

Король и Солнце

Королевство Марокко
запустило крупнейшую в мире
солнечную электростанцию



Давид Матуа

Недалеко от пустыни Сахара и Высоких Атласских гор, в королевстве Марокко, расположилась крупнейшая в мире солнечная электростанция Noor (по-арабски «свет»), площадь в четыре тысячи футбольных полей.

Тысячи солнечных панелей установлены на голом плато на высоте 1300 метров, в районе Уарзазата. Комплекс занимает территорию в 3 тыс. гектаров.

Интенсивность солнечной радиации в этой точке планеты составляет более 2,5 тыс. киловатт-часов на м² в год, что является одним из самых высоких показателей в мире.

160 мегаватт первой очереди, запущенной в 2016 году, оказалось достаточно для обеспечения энергией 350 тыс. марокканских домохозяйств. После выхода на полную мощность в 580 мегаватт станция обеспечит потребности в электроэнергии 1,3 миллиона домохозяйств в Марокко.

Амбициозный проект был призван реализовать планы Марокко по диверсификации экономики Северной Африки.

С 2019 году страна, которая ранее импортировала 97% потребляемой энергии, планирует приступить к экспорту электричества.

В 2018 году, накануне пуска третьей очереди электростанции, королевство подписало соглашение со странами Евросоюза об поставке электроэнергии по дну Гибралтарского пролива в Германию, Францию, Испанию и Португалию.

Мощность трех полей Noor I, Noor II и Noor III составляет 160, 200 и 150 мегаватт соответственно. Noor I был введен в эксплуатацию в феврале 2016 года, срок запуска Noor III — конец 2018 года. На очереди — Noor IV.

Проект был разработан испанским консорциумом TSK-Acciona-Sener.

Паровые турбины модели SST поставила для проекта компания Siemens.

Компания Heidelberg Cement поставила на объект более 45 тыс. тонн цемента со специально построенного завода, а грузовики компании доставляли цемент через горный перевал Тизи-н-Тичка высотой 2260 метров, чтобы спуститься на другую сторону Атласских гор.

Sener Grupo de Ingenieria является генеральным подрядчиком строительства.

Заявлено, что для реализации второй и третьей очереди проекта было привлечено 1,74 млрд \$ инвестиций, в том числе 400 млн \$ от Всемирного банка, 50 млн евро от Африканского банка

развития и Французского агентства развития, 238 млн \$ от Фонда чистых технологий.

Noor I

537 тыс. управляемых компьютером параболических зеркал, расположенных в 800 линий, постоянно поворачиваются рабочей поверхностью к солнцу, как подсолнухи.

Высота каждого зеркала превышает 10 метров.

В средней части зеркала проходит труба с циркулирующей термальную жидкостью — маслом, которое может быть нагрето до 393°C.

Нагретое масло поступает на электростанцию, расположенную в центре поля из зеркал. Здесь вырабатывается пар, приводящий в движение огромную турбину электростанции.

Максимальное количество электроэнергии в Марокко потребляется поздним вечером. Чтобы накопить и затем распределить получаемую энергию, были установлены теплоаккумуляторы.

Теплоаккумуляторы Noor I состоят из двух гигантских стальных резервуаров, которые содержат смесь соли калия и



Встреча королевских семейств Марокко и Испании.

Испания — главный торговый партнер Марокко; разработчик проекта Noor — испанский консорциум TSK-Acciona-Sener.

нитрата натрия. Смесь становится жидкой при температуре около 2400С. Выделение тепла из расплавленной соли позволяет поддерживать полную мощность установок даже ночью.

Поставку высокочистых синтетических натриевых солей на станцию осуществляет компания BASF. Для одного только предприятия в Марокко компания произвела около 27 тыс. тонн нитрата натрия в Людвигсхафене.

Noor II и Noor III

Вторая очередь использует параболические концентраторы, как и в первой очереди, но в целях экономии воды здесь применяется сухое охлаждение.

Третью очередь Noor называют башенной. Проект основан на технологии центральной башни и термохранилища на расплавленных солях.

Поле из 7400 концентраторов-гелиостатов HE54, расположенных по окружности, направляет полученную энергию на центральную башню высотой 250 метров, с расплавленной солью внутри.

Свет, отраженный от гелиостатов, нагревает башню до температуры 320°С.

Система расплавленной соли обеспечивает 7,5 часов хранения.

Вода

По предварительным оценкам, Noor будет использовать для технологических нужд от 2,5 до 3 млн м³ воды ежегодно.

Немецкий физик Герхард Найс подсчитал, что энергии пустынь, получаемой в течение нескольких часов, достаточно для обеспечения потребностей человечества в течение года.

Потреблять воду станут Noor I с влажным охлаждением, Noor II и Noor III с сухим охлаждением, а также поле гелиостатов, нуждающееся в регулярной очистке отражателей.

