ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ им. КУЧЕРЕНКО
(ЦНИИСК им. КУЧЕРЕНКО) ГОССТРОЯ СССР

ПОСОБИЕ
по проектированию защиты от коррозии каменных, армокаменных и асбестоцементных конструкций (к СНиП 2.03.11—85)

Утверждено
приказом ЦНИИСК им. Кучеренко
от 14.07.86 № 34

ПРЕЙСКУРАНТИЗДАТ
Москва—1988

gost.e-ecolog.ru

УДК 691.3:620.197

Рекомендовано к изданию секцией Научно-технического совета ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР.

Пособие по проектированию защиты от коррозии каменных, армокаменных и асбестоцементных конструкций (к СНиП 2.03.11—85)/ЦНИИСК им Кучеренко —М.: Прейскурантиздат, 1988 — 24 с.

Рассмотрены вопросы расчета и конструирования защиты от коррозии каменных, армокаменных и асбестоцементных конструкций, позволяющие сократить эксплуатационные расходы, связанные с преждевременным износом конструкций в агрессивных средах.

Даны примеры расчета и конструирования.

Для инженерно-технических работников проектных и строительных организаций.

Табл 6, ил 7

Пособие разработано ЦНИИСК им. Кучеренко (кандидаты техн. наук А. К Гончаров, В. К. Потапов) при участии МИСИ им Куйбышева (кандидат техн. наук В. А. Объедкова), НИИЖБа (кандидаты техн наук М. Г Булгакова и М. И. Субботкин); Проектхимзащиты (инж. Л. Н Луговской).

П $\frac{3202000000—450}{091(02)—88}$ Инструкт.-нормат., I вып.—147—88

© Прейскурантиздат, 1988

1. КАМЕННЫЕ И АРМОКАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Общие положения

1.1. Настоящее Пособие предназначено для проектирования наземных конструкций зданий из кирпича и камня, находящихся в условиях агрессивной среды. При проектировании подземных конструкций следует руководствоваться СНиП 2.03.11—85, гл. 2 «Каменные и асбестоцементные конструкции». Пособие не распространяется на проектирование защиты каменных и армокаменных конструкций, выполненных из природных и бетонных камней.

1.2. При проектировании каменных конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивной среде, их долговечность должна быть обеспечена применением коррозийно-стойких материалов, установлением дополнительных требований в части конструктивных решений и расчета, а также введением в кладочный раствор добавок и защитой арматуры и поверхности конструкций рекомендуемыми покрытиями.

Агрессивное воздействие сред

1.3. В зависимости от физического состояния агрессивные среды делятся на жидкие, твердые и газообразные. Степень агрессивного воздействия сред по отношению к каменным конструкциям оценивается с учетом камня и кладочного раствора.

1.4. Степень агрессивного воздействия газообразных и твердых сред на конструкции из кирпича глиняного пластического прессования и силикатного кирпича принимается по табл. 22 и 23 СНиП 2.03.11—85.

1.5. Воздействие твердых и газообразных сред на керамические пустотные камни оценивается так же, как на кирпич глиняный пластического прессования. Воздействие этих же сред на кирпич глиняный полусухого прессования оценивается так же, как и на силикатный кирпич.

1.6. Степень агрессивного воздействия газообразных и твердых сред на армокаменные конструкции принимается, как для железобетонных конструкций, по соответствующим таблицам СНиП 2.03.11—85.

1.7. Большинство твердых сред (соли, аэрозоли, пыль и др.), как правило, в сухом состоянии неагрессивны. Однако при увлажнении многие из них становятся агрессивными растворами, например аммиачная селитра, поваренная соль, хлористый кальций и др. Из-за гигроскопичности многих пылеватых продуктов, а также наличия образовавшихся растворов давление водяных паров, в силу закона Рауля, становится меньше, что вызывает необходимость проведения дополнительных расчетов влажностного режима наружных стен и уточнения температуры точки росы

на их внутренних поверхностях. Химический состав аэрозолей, присутствующих в воздухе производственных помещений, следует считать аналогичным составу продукта, перерабатываемого на данном производстве. В целях сохранения защитных покрытий на конструкциях не допускается непосредственный контакт конструкций с твердой агрессивной массой (удобрениями). В этом случае необходима установка разградительных щитов.

1.8. Жидкие среды в виде кислот, солей, щелочей, растворителей и т. п. воздействуют главным образом на полы.

Следует учесть возможность агрессивного воздействия жидких сред в виде брызг или проливов на стены, колонны опор. В этом случае рекомендуется применять химически стойкое защитное покрытие, а также другие, аналогичные по защите конструктивные решения.

Материалы

1.9. Кирпич глиняный и керамические камни при эксплуатации в агрессивных средах должны удовлетворять требованиям ГОСТ 530—80. Марка кирпича при условиях эксплуатации В (см. табл. 3) должна быть не ниже М 100.

1.10. Кирпич и камни силикатные при эксплуатации в агрессивных средах должны удовлетворять требованиям ГОСТ 379—79.

1.11. Строительные растворы для кирпичной кладки и штукатурки должны изготавливаться в соответствии с СН 290-74. Кладочный раствор для зданий с влажным и мокрым режимами, а также особыми условиями эксплуатации должен быть не ниже М 100. С целью повышения плотности растворного шва в растворы следует вводить пластифицирующие добавки, снижая при этом водоцементное отношение. При отсутствии штукатурки швы должны быть расшиты.

1.12. В качестве теплоизоляционных материалов для применения в облегченной кладке и кирпичных панелях следует применять минераловатные плиты на синтетической связке и пенопласты, кроме ФРП-1, который допускается применять только в зданиях с сухим и нормальным режимом. В облегченной кладке допускается применение засыпок из местных материалов, стойких по отношению к агрессивной среде помещений.

1.13. В качестве герметизирующих и уплотняющих материалов для стыков наружных стеновых конструкций допускается применение морозостойкого пластичного полиуретанового поропласта, пористых резиновых прокладок, листовой морозостойкой резины, пороизола, гернита, клей-мастики и других материалов, рекомендованных в Руководстве по проектированию антикоррозийной защиты строительных конструкций производственных зданий предприятий текстильной промышленности (НИИЖБ Госстроя СССР.—М., 1988.—87 с.).

