

المحتويات

[العودة إلى المحتويات](#)

اتجاهات

[عام في المراجعة: أنظمة وتقنيات الطاقة الجديدة](#)

الشرق الأوسط وشمال أفريقيا

[٢٠٢٤: عام في المراجعة](#)

أخبار روساتوم

[تطور الوقود](#)

[كاسحات الجليد.. الاحتفال بالذكرى السنوية](#)

الذكرى السنوية

[الطاقة الكبيرة](#)



الأمان مؤكد

بدأت الجولة الثالثة والأخيرة من اختبارات التشغيل التي تستمر لمدة ١٨ شهرًا على مجموعات وقود REMIX في وحدة بالاكوفو ١ التابعة لروساتوم. وقد صُمم وقود REMIX من قبل مهندسين نوويين روسيين ليستخدم في المفاعلات ذات المياه الخفيفة، ويتكون من مزيج من اليورانيوم المُعالج والبلوتونيوم مع إضافة يورانيوم مُخصب، حيث تقل نسبة البلوتونيوم في هذا الوقود عن

تطور الوقود

حققت وحدة الوقود في روساتوم، والمعروفة باسم "TVEL"، تقدمًا ملحوظًا في تطوير أنواع جديدة من الوقود، حيث تم تعزيز مستويات الأمان وتقديم هذه الأنواع للعملاء. يتميز الوقود الجديد بكونه أكثر أمانًا وفعالية من حيث التكلفة، ويسهم بشكل كبير في إغلاق دورة الوقود.

أخبار روساتوم

[العودة إلى المحتويات](#)

والدراسات بعد الإشعاع، سيكون لدى روساتوم ما يكفي من الأدلة العلمية لتقديم منتج جديد بثقة ضمن مفهوم دورة الوقود المتوازنة لدينا. “ كخطوة تالية، تخطط TVEL لتحويل أحد المفاعلات الكبيرة تدريجياً إلى وقود REMIX.

استمرار التخصيب

تم تحميل مجموعة تجريبية مكونة من ١٢ قضيب وقود تحتوي على وقود يورانيوم مُشبع بالأربيوم في مفاعل MIR.M١، وهو مفاعل بحثي تابع للمعهد البحثي للمفاعلات النووية (RIAR) ضمن قسم البحث والتطوير في روساتوم. يُخصب اليورانيوم في كل قضيب وقود بنحو ٥٪.

تعتبر عملية إشعاع مجموعة الوقود التجريبية الجزء الأول من البرنامج الاختباري الذي يهدف إلى زيادة تخصيب اليورانيوم تدريجياً إلى أكثر من ٥٪. وأوضح ألكسندر أوغريوموف أن ”الأداء العام للمفاعل قد تحسن حتى الآن بفضل إدخال تصميمات جديدة وتعديلات على مجموعات الوقود. وقد تركزت معظم الابتكارات حول زيادة الحجم الفيزيائي لليورانيوم المُخصب في قضيب الوقود للحصول على مزيد من الطاقة من مجموعة وقود واحدة. يبدو الآن أن المفتاح لتحسين الاقتصاديات للمنشآت يكمن في تجاوز عتبة تخصيب اليورانيوم بنسبة ٥٪ للمفاعلات الحرارية الكبيرة. إذ تحتوي مفاعلات VVER الحالية على ١٦٣ مجموعة وقود، وكل منها تحتوي على أكثر من ٥٠٠ كغم من اليورانيوم، مما يعني أن تأثير زيادة التخصيب بنسبة ١٪ فقط سيكون له تأثير كبير.“

وفقاً لتقديرات باحثي TVEL، فإن استخدام الأربيوم بدلاً من الفادولينيوم التقليدي كمتنص للنيوترونات بالتزامن مع يورانيوم مُخصب لأكثر من ٥٪ سيمكن من الانتقال من فترات إعادة تزويد الوقود التي تتراوح بين ١٢ و ١٨ شهراً إلى فترات تبلغ ٢٤ شهراً. ستساهم فترات

٥٪. يتمتع طيف نيوتروناته بخصائص مشابهة لطيف الوقود اليورانيومي العادي، مما يعني أن سلوك الوقود الجديد داخل المفاعل وكمية البلوتونيوم المنتجة لا تختلف كثيراً عن نظيره التقليدي. تجعل هذه الميزات من الممكن استخدام وقود REMIX دون الحاجة إلى تغييرات كبيرة في أنظمة أمان المنشآت.

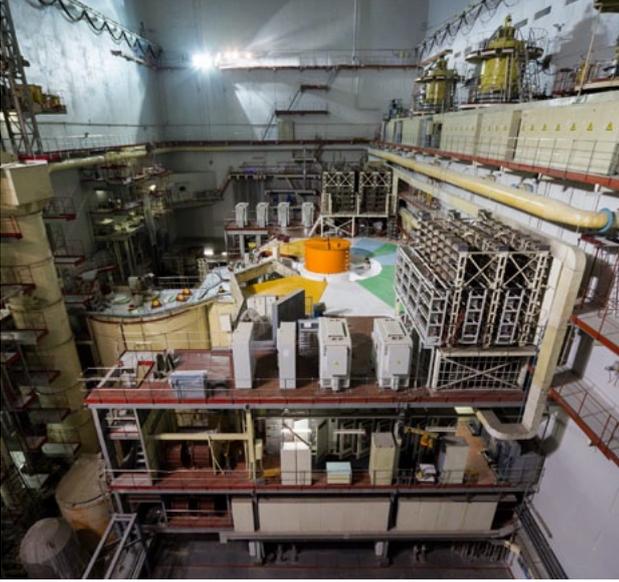
خلال الجولة الأولى من الاختبارات، تم تحميل ست مجموعات وقود REMIX في مفاعل VVER-١٠٠٠ في وحدة بالاكوفو ١ في أواخر عام ٢٠٢١. تعادل كل واحدة من جولات الاختبار الثلاث فترة إعادة تزويد عادية تبلغ ١٨ شهراً. وقد تلت الجولتين المكتملتين عملية فحص دقيقة لحبيبات الوقود والعناصر الهيكلية للمجموعات الاختبارية في الخلية الساخنة، ولم يتم تحديد أي عوائق أمام استمرار العملية.

