p = 0{,}55 \cdot H_{зд} \cdot (\gamma_н - \gamma_в) + 0{,}33 \cdot \gamma_н \cdot v^2,$$

где $H_{зд}$ — высота здания, м;

γв, γн — соответственно плотность воздуха внутри помещения и плотность наружного воздуха, кг/м3 ;

v — скорость ветра, максимальная из средних скоростей, м/с. Плотность воздуха определяется по формуле:

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t},$$

где t — температура воздуха, ºС.

При натурных испытаниях принимается температура инфильтрующегося воздуха. Сопротивление воздухопроницанию наружного ограждения должно быть не менее требуемого:

$$R_{инф}^{тр.к.} = \frac{\Delta p}{G_{н.к.}},$$

где Gн.к. — нормативная воздухопроницаемость конструкции наружного ограждения, кг/(м2 ·ч). Для наружных стен, стыков между панелями, перекрытий и покрытий жилых зданий нормативная воздухопроницаемость принимается равной 0,5 кг/(м2 ·ч), входных дверей в квартиры 1,5 кг/(м2 ·ч), окон и балконных дверей в деревянных переплетах 6 кг/(м2 ·ч), в пластмассовых переплетах 5 кг/(м2 ·ч). Для окон, балконных дверей требуемое значение сопротивления воздухопроницанию:

$$R_{инф}^{тр.ок.} = \frac{1}{G_{н.ок.}}\left(\frac{\Delta p}{\Delta p_0}\right)^{2/3},$$

где Gн.ок. — нормативная воздухопроницаемость окон, балконных дверей, кг/(м2 ·ч);

Δp0 — разность давления, при которой определяется сопротивление воздухопроницанию, принимается равным 10 Па.

Удельное количество инфильтрующегося воздуха определяют как:

$$G_ф = \frac{36 \cdot k \cdot \gamma \cdot v}{F_{ок}},$$

где k — поправочный коэффициент на замер скорости анемометром для отверстия в пленке 100×100 мм, равен 0,63;

v — скорость воздуха в отверстии, определяемая анемометром, м/с;

$F_{ок}$— площадь оконного проема, определяемая при замере, м2 .

Таблица 11 Сопротивление воздухопроницанию материалов и конструкций

Материал конструкции	Толщина слоя, мм	Сопротивление воздухопроницанию $R_и$, м²·ч·Па/кг
Бетон сплошной (без швов)	100	19 620
Газосиликат сплошной (без швов)	140	21
Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-песчаном растворе толщиной в 1 кирпич и более	250	18
Кирпичная кладка из сплошного кирпича на цементно-шлаковом растворе толщиной в 1 кирпич и более	250	9
Кладка кирпича керамического пустотного на цементно-песчаном растворе толщиной в полкирпича	—	2
Обои бумажные обычные	—	20
Обшивка из фибролита или из древесноволокнистых мягких плит с заделкой швов	15—70	2,5
Обшивка из фибролита или из ДВПм плит без заделки швов	15—70	0,5
Обшивка из жестких ДВЛ с заделкой швов	10	3,3
Обшивка из гипсовой сухой штукатурки с заделкой швов	10	20
Пенобетон автоклавный (без швов)	100	1960
Пенобетон неавтоклавный	100	196
Пенополистирол	50—100	79
Пеностекло сплошное (без швов)	120	Воздухонепроницаемые
Плиты минераловатные жесткие	50	2
Шлакобетон сплошной (без швов)	100	14
Штукатурка цементно-песчаным раствором по каменной или кирпичной кладке	15	373
Штукатурка известковая по кирпичной кладке	15	142
Керамзитобетон плотностью 900 кг/м³	250—400	13—17
То же, 1000 кг/м³	250—400	53—80
То же, 1100—1300 кг/м³	250—450	390—590
Шлакопемзобетон плотностью 1500 кг/м³	250—400	0,3

Таблица 12 Сопротивление воздухопроницанию заполнений световых проемов

Заполнение светового проема	Сопротивление воздухопроницанию $R_и$, м²·ч/кг, при Δp=10 Па	
	заполнении световых проемов с деревянными переплетами	заполнении световых проемов с пластмассовыми переплетами
Одинарное или двойное остекление в спаренных переплетах	0,12	0,26
Двойное остекление в раздельных переплетах	0,13	0,29
Двойное остекление в спаренных переплетах	0,18	0,38
Тройное остекление в раздельно-спаренных переплетах	0,14	0,30
Двойное остекление стеклопакет	0,20	0,44
Тройное остекление стеклопакет	0,27	0,56

В жилищном строительстве обычно принимается следующая схема вентиляции квартир: отработанный воздух удаляется непосредственно из зоны его наибольшего загрязнения, т.е. из кухонь, санитарных помещений посредством естественной вытяжной канальной вентиляции. Его замещение

происходит за счет наружного воздуха, поступающего через неплотно-сти наружных ограждений и посредством проветривания всех помещений в квартире. Воздухообмен определяется с помощью анемометра, секундомера, линейки. Определяют скорость воздушного потока, проходящего через вентиляционную решетку. Оценка эффективности естественной вытяжной вентиляции осуществляется по количеству воздуха, проходящего через вентиляционные решетки.

Таблица 13- Расчетные параметры воздуха и кратность воздухообмена в помещениях жилых зданий

Помещение	Кратность из воздухообмена или количество удаляемого воздуха из помещения Q, $м^3/ч$
Жилая комната	3 $м^3/ч$ на 1$м^2$ жилых помещений
Кухня квартиры с электроплитами	Не менее 60
Кухня с газовыми плитами:	
2—комфорочными	60
3—комфорочными	75
4—комфорочными	90
Ванная	25
Уборная индивидуальная	25
Совмещенный санузел	50

Контрольные вопросы.

1. Нормируемые параметры воздухообмена.

2.Факторы, влияющие на показатели воздухообмена в помещениях зданий.

3. Методика определения параметров воздухообмена.

4. Изменение теплового напора с временем года и его влияние на изменение параметров воздухообмена.

5. Изменение ветрового напора с высотой здания и его влияние на изменение параметров воздухообмена.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература:

1. Федоров, В.В. Реконструкция зданий, сооружений и городской застройки: учебное пособие/ В. В. Федоров, Н. Н. Федорова, Ю. В. Сухарев- М.: ИНФРА-М, 2011.

Дополнительная литература:

1. Фатиев, М.М. Строительство и эксплуатация объектов городского озеленения: учеб. пособие/ М. М. Фатиев, В. С. Теодоронский- М.: ФОРУМ, 2011.

2. Федоров, В.В. Реконструкция зданий, сооружений и городской застройки: учеб. пособие/ В. В. Федоров, Н. Н. Федорова, Ю. В. Сухарев- М.: ИНФРА-М, 2010.

3. Краснов, В.И. Реконструкция трубопроводных инженерных сетей и сооружений: учеб. пособие/ В. И. Краснов- М.: ИНФРА-М, 2010.