



ВЕНТИЛЯЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ В СЕЙСМИЧЕСКОМ ИСПОЛНЕНИИ

REMAK

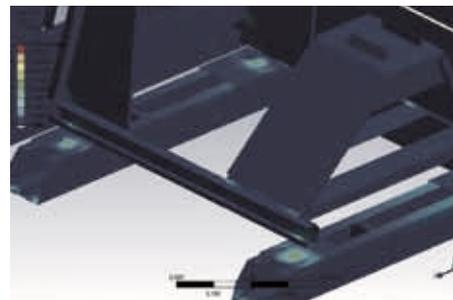
# Общая характеристика



Распространение сейсмических волн в земном теле

В районах с опасностью возникновения землетрясений основной целью проектирования и строительства всех конструкций и систем (включая вентиляцию и кондиционирование воздуха), является предотвращение повреждений конструкций и технологий и как следствие защита людей, даже при максимальных параметрах землетрясения. Особые требования применяются при строительстве электростанций, которые в

случае землетрясения должны находиться в безопасном режиме эксплуатации. Для атомных электростанций важным фактором является безопасное охлаждение активной зоны реактора. Компания REMAK располагает соответствующими знаниями в области сейсмической стойкости конструкций вентиляционных установок, благодаря которым мы способны справиться с таким специфическим требованием и достичь максимального удовлетворения заказчика.



## Проект

В зависимости от типа проекта наша компания готова произвести подбор, изготовить и поставить оборудование, предназначенное своей конструкцией для категорий 1a, 1b, 2a или 2b до уровня максимального расчетного землетрясения, которое иногда обозначается как MDE (Maximum design earthquake), или SL-2 Earthquake в соответствии с IAEA Safety Standards Series No. NS-G-3.3 а NS-G-1.6. Для каждого поставленного оборудования стандартно прилагается соответствующая техническая документация и квалификационная документация на высоком уровне, в состав которой входят расчеты и графические выходы разных динамических анализов и проверок или результаты практических испытаний авторизованных испытательных лабораторий, доказывающих стойкость конструкций. При моделировании используются расчетные анализы при помощи передового метода конечных элементов в среде ANSYS.



# чем благополучно сотрудничество с компанией getak для инвестора и проектировщика?

## Инвестор

- Комплексная поставка от одного поставщика
- Гарантия безошибочного сейсмического исполнения всех поставляемых конструкций в зависимости от требуемых сейсмических классов
- Гарантия повышенной жизнеспособности установок и их конструкций в зависимости от требований
- Гарантия технических параметров установок благодаря сертификации Eurovent
- Способность работы в международных командах
- Проверка монтажа и правильной настройки вентиляционных установок
- Высококачественные сервисные услуги
- Быстрая поставка запчастей

## Проектировщик

- Проектная поддержка на наивысшем уровне
- Профессиональные технические выходы
- Специальная консультация предлагаемых решений
- Посредством Eurovent сертифицированные технические подборки вентиляционных установок



# Референции установок в сейсмическом исполнении

**Как доказательство достигнутого уровня знаний ниже приводится описание реализации поставки вентиляционных установок REMAK для проекта электростанции в Турции, именуемой YUNUS EMRE.**