من المتوقع أن تكتمل الجولة الثالثة في النصف الأول من عام ٢٠٢٦. خلال الصيانة المقررة، سيتم أولاً وضع المجموعات الاختبارية في حوض الوقود المستنفذ، ثم إرسالها للفحص بعد الإشعاع. وأوضح ألكسندر أوغريوموف، نائب الرئيس الأول للبحث والتطوير في TVEL، أنه ”بعد انتهاء برنامج اختبار REMIX



أخبار روساتوم

العودة إلى المحتويات



تم تصنيع نوعي مجموعات الوقود في مصنع سيبيريا الكيميائي التابع لشركة TVEL، ومن المخطط تحميلها للاختبار في قلب مفاعل BN-600 في عام ٢٠٢٥. ستساعد الاختبارات داخل المفاعل والتحليل بعد الإشعاع الباحثين في دراسة العمليات التي تحدث في أنواع جديدة من قضبان الوقود وترخيصها لمفاعل BN-1200، الذي يُعتبر أكبر مفاعل سريع تجاري في العالم. يُفترض أنه يمكن استخدام كل من وقودي MOX و SNUP في هذا المفاعل، ومن المقرر أن يبدأ بناء وحدة BN-1200 في محطة بيلويارسكا النووية في عام ٢٠٢٧.

تُعد الدورة النووية المتوازنة منتجًا من إنتاج روساتوم، حيث تجمع بين تقنيات الدورة النووية المغلقة، مما يمكن من إعادة معالجة فعالة واستخدام الوقود النووي المستهلك.

إعادة التزويد الأطول في زيادة إنتاج الطاقة وبالتالي الإيرادات والاقتصاد العام لمحطة الطاقة النووية.

يوفر البرنامج الاختباري أربعة جولات إشعاع سنوية. وستساعد نتائج الاختبارات في تطوير تقنية تجارية لإنتاج وقود اليورانيوم-الأربيوم لمفاعلات VVER وتقديم دليل سلامة لاستخدامه في محطات الطاقة النووية المصممة وفق المعايير الروسية.

الوقود للمفاعلات السريعة

حقق الباحثون في شركة روساتوم نتائج هامة تدعم جدوى تعديلين رئيسيين لمفاعلات النيوترونات السريعة من الجيل الرابع. تم تصنيع مجموعة OS-4 باستخدام وقود نيتريد اليورانيوم والبلوتونيوم المختلط (MUPN) لاختبارها في المفاعل السريع BN-600 في محطة بيلويارسكا النووية. ومن المتوقع أن تؤكد إشعاعات هذه المجموعة تقديرات زيادة حرق الوقود، حيث يتضمن تصميمها حلولاً تضمن سلامة الاختبارات.

كما تم تصنيع ثلاث مجموعات تجريبية بحجم BN-1200 تعرف باسم KTEVS-MAK، تحتوي على وقود أكسيد مختلط (MOX) مع تفرغ محوري. وتتضمن قضبان الوقود الخاصة بها قطعاً من مادة خصبة (يورانيوم مُستنفذ). داخل المفاعل، ستشكل هذه القطع معاً طبقة أفقية تفصل قلب المفاعل، يُفترض أن تقلل من الضرر الإشعاعي على تغليف الوقود مع الحفاظ على العمق المطلوب لحرق الوقود. وقد تم الحصول على أدلة تدعم جدوى هذا الحل في عدة دول، لكن روسيا قد تكون الأولى في تجربة هذا النظام في مفاعل BN-1200.

وعلق أليكسي ليخاتشيوف، المدير العام لروساتوم، قائلاً: "لدينا الآن ٨ سفن في أسطول كاسحات الجليد النووية. وبحلول عام ٢٠٢٠، من المقرر أن يصل عدد كاسحات الجليد التي تعمل على طريق البحر الشمالي إلى ١٧ سفينة. في نوفمبر، حققنا رقمًا قياسيًا آخر لحركة المرور عبر NSR (طريق البحر الشمالي)، حيث تجاوزت الحركة ثلاثة ملايين طن. ويمكنني الآن أن أقول بثقة أننا قد بلغنا بالفعل مستوى جديدًا وسجلنا رقمًا قياسيًا لمجموع حجم البضائع المنقولة عبر NSR هذا العام".

تُعتبر كاسحات الجليد الجديدة ضرورية لضمان الملاحة الآمنة على طريق البحر الشمالي. خلال السنوات العشر الماضية، نمت حركة الشحن على هذا الممر البحري القطبي الحيوي تقريبًا بمقدار عشرة أضعاف، وتستمر في تسجيل أرقام قياسية جديدة كل عام. واستمرت هذه الاتجاهات في عام ٢٠٢٤، حيث ارتفعت حركة الشحن من ٢٦,٢٥ مليون طن في ٢٠٢٣ إلى ما يقارب ٣٧,٩ مليون طن في ٢٠٢٤.

تُعد "ياكوتيا" الكاسحة الرابعة من سلسلة مشروع ٢٢٢٢٠، الأكثر قوة في العالم. تستطيع كاسحات الجليد من هذا التصميم السير عبر الجليد بسمك يصل إلى ثلاثة أمتار. وهي مزودة بمحركين من نوع RITM-٢٠٠، ويجب أن نذكر أن روساتوم تخطط لتكريب تعديلات من هذا المفاعل في محطات الطاقة النووية البحرية والبرية ذات السعة الصغيرة.

هناك ثلاث كاسحات أخرى قيد البناء حاليًا. واحدة منما، "تشوكوتكا"، تم تدشينها في نوفمبر الماضي. وفقًا للتقاليد، تم "معمودتها" بتحطيم زجاجة من الشمبانيا، رمزًا لرغبة البحر، على هيكلها خلال مراسم التدشين.

وأعربت يلينا شميليوف، "الأم الروحية" لكاسحة "تشوكوتكا" ورئيسة مجلس إدارة مؤسسة "المواهب والنجاح"، عن قولها: "تضمن كاسحات الجليد حركة المرور البحرية في خطوط العرض الشمالية وتوصل البضائع إلى أكثر المناطق صعوبة في الوصول إليها. كما



كاسحات الجليد.. الاحتفال بالذكرى السنوية

احتفلت شركة "أتومفلوط"، المشغلة للأسطول النووي الروسي، بالذكرى الخامسة والستين لتأسيسها في ديسمبر ٢٠٢٤. وتتمتع الشركة بسجل حافل يمتد لعقود في تشغيل كاسحات الجليد وتنفيذ مشاريع طموحة جديدة، بالإضافة إلى أنشطة متحفية متنوعة. إن فريق "أتومفلوط" هو الذي جعل من طريق البحر الشمالي مسارًا جذابًا بشكل متزايد لحركة الشحن.