Требования к конструктивным решениям

1.14. При проектировании каменных и армокаменных конструкций для агрессивных сред следует применять следующие конструктивные решения:

внутренние несущие и ограждающие каменные и армокаменные конструкции выполняются из полнотелого кирпича; применение силикатного кирпича для помещений с мокрым режимом не допускается;

наружные несущие и ограждающие каменные и армокаменные конструкции проектируются при ручной кладке однослойными и облегченными из пустотелых кирпичей и пустотных камней, из виброкирпичных панелей и блоков; кладка из полнотелого кирпича допускается только при соответствующем технико-экономическом обосновании; в зданиях с влажным и мокрым режимами наружные стены должны быть оштукатурены с внутренней стороны и иметь защитное покрытие;

наружные стены зданий с особыми условиями и мокрым режимом следует проектировать однослойными самонесущими и не несущими из полнотелого кирпича;

применение силикатного кирпича, глиняного кирпича полусухого прессования, а также пустотелого кирпича и керамических камней для наружных стен подвалов и цоколей не допускается;

применение силикатного кирпича в условиях воздействия жидких агрессивных сред не допускается.

1.15. При проектировании каменных зданий следует отдавать предпочтение индустриальным конструкциям из виброкирпичной кладки.

1.16. Применение противоморозных добавок при возведении конструкций из кирпича и керамических камней в зимнее время допускается только для зданий с сухим и нормальным температурно-влажностными режимами и при отсутствии повышенных требований к внешнему виду зданий.

1.17. Применение перемычек, покрытий и перекрытий из штучных каменных материалов на строительных растворах в зданиях с агрессивными средами допускается в виде сводчатых конструкций, позволяющих избежать возникновения растягивающих напряжений. Допускается также применение сборных панелей армокерамических перекрытий при наличии соответствующего технико-экономического обоснования.

1.18. В зданиях с особыми условиями и мокрым режимом для северных районов следует предусматривать специальную конструкцию наружных стен (например, с защитным экраном с внутренней стороны и вентилируемой прослойкой). В тех случаях когда при этих условиях применяется кирпичная стена, кладку следует предусматривать на цементно-песчаном растворе 1:2 с заполнением швов под залив с перевязкой в каждом ряду и расшивкой швов с наружной стороны.

1.19. Светопрозрачные ограждения должны иметь в местах примыкания к стенам специальные герметизирующие уплотнители. Для исключения увлажнения подоконной части стены за счет конденсата в межоконном пространстве следует предусмотреть применение железобетонных или деревянных подоконных досок

с антикоррозийным водонепроницаемым покрытием и влагоизоляцию стен по периметру проема. В помещениях с мокрым режимом и особыми условиями необходимо предусмотреть водоотвод конденсата с внутренней поверхности остекления и из межстекольного пространства.

1.20. В вертикальных и горизонтальных швах панелей и по периметру оконных проемов должна быть предусмотрена герметизация изнутри. Стыки стеновых панелей и перегородок должны быть омоноличены пластифицированным цементно-песчаным раствором М 100.

1.21. Горизонтальная гидроизоляция стен на уровне пола первого этажа должна быть выполнена из рулонных изоляционных материалов или полимерных растворов. Для гидроизоляции, в том числе подземной части, следует применять материалы повышенной химической стойкости.

1.22. В целях предотвращения конденсации на строительных конструкциях в помещениях с различными температурно-влажностными режимами и различными агрессивными средами их нужно разделять глухими перегородками или, в случае необходимости, оставлять в них проемы с воздушно-тепловыми завесами.

1.23. Наружные стены зданий должны быть гладкими без поясков, выступов, ниш и других горизонтальных архитектурных деталей.

1.24. Облицовка и оштукатуривание внешних поверхностей наружных кирпичных стен с мокрыми помещениями и особыми условиями не допускаются. Наружную поверхность стен зданий с большими выделениями пыли рекомендуется гидрофобизировать. Подоконные сливы в этом случае рекомендуется проектировать удлиненными.

Защита от коррозии

1.25. Защита каменных и армокаменных конструкций от воздействия агрессивных газообразных и твердых сред осуществляется:

выбором материалов каменной кладки, вяжущего и добавок для раствора;

защитой поверхности конструкций штукатуркой, лакокрасочными и водозащитными (при конденсации водяного пара) покрытиями.

Защита поверхности конструкций от воздействия жидких сред (проливы, брызги, мокрая уборка полов и т. д.) в цокольных зонах осуществляется применением химически стойких материалов.

1.26. Для защиты наружных стен от проникновения солей и конденсированной влаги из помещений с влажным и мокрым режимами, а также из помещений с особыми условиями внутреннюю поверхность стен следует защищать штукатурным слоем с уплотняющими добавками и лакокрасочными или водозащит-

Примечание. Добавки в растворы рекомендуется вводить в соответствии с Рекомендациями по применению бетонов и растворов с добавками полимеров (НИИЖБ Госстроя СССР.—М. Стройиздат, 1968.—23 с.) и Руководством по применению химических добавок в бетоне (НИИЖБ Госстроя СССР —М : Стройиздат, 1981.—55 с.).

ными покрытиями в соответствии с требованиями табл. 5. При применении водозащитных покрытий на основе приклеивающих мастик штукатурка не производится.

1.27. Защита армокаменных конструкций производится в зависимости от степени агрессивного воздействия газообразных и твердых сред. В слабоагрессивной среде следует применять плотный кладочный раствор марки не ниже М75. Для уплотнения раствора рекомендуется введение уплотняющих добавок, пластифицирующих добавок при снижении водоцементного отношения; в помещениях с влажным и мокрым режимами конструкции необходимо дополнительно оштукатурить. В среднеагрессивной среде следует применять плотный кладочный раствор марки не ниже М 75 с добавками — ингибиторами коррозии арматуры; в помещениях с влажным и мокрым режимами конструкции необходимо дополнительно оштукатурить и нанести лакокрасочное покрытие II группы или гидрофобизировать. В сильноагрессивной среде следует применять плотный кладочный раствор марки не ниже М 100 с оштукатуриванием поверхности конструкции и нанесением лакокрасочных покрытий III—IV группы.

1.28. Необетонированные закладные и соединительные элементы, работающие в условиях кратковременного воздействия жидкой агрессивной среды, и в наружных стенах должны быть защищены как необетонированные стальные закладные детали железобетонных конструкций. Необетонированные закладные и соединительные элементы, а также металлические элементы наружного армирования конструкций, находящихся внутри помещений, следует защищать от коррозии в соответствии со СНиП 2.03.11—85 как металлоконструкции. В деформационных швах ограждающих конструкций должны предусматриваться компенсаторы из оцинкованной, нержавеющей или гуммированной стали, полиизобутилена или других материалов и установка их на химически стойкой мастике с плотным закреплением. Конструкция деформационного шва должна исключать возможность проникновения через него агрессивной среды.