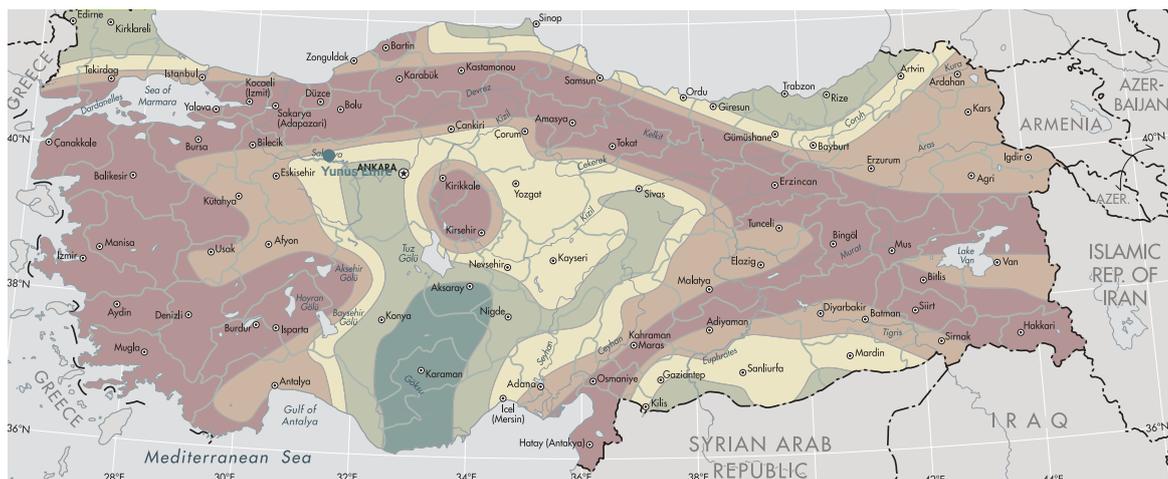
Компания REMAK заключила в 2013 году Договор с компанией VÍTKOVICE POWER ENGINEERING а. с. на поставку вентиляционных установок для новой стройки электростанции Yunus Emre в Турции, генподрядчиком которой являлась компания VÍTKOVICE POWER ENGINEERING. Поставка вентиляционных установок REMAK должна была осуществиться в том же самом году, и давление по обеспечению минимальных сроков поставки на нас, как на поставщика было огромное. Ниже описаны все аспекты проекта.



## Описание проекта с точки зрения места и сейсмических требований

Электростанция расположена в Центральной Анатолии (Малой Азии), в горном массиве Sundiken, на высоте 500 м над уровнем моря. Она находится приблизительно 150 км на запад от столицы Анкара на берегу водохранилища Sariyer на реке Sakkaaya. Температура зимой достигает  $-20^{\circ}\text{C}$ , летом  $42^{\circ}\text{C}$ . Относительная влажность воздуха колеблется между 50 % летом и 70 % зимой.

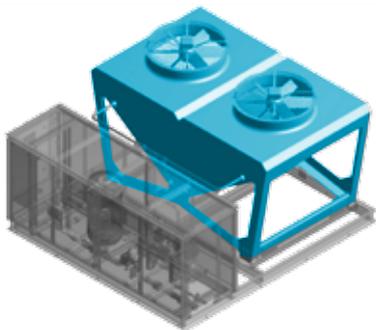
Электростанция состоит из двух блоков с совместным вспомогательным оборудованием. Каждый из обоих котлов производит 440 т/час пара с параметрами 13,9 МПа,  $543^{\circ}\text{C}$ , с дополнительным подогревом 3,7 МПа,  $540^{\circ}\text{C}$ . Топливом является турецкий лигнит из добываемый неподалеку. Номинальную мощность на клеммах генераторов  $2 \times 145 \text{ MWe}$  обеспечивают две турбины с нерегулируемыми расходами и входом пара в часть со средним давлением из дополнительного подогрева. Мощность поставляется в турецкую национальную сеть на уровне 400 kV. Сейсмический уровень области является с учетом турецких условий умеренным, но по сравнению с областью Средней Европы очень высоким.



Обозначениеместоположения электростанции Yunus Emre на карте Турции

# Размер нашей поставки, решение требований, вытекающих из задания

## Предмет поставки



ККБ в сейсмическом исполнении

Предметом поставки компанией REMAK было 53 вентиляционных установок AeroMaster XP и Cigrus в сейсмическом исполнении. Составной частью поставки были и блоки управления VCS, удовлетворяющие сейсмические требования. Одновременно нас выбрали как поставщика 67 штук компрессор-конденсаторных блоков в сейсмическом исполнении, включая принадлежностей холодильного контура, систем управления и проекта „Basic design“, трубопроводов, усилением стойкости сейсмической конструкции которых мы тоже занимались. Подтверждение сейсмической стойкости представляет обширная запись, составной частью которой являются расчеты, касающиеся прочности и анализа при динамической нагрузке посредством землетрясения, описание конструктивных деталей вентиляционных установок и требований по материалу и дальнейших специфик. Сейсмическая стойкость блоков управления проверялась на реальных пробных образцах в Военном исследовательском институте в городе Вышков.