لفائدة التجارة والعلوم

يقترّب الأسطول النووي لكاسحات الجليد الروسي، والذي يُعدّ الوحيد من نوعه في العالم، من الذكرى الخامسة والستين مع تزايد مؤشرات الأداء. ومن بين أحدث الإضافات إلى أسطوله هي كاسحة الجليد المتعددة الاستخدامات "ياكوتيا" التي تعمل بالطاقة النووية، والتي تم تكليفها في ٢٨ ديسمبر كهدية رأس السنة للشركة.

أخبار روساتوم

[العودة إلى المحتويات](#)



في مورمانسك، المدينة التي يقع فيها الأسطول النووي. وتعمل هذه الكاسحة كمرکز للمعارض القطبية.

تم تكليف "لينين" في ٣ ديسمبر ١٩٥٩، وهو التاريخ الذي تعود إليه جذور شركة "أتومفلوت". احتفالاً بذكرى ميلادها في عام ٢٠٢٤، تم تزيين هيكل الكاسحة بالإضاءة وألوان خفقان الشفق القطبي على جوانبها، بالإضافة إلى ألوان العلم الروسي على الهيكل العلوي.

كما تكتسب الرحلات البحرية إلى القطب الشمالي اهتماماً كبيراً من السياح. ومنذ عام ٢٠٠٨، يتم تنظيم هذه الرحلات بواسطة كاسحة الجليد النووية "٥٠ let pobedy". تم تنظيم خمس رحلات بحرية من هذا النوع في عام ٢٠٢٤، كان أحدها جزءاً من مشروع "كاسحة الجليد للمعرفة" الذي تنظمه روساتوم، حيث زار أطفال موهوبون من ١٥ دولة القطب الشمالي. وأضاف فياتشيسلاف روكشا: "يسرني أن كاسحتنا الجليدية "٥٠ let pobedy" قد فتحت أبواب القطب الشمالي

للأطفال منذ عام ٢٠١٩. لقد أصبح المشروع دولياً، ومن المهم لنا أن نظهر للشباب من الدول الصديقة قدرات كاسحات الجليد النووية وجمال القطب الشمالي." NL

[الرجوع إلى بداية القسم](#)

أنها لا غنى عنها لدراسة المنطقة القطبية". وأعربت أيضاً عن أملها في أن تظل الأبحاث القطبية أولوية استراتيجية لتطوير العلوم والتكنولوجيا في روسيا.

أما الكاسحتان الأخريان تحت الإنشاء فهما "لينينغراد" (مشروع ٢٢٢٢٠) المنشأة في حوض بناء السفن في سانت بطرسبرغ، و"ليدير" (مشروع ١٠٥١٠)، وهي كاسحة جليد نووي رائدة تُبنى في حوض بناء السفن "زفيزدا" في الشرق الأقصى الروسي. ومن المقرر وضع حجر الأساس لكاسحة الجليد السادسة من مشروع ٢٢٢٢٠، "ستالينغراد"، في عام ٢٠٢٥.

إحصائيات حركة الشحن عبر NSR:

٢٠٢٤: ٢٧,٩ مليون طن | ٢٠٢٣: ٢٦,٢٥ مليون طن

وقال نائب المدير العام لروساتوم ومدير NSR، فياتشيسلاف روكشا، في مقابلة مع صحيفة "سترانا روساتوم": "أنا متأكد من أن الطلب على كاسحات الجليد النووية سيتزايد عاماً بعد عام. يصبح طريق البحر الشمالي ممر شحن دولياً. نحن نظهر للعالم أن هذا الطريق البحري يظل موثوقاً حتى في ظروف الجليد الصعبة. أوصل القول إن هذا الممر البحري القطبي هو الطريق الروسي نحو الهند. إذا أردنا الحفاظ على موطن قدم لنا في منطقة آسيا والمحيط الهادئ، فإن هذا الطريق يعد ضرورياً لتحقيق أهداف روسيا الاقتصادية والسياسية الطموحة".

الاهتمام السياحي

تجذب كاسحات الجليد النووية والأماكن التي تسافر إليها اهتماماً مستمراً من السياح الروس والدوليين. تُعد كاسحة الجليد النووية الأولى في العالم "لينين"، التي تحولت الآن إلى متحف، واحدة من أبرز المعالم السياحية



كانت اللجنة الخاصة مسؤولة عن جميع الأنشطة المتعلقة بـ"استغلال الطاقة الداخلية لليورانيوم" في الاتحاد السوفيتي. انخرطت في تنظيم الأبحاث العلمية، واستكشاف اليورانيوم، وبناء البنية التحتية لاستخراج اليورانيوم في الاتحاد السوفيتي وخارجه - في بلغاريا وتشيكوسلوفاكيا ودول أخرى. قامت اللجنة بتنظيم معالجة اليورانيوم، وإنتاج المعدات والمواد المتعلقة باستخدام الطاقة النووية؛ والأهم من ذلك، بناء محطات الطاقة النووية وإنشاء قنبلة ذرية.

كان أول وثيقة أصدرتها اللجنة تتعلق بتطوير الأسلحة

الطاقة الكبيرة

قبل ٨٠ عامًا، في ٢٠ أغسطس ١٩٤٥، أنشأت لجنة الدفاع التابعة للاتحاد السوفيتي لجنة خاصة بتفويض لتطوير الأسلحة النووية. ويعتبر هذا اليوم بمثابة عيد ميلاد الصناعة النووية الوطنية. ومع هذه المقالة، نبدأ سلسلة جديدة بعنوان "الذكريات السنوية"، التي ستتناول الشركات التابعة لروساتوم التي تحتفل بذكرها هذا العام. لنبدأ بأهمها.

الذكرى السنوية

[العودة إلى المحتويات](#)

ما يميز محطة سمولينسك عن غيرها من المحطات هو تصميمها المتقدم الذي يتضمن نظام تبريد الطوارئ للنواة (ECCS) وحوض قمع تحت المفاعل لتكثيف البخار. كما يتم استخدام برامج كمبيوتر خاصة تُجري حسابات يومية للنواة، مما يتيح إعادة ترتيب وحدات الوقود لضمان الاحتراق الأمثل للوقود وإنتاج الطاقة بشكل فعال.