1.29. В случае когда на внутренней поверхности наружных стен допускается образование конденсата, внутренняя поверхность стены должна быть влагоизолирована (см. рис. 2). При длительном расчетном периоде конденсации (более 5 сут.) на внутренней поверхности стен необходимо дополнительно предусмотреть организованный отвод конденсата.

1.30. Подбор наружной и внутренней отделки должен производиться на основе расчетов влажностного режима и указаний п. 1.41 и п. 1.42.

1.31. Выбор защитных материалов следует производить по СНиП 2.03.11—85 и табл. 5.

Особенности расчета наружных стен зданий с агрессивными средами

1.32. Воздействие агрессивной среды помещений на наружные стены зданий учитывается путем введения дополнительных требований к теплотехническим и прочностным расчетам.

1.33. Теплотехнический расчет наружных стен производится в соответствии со СНиП II-3-79** с учетом положений, изложенных в п.п. 1.34—1.40 Пособия.

1.34. Влажностный режим помещений зданий и сооружений в зимний период в зависимости от температуры и условной относительной влажности внутреннего воздуха устанавливается по табл. 1.

Таблица 1

Режим	Условная относительная влажность внутреннего воздуха, %, при температуре, °С		
	до 12	12—24	св. 24
Сухой	До 60	До 50	До 40
Нормальный	61—75	51—60	41—50
Влажный	76—100	61—75	51—60
Мокрый	Св. 100	76—100	61—75
Особые условия	—	Св. 100	Св. 75

Примечание. Величина условной относительной влажности внутреннего воздуха может быть более 100%

1.35. Условная относительная влажность внутреннего воздуха помещений устанавливается расчетом по формуле (1):

$$\varphi_{усл.} = e/E_p \cdot 100; \quad (1)$$

$$e = \varphi E/100, \quad (2)$$

где φ — заданная относительная влажность в помещении; e — парциальное давление пара;

E — давление насыщенных паров воды при заданной температуре воздуха в помещении;

$E_р$ — давление насыщенных паров воды над растворами водорастворимых солей, составляющих аэрозоль, при той же температуре.

1.36. Значения давления паров воды над растворами водорастворимых солей, составляющих аэрозоль, принимаются по табл. 2 или по другим расчетным или экспериментальным данным специализированных организаций.

Таблица 2

Насыщенный раствор	Давление насыщенного пара, Па, при t, °С				Состав твердой фазы	Равновесная относительная влажность воздуха при $t=20$°С
	10	15	20	25		
$ZnCl_2$	—	—	233	—	$ZnCl_2$	10
$ZnBr_2$	—	—	231	287	$ZnBr_2 \cdot H_2O$	10
$MgCl_2$	—	—	770	—	$MgCl_2$	33
$CaCl_2$	—	—	820	—	$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	35
$Zn(NO_3)_2$	—	—	985	—	$Zn(NO_3)_2$	42
$Na_2S_2O_3$	497	760	1052	1415	$Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$	45
$Mg(NO_3)_2$	—	—	1261	1656	$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	54
$Ca(NO_3)_2$	746	954	1287	1605	$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	55
NaBr	—	959	1400	1787	NaBr	60
NH_4NO_3	915	1195	1565	1990	NH_4NO_3	67
$NaNO_3$	946	1315	1805	2365	$NaNO_3$	77
NaCl	921	1280	1805	2380	NaCl	77
NH_4Cl	966	1351	1852	2415	NH_4Cl	79
$Co(NH_2)_2$	995	1365	1870	2405	$Co(NH_2)_2$	80
$(NH_4)_2SO_4$	970	1352	1900	2600	$(NH_4)_2SO_4$	81
Na_2SO_4	908	1333	1925	2745	Na_2SO_4	82
KCl	1055	1445	1980	2635	KCl	84
Na_2SO_3	1072	1485	2035	2760	Na_2SO_3	87
$CdSO_4$	1098	1515	2075	2825	$CdSO_4 \cdot {}^8/_3H_2O$	89
Na_2CO_3	—	1600	2090	2705	$NaCO_3 \cdot 7H_2O$	89
$CdBr_2$	—	—	2120	2820	$CdBr_2$	90
$ZnSO_4$	1190	1595	2125	2690	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	91
$NH_4H_2PO_4$	1192	1660	2145	2920	$NH_4H_2PO_4$	92
KNO_3	1182	1632	2160	2925	KNO_3	92
Na_2SO_3	1192	1615	2160	2865	$Na_2SO_3 \cdot 7H_2O$	92
Na_2SO_4	—	1605	2170	2925	$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	93
Na_2CO_3	—	1640	2180	2775	$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$	93
$CaH_4(PO_4)_2$	1193	1690	2200	3050	$CaH_4(PO_4)_2$	94
KH_2PO_4	1193	1680	2250	3030	KH_2PO_4	96
$MgSO_4$	—	—	2270	—	$MgSO_4$	97
K_2SO_4	1210	1700	2305	3140	K_2SO_4	98
H_2O	1230	1705	2340	3165	H_2O	100

1.37. Условия эксплуатации наружных стен в зависимости от влажностного режима помещений с учетом гигроскопичности аэрозоля и зон влажности следует установить по табл. 3.

Таблица 3

Влажностный режим помещений (по табл 1)	Условия эксплуатации А, Б, В в зонах влажности по СНиП II-3-79**		
	сухой	нормальный	влажный
Сухой	А	А	Б
Нормальный	А	Б	Б
Влажный	Б	Б	Б
Мокрый	Б	В	В
Особые условия	В	В	В

1.38. Расчетный коэффициент теплопроводности кирпичной кладки для условий эксплуатации В следует увеличивать на 0,086 Вт/(м·°С) (0,1 ккал/(м·ч·°С) град по сравнению с величиной $\lambda_Б$, а расчетный коэффициент теплопроводности теплоизоляционного материала — на 0,0086 Вт/(м·°С) (0,01 ккал/(м·ч·°С).

1.39. Требуемое сопротивление теплопередаче стены вычисляется по СНиП II-3-79**:

$$R_O^{тр} = (t_в - t_н)/\Delta t^н \alpha_в, \qquad (3)$$

где $\Delta t^н = t_в - t_{рр}$ для зданий с агрессивной средой; $t_{рр}$ — температура точки росы при расчетной температуре и относительной влажности воздуха в помещении.