## Интересные факты

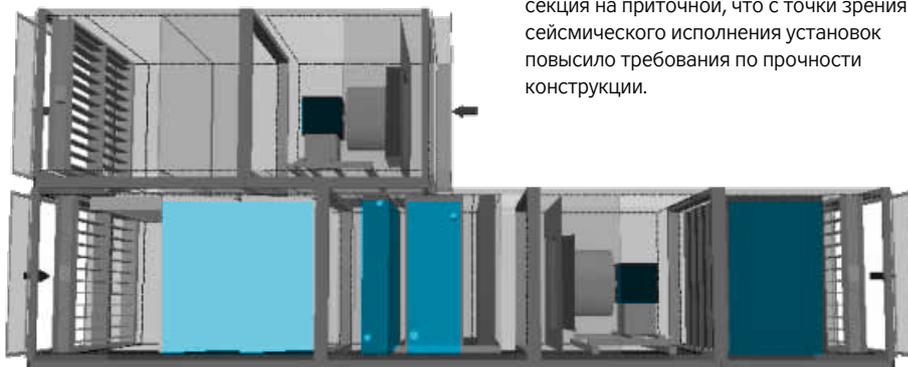
- Общий вес всех 53 поставленных вентиляционных установок был 86 тон.
- Поставки подлежали жесткому производственному контролю и качественному приему со стороны покупателя. Все приемы товара произошли без претензий со стороны покупателя.
- Логистика поставки была очень специфической и сложной, прежде всего в области требований по общему системному обозначению. Организация поставок для такого большого проекта, каким является электростанция, должна быть безошибочной. Прежде всего с учетом количества поставок на разные части электростанции и разные технологические единицы.

## Сейсмические требования

Вентиляционные установки и принадлежности были поставлены согласно требованиям по сейсмическому исполнению в категории 1b. От вентиляционных установок требуется сейсмическая стойкость в смысле сохранения механической целостности (прочности и герметичности) в соответствии с действующими нормами до максимального расчетного землетрясения (SL-2). Аварийное отключение установок при этом применении допускается.

## Интересные факты

- Некоторые вентиляционные установки расположены на крыше здания в высоте 53 м. С точки зрения сейсмической стойкости они при определении конструкции подверглись ускорению до 20 g, причем основная величина сейсмического ускорения на уровне поверхности земли была 0,2 g.
- Предметом поставки были также вентиляционные установки, у которых после монтажа расположена вытяжная секция на приточной, что с точки зрения сейсмического исполнения установок повысило требования по прочности конструкции.



Вентустановки с повышенными требованиями по прочности конструкции – вытяжная секция расположена на приточной



Строительство стальной конструкции котельной, высота охладительной башни 115 м, высота котельной 53 м.

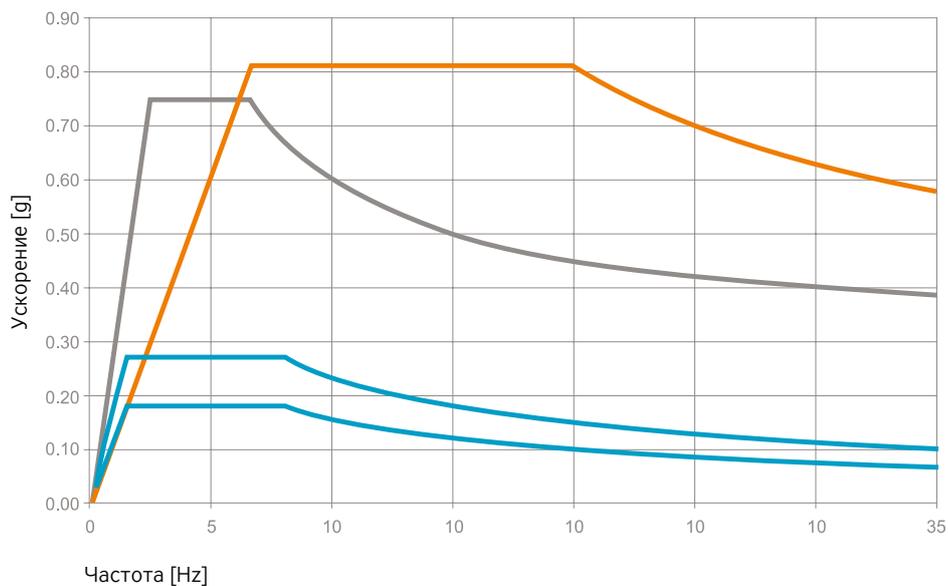
### Сравнение спектра

Сравнение спектра отклика ускорения на уровне местности для объектов Yunus Emre и АЭС Temelín, блоки 1 и 2.\*\* (Спецификация сейсмической нагрузки, применяемой у строек в указанном месте).