لقد تم تحديث أنظمة تخفيف البخار المثبتة في وحدة سمولينسك ٢ لتحمل ضغط البخار الزائد حتى في حالة تدمير تسعة قنوات نتيجة حادث خارج نطاق التصميم. ومع ذلك، ينبغي الإشارة إلى أنه قد تم تسجيل عدد قليل من حالات تمزق القنوات. كما خضعت الوحدات الأخرى في سمولينسك أيضاً لعمليات تحديث شاملة.

مرت جميع وحدات محطة سمولينسك الثلاثة ببرنامج تمديد العمر الافتراضي. على سبيل المثال، يمكن تشغيل الوحدة الثالثة حتى ١٤ ديسمبر ٢٠٢٤. وكجزء من برنامج تمديد العمر، تم تحديث معظم أنظمة التحكم فيها، واستبدال المعدات التي انتهت صلاحيتها، وتثبيت أنظمة أمان من الجيل الجديد. من المخطط إلغاء تشغيل الوحدات الحالية في محطة سمولينسك قريباً، مع وجود خطط لبناء مفاعلين جديدين في الموقع، حيث ستبدأ عملية صب الخرسانة للمفاعلات الجديدة في عام ٢٠٢٧.

تعتبر مفاعلات RBMK من نوع "القناة"، حيث إن كل وحدة وقود في قلب المفاعل محاطة بأنبوب فردي يُعرف بـ "القناة التكنولوجية". ومن الممكن استبدال بعض وحدات الوقود بأهداف لإنتاج النظائر التجارية والطبية. في العام الماضي، بدأت محطة سمولينسك بإنتاج الكوبالت-٦٠، الذي يُستخدم في تعقيم الأدوات الطبية والمواد الغذائية، وتحفيز نمو النباتات، وتعقيم مياه الصرف والنفايات، وغيرها. ويُعتبر إنتاج النظائر واحداً من المشاريع الجديدة غير المتعلقة بالطاقة التي تركز عليها روساتوم، وقد تم تناولها بالتفصيل في كل عدد من

النوعية والطاقة النووية، وهما العاملان الرئيسيان اللذان لا تزال الصناعة النووية الروسية تعتمد عليهما، كما يجب أن يذكر المدير العام لروساتوم، أليكسي ليخاتشيف.

تم تطوير الطاقة النووية والأسلحة النووية بشكل متزامن. وكان المهندسون النوويون السوفيت هم الأوائل الذين قاموا بتصميم وبناء محطة للطاقة النووية، حيث اكتسبوا خبرة في كيفية التحكم في سلسلة التفاعلات النووية. حينئذ تم استغلال الطبيعة المدمرة للطاقة النووية وتحويلها إلى مصدر إنتاجي يمد الناس بالحرارة والكهرباء.

الذكرى السنوية في يناير

في يناير من هذا العام، يحتفل المفاعل الثالث في محطة سمولينسك للطاقة النووية بالذكرى الخامسة والثلاثين لتوصيله بالشبكة الكهربائية، حيث تم ذلك في ١٧ يناير ١٩٩٠. بدأت أعمال بناء الوحدة في مايو ١٩٨٤، وتم تحقيق الحالة الحرجة الأولى في ديسمبر ١٩٨٩. هذه الوحدة مجهزة بمفاعل من نوع RBMK بقدرة ١٠٠٠ ميغاوات.



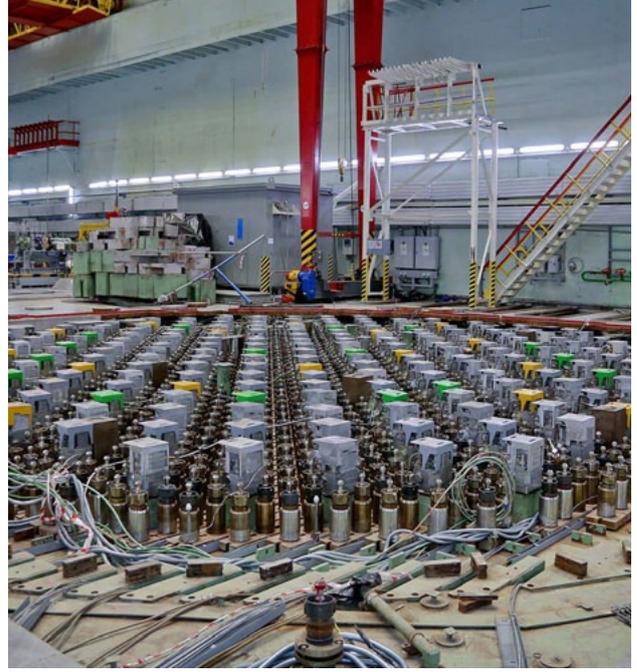
الذكرى السنوية

[العودة إلى المحتويات](#)

