

# Исследование несущей способности железобетонных центрифугированных стоек опор ЛЭП, армированных новым четырёхрядным винтовым профилем А<sub>у</sub>1000П, взамен арматуры А800

IV международная онлайн-конференция  
«Высоковольтные воздушные и кабельные линии электропередачи:  
актуальные вопросы и новые тенденции»

**31 января – 2 февраля 2023**

Трухина Татьяна Алексеевна,  
ведущий инженер НИЛКЭС  
[t.a.trukhina@nilkes.ru](mailto:t.a.trukhina@nilkes.ru)

## Центрифугированные опоры



Опора из секционированных стоек

- ✓ Эксплуатируются уже более 60 лет
- ✓ Сейчас в эксплуатации несколько десятков тысяч таких опор

### Преимущества

- простота монтажа;
- низкая стоимость изготовления, монтажа и эксплуатации

### Недостатки

- необходимость применения спецтранспорта для стоек длиной 22,6 и 26 м;
- коррозия арматуры в следствии образования продольных и поперечных не закрывающихся трещин от воздействия эксплуатационных нагрузок;
- выщелачивание и осыпание бетона в результате воздействия сельскохозяйственных химикатов.

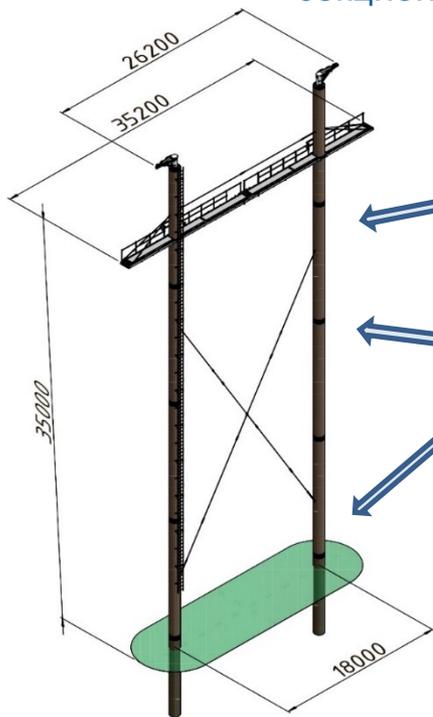
## Постановка задачи:

Повысить долговечность и трещиностойкость железобетонных центрифугированных стоек опор ЛЭП



Разработка НИЛКЭС

Новое поколение железобетонных опор из секционированных стоек



Цилиндрические стойки Ø800 мм, длиной 10 м

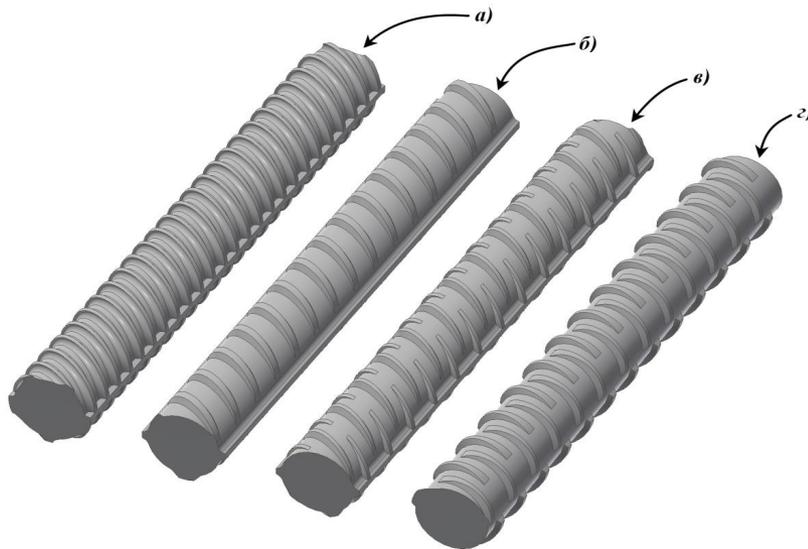
Соединительный фланец

Разработка НИИЖБ

Арматура А<sub>у</sub>1000П низкой распорности с новым четырёхрядным профилем



## Предложено решение – замена арматуры А800 в стойках на арматуру с новым четырёхрядным серповидным профилем



Общий вид арматурных стержней с различными видами периодического профиля

- а) – с кольцевым профилем;
- б) – с двухсторонним серповидным профилем;
- в) – с многорядным серповидным профилем;
- г) – с четырёхрядным винтовым профилем

### Достоинства арматуры А<sub>у</sub>1000П по данным НИИЖБ:

- низкая распорность
- высокая прочность сцепления в бетоне за счёт распределения распорных усилий от поперечных ребер по нескольким направлениям

Для подтверждения эффективности предложенного решения необходимо провести РАСЧЕТЫ и ИСПЫТАНИЯ

# Проверка предложенного решения расчетным путем

Инженеры НИЛКЭС разработали схемы армирования и провели расчёты трех стоек типа СК26:

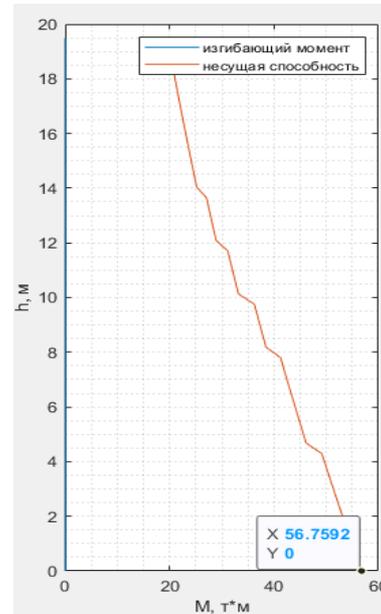
Образец 1. Стойка с армированием по ГОСТ 22687.1-85 с использованием арматуры **A800** – «**СК1**»;