\* GRS – Ground Response Spectrum

\*\* Определение сейсмического требования для поставки планируемого ЕТЕ34 находится теперь в стадии подготовки, можно ожидать повышение требований по сравнению с ситуацией на ЕТЕ12 в соответствии с актуальными международными требованиями мирового атомного агентства ( IAEA)

Yunus Emre GRS* horizontal	JE Temelín GRS horizontal
Yunus Emre GRS vertical	JE Temelín GRS horizontal





Место и тип работы электростанции согласно проектной документации требовало коррозионную стойкость С3 в пределах близких С4 и жизнеспособность Н в соответствии с нормой EN14713-1, прежде всего из-за высокого содержания SO<sub>2</sub> в воздухе. Из требований по коррозионной стойкости вытекает жизнеспособность защитных слоев и красок минимально 15 лет. В вентиляционной технике и строительстве стандартно используемый оцинкованный лист Zn275 этому требованию не соответствует и то же самое касается дальнейшей стандартно применяемой поверхностной обработки – покрытия порошковым лаком. Все установки сделаны из материала с более стойкой поверхностью по коррозии – алюминиевой оцинковки или оснащены защитными лакированными слоями соответствующей толщины. Толщина и качество защитных слоев в процессе производства тщательно проверялись и измерялись.

# 15 лет

жизнеспособность минимально

Строительство стальной конструкции котельной, в заднем плане охладительная башня.



Строительство конструкции котельной, на которой расположено несколько вентиляционных установок REMAK и в случае землетрясения понесет наибольшую динамическую нагрузку.





# Конструкционные детали сейсмического исполнения установок

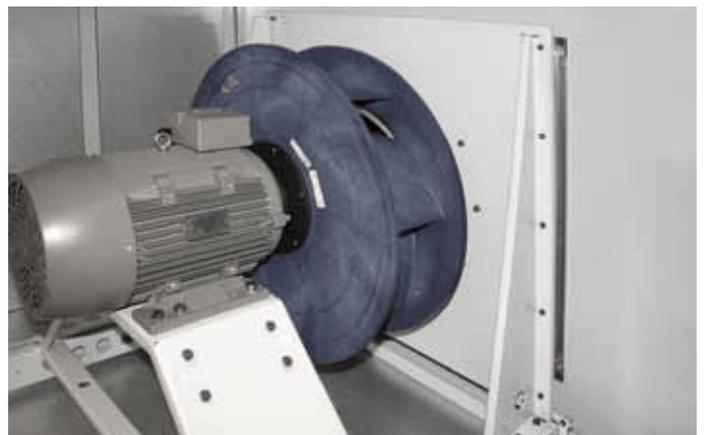
Встроенное устройство вентилятора AeroMaster Cirrus с повышенным стоечным профилем, вкручиваемым в опорную раму установки и silentблоками с упорами соответствующими требуемой сейсмической нагрузке.



Встроенное устройство вентилятора AeroMaster XP с повышенным стоечным профилем и silentблоками с упорами соответствующими требуемой сейсмической нагрузке.



Встроенное устройство вентилятора со свободным рабочим колесом с обработкой для сейсмического исполнения и повышенной коррозионной стойкостью.





# Конструкционные детали сейсмического исполнения установок

Расположение прямого испарителя на рельсах и ограниченного дистанциями для передачи сейсмического отклика от нижней стены.



Сейсмическое встроенное устройство вентилятора (двойник) установки AeroMaster Cirrus с укрепленным держателем двигателя и корпусом с сейсмически усиленной стойкостью.



Сейсмическое исполнение соединительной рамы вентиляционной установки, в углах дополнено укрепление.



*В районах с опасностью возникновения землетрясений основной целью проектирования и строительства всех конструкций и систем (включая вентиляцию и кондиционирование воздуха), является предотвращение повреждений конструкций и технологий и как следствие защита людей, даже при максимальных параметрах землетрясения.*