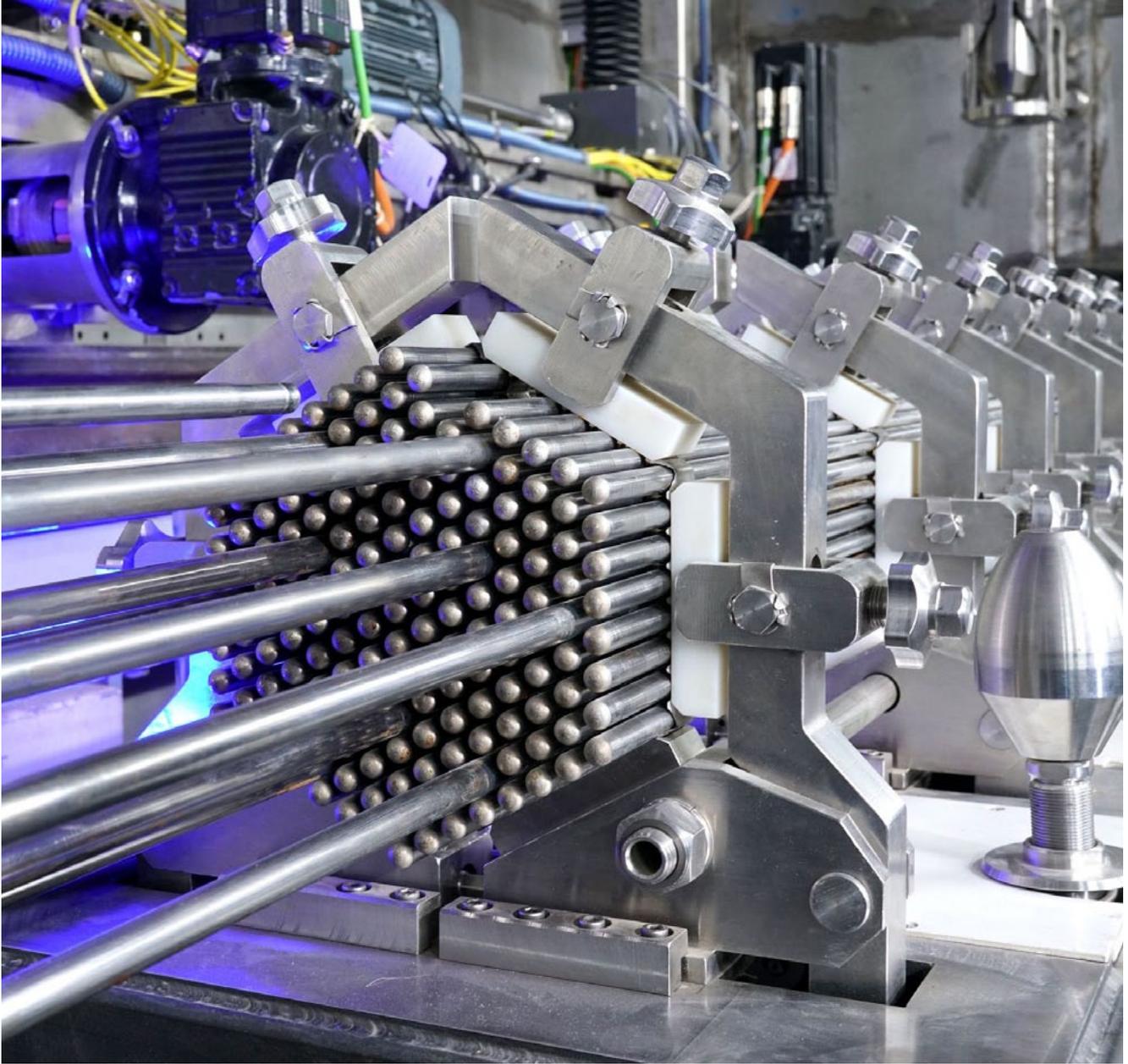
تولي محطة سمولينسك، مثل أي محطة طاقة نووية روسية أخرى، اهتمامًا بالغًا بحماية البيئة. تتم مراقبة مستويات الإشعاع في التربة والمياه والهواء باستمرار في المنطقة المحيطة بالمحطة والتي تمتد لمسافة ٣٠ كيلومترًا. منذ عام ٢٠٠١، تم تزويد خزان المياه ديسنوغورسكوي، الذي تأخذ منه المحطة الماء للتبريد، بصورة دورية بالأسمك، بما في ذلك سمك الكارب الأسود المدرج ضمن القائمة الحمراء. فعمل الأسمك يساهم في تحسين النظام البيئي للخزان، مما يمنع النمو المفرط للطحالب. كما أن خزان ديسنوغورسكوي مليء الآن بسرطان البحر والجمبري، وهو مؤشر واضح على علو جودة المياه.

تُعتبر محطة سمولينسك مثالاً حياً على كيفية تراكم العلماء والمهندسين والمصممين السوفييت ثم الروس للمعرفة حول طبيعة الذرات، ومن ثم تطبيقها عملياً. إن شغفهم وولائهم لما يقومون به يجعل من روساتوم رائداً عالمياً في صناعة الطاقة النووية. ^{NL}

[الرجوع إلى بداية القسم](#)



أعداد العام الماضي. تُعتبر خطوط الأعمال الجديدة هذه "الساق الثالثة" التي تعتمد عليها صناعة الطاقة النووية الروسية.



عام في المراجعة: أنظمة وتقنيات الطاقة الجديدة

الفردية ليشمل أنظمة شاملة تهدف إلى تقليل استهلاك الموارد وزيادة إنتاج الطاقة وأثارها الاقتصادية. ثانياً، هناك زيادة حقيقية، وليست شكلية، في القدرة النووية سواء في روسيا أو على مستوى العالم. ثالثاً، ظهرت تقنيات وبحوث جديدة تؤسس لمرحلة مستقبلية. إليكم مراجعتنا لعام ٢٠٢٤.

خلال العام الماضي، أظهرت الصناعة النووية الروسية عدة اتجاهات رئيسية. أولاً، يتمثل الاتجاه في اعتماد نهج جديد لتكنولوجيا الجيل الرابع، والذي يتجاوز المفاعلات

اتجاهات

أنظمة الجيل الرابع

قال أليكسي ليخاتشيوف، المدير العام لشركة روساتوم، خلال منتدى "أتوم إكسبو ٢٠٢٤" الدولي الذي عُقد في أبريل من العام الماضي، إن "استراتيجية روساتوم تتضمن الانتقال إلى دورة وقود نووي مغلقة مع نشر واسع لتقنيات المفاعلات السريعة ذات النيوترونات". يُعتبر هذا الانتقال عملية متعددة المراحل والأبعاد، لذا تعمل روساتوم بشكل متزامن في العديد من المجالات.

أولاً، تقوم روساتوم بإنشاء منشأة تجريبية لإنتاج الطاقة في سيفيرسكس، روسيا (المختصرة ODEK باللغة الروسية)، والتي تضم مفاعلاً سريعاً ذو نيوترونات مُبرد بالرصاص BREST-OD-٢٠٠، ووحدة إعادة معالجة الوقود المستنفد، ووحدة تصنيع وإعادة تصنيع الوقود (FFRU). في أبريل ٢٠٢٤، تم تشغيل خط تصنيع كربوكيميائي تجريبي في وحدة FFRU، تلاه بدء التشغيل التجريبي للوحدة في ديسمبر. تم تركيب الجزء الأخير من هيكل الاحتواء RPV في خزان المفاعل بينما كان يتم تجميع مكثف التوربين. ومن المتوقع أن تبدأ عملية تركيب معدات الطاقة الأساسية في عام ٢٠٢٥.