Величина $\Delta t^н = t_в - t_{рр} < 8°С$ принимается для тех случаев, когда на поверхности стен не допускается конденсация. Если толщина стены получается экономически невыгодной, а по гигиеническим соображениям конденсация на стенах может быть допущена, то величину $\Delta t^н$ для зданий с влажным и мокрым режимом, а также при особых условиях следует принимать равной $\Delta t^н = 7°С$. При этом на внутренней поверхности стены следует предусмотреть влагозащитное покрытие.

1.40. Температура точки росы $t_{рр}$ с учетом агрессивной среды определяется следующим образом. На основе данных о химическом составе агрессивной среды по табл. 2 выбираются данные об упругости насыщенного водяного пара при различных температурах и наносятся на график. На основе вычисленного ранее значения парциального давления водяного пара в помещении при расчетных значениях температуры и относительной влажности воздуха по графику находится искомое значение температуры $t_{рр}$.

1.41. Выбор типа внутренних отделочных и защитных слоев следует производить на основе данных табл. 2, 4, 5.

Таблица 4

Степень гигроскопичности	Равновесная относительная влажность над насыщенным раствором $\varphi_{нр}$, %
Высокогигроскопичные	$\varphi_{нр} \leqslant 40$
Среднегигроскопичные	$40 < \varphi_{нр} \leqslant 60$
Гигроскопичные	$60 < \varphi_{нр} \leqslant 75$
Малогигроскопичные	$75 < \varphi_{нр} \leqslant 90$
Практически не гигроскопичные	$\varphi_{нр} > 90$

Таблица 5

Степень гигроскопичности аэрозоля	Тип лакокрасочного покрытия														
	Влажностный режим внутреннего воздуха														
	сухой			нормальный			влажный			мокрый			особые условия		
	до 12°	12—24°	св. 24°	до 12°	12—24°	св. 24°	до 12°	12—24°	св. 24°	до 12°	12—24°	св. 24°	до 12°	12—24°	св. 24°
Высокогигроскопичные	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Ж	Ж	Ж	Ж	Ж	Ж	Ж	Ж
Среднегигроскопичные	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Ж	Ж	Ж	Ж	Ж	Ж	Ж
Гигроскопичные	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Ж	Ж	Ж	Ж	Ж
Малогигроскопичные	О	О	О	О	О	О	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Ж	Ж	Ж
Фактически не гигроскопичные	О	О	О	О	О	О	Р	Р	Р	Р	Р	Р	Ж	Ж	Ж

Примечания: 1. Степень гигроскопичности аэрозоля определяется по табл. 4.

2. Принятые в таблице обозначения: Ж — к покрытию предъявляются требования защиты от воздействия жидкой влаги без расчета на паропроницаемость; Р — к покрытию предъявляются требования повышенной паронепроницаемости, определяется по расчету; О — к покрытию предъявляются требования, как к декоративно-отделочному слою. Кроме того, покрытия Ж и Р должны отвечать специальным требованиям по химической стойкости. Выбор покрытий типов О и Р производится в соответствии с прил. 3 СНиП 2.03.11—85. К покрытиям типа О относятся все покрытия I группы материалов. К покрытиям типа Р относятся все лакокрасочные покрытия групп II—IV. К покрытиям типа Ж относятся защитные покрытия III—IV групп облицовочных материалов по прил. 4 СНиП 2.03.11—85.

1.42. Наружную отделку стен необходимо проектировать с учетом сопротивления ее паропроницания на основе расчетов влажностного режима.

1.43. Расчеты прочности и устойчивости наружных стен зданий с мокрым режимом и особыми условиями следует производить в соответствии с требованиями СНиП II-22-81 с дополнительными расчетами по пп. 1.44—1.54 настоящего Пособия. Для зданий с другими режимами расчеты конструкций производятся только в соответствии с указанным СНиП.

1.44. Для климатических районов требования к марке морозостойкости кирпича не предъявляются, если расчетная зимняя температура выше — 10°С.

1.45. Расчетом определяются: наибольшая толщина промерзания наружных стен δ, средняя по массе и толщине влажность стены в зимний период ω, допускаемая степень повреждения кирпича на наружной поверхности W.

1.46. Наибольшая толщина промерзания однослойных наружных стен, определяющая границу льдообразования в стене при $t=$ — 15°С, вычисляется по формуле (4)

$$\delta=|R_o(t_н-15)/(t_в-t_н)-0{,}05|\lambda_в,$$

где $t_в$ — расчетная температура внутреннего воздуха;

$t_н$ — расчетная температура наиболее холодной пятидневки;

$\lambda_в$ — коэффициент теплопроводности кирпичной кладки по условиям эксплуатации В;

R_o — сопротивление теплопередаче стены.

1.47. Средняя влажность ω стены в зимний период устанавливается расчетом нестационарного влажностного режима с помощью ЭВМ или на основе данных натурных наблюдений за влагосодержанием стен аналогичных зданий.

1.48. Распределение степени повреждения W кладки за период эксплуатации принимается линейным с максимумом на наружной поверхности и минимумом $W=0$ на границе талой и мерзлой зон δ (**рис. 1**).

1.49. На момент окончания срока эксплуатации или межремонтного периода принимаются 2 предельных состояния: когда кладка расслаивается вдоль стены на границе максимального промерзания стены δ за счет появления опасных растягивающих напряжений, вызванных остаточным расширением кладки в процессе ее повреждения, и когда разрушение кладки начинается с наружной поверхности, чему соответствует появление опасных сжимающих напряжений от воздействия деформаций остаточного расширения кладки.

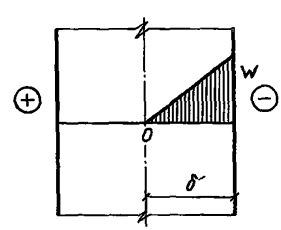

Рис. 1. Распределение степени повреждения W кирпичной кладки в промерзающей зоне.

1.50. Распределение собственных напряжений в стене, вызванных остаточным расширением промерзающей части кладки, при значении повреждения W к концу срока эксплуатации, характеризуется эпюрой на **рис. 2.**

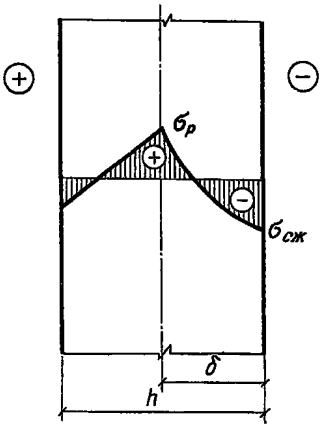

Рис. 2. Эпюра собственных напряжений в наружной стене, вызванных деформацией расширения кирпичной кладки при ее деструкции (повреждении W).

