

Использование наномодифицированного бетона и современной арматуры при разработке конструкций повышенной долговечности

Четвёртая международная научно-практическая конференция

«Опоры и фундаменты для умных сетей:

инновации в проектировании и строительстве»

6-7 декабря 2017, Москва

Касаткин Сергей Петрович

начальник сектора НИЛКЭС

email: s.p.kasatkin@nilkes.ru

Дефекты железобетонных конструкций

На некоторых ВЛ более 50 % фундаментов требуют ремонта или подвергались ремонтному обслуживанию.



На фундаменты опор ВЛ при эксплуатации могут действовать следующие негативные факторы:

- агрессивная окружающая среда;
- попеременное замораживание-оттаивание;
- суточные колебания температуры поверхности фундамента.

Дефекты железобетонных конструкций

Среда эксплуатации может не соответствовать материалам изысканий или влияние среды эксплуатации на долговечность изучено не достаточно и не описано в нормативной документации.

Разрушение бетона вследствие попеременного замораживания-оттаивания в водонасыщенном состоянии



Разрушение бетона в химически не агрессивных условиях со значительным суточным перепадом температур



Современные требования

Некоторые требования СП 28.13330.2017 «Защита строительных конструкций от коррозии»:

- 1. Состав бетона должен подбираться специализированными лабораториями.**
- 2. Степень агрессивности среды может повышаться вне зависимости от данных инженерных изысканий.**
- 3. Применения воздухововлекающих добавок.**
- 4. Применение трещиностойких покрытий. Битумные и битумно-полимерные покрытия должны быть армированы.**
- 5. Повышение класса бетона до В37, расход цемента не менее 320 кг/м³, минимальное воздухоудержание 4,0 %, морозостойкость может достигать марки F₁₄₀₀.**

В сейсмических районах в качестве ненапрягаемой арматуры следует преимущественно применять свариваемую арматуру А500.

Назначение характеристик бетонам

В соответствии с «Положением ОАО «Россети» о единой технической политике в электросетевом комплексе» прогрессивные технические решения ВЛ на стальных решётчатых опорах должны обеспечивать срок службы **не менее 60 лет**.

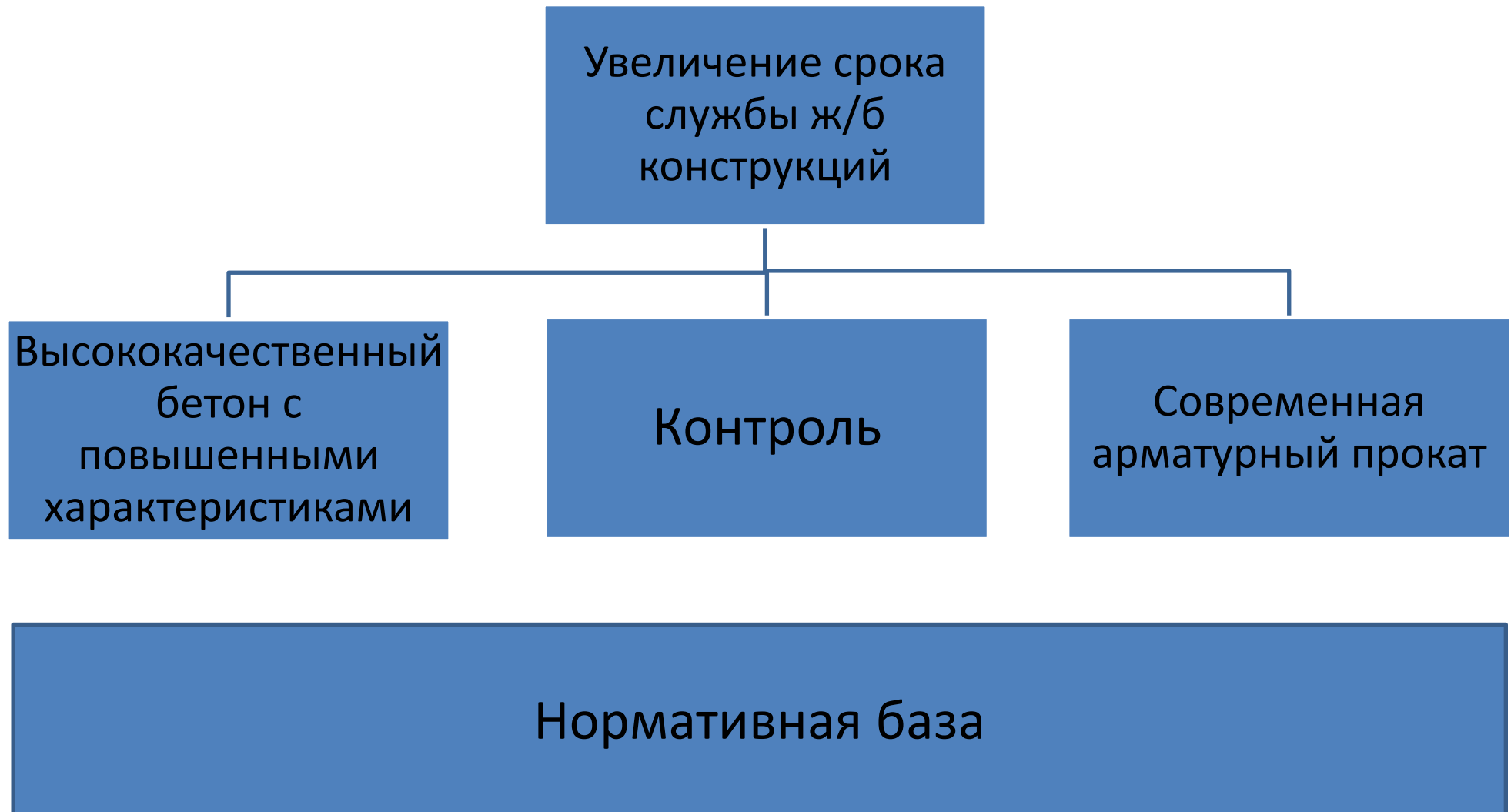
Состав бетона должен подбираться с условием обеспечения требуемого **класса бетона В**, марок по **морозостойкости F** и **водонепроницаемости W**.