تهدف منشأة ODEK إلى إظهار كيفية عمل دورة الوقود النووي المغلقة عملياً. سيشمل ذلك استخراج اليورانيوم والبلوتونيوم من الوقود النووي المستنفد (إعادة المعالجة) وتحويلهما إلى وقود جديد للمفاعل الموجود في نفس الموقع.

تساهم عمليات التدوير المتعددة وإدخال اليورانيوم المستنفد (وهو المتبقي بعد التخصيب) في دورة الوقود النووي، في تعظيم الاستخدام الفعلي للطاقة الموجودة في كل كيلوغرام من اليورانيوم الطبيعي، وتقليل تكاليف التعدين والمعالجة، وتقليل الاعتماد على الاحتياطات الطبيعية.

ثانياً، يستمر تشغيل الوحدة الرابعة في بيلويارسكي

التابعة لروساتوم بمفاعل BN-٨٠٠ السريع ذو النيوترونات المُبرد بالصوديوم، والذي يعمل على وقود أكسيد اليورانيوم والبلوتونيوم المختلط (MOX). في يوليو ٢٠٢٤، حقق المفاعل طاقة بنسبة ١٠٠٪ بعد عملية إعادة التزود بالوقود الأخيرة.

ثالثاً، تقدمت روساتوم في إدارة الأكتينيدات الثانوية، حيث تم تحميل أول ثلاث مجموعات وقود تحتوي على هذه العناصر السامة العالية في مفاعل BN-٨٠٠ خلال عملية إعادة التزود بالوقود المذكورة. ستعرض هذه المجموعات للإشعاع لمدة تصل إلى عام ونصف. الهدف هو الحصول على دليل تجريبي يُثبت إمكانية تحويل الأكتينيدات الثانوية في المفاعلات السريعة ذات النيوترونات. ستؤدي عملية التحويل إلى تقليل الإشعاع الناتج عن النفايات النووية وتقليص فترة عزلها بمقدار ٢٣٠٠ مرة (من ٧٠٠,٠٠٠ سنة إلى ٢٠٠ سنة). تُنفذ هذه الخطوات للقضاء على الحاجة إلى مخازن جيولوجية عميقة. يجب أن نتذكر أن النفايات المشعة تصبح أكثر استقراراً وأماناً مع مرور الوقت - وتبقى النقطة الرئيسية هي موعد حدوث ذلك. وبالتالي، فإن دورة الوقود النووي المغلقة تخفف من أحد العيوب الرئيسية



اتجاهات

العودة إلى المحتويات

بمفاعلات VVER ذات القدرة المتوسطة لمحطة كولا النووية في المرحلة النهائية. تُدرج خطة موقع محطات الطاقة المحدثة لعام ٢٠٤٢ إنشاء مفاعلات جديدة في المناطق الشرقية البعيدة من روسيا، بما في ذلك إقليم بريمورسكي واقليم خاباروفسك.

تظل روساتوم رائدة في المشاريع النووية الدولية، حيث تمثل الشركة الروسية نحو ٩٠٪ من مشاريع الطاقة النووية حول العالم، وذلك من خلال بناء ٢٢ مفاعلًا في سبع دول. في يناير، تم صب الخرسانة الأولى لوحدة ٤ في محطة الضبعة النووية المصرية. ومنذ ذلك الحين، كانت جميع وحدات المحطة الأربع قيد الإنشاء في الوقت ذاته. تم تركيب جهاز التقاط اللب المنصهر في وحدة الضبعة ٣ في أكتوبر، تلاه تركيب آخر في الوحدة ٤ في نوفمبر.

في سبتمبر، تم تركيب وعاء الضغط للمفاعل في الوحدة ٨ بمحطة تيانوان النووية في الصين، وتم تشغيل جهاز محاكاة التدريب للوحدتين ٧ و٨ في أكتوبر. كما جرى استكمال عمليات اللحام على خط أنابيب التبريد الأساسي في الوحدة ٧ في نوفمبر.

في ديسمبر، تم تركيب وعاء الضغط للمفاعل في الوحدة ٤ من محطة شوداباو النووية في الصين. وانتهى البناء في الوحدة الأولى من محطة روبرور النووية المكونة من وحدتين في بنغلاديش في ديسمبر أيضاً. ستتابع الاختبارات على مضخات التبريد الأساسية اختبارات باردة (بدون وقود) على وحدة المفاعل للتحقق مما إذا كانت المعدات تتوافق مع المعايير التصميمية الاسمية. وبعد اكتمال مجموعة الاختبارات الكاملة، ستكون الوحدة جاهزة للدخول في حالة حرجة.

كما تم الانتهاء في ديسمبر من تركيب التوربين في الوحدة ١ من محطة أكويو النووية في تركيا، وقد بدأت حركة عمود التوربين بسرعة منخفضة. تتواصل التحضيرات للاختبارات السابقة لتشغيل المحطة، والتي تشمل تحميل مجموعات الوقود الوهمية.

للطاقة النووية، وهو تراكم النفايات المشعة.

أخيراً، تعمل روساتوم على تطوير تركيبية وقود جديدة تهدف إلى إتمام دورة الوقود النووي. وللمزيد من التفاصيل، يمكن الاطلاع على المقالة المعنونة "تطور الوقود" في هذا العدد.

محطات الطاقة النووية لتوفير طاقة موثوقة

في روسيا، تعمل شركة روساتوم على إنشاء وحدات طاقة جديدة تهدف إلى تحقيق نسبة ٢٥٪ من توليد الطاقة النووية في مزيج الطاقة بالبلاد بحلول عام ٢٠٤٥. يتم إنشاء وحدتين للطاقة مزودتين بمفاعلات VVER-TOI (التي تعني حرفياً "مفاعل الطاقة المعتمد على الماء المبرد والماء المشط والمُحسّن رقمياً") في محطة كرسك النووية. وقد اقتربت الوحدة ١ لمحطة كرسك-II من الانتهاء، وهي الآن في مرحلة الاستعداد للوصول إلى الحالة الحرجة، بينما لا تزال الوحدة ٢ قيد الإنشاء.