1.51. При вычислении степени повреждения кладки W на наружной поверхности стены к концу срока эксплуатации могут быть 2 случая. Первый, когда находится точка пересечения горизонтальной линии, соответствующей вычисленным значениям δ/h и изолинии D_0. Этому случаю соответствует разрушение стены в виде расслоения на границе промерзания δ. Второй, когда искомое значение W соответствует точке пересечения δ/h и $D_\delta = (1-\mu)$. Этому случаю соответствует начало разрушения кладки на наружной поверхности стены. В первом случае статические расчеты наружной стены проводятся по СНиП II-22-81, при этом в расчет принимается толщина стены $h-\delta$. Во втором случае статический расчет производится по СНиП II-22-81 для всей толщины h, но прочность кладки и модуль ее упругости должны быть снижены соответственно в K_1 и K_2 раз (см. п. 1.53.).

1.52. Определение допускаемой величины степени повреждения W кладки на наружной поверхности к концу срока эксплуатации, когда наибольшие растягивающие или сжимающие напряжения достигают предельного значения, производится по номограмме (**рис. 3**) и по данным о безразмерных величинах D_δ и D_0, характеризующих механические характеристики кладки:

$$D_0 = R_р/R(1-\mu);\ D_\delta = (1-\mu),$$

где $R_р$, R — расчетные сопротивления кладки из кирпича и камня правильной формы соответственно на осевое растяжение и сжатие;

μ — коэффициент Пуассона, принимаемый равным 0,17.

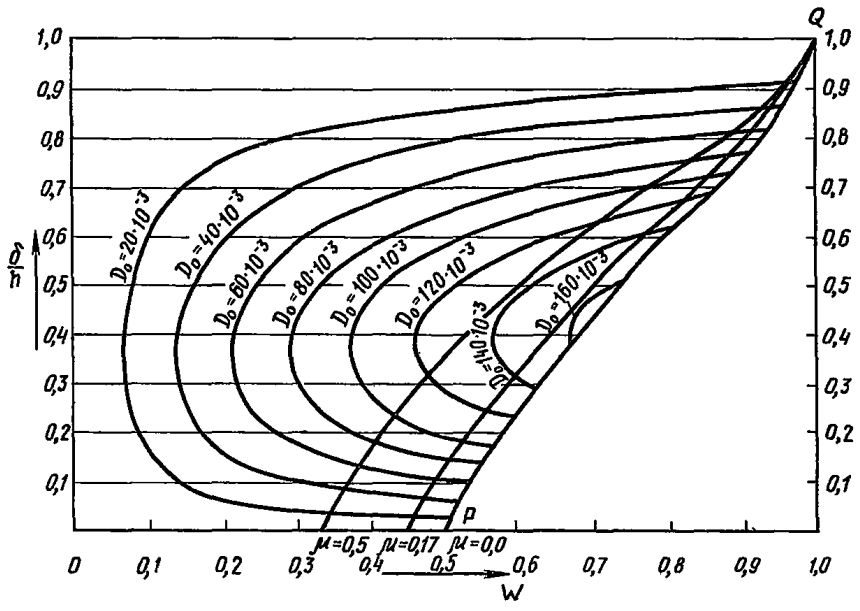

Рис. 3. Номограмма для вычисления степени повреждения кладки (W) однослойных стен к концу срока эксплуатации

Вычисленные значения D_0 для различных марок кирпича и раствора помещены в табл. 6.

Таблица 6

Марка кирпича	Марка раствора				
	200	150	100	75	50
200	64×10^{-3}	69×10^{-3}	77×10^{-3}	83×10^{-3}	94×10^{-3}
150	64×10^{-3}	69×10^{-3}	76×10^{-3}	83×10^{-3}	92×10^{-3}
100	—	75×10^{-3}	83×10^{-3}	88×10^{-3}	100×10^{-3}
75	—	—	72×10^{-3}	77×10^{-3}	83×10^{-3}
50	—	—	—	76×10^{-3}	83×10^{-3}

1.53. С учетом характера распределения повреждений в промерзающей части кладки по п. 1.48., допускаемой величины повреждения к концу срока эксплуатации вычисляются данные о снижении прочности кладки на сжатие K_1 и модуля упругости K_2 соответственно по формулам (5) и (6):

$$K_1 = |(h-\delta)+\delta(1-W)^2]\,/h; \qquad (5)$$

$$K_2 = |(h-\delta)+\delta(1-W)|/h. \qquad (6)$$

1.54. Марка морозостойкости камня принимается равной Мрз 50 для стен зданий с особыми условиями и мокрым режимом. При проектировании таких зданий в Северной климатической зоне и более суровых условиях испытания камня на морозостойкость следует проводить в соответствии с требованиями ГОСТ 7025—78 с применением насыщенных растворов гигроскопических солей, свойственных данному виду производства при условии оттаивания их после замораживания в этом растворе.

Примеры расчета

Пример 1. Требуется определить конструкцию наружной стены здания сушки калийного комбината, проектируемого в г. Перми.

По химическому составу готовых продуктов, представленному технологами, выбирается наименование преобладающего продукта, т. е. из состава

$$KCl—95\%;\ CaSO_4—0{,}4\%;$$
$$NaCl—4\%;\ Br—0{,}103\%;$$
$$MgCl_2—0{,}03\%;\ H_2O—0{,}4\%$$

выбирается KCl. По табл. 2 определяется величина $E_р$ при температуре $t_в = +20°C$, соответствующей расчетной температуре воздуха в помещении; $E_р = 1980$ Па (14,5 мм рт. ст.). При заданной величине относительной влажности воздуха в помещении $\varphi_в = 50\%$ вычисляется упругость водяного пара e:

$$e = \varphi_в E/100\% = 0{,}5 \times 2385 = 1192 \text{ Па } (8{,}77 \text{ мм рт. ст.}),$$

где $E = 2385$ Па (17,54 мм рт. ст.) для $t_в = +20°C$ определяется по книге Строительная теплотехника ограждающих частей зданий (Фокин К. Н. — М.: Стройиздат, 1973. — 285 с.).