Из-за значительных объемов водопотребления для проекта был построен специальный водопровод протяженностью около 10 км, доставляющий воду из ближайшего водохранилища.

США, Испания, Китай, Саудовская Аравия

Электростанция Noor похожа на крупные установки, расположенные в пустыне Мохаве в США, но после выхода

на плановую мощность станет крупнейшей в мире.

В настоящее время США и Испания занимают лидирующие позиции по мощности солнечных электростанций, но в игру вступают новые и новые игроки.

Китай намерен ввести в эксплуатацию солнечные тепловые электростанции об-

щей мощностью 10 гигаватт к 2020 году.

Саудовская Аравия планирует мощность в 25 гигаватт к 2032 году.

Уже к 2020 году страны «солнечного пояса» — расположенные между 40° к северу и югу от экватора — могут предотвратить путем запуска солнечных генераций выбросы 32 миллионов тонн CO₂.

Исследование, выполненное по заказу SolarPACES Международным энергетическим агентством, Greenpeace и Европейской ассоциацией солнечной тепловой энергии, показало, что использование солнечной энергии в этих странах приведет к инвестициям на сумму 16 млрд евро к 2020 году и позволит создать дополнительно 70 тыс. новых рабочих мест. □

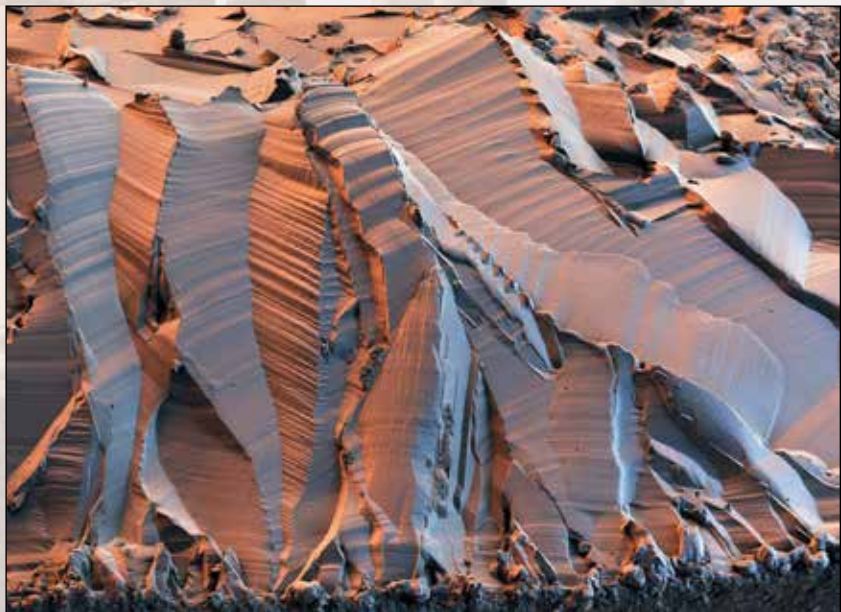


▲ Сразу после промышленности, которая обеспечивает 29% ВВП Марокко, следуют туризм с 20% ВВП и сельское хозяйство с 14% ВВП. Нефть, газ и электричество до запуска проекта Noor были главными статьями импорта в стране.



▲ **Noor I.** Управляемые компьютером параболические зеркала в Noor I постоянно поворачиваются лицевой поверхностью к солнцу, как подсолнухи. В средней части параболического зеркала проходит труба с циркулирующей термальной жидкостью — маслом, которое может быть нагрето до 393°C.

▼ Высокоочищенный нитрат натрия. На солнечных тепловых электростанциях расплавленная соль от BASF хранит энергию, которая при необходимости может быть преобразована в электричество.



▼ Комплекс Noor занимает 3 тыс. гектаров вблизи Уарзазата, на границе пустыни Сахара. Интенсивность солнечной радиации здесь составляет более 2,5 тыс. кВт·ч на м² в год.

▼ Техника компании LIEBHERR осуществляет подъем теплообменников весом 362 т, длиной 30 м и диаметром 30 м каждый.





▲ **Noor II** использует параболические концентраторы, как и первая очередь, но в целях экономии воды здесь применяется сухое охлаждение.

▼ **Noor III.** Свет, отраженный от гелиостатов, нагревает башню до температуры 320°C . Система расплавленной соли обеспечивает 7,5 часов хранения.



▲ Пик энергопотребления в Марокко приходится на поздний вечер. Теплоаккумуляторы Noor позволяют сохранять энергию на протяжении 3–7 часов после захода солнца.

▼ **Noor III.** 7400 концентраторов-гелиостатов HE54, расположенных по окружности, направляют энергию на центральную башню высотой 250 метров, с расплавленной солью внутри.