في مارس، تم صب أول خرسانة كأساس للوحدة ٧ في محطة لينينجراد النووية. كما أن الاستعدادات لصب الخرسانة الأولى، المقرر إجراؤه في عام ٢٠٢٧، جارية في محطة سمولينسك النووية. يكون التصميم الخاص



اتجاهات

العودة إلى المحتويات

بالإضافة إلى ذلك، ستكون هناك حاجة لمزيد من أجهزة الجيروسكوب، حيث سيزداد العدد المطلوب من ٢٤ جهازًا إلى ما بين ٨٠ و٨٧ جهازًا، وذلك بسبب تأثير الشوائب التنجستينية على تقليل درجة حرارة البلازما. ومن المرجح أن يتم تصنيع هذه الأجهزة في روسيا نظرًا لريادتها في هذه التكنولوجيا.

في عام ٢٠٢٤، واصلت روساتوم بناء مزارع الرياح الجديدة في روسيا. ففي مارس، تم تدشين المرحلة الثانية (٢٥ ميغاوات) من مزرعة ترونوفسكايا لطاقة الرياح في إقليم ستافروبول الروسي، ليصل إجمالي قدرة المزرعة الآن إلى ٩٥ ميغاوات. بشكل عام، قامت روساتوم ببناء أكثر من ١ جيجاوات من قدرة طاقة الرياح في روسيا. وفي نوفمبر، بدأت أعمال بناء مزرعة نوفولاكسكايا لطاقة الرياح، التي تعد الأكبر في روسيا بقدرة ٢٠٠ ميغاوات، في داغستان. كما بدأت توسعات روساتوم في الأسواق الدولية لطاقة الرياح من خلال إنشاء مزرعة رياح بقدرة ١٠٠ ميغاوات في قيرغيزستان. ومن المهم أن تتولى مصانع الإنتاج التابعة للشركة النووية الروسية أيضًا تصنيع المكونات الأساسية للتوربينات الريحية، بما في ذلك الأجزاء العلوية والشفرات.

على مدى العام الماضي، حققت روساتوم تقدمًا ملحوظًا



وعلى هذا النحو، تستعد أول وحدتين مزودتين بمفاعلات VVER-١٢٠٠ في أوكويو ورووبور للدخول في حالة حرجة.

تعد روساتوم رائدة في مشاريع المفاعلات الصغيرة المودولارية (SMR). ففي مايو ٢٠٢٤، وقعت روساتوم وأوزبكستان أول عقد تصدير لبناء محطة طاقة نووية بمفاعلات SMR. يهدف العقد إلى إنشاء ست وحدات طاقة بقدرة ٥٥ ميغاوات مع مفاعل RITM-٢٠٠ في منطقة جيزاخ بأوزبكستان. من المقرر أن تدخل الوحدة الأولى مرحلة التشغيل الحرجة في أواخر عام ٢٠٢٩.

وفي يونيو ٢٠٢٤، وقعت إدارة الهندسة الميكانيكية التابعة للشركة النووية الروسية مذكرة نوايا مع جمهورية غينيا، بحيث ستعمل الأطراف معاً على مشروع لبناء وحدات طاقة عائمة لتزويد البلاد بالكهرباء.

بهذه الطريقة، تسهم روساتوم عملياً في زيادة قدرة الطاقة النووية الخالية من الكربون على مستوى العالم.

التقنيات الجديدة

تسعى شركة روساتوم إلى تجاوز المجالات التقليدية، متجهة نحو تقنيات الطاقة المبتكرة بالكامل. تُعد روسيا من المبادرات الرئيسية والمساهمين البارزين في مشروع المفاعل النووي الحراري التجريبي الدولي (ITER)، حيث تتحمل روساتوم المهام الأكثر أهمية في هذا المشروع.

أحد هذه المهام، التي تم الموافقة عليها في عام ٢٠٢٤، هو استبدال مادة البيريليوم بالتنجستين كمادة للجدار الأول للتوكاماك. وقد تم اتخاذ هذا القرار بناءً على تفاصيل التشريعات الفرنسية. في السابق، قام الباحثون الروس بإنتاج واختبار قطعة فردية من جدار البيريليوم، والآن هم بصدد تجهيز جدار من التنجستين. وقد أبرمت منظمة ITER وروسيا عقدًا بحثيًا لتطوير تقنية طلاء كربيد البورون، مما سيزيد من كفاءة تشغيل التوكاماك.

اتجاهات

العودة إلى المحتويات

تُعد الصين، الشريك التقليدي لروساتوم في مجال الطاقة النووية، منخرطة في تطوير حركة الشحن عبر الطريق البحري الشمالي بالتعاون مع روساتوم. في يونيو الماضي، وقعت الشركة النووية اتفاقية نوايا مع شركة **NewNew Shipping Line** الصينية لإنشاء مشروع مشترك يهدف إلى بناء السفن وتنظيم خط حاويات يعمل على مدار السنة بين الموانئ الروسية والصينية عبر هذا الطريق. كما عُقد الاجتماع الأول للجنة الفرعية للطريق البحري الشمالي في نوفمبر، حيث مثلت الصين وزارة النقل بينما مثلت روسيا شركة روساتوم. تهدف الأطراف المعنية إلى تعزيز حركة الشحن وضمان سلامة الملاحة وتحسين البنية التحتية. وفي عام ٢٠٢٤، زادت شركات الشحن الصينية عدد رحلاتها عبر الطريق البحري الشمالي من ٨ إلى ١٣ رحلة.

وأخيراً، يُعتبر الدعم الذي قدمته الشركات النووية من البرازيل والصين وجنوب أفريقيا وإيران وإثيوبيا وبوليفيا لمبادرة روساتوم لتأسيس منصة مشتركة للطاقة النووية مثالاً على تقدير الجهود التي تبذلها الشركة. ^{NL}

[الرجوع إلى بداية القسم](#)

أيضاً في تطوير التقنيات النووية غير الطاقية. فعلى سبيل المثال، شهد شهر أكتوبر افتتاح مركز إشعاع في بوليفيا في موقع مركز البحث والتكنولوجيا النووية. كما بدأت عمليات تركيب وعاء ضغط المفاعل البحثي في العام نفسه. وفي نفس الشهر، اجتاز الدفعة الأولى من الوقود النووي لهذا المفاعل اختبارات القبول في مصنع نوفوسيبيرسك لتركيز المواد الكيميائية، الذي يعد جزءاً من قسم الوقود في روساتوم في روسيا.

