

# Унифицированные фундаменты в современных проектах ВЛ.

## Требования к толщине защитного слоя бетона

**Статья посвящена вопросам корректного использования унифицированных конструкций в современных проектах линий электропередачи. Обсуждается порядок выбора толщины защитного слоя бетона в соответствии с действующими нормативными документами и анализируются вопросы соответствия типовых грибовидных фундаментов, свай и других изделий требованиям современных норм. Сделаны выводы о возможности их использования в современных проектах ВЛ без изменения положения арматурных каркасов.**

**Степанова В.Ф.**, д.т.н., профессор, заведующая лабораторией коррозии и долговечности бетонных и железобетонных конструкций НИИЖБ им. А.А. Гвоздева

**Чехний Г.В.**, к.т.н., заведующая сектором коррозии бетона НИИЖБ им. А.А. Гвоздева

**Качановская Л.И.**, к.т.н., заведующая НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

**Романов К.П.**, заведующий сектором НИЛКЭС ООО «ПО «Энергожелезобетонинвест»

Типовые унифицированные фундаменты для энергетического строительства разрабатывали и совершенствовали в 70–80-х годах прошлого века. Все современные линии электропередачи и подстанции построены с их использованием. Накоплен значительный опыт эксплуатации железобетонных фундаментов. Известно, что основным фактором, влияющим на долговечность конструкций, является качество бетона, которое обеспечивается при соблюдении технологии производства сборных изделий.

В настоящее время эти конструкции потеряли статус «типовых». После перевода их в «материалы для проектирования» у проектных организаций, которые теперь отвечают за характеристики этих фундаментов, возникают вопросы о том, как определять и обосновывать необходимую толщину защитного слоя бетона в конструкциях. Специалисты государственной экспертизы, стараясь обеспечить соблюдение требований действующих норм, часто выбирают максимальное значение из встречающихся в нормативной документации.

Дело в том, что унифицированные фундаментные конструкции для энергетического строительства в большинстве случаев имеют толщину защитного слоя бетона от 20 до 30 мм. Это относится, например, к сваям и фундаментным конструкциям серии 3.407-115 (1976 год), серии 3.407.1-144 (1987 год), разработанным СЗО института «Энергосетьпроект», и вибрированным стойкам СВ для опор ВЛ 0,4–6–10–20–35 кВ, разработанным институтом «Сельэнергопроект».

На рисунке 1 условно показан защитный слой бетона грибовидного фундамента.

С одной стороны, для этих конструкций СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные кон-

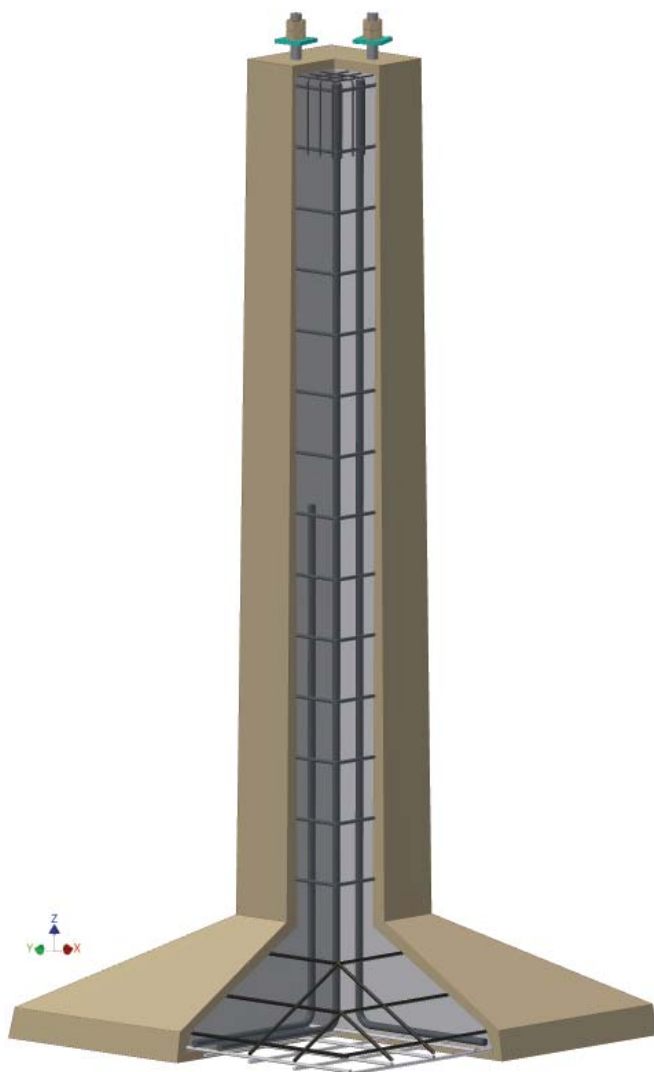


Рис. 1. Защитный слой бетона грибовидного фундамента

струкции» [1] указывает минимальную толщину защитного слоя 35 мм, с другой стороны, СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии» [2] указывает, что в грунте для защиты от воздействия среды эксплуатации может быть достаточно защитного слоя бетона толщиной менее 20 мм.

