

# ТЕМА:

# Ветроэнергетика

**BELZONA**<sup>®</sup>  
Ремонт • Защита • Улучшение

## ДОЛГОВЕЧНЫЕ ЭРОЗИОННОСТОЙКИЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РЕМОНТА НА МЕСТЕ

### На переднем рубеже новых технологий

В настоящее время ветроэнергетика занимает ведущие позиции в секторе, использующем возобновляемые энергетические ресурсы, при этом считается, что среди всех источников чистой энергии ветер обладает наибольшим потенциалом. По предварительным оценкам, к 2022 году суммарная мощность ветровых электростанций во всем мире достигнет 800 ГВт.

Неудивительно, что этот сектор привлекает к себе не только всеобщее внимание, но и ежегодные инвестиции в размере сотен миллиардов долларов, в результате чего ветроэнергетика стала одной из самых быстро развивающихся отраслей мировой экономики.

К концу 2015 года ветроэнергетические установки (ВЭУ) генерировали 3,7% мировой электроэнергии, а к 2016 году общее количество действующих в разных странах мира ВЭУ достигло 340 000. Эта цифра будет только расти по мере совершенствования технологии и дальнейшего расширения масштабов использования этого источника энергии.

### Типичные проблемы отрасли

Одна из наиболее сложных задач, стоящих перед ветроэнергетикой, — это обслуживание самих ветровых установок. Временное прекращение

выработки электроэнергии и демонтаж оборудования для проведения ремонта могут дорого обойтись производителю электроэнергии, особенно с учетом длительности этой процедуры. Среднестатистическая ветроэнергетическая установка состоит из 8000 разных деталей, и каждая из них может стать источником проблем, требующих принятия мер при обслуживании. Повреждения компонентов ВЭУ могут быть вызваны негативным воздействием окружающей среды, эрозией и коррозией, а также другими факторами. Особую сложность в этом отношении представляют морские ветроэлектростанции из-за более жестких условий эксплуатации и труднодоступности для обслуживания. В этом выпуске «Темы» мы рассмотрим такие проблемы более подробно и продемонстрируем примеры применения износостойких материалов Belzona для ремонта и защиты объектов ветроэнергетики.

### Наиболее распространенные повреждения

Разобраться в типичных для ВЭУ видах повреждений будет проще, если разделить их на три основные группы в соответствии с частями установки, где эти повреждения обычно обнаруживаются:

- **Гондола**
- **Лопаста**
- **Башня/трансформатор**

## База данных Belzona Ноу-хау *в действии*

Хотели бы узнать побольше о каком-нибудь из описанных в этом выпуске «Темы» примеров применения? Все примеры применения можно найти на странице [khia.belzona.com/ru](http://khia.belzona.com/ru)

Нажмите **Просмотр по разделам Ноу-хау и отраслям промышленности** и найдите нужный вам пример, выбрав соответствующий том и номер Ноу-хау.

На странице [khia.belzona.com/ru](http://khia.belzona.com/ru) можно провести поиск по всей базе данных Belzona с примерами применения.



Выпуск 117

## Содержание

### Ветроэнергетическая отрасль 1

Беспрецедентные темпы развития ветроэнергетики во всем мире



### Ремонтные материалы Belzona для ветровых установок 2

Обзор решений Belzona для разных типов повреждений, характерных для ВЭУ



### Отремонтированы 60 лопастей ветровой турбины 3

Передние кромки лопастей 20 турбин защищены покрытием Belzona



### Ремонт вала на месте 4

Пример ремонта вала в гондоле ветроэнергетической установки

## ПРОБЛЕМНЫЕ УЧАСТКИ

### ВЫБОР ПРОДУКТА

#### ЛОПАСТИ

##### Belzona 1331/

##### Belzona 1341 (Supermetalglide)

Покрываются для защиты стеклопластика от эрозии; наносятся валиком или кистью

#### ВАЛЫ

##### Belzona 1111 (Super Metal)

Ремонтный композит, пригодный для всех видов механической обработки; не требует специальных инструментов для нанесения и прочно связывается практически с любой поверхностью

##### Belzona 1212

Поверхностно-толерантный многоцелевой ремонтный композит с высокой адгезией к многим подложкам; отличается малым временем отверждения

#### ФУНДАМЕНТ

##### Belzona 3100-я серия

Водонепроницаемые мембранные системы для ремонта и защиты конструкций; наносятся вручную

##### Belzona 3412

Распыляемое или наносимое кистью гибкое изолирующее мембранное покрытие, которое можно снимать для обслуживания и снова герметизировать