Вычисляется величина условной относительной влажности внутреннего воздуха

$$\varphi_{усл.} = e/E_р \times 100\% = 1192/1980 \times 100\% = 60{,}5\%.$$

По табл. 1 определяется, что режим помещений классифицируется как влажный.

По табл. 3 Пособия и СНиП II-3-79** определяется, что условия эксплуатации наружной стены — Б.

Таким образом, расчетное значение коэффициента теплопроводности для кирпичной кладки из керамического пустотного кирпича на цементно-песчаном растворе $\gamma = 1200$ кг/м^3 равно: $\lambda_Б = 0{,}52$ Вт/(м·К) (0,45 ккал/м·ч·°С).

Требуемое сопротивление теплопередаче кирпичной стены для сушильного отделения по СНиП II-3-79**

$$R_o^{тр} = (t_в - t_н)/\alpha_в (t_в - t_{рр}),$$

где $t_в$ — расчетная температура воздуха в помещении, $t_в = 20$°С; $t_н$ — расчетная температура наружного воздуха в г. Перми для массивных стен (температура наиболее холодной пятидневки), $t_н = -34$°С; $\alpha_в$ — коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности, $\alpha_в = 8{,}7$ Вт/(м^2·К) [7,5 ккал/(м^2·ч·°С)]; $t_{рр}$ — температура точки росы с учетом агрессивной среды находится по интерполяции данных табл. 2, построенных на графике **(рис. 4).**

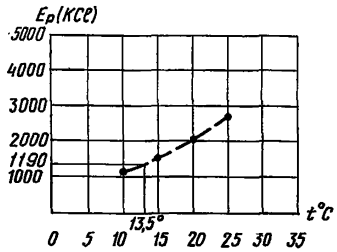

Рис. 4. Кривая упругости водяного пара над насыщенным раствором KCl

Ранее вычисленная величина $e = 1190$ Па (8,77 мм рт. ст.) откладывается на графике по вертикальной координатной оси, а по горизонтальной оси вычисляется температура точки росы $t_{рр} = 13{,}5$°С.

Таким образом,

$R_o^{тр} = (20+34)/8{,}7(20-13{,}5) = 54/8{,}7 \cdot 6{,}5 = 0{,}97$ м^2·К/Вт (1,11 м^2·ч·°С/ккал).

Толщина стены расчетом получается равной:

$$h = 1{,}11 \times 0{,}45 = 0{,}50 \text{ м}.$$

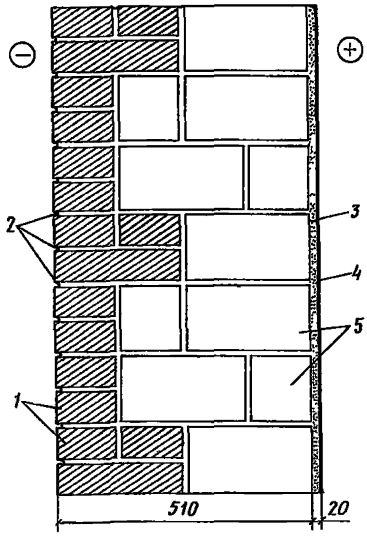

Рис. 5. Конструкция наружной стены здания сушки калийного комбината:

1—облицовочный кирпич; *2*—растворные швы расшиты; *3*—цементно-песчаная штукатурка; *4*—лакокрасочное покрытие; *5*—керамические камни.

По табл. 2 и 4 определяются степень гигроскопичности KCl и тип лакокрасочного покрытия на внутренней поверхности (тип Р) по табл. 5. Расчеты влажностного режима в данном случае необходимо производить исходя из оценки выбираемой наружной отделки и подбора внутреннего отделочного слоя типа Р. Марка морозостойкости камня для рассматриваемого случая должна быть $M_{рз}35$. Статические расчеты каменной кладки в данном случае производятся в соответствии со СНиП II-22-81 без пояснений, изложенных в данном Пособии. Пример конструкции наружной стены приведен на **рис. 5.**

Пример 2. Требуется определить конструкцию наружной стены здания флотации того же комбината.

По химическому составу калийных руд определяется, что преобладающим элементом в них является NaCl (36%).

По табл. 2 определяется величина $E_р$ для температуры воздуха в помещении $t_в = +15°C$ $E_р = 1280$ Па (9,3 мм рт. ст.).

При заданной относительной влажности воздуха в помещении $\varphi = 60\%$ вычисляется величина e

$$e = \varphi E/100\% = 0{,}6 \cdot 1740 = 1044 \text{ Па } (7{,}7 \text{ мм рт. ст.}).$$

Вычисляется величина условной относительной влажности внутреннего воздуха

$$\varphi_{усл.} = e/E_р \times 100\% = 83\%.$$

По табл. 1 находим, что режим помещений классифицируется как мокрый.

По табл. 3 Пособия и СНиП II-3-79** условия эксплуатации наружной стены определяются условиями В. Таким образом, расчетное значение коэффициента теплопроводности кирпичной кладки из сплошного глиняного кирпича пластического прессования на цементно-песчаном растворе $\gamma = 1800$ кг/м^3 равно:

$$\lambda_в = 0{,}812 + 0{,}116 = 0{,}93 \text{ Вт/(м·К) } [0{,}8 \text{ ккал/(м·ч·°С)}].$$

Для вычисления величины $R_0^{тр}$ на графиках наносится зависимость $E_р—t$ для NaCl по данным табл. 2 и для $e = 1045$ Па по графику находится температура точки росы $t_{рр} = 11°C$ **(рис. 6).**

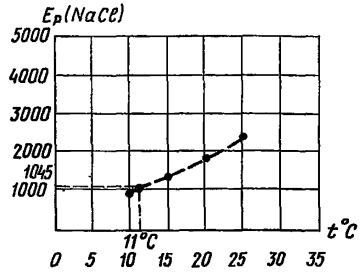

Рис. 6. Кривая упругости водяного пара над насыщенным раствором NaCl

Таким образом,

$$R_o^{тр} = (15+34)/8{,}7(15-11) = 49/8{,}7 = 1{,}4 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} (1{,}64 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°С/ккал}).$$

Толщина стены должна быть равна:

$$h = 1{,}64 \times 0{,}8 = 1{,}31 \text{ м}.$$

Так как толщина стены 1,31 м экономически невыгодна, вновь вычисляем требуемое сопротивление стены по формуле

$$R_o^{тр} = (15+34)/(8{,}7 \cdot 7) = 0{,}8 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} (0{,}935 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°С/ккал}).$$