Какими требованиями следует руководствоваться и какую толщину защитного слоя бетона назначать?

Требуется ли увеличивать защитный слой бетона, разрабатывать новые конструкции или можно применять исторические сборные конструкции, оснастка и чертежи для изготовления которых есть у всех заводов?

### ПОРЯДОК ВЫБОРА ТОЛЩИНЫ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ БЕТОНА В СООТВЕТСТВИИ С ДЕЙСТВУЮЩИМИ НОРМАТИВНЫМИ ДОКУМЕНТАМИ

Общеизвестно, что фраза, выдернутая из контекста, может радикально изменить смысл. По этой причине в статье рассматривается вся совокупность положений действующей по этому вопросу нормативной документации. В результате делается вывод о порядке определения толщины защитного слоя бетона железобетонных конструкций.

Свод правил СП 63.13330 [1] упоминает о защитном слое бетона в пунктах 10.3.1–10.3.4 Раздела 10 «Конструктивные требования».

Пункт 10.3.1 говорит о том, что задачи защитного слоя в конструкции состоят в обеспечении совместной работы арматуры с бетоном, анкеровки арматуры в бетоне, сохранности арматуры от воздействий окружающей среды.

Пункт 10.3.2 однозначно указывает, что при назначении защитного слоя бетона надо руководствоваться СП 63.13330 [1] (пунктами 10.3.1–10.3.4) и положениями свода правил СП 28.13330 [2].

Далее в пункте указано, что для сборных конструкций толщина защитного слоя устанавливается на 5 мм меньше, чем для монолитных, и что для конструктивной арматуры она должна быть не менее 10 мм, для рабочей — не менее 15 мм. Но в любом случае — не менее диаметра арматуры. Итоговые показатели минимальной толщины защитного слоя бетона представлены в таблице 1.

Этих значений достаточно для обеспечения совместной работы арматуры с бетоном, анкеровки ар-

Табл. 1. Минимальные значения толщины защитного слоя бетона

Тип арматуры	Минимальная толщина защитного слоя бетона (мм)	
	Монолитные конструкции	Сборные конструкции
Рабочая	20	15
Конструктивная	15	10

матуры в бетоне и возможности устройства стыков арматурных элементов (п. 10.3.1), (строка 1 таблицы 10.1 служит тому подтверждением).

Таблица 10.1 СП 63.13330 назначает минимальные значения толщины слоя бетона рабочей арматуры в зависимости от условий эксплуатации конструкций зданий. Значения указаны для монолитных конструкций, и их следует уменьшать на 5 мм для сборных.

Приведем таблицу 10.1 СП 63.13330 с добавлением отдельного столбца для сборных конструкций (таблица 2).

Первая строка таблицы дает минимально возможное значение толщины защитного слоя.

В следующих строках указывается толщина защитного слоя бетона при отсутствии защитных мероприятий. А это значит, что при наличии защитных мероприятий надо руководствоваться требованиями документа, назначающего защиту, и толщина защитного слоя бетона может быть уменьшена. Из двух документов [1] и [2], определяющих толщину защитного слоя бетона, за защитные мероприятия отвечает [2], обязательный к соблюдению в соответствии с Постановлением № 87 [3] и перечнем нормативных документов, обеспечивающих безопасность зданий и сооружений [4].

Таким образом, в этих случаях надо назначать толщину защитного слоя в соответствии с требованиями СП 28.13330 по защите от коррозии [2] в зависимости от среды эксплуатации и с учетом применяемого бетона.

В оставшихся строках (строка 5 и частично 4), в которых не упоминается про наличие защитных мероприятий, речь очевидно идет только про монолитные фундаменты (что отдельно подчеркнуто в таблице) и только про нижнюю поверхность. Бетонная подготовка взаимодействует только с нижней частью фундаментных конструкций и только на нижнюю часть

Табл. 2. Минимальные значения толщины слоя бетона рабочей арматуры в зависимости от условий эксплуатации конструкций зданий

Условия эксплуатации конструкций зданий	Толщина защитного слоя бетона, мм, не менее	
	Для монолитных конструкций	Для сборных конструкций
В закрытых помещениях при нормальной и пониженной влажности	20	15
В закрытых помещениях при повышенной влажности (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий)	25	20
На открытом воздухе (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий)	30	25
В грунте (при отсутствии дополнительных защитных мероприятий), в монолитных фундаментах при наличии бетонной подготовки	40	35
В монолитных фундаментах при отсутствии бетонной подготовки (только для нижней рабочей арматуры)	70	–

монолитных фундаментов может оказывать влияние. Это требование технологическое (п. 10.1.1 [1]) для обеспечения необходимых характеристик при отсутствии доступа и контроля к нижней поверхности в условиях неровной поверхности основания. При наличии подготовки назначается защитный слой бетона не менее 40 мм, а при отсутствии, когда возможность отклонения выше, — 70 мм (строка 5).