Марка по водонепроницаемости **W** подбирается в зависимости от концентрации в среде агрессивных веществ и требуемого срока службы железобетонных изделий. Марка **W** должна обеспечивать агрессивность среды как «НЕАГРЕССИВНАЯ». Чем выше значение **W**, тем меньше степень агрессивности среды к данному бетону.

Обычно в электросетевом строительстве применяются бетоны марки по морозостойкости **F150-F200**, по водонепроницаемости **W6-W8**.

Для обеспечения срока эксплуатации железобетонных конструкций **100 лет** в соответствии с СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии» степень агрессивности среды должна быть повышена на одну ступень, соответственно марка бетона по водонепроницаемости должна быть увеличена на две единицы.

Пути повышения срока службы железобетонных конструкций и их надёжности



Наномодифицированный бетон Современные добавки

- **Повышенная прочность на сжатие и в большей степени (в 1,5 раза выше требований ГОСТ) на растяжение за счёт микроармирования волокнистыми гидросиликатами. Снижается ширина раскрытия трещин на 15-20%.**
- **Повышенная водонепроницаемость (W12-16) и морозостойкость F₁₄₀₀ за счёт высокой плотности;**
- **Коэффициент сульфатостойкости не ниже, чем при использовании сульфатостойкого цемента - составляет 0,92-0,95 за счёт отсутствия свободной извести;**
- **Коэффициент химической стойкости в растворах 5 % MgCl₂ , H₂SO₄ с pH=3, 5, 5% Na₂CO₃ составляет 0,86-0,88, что характеризует бетон как химически высокостойкий;**
- **Стоимость наномодифицированного бетона не превышает стоимость бездобавочного бетона за счёт уменьшения расхода цемента при его активации и экономии энергоресурсов для пропарки.**

№ п/п	Класс бетона	Себестоимость 1 м ³ бетонной смеси, руб	
		Без добавки	С добавкой «Наноактив-М»
1	B30	3606,9	3402,8
2	B40	3833,5	3717,2
3	B60	–	4404,0

Современные арматурные стали

- **Повышенная прочность.** Арматура класса А500С, А600С позволит сэкономить порядка 20% стали.
- **Стоимость арматуры класса А500С не превышает стоимость арматуры А400 (АIII).**
- **СП «Строительство в сейсмических районах»:** «Следует преимущественно применять свариваемую арматуру класса А500».
- **Высокопрочные арматурные канаты К7-1860 в совокупности с высокопрочным бетоном классов В60-В80 позволяют повысить несущую способность центрифугированных и вибрированных стоек для опор ВЛ на 15-25 %.**

Опыт применения наномодифицированного бетона и современной арматуры

Стойка СВ95 с наномодифицированным бетоном



Испытание бетона



Испытание опоры СВБ110-2Ф



Свая С35 с арматурой А500С

Предложения

- 1. Корректировка нормативной документации (технические требования на уровне СТО ПАО Россети);**
- 2. Разработка и внедрение на заводах единой отечественной добавки для ж.б. конструкций;**
- 3. Разработка новых унифицированных конструкторских решений (фундаментов, свай, стоек);**
- 4. Разработка общедоступных программных комплексов для подбора унифицированных конструкций.**