Образец 2. Стойка с арматурой **Ay1000П** вместо **A800**, с повторением схемы армирования стойки по ГОСТ – «**СК2**»;

Образец 3. Стойка с арматурой **Ay1000П**, армирование которой подобрано так, чтобы обеспечить **равную несущую способность** со стойкой по п.1 – «**СК3**»



В этом случае сокращена масса арматуры на **28%** за счет сокращения количества ненапрягаемых стержней



Эпюра несущей способности стойки

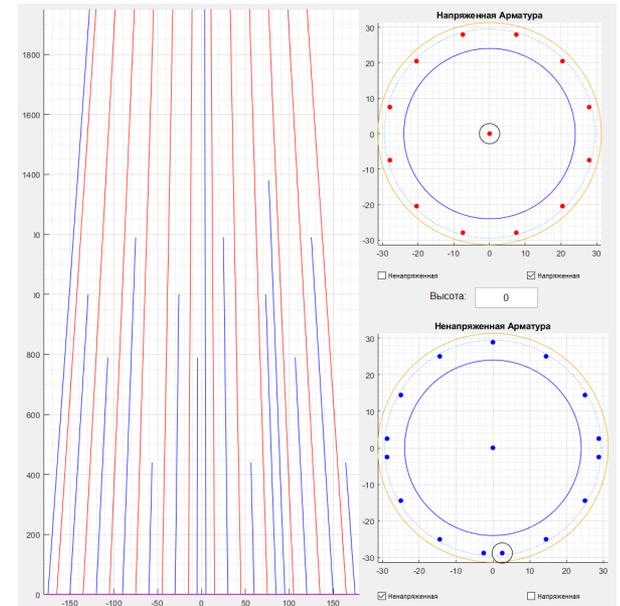


Схема армирования стойки

## Выводы по результатам расчетов:



Трещин при испытании стойки с новой арматурой больше, но ширина их раскрытия меньше



При снятии нагрузки трещины полностью закрываются



Использование арматуры класса Аv1000П с четырёхрядным профилем эффективнее в сравнении с использованием арматуры А800



Коррозионная стойкость арматуры и долговечность конструкций в целом увеличиваются

НИЛКЭС ЭЖБИ

ООО «ПО «Энергожелезобетонист»  
Научно-исследовательская лаборатория  
конструкций электрического строительства

«ИЗГОТОВЛЕНИЕ И УЧАСТИЕ В ИСПЫТАНИЯХ ОПЫТНЫХ ОБРАЗЦОВ  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ КОНИЧЕСКИХ  
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТОЕК ОПОР ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ  
СК26.1-1.1 ГОСТ 22687.0-85 В КОЛИЧЕСТВЕ 3 ШТ.»  
В РАМКАХ ВНОКР

«ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ, ТРЕЩИНОСТОЙКОСТИ И ДЕФОРМАТИВНОСТИ  
ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫХ ЦЕНТРИФУГИРОВАННЫХ ОПОР С  
ВИНТОВОЙ АРМАТУРОЙ КЛАССА Аv1000П С ЭФФЕКТИВНЫМ  
ЧЕТЫРЕХРЯДНЫМ ПРОФИЛЕМ»

Пояснительная записка  
22.005-1

Заведующая НИЛКЭС, к.т.н.  Л. И. Качановская  
Заведующий сектором НИЛКЭС  С. П. Касаткина

Изм.	№ док.	Подп.	Дата

Санкт - Петербург  
2022

## Испытание стоек на заводе Рыбинскэнергожелезобетон

- ✓ Испытания по прочности, трещиностойкости и деформативности проведены в соответствии с ГОСТ 22687.1-85;
- ✓ 3 опытных образца конических центрифугированных стоек длиной 26м;
- ✓ Повышенный класс бетона - B50



Механический динамометр



Индикатор перемещений  
часового типа



Фрагмент станда в месте приложения нагрузки



Горизонтальный станд  
для испытаний

## Результаты испытаний

Все стойки успешно прошли испытания по ширине раскрытия трещин, прогибу и прочности

**Стойка СК1** - После разгрузки величина раскрытия трещин менее 0,02 мм;

**Стойка СК2** - После разгрузки все трещины закрылись, кроме одной с шириной раскрытия 0,01 мм;

**Стойка СК3** - После разгрузки все трещины закрылись



## Результаты расчетов подтверждены результатами испытаний

- ✓ Закрытие трещин увеличивает коррозионную стойкость арматуры и долговечность эксплуатации изделия
- ✓ Цена бетона В40 и В50 сопоставима;



Использование арматуры А<sub>у</sub>1000П и повышение класса бетона с В40 до В50 позволит увеличить долговечность стоек без увеличения их стоимости



## Арматура стандартного профиля? Экономический эффект есть!

Расчетным путем подтверждено: использование арматуры класса А1000 эффективнее, в сравнении с использованием арматуры А800



**А1000 вместо А800 с повторением схемы армирования стойки по ГОСТ**

- ✓ Цена арматуры А800 и А1000 отличается незначительно



Увеличение долговечности стоек происходит без увеличения их стоимости



**А1000 вместо А800 с перерасчетом схемы армирования стойки по ГОСТ**

- ✓ Цена арматуры А800 и А1000 отличается незначительно
- ✓ Количество стержней ненапрягаемой арматуры меньше



Увеличение долговечности стоек происходит с **уменьшением** их стоимости