##### Belzona 4000-я серия

Материалы для ремонта и восстановления бетонных поверхностей; отличаются исключительной стойкостью к химическим воздействиям и абразивному износу

Свойства материалов Belzona:



Простота применения



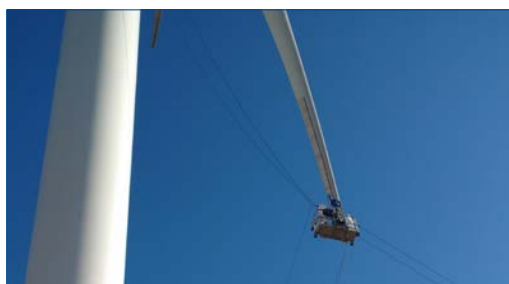
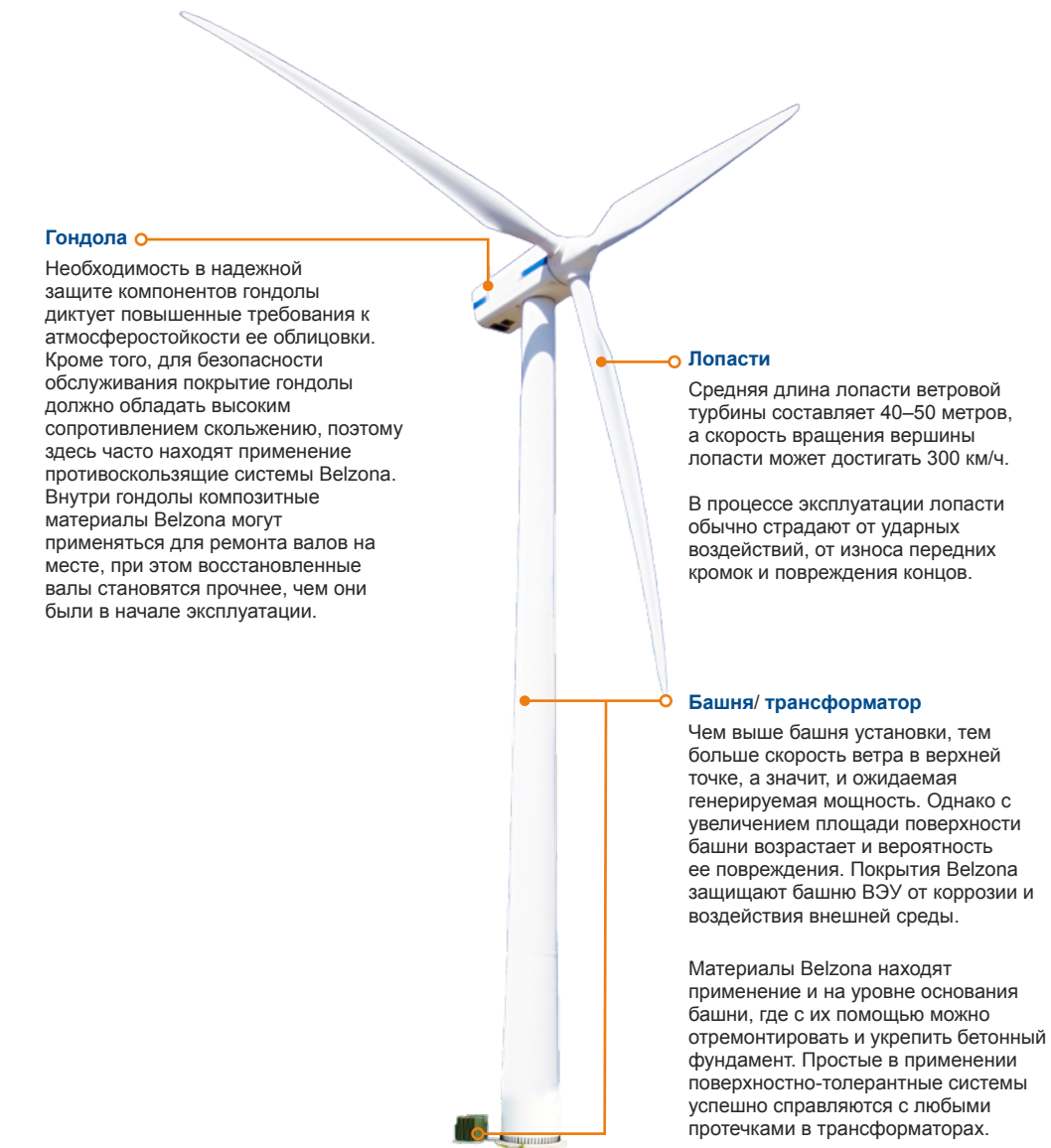
Стойкость к эрозии