Толщина стены из сплошного глиняного кирпича в данном случае получается расчетом $h = 0{,}935 \times 0{,}7 = 65{,}3$ см. Конструктивно принимаем толщину равной $h = 66$ см, из кирпичной кладки толщиной 64 см и штукатурного слоя 2 см. Расчетом проверяем температуру на внутренней поверхности стены по формуле:

$$\tau_в = t_в - (t_в - t_н)/R_o\alpha_в = 15 - 7 = 8°\text{С} < t_{рр} = 11°\text{С}.$$

Из расчета получается, что температура внутренней поверхности на 3°С ниже точки росы для расчетной температуры наиболее холодной пятидневки. Соответственно табл. 4 и 5 принимается решение о защитном покрытии на внутренней поверхности стены типа Ж. Учитывая период конденсации, следует дополнительно предусмотреть в проекте конструктивные мероприятия по отводу конденсата с внутренней поверхности стен. Влажностный расчет в данном случае производить нет необходимости, так как на внутренней поверхности будет запроектировано паро- и водонепроницаемое покрытие. Поскольку условия эксплуатации наружной стены определены условиями В, перед статическими расчетами следует провести следующие дополнительные расчеты.

Наибольшая толщина промерзания стены вычисляется по формуле:

$$\delta = [0{,}94(34-15)/(34+15) - 0{,}05]\,0{,}7 = 0{,}22 \text{ м}.$$

Относительная глубина промерзания стены δ/h составит 0,35.

Принимая глиняный сплошной кирпич пластического прессования марки М 100, марку цементно-песчаного раствора М 100, вычисляем безразмерный критерий $D_0 = R_p/R\,(1-\mu)$, характеризующий начальные механические свойства кладки. По табл. 6 $D_0 = 83 \cdot 10^{-3}$.

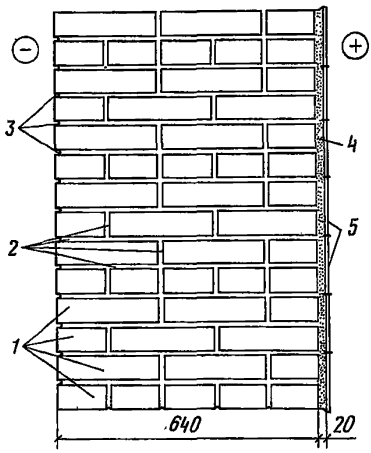

Рис. 7. Конструкция наружной стены здания флотации калийного комбината:

1—кирпич глиняный сплошной пластического прессования; *2*—пластифицированный цементно-песчаный раствор; *3*—растворные швы расшиты; *4*—цементно-песчаная штукатурка с уплотняющими добавками; *5*—облицовочная плитка.

По номограмме (рис. 3) на пересечении горизонтальной линии, соответствующей $\delta/h = 0{,}35$ и изолинии $D_0 = 83 \cdot 10^{-3}$, находим по горизонтальной оси соответствующее значение $W = 0{,}3$.

Полученный результат означает, что при степени повреждения (деструкции) кирпича на наружной поверхности $W = 0{,}3$ в конце срока эксплуатации наибольшие собственные напряжения растяжения на границе талой и мерзлой зон достигнут опасного значения, и в дальнейшем стена в этом сечении может расслоиться. Поэтому в расчетах прочности и устойчивости следует принять толщину стены $h - \delta = 0{,}64 - 0{,}35 = 0{,}3$ м.

Пример конструкции наружной стены приведен на **рис. 7.**

2. АСБЕСТОЦЕМЕНТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Общие положения

2.1. Настоящее Пособие распространяется на проектирование защиты от коррозии асбестоцементных конструкций стен, перегородок, подвесных потолков и покрытий зданий и инженерных сооружений, работающих в условиях агрессивной среды.

2.2. Защита должна проектироваться на основе:

учета данных об агрессивности составляющих среды в зоне строительных конструкций;

учета местных условий строительства;

учета условий последующей эксплуатации.

2.3. Проектирование защиты асбестоцементных конструкций от коррозии должно выполняться в следующем порядке:

в техническом задании на проектирование объекта строительства должны быть указаны климатические и гидрогеологические условия, технологические воздействия, условия контакта агрессивной среды и конструкций, продолжительность и периодичность агрессивного воздействия. На основании этих данных в соответствии с действующими нормами устанавливаются вид и степень агрессивного воздействия среды на асбестоцементные конструкции;

для данного вида и степени агрессивного воздействия согласно действующим нормам устанавливаются дополнительные требования к материалам и конструкциям, которые должны быть учтены при проектировании, а также вид применяемой защиты.

2.4. Защита асбестоцементных конструкций, предназначенных для эксплуатации в агрессивной среде, требуемая их долговечность должны быть обеспечены за счет лакокрасочного и гидроизоляционного покрытия.

Агрессивное воздействие сред

2.5. Стойкость асбестоцемента зависит в основном от цементного камня и от характера его пористости, которая преимущественно открытого характера. Поэтому асбестоцемент подвержен всем видам агрессивных воздействий, характерным для бетона на портландцементе В4.

Агрессивные среды в зависимости от физического состояния делятся на газовые, твердые и жидкие.

2.6. На асбестоцемент степень воздействия устанавливается:

для газовых сред — видами и концентрацией газов, температурой и влажностью;

для твердых сред (грунты, пыль, аэрозоли и соли)—влажностью окружающей среды, гигроскопичностью, растворимостью в воде и дисперсностью;

для жидких сред—наличием и концентрацией агентов, температурой и величиной напора жидкости.

2.7. По степени воздействия на асбестоцемент среды разделяются на неагрессивные, слабо-, средне- и сильноагрессивные.

2.8. Степень агрессивности газовой среды по отношению к асбестоцементу принимается в зависимости от влажности газов, как и для бетона, по табл. 2 разд. 2 СНиП 2.03.11—85.

2.9. Степень агрессивности твердых сред (пыли, соли, аэрозоли) по отношению к асбестоцементу зависит от гигроскопичности, растворимости твердых сред и относительной влажности воздуха и принимается, как и для бетона, по табл. 3 разд. 2 СНиП 2.03.11—85.

2.10. Непосредственный контакт асбестоцемента с массой твердых гигроскопических продуктов или отходов производства не допускается.

2.11. Степень агрессивности жидких сред по отношению к асбестоцементу при постоянном и временном смачивании поверхности жидкой агрессивной средой устанавливается по табл. 4, 5, 6 разд. 2 СНиП 2.03.11—85, как и для бетона.