Для сборных фундаментных конструкций и боковых поверхностей монолитных фундаментов надо руководствоваться первой частью строки 4, как для конструкций в грунте, какими они и являются. Свод правил СП 28.13330 не делает различий по защите от коррозии между конструкциями в грунте и фундаментами.

Таким образом, общий порядок назначения толщины защитного слоя бетона выглядит так:

*Толщину защитного слоя бетона необходимо назначать в соответствии с требованиями СП 28.13330 в рамках определения мероприятий по защите от коррозии. Она должна быть не менее диаметра арматуры, при этом для монолитных конструкций — не менее 20 мм и 15 мм для рабочей и конструктивной арматуры, для сборных конструкций — не менее 15 мм и 10 мм для рабочей и конструктивной арматуры соответственно. Для нижней арматуры монолитных фундаментов при наличии бетонной подготовки — не менее 40 мм, а при отсутствии — не менее 70 мм.*

### АНАЛИЗ СООТВЕТСТВИЯ УНИФИЦИРОВАННЫХ ФУНДАМЕНТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СОВРЕМЕННЫМ ТРЕБОВАНИЯМ

Остается ответить на вопрос, достаточно ли существующего защитного слоя бетона унифицированных бетонных конструкций для защиты от коррозии в соответствии с требованиями свода правил [2]? Можно ли сохранить толщину защитного слоя бетона неизменной?

СП 28.13330 говорит о том, что коррозионная стойкость фундаментов должна быть обеспечена при проектировании путем применения бетонов, стойких к воздействию агрессивной среды и отрицательным температурам, что обеспечивается подбором состава бетона, его характеристиками, в частности, марками бетона по водонепроницаемости и морозостойкости, применением вторичных методов защиты (пропитки, обмазки и т.д.).

Мы взяли результаты инженерных изысканий по нескольким объектам и проверили, как можно обеспе-

чить защиту унифицированных (ранее типовых) железобетонных конструкций от коррозии в этих условиях.

В большинстве случаев необходимую защиту (неагрессивную степень воздействия среды на фундаменты) обеспечивал бетон марки по водонепроницаемости W6, в отдельных случаях оказалось достаточным увеличение марки до W8 и еще реже, W8 в сочетании с применением сульфатостойкого цемента. Во всех случаях не возникло требований по увеличению толщины защитного слоя бетона сверх минимально допустимого, то есть достаточен минимальный конструктивный слой (15 мм для сборных конструкций). В итоге, указанная в проектах типовых фундаментов толщина защитного слоя бетона 20–25 мм обеспечивает коррозионную защиту железобетона с запасом, причем без использования вторичных методов защиты (обмазки, пропитки, специальных покрытий).

В более жестких, чем в рассмотренных примерах, условиях может потребоваться повышение характеристик бетона: сульфатостойкости, водонепроницаемости, морозостойкости, возможно и применение вторичных методов защиты (пропитки и обмазки). Реально ли изготовить унифицированные конструкции с такими показателями? Ответ — да.

Современные заводы могут выпускать бетон водонепроницаемости W14 и выше за счет применения добавок. Цена изделий при этом практически не меняется. Это позволяет повысить характеристики бетона относительно указанных в типовых проектах и обеспечить долговечность фундаментов в любых условиях эксплуатации. Необходимые требования к характеристикам бетона достаточно указать в заказе на изготовление конструкций.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Существующие унифицированные сборные железобетонные конструкции для электроэнергетики, разработанные с 1960-х до 1990-х годов в качестве типовых решений, имеют большой потенциал по защите от коррозии и в соответствии с действующими требованиями норм могут применяться без увеличения толщины защитного слоя бетона.

Изложенный в статье порядок определения минимальной толщины защитного слоя бетона определен в соответствии с требованиями действующих нормативных документов СП 63.13330 и СП 28.13330 и является общим для всех железобетонных конструкций — как существующих, так и вновь разрабатываемых. **Р**

### ЛИТЕРАТУРА

1. СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. СНиП 52-01-2003 (с Изменениями № 1, 2)». URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/d40/SP-63.pdf>.
2. СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция
3. СНиП 2.03.11-85 (с Изменениями № 1, 2, 3)». М., 2018. 98 с.
4. Постановление Правительства РФ от 16 февраля 2008 года № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию». URL: <https://docs.cntd.ru/document/902087949>.
5. Перечень национальных стандартов и сводов правил (частей таких стандартов и сводов пра-

вил), в результате применения которых на обязательной основе обеспечивается соблюдение требований Федерального закона «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», утвержденных Постановлением Правительства Российской Федерации от 28 мая 2021 года № 815. URL: <https://docs.cntd.ru/document/603700806>.