Холодное нанесение  
Без огневых работ



Стойкость к износу



**Защита лопастей с помощью Belzona 1341 TOM XXXII, № 142**



**Ремонт башни с помощью Belzona 1211 TOM XXXII, № 33**



**Ремонтные работы в гондоле с применением Belzona 1131 (Bearing Metal) TOM XXXII, № 48**



**Ремонт трансформатора с помощью Belzona 1212 TOM XXXII, № 18**



# ЗАЩИТУ ОТ ЭРОЗИИ ПОЛУЧИЛИ 60 ЛОПАСТЕЙ ВЕТРОВЫХ ТУРБИН

Владельцу активов требовалось надежное решение для защиты передних кромок лопастей от дальнейших эрозионных повреждений

ТОМ XXXII, № 111

## Повреждение лопастей

Одной из самых распространенных проблем при эксплуатации ВЭУ является эрозия передних кромок лопастей ветровой турбины. Объясняется это высокой скоростью вращения лопастей, создающей огромную нагрузку на их вершины, а также дополнительными физическими воздействиями (к таким негативным факторам можно отнести дождь, пыль, лед, град, молнии, столкновения с насекомыми и птицами). Если своевременно не принимать меры для защиты, эрозия передних кромок лопастей может стать причиной их дисбаланса, отрицательно влияющего на вал и редуктор и приводящего к снижению КПД установки.

## Пример применения

От ветроэлектростанции в провинции Квебек в Канаде поступил заказ на нанесение защитного покрытия на передние кромки 60 лопастей ветровых турбин. Лопасти пострадали от эрозии, вызванной осадками и другими факторами окружающей среды, в результате чего ухудшились рабочие характеристики оборудования, снизились показатели генерируемой мощности и возникла угроза преждевременного выхода ветровых турбин из строя.

Владелец активов указал на некоторые эксплуатационные дефекты защитного покрытия, ранее нанесенного на передние кромки, однако основным недостатком предыдущего покрытия была сложность его нанесения. В сложившейся ситуации энергетическая компания хотела найти другой вариант защиты лопастей, сочетающий в себе высокую эффективность с удобством применения.



Нанесение покрытия Belzona валиком на переднюю кромку лопасти



Лопасть полностью отремонтирована

Было решено использовать покрытие Belzona 1341 (Supermetalgilde). Этот материал часто применяют для защиты передних кромок лопастей, так как он легко наносится валиком или кистью и обеспечивает высокий уровень защиты от эрозии. Можно было ожидать, что нанесенное покрытие окажется более эффективным и долговечным, чем предыдущее, и сможет предотвратить дальнейшее разрушение лопастей.

## Процесс нанесения покрытия

Для нанесения покрытия был выбран момент, когда лопасти находились в ремонтном цехе, куда их перенесли для планового общего технического обслуживания. В эродированной подложке наблюдались изъявления и на некоторых участках было утрачено гелевое покрытие. Для восстановления требуемой формы пострадавших лопастей использовали материал Belzona для заполнения дефектов. Затем поверхность обработали механической шлифовальной машиной и очистили. На подготовленную подложку валиком нанесли Belzona 1341 одним слоем со средней толщиной 305 мкм.

На протяжении всей процедуры ремонта специалисты Belzona оказывали техническую помощь, находясь на рабочей площадке. Благодаря этой поддержке доверие владельца активов к компании Belzona еще больше укрепилось. Кроме того, увидев насколько проще наносится это покрытие по сравнению с предыдущим, энергетическая компания выразила готовность обсудить вопрос об использовании Belzona 1341 для последующих ремонтных работ, если эксплуатационные характеристики материала окажутся удовлетворительными.



Покрытие Belzona 1341 крупным планом



Специалисты Belzona находились на площадке для оказания поддержки

ТЕХНОЛОГИИ BELZONA ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ УТЕЧЕК МАСЛА В ТРАНСФОРМАТОРЕ НА ВЕТРОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

ТОМ XXXII, № 112



Трансформатор

## Проблема:

- » В одном из трансформаторов ветропарка наблюдалась утечка масла через основную фланец и болтовые отверстия.
- » По оценкам специалистов, негерметичными оказались 120 болтовых соединений.
- » Владелец активов мог отвести на ремонт всего пять дней, и за это время нужно было устранить протечки и предотвратить их повторное появление.