Постоянный контакт асбестоцемента с жидкой агрессивной средой допускается при наличии антикоррозийного покрытия в зависимости от степени агрессивного воздействия.

Требования к проектированию асбестоцементных конструкций

2.12. При проектировании асбестоцементных конструкций следует принимать следующие конструктивные решения:

2.13. Асбестоцементные конструкции и изделия, принимаемые для неутепленных стен и кровельных покрытий, эксплуатируемых в слабо-, средне- и сильноагрессивной среде, должны отвечать требованиям ГОСТ 16223—81 для утепленных стен и покрытий, а также специальных инженерных сооружений; листы плоские должны отвечать требованиям ГОСТ 18124—75* на изделия высшего сорта (А), прессованные.

2.14. При проектировании асбестоцементных конструкций для зданий с агрессивной средой рекомендуется применять клеевые соединения элементов, а также экструзионные асбестоцементные панели.

2.15. Асбестоцементные стеновые панели не должны контактировать с грунтом. Эти конструкции следует располагать на цоколе, имеющем гидроизоляционную прокладку, предохраняющую асбестоцементные стеновые панели от капиллярного подсоса грунтовых вод.

2.16. При проектировании утепленных асбестоцементных конструкций для зданий с агрессивной средой рекомендуется применять плиты покрытий и панели стен вентилируемые или полые с закрытыми торцами.

2.17. При проектировании асбестоцементных резервуаров для хранения жидких агрессивных сред следует внутри проводить защиту асбестоцемента наклейкой стеклоткани и покрытием ее эпоксидной шпаклевкой или другим агрессивно-стойким покрытием.

2.18. Восстановление в процессе эксплуатации зданий антикоррозийных покрытий следует производить по мере износа, но не реже одного раза в 5 лет.

2.19. Все шурупные соединения, а также крепления плит и панелей должны быть оцинкованы от коррозии в соответствии с требованиями СНиП 2.03.11—85.

2.20. Бескаркасные плиты и панели с утеплителем из пенопластов не допускается применять для ограждений зданий со средне- и сильноагрессивной средой.

2.21. Каркасы и обрамления асбестоцементных плит и панелей следует защищать от коррозии в соответствии с СНиП 2.03.11—85 для металлических и деревянных каркасов.

2.22. Каркасные плиты и панели, эксплуатируемые в сильноагрессивной среде, рекомендуется проектировать на деревянных или асбестоцементных каркасах.

Защита асбестоцементных конструкций от коррозии

2.23. Внутренние поверхности асбестоцементных конструкций, эксплуатируемых в слабоагрессивной среде, должны быть покрыты в заводских условиях алкидными, масляными, нитроцеллюлозными, полимерцементными, поливинилацетатными, бутадиен-стирольными водоэмульсионными, перхлорвиниловыми и на сополимерах винилхлоридных лакокрасочными материалами и кремнийорганическими жидкостями (прил. № 3 СНиП 2.03.11—85, группы покрытия I,II).

2.24. Внутренние поверхности асбестоцементных конструкций, эксплуатируемых в среднеагрессивной среде, должны быть покрыты в заводских условиях кремнийорганическими, полиуретановыми, эпоксидными, эпоксидно-фенольными, перхлорвиниловыми и на сополимерах винилхлоридных, хлоркаучуковыми, хлорсульфированными полиэтиленами, хлорнаиритовыми лакокрасочными материалами (прил. № 3 СНиП 2.03.11—85, группа покрытия III).

2.25. Внутренние поверхности асбестоцементных конструкций, эксплуатируемых в сильноагрессивной среде, должны быть покрыты в заводских условиях эпоксидными, эпоксидно-фенольными, перхлорвиниловыми и на сополимерах винилхлоридных хлорсульфированными полиэтиленами, лакокрасочными материалами (прил. № 3 СНиП 2.03.11—85, группа покрытия IV).

2.26. Асбестоцементные короба должны, как правило, устанавливаться только на вытяжке воздуха из помещения. Для приточных систем должны быть разработаны и утверждены Госгражданстроем Госстроя СССР специальные мероприятия по защите внутренней поверхности вентиляционных коробов.

Асбестоцементные короба, применяемые для вентиляции зданий со слабо-, средне- и сильноагрессивной средой, должны быть покрыты в заводских условиях лакокрасочными материалами согласно (прил. № 3 СНиП 2.03.11—85).

Агрессивность среды внутри короба должна приниматься повышенной на одну ступень.

2.27. Асбестоцементные специальные инженерные сооружения при наличии грунтовых вод слабой, средней и сильной агрессивности должны быть покрыты в заводских условиях кремнийорганическими, полиуретановыми, эпоксидными, эпоксидно-фенольными, перхлорвиниловыми и на сополимерах винилхлоридных, хлоркаучуковыми, хлорсульфированными полиэтиленами, хлорнаиритовыми лакокрасочными материалами (прил. № 3 СНиП 2.03.11—85, группы покрытия II, III, IV).

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
1. Каменные и армокаменные конструкции	3
Общие положения	3
Агрессивное воздействие сред	3
Материалы	4
Требования к конструктивным решениям	5
Защита от коррозии	6
Особенности расчета наружных стен зданий с агрессивными средами	8
Примеры расчета	16
2. Асбестоцементные конструкции	20
Общие положения	20
Агрессивное воздействие сред	21
Требования к проектированию асбестоцементных конструкций	22
Защита асбестоцементных конструкций от коррозии	23

Нормативно-производственное издание

ЦНИИСК им. Кучеренко

Пособие по проектированию защиты от коррозии каменных, армокаменных и асбестоцементных конструкций (к СНиП 2.03.11—85)

Редакция инструктивно-нормативной литературы
Зав. редакцией Л. Г. Бальян
Редактор М. А. Жарикова
Мл. редактор И. Я. Драчевская
Технический редактор Г. Н. Ганичева
Корректор Г. В. Терлеминская

Н/К

Сдано в набор 29.03.88 Подписано в печать 02.06.88 Форм. 60×90 1/16
Бум. газетная Гарнитура литературная Офсетная печать
Объем 1,5 п. л. Кр.-отт. 1,75 Уч.-изд. л. 1,60
Тираж 16 000 экз. Зак. тип. № 385 Изд. № 450 Цена 10 коп.

Издательство и типография «Прейскурантиздат»
125438, Москва, Пакгаузное шоссе, 1

gost.e-ecolog.ru