До ремонта

## Решение Belzona:

- » Из нержавеющей стали были изготовлены крышки, подходящие по размерам к головкам болтов и гайкам.
- » Зазор между корпусом трансформатора и верхней крышкой заполнили композитом Belzona 1161 (Super UW-Metal). Благодаря тому, что этот материал вытесняет всю жидкость с поверхностей, его можно наносить на влажные подложки и подложки с масляными загрязнениями.
- » Приготовленные стальные крышки заполнили материалом Belzona 1161 и надели на головки болтов.
- » Всю область ремонта покрыли слоем Belzona 5811 (Immersion Grade), чтобы защитить ее от смещения вперед под воздействием углеводородов и негативных внешних факторов.



После ремонта

## РЕМОНТ ВАЛА НА МЕСТЕ

Технологии Belzona сэкономили владельцу активов сотни тысяч долларов за счет проведения ремонта на месте

ТОМ XXXII, № 92

**Повреждение вала**

На одной из установок ветропарка в Техасе был поврежден вал, при этом основная сложность заключалась в том, что весь ветродвигатель необходимо было демонтировать и спустить вниз для проведения ремонта.

Установленный в гондоле вал не был надлежащим образом заземлен. Из-за этого началась сильная электрохимическая коррозия, следствием которой стала дестабилизация функционирования всей турбины.

**Первоначальные варианты замены и ремонта**

Было принято решение заменить поврежденный вал или провести его ремонт. Первоначально рассматривались два этих варианта, но оба оценивались в сотни тысяч долларов и требовали прекращения работы турбины на 2–3 недели.

**Вариант 1** заключался в замене вала генератора, что обошлось бы примерно в 300 тыс. долларов.

**Вариант 2** предполагал демонтаж вала и транспортировку его в ремонтный цех для проведения сварочных работ. В этом случае затраты составили бы примерно такую же сумму — 275 тыс. долларов.

**Вариант 3 Система Belzona**

Заказчик был знаком с решениями Belzona, поэтому для восстановления исходных геометрических размеров вала был выбран композит Belzona 1111

(Super Metal). Дополнительным преимуществом материала Belzona 1111 была его стойкость к коррозии, благодаря которой можно было избежать повторения таких повреждений даже при нарушениях в системе заземления.

**Применение материалов Belzona**

Для этого ремонта необходимо было сначала изготовить состоящую из двух частей форму, в которую предстояло заключить вал. Форма была изготовлена из латуни и точно воспроизводила требуемые размеры вала.

На поверхность вала нанесли композит Belzona 1111 и, установив вокруг него части разъемной формы, предварительно покрытые антиадгезионным средством Belzona 9411, зафиксировали их в нужном положении. После отверждения форму сняли и сохранили для повторного использования, а вал приобрел первоначальные размеры.

Весь ремонт вместе с материалами Belzona обошелся в 10 000 долларов, что во много раз меньше стоимости альтернативных вариантов. На заказчика произвела большое впечатление не только огромная разница в цене, но и результаты проведенного ремонта. Неудивительно, что энергетическая компания решила сделать этот вариант стандартным методом ремонта для всех своих ветропарков. В связи с этим были изготовлены десять латунных разъемных форм с разными размерами для ремонта различных валов.

МАТЕРИАЛЫ BELZONA  
ЗАЩИЩАЮТ ФУНДАМЕНТ  
БАШНИ ВЭУ ОТ  
ПРОНИКНОВЕНИЯ ВОДЫ

ТОМ XXXII, № 93

**Проблема:**

- » Дождевые воды и влага просачивались через грунт и проникали к конструкциям ветроэнергетической установки.
- » Это привело к разрушению бетона, появлению трещин в фундаменте и к коррозии основания башни.



До ремонта

**Решение Belzona:**

- » Простым выходом из этой ситуации стала герметизация основания конструкции и бетонного фундамента с помощью материала Belzona 3111.
- » Материал легко наносится и образует изолирующее покрытие, обладающее высокой эластичностью.
- » Использованный вариант экономически эффективен и максимально сокращает продолжительность простоев и перерывов в работе установки.



После ремонта



Вал с повреждениями из-за электрохимической коррозии



Отремонтированный вал

**BELZONA**<sup>®</sup>  
Ремонт • Защита • Улучшение

117

Выпуск №



Нажмите здесь, чтобы найти  
регионального представителя  
**Belzona**