وفي نوفمبر، وقعت روساتوم ووزارة الابتكار والتكنولوجيا في إثيوبيا عقداً لإجراء دراسة جدوى حول إنشاء مركز بحث وتكنولوجيا نووية قد يتم إنشاؤه في البلاد.

تعاون دولي واسع النطاق

تشهد العقود والشراكات الدولية الجديدة في مجالات متنوعة على ارتفاع جودة وأداء منتجات شركة روساتوم. في عام ٢٠٢٤، وقعت شركة الطاقة النووية الروسية اتفاقية شاملة مع جمهورية بيلاروسيا، التي تُعتبر أول دولة تم فيها بناء مفاعلات **VVER-١٢٠٠** خارج روسيا، تشمل مشاريع نووية وغير نووية.



البناء

بدأ عام ٢٠٢٤ بنشاط مكثف. ففي يناير، شهد الموقع حدثاً بارزاً تمثل في صب أول خرسانة لقاعدة الوحدة الرابعة في الضبعة. وقد وصف الرئيس المصري عبد الفتاح السيسي هذا الحدث بأنه "صفحة مضيئة على درب التعاون الوثيق بين مصر وروسيا". ومنذ ذلك الحين، دخلت جميع الكتل الأربع لمحطة الطاقة النووية في مرحلة البناء. أصبحت الضبعة الآن واحدة من أكبر مشاريع البناء النووي في العالم وأكبرها في إفريقيا.

٢٠٢٤: عام في المراجعة

كان عام ٢٠٢٤ عاماً حافلاً بالنشاط لمشروع الضبعة، حيث تم صب أول خرسانة في الوحدة الرابعة، وتركيب نظامين من أنظمة احتواء النواة، إلى جانب أحداث هامة أخرى شهدها الموقع بفضل التعاون الوثيق بين المهندسين النوويين الروس والمصريين في إطار الفعاليات التجارية. وفيما يلي مراجعتنا للسنة الماضية.

الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

من الجيل الثالث+. وقال: "من الرمزي أننا نبدأ تركيب نظام الاحتواء الأساسي في الوحدة الرابعة في يوم الطاقة النووية الذي يُحتفل به في مصر في ١٩ نوفمبر. تسير أعمال البناء بسرعة كبيرة في جميع الوحدات الأربع لمحطة الطاقة النووية الأولى في مصر بما يتوافق مع المتطلبات الدولية. جعلت روساتوم السلامة أولوية في كل مشروع، وموقع البناء المصري ليس استثناءً بالنسبة لنا."

وبذلك، تم تركيب نظم الاحتواء الأساسية في وحدتين الأولى والثانية في عام ٢٠٢٢، وفي وحدتين الثالثة والرابعة في عام ٢٠٢٤. تضم جميع تصاميم محطات الطاقة النووية المزودة بمفاعلات VVER-١٢٠٠ نظم احتواء أساسية، بينما تفتقر التصميمات الأجنبية للمفاعلات، حتى تلك التي تنتمي للجيل الثالث+، إلى مثل هذه الأجهزة الأمنية.

الشحنات

في يوليو، قامت شركات الصلب الروسية بشحن دفعة كبيرة من القضبان (٢٤ قطعة كبيرة الحجم تزن مجتمعة أكثر من ٦٥٠ طنًا) ليتم معالجتها كمعدات لدائرة التبريد الأولية للوحدة الأولى من الضبعة.



في أوائل مارس، بدأ العمال في إقامة الطبقة الأولى من غلاف الاحتواء الداخلي (ICS) في الوحدة الأولى من المحطة. تُعتبر هذه البنية هيكلًا حيويًا لضمان سلامة وحدة الطاقة. يتكون نظام ICS من ست طبقات، وعند اكتماله، سيكون عبارة عن هيكل أسطواني الشكل من الخرسانة المسلحة مغطى بقبة نصف كروية. وهو مصمم ليحتوي المفاعل النووي والمعدات الأساسية لدائرة الطاقة.

في أواخر مايو، اكتمل بناء الطبقة الأولى من غلاف الاحتواء الداخلي. وأشار أندريه بتروف، رئيس شركة AtomStroyExport (ASE)، الذي كان حاضرًا في الموقع، إلى أن أكثر من ٢٠,٠٠٠ شخص كانوا يعملون في مشروع بناء الضبعة في ذلك الوقت. وفي أواخر سبتمبر، استأنف البناؤون العمل في بناء الطبقة الأولى من غلاف الاحتواء الداخلي في الوحدة الثانية للمحطة، وهي عملية معقدة استغرقت نحو ١٥ ساعة.

نظم الاحتواء الأساسية

تنتمي نظم الاحتواء الأساسية إلى نظام السلامة السلبية لمحطة الطاقة النووية. تم تصميم هذه النظم بواسطة مهندسين روس، وهي عبارة عن وعاء فولاذي يحتفظ بشظايا الكوريم في حالة حدوث حادث خطير ويمنعها من الهروب من منطقة الاحتواء. تحتوي نظم الاحتواء الأساسية على ما يُعرف بالمادة التضحية التي تمنع حدوث رد فعل نووي متسلسل.

في أوائل يوليو، تم تسليم نظام احتواء أساسي للوحدة الثالثة إلى موقع بناء الضبعة، وبدأت عملية تركيبه في أوائل أكتوبر.

وفي أوائل نوفمبر، وصلت نظم الاحتواء الأساسية للوحدة الرابعة إلى الموقع، وتمت مباشرة عملية تركيبها بحلول نهاية نفس الشهر. وعند التعليق على هذا الحدث، ذكر أليكسي ليخاتشيوف، رئيس روساتوم، أن نظام الاحتواء الأساسي هو عنصر سلامة جوهري لوحدات الطاقة

الشرق الأوسط وشمال إفريقيا



وفي أواخر سبتمبر، بدأ مصنع أتومماش، أحد مرافق الإنتاج التابعة لقسم الهندسة الميكانيكية في روساتوم، في تصنيع وعاء ضغط المفاعل للوحدة الثانية في الضبعة. بينما يقوم مصنع بتروزافودسكماش، وهو مصنع هندسة ميكانيكية في كارليا، بتصنيع أغلفة لمضخات تبريد المفاعل التي تضمن دوران سائل التبريد في الدائرة الأولية للمفاعل.

وبشكل إجمالي، ستقوم مواقع الإنتاج التابعة لقسم الهندسة الميكانيكية في روساتوم بتصنيع وشحن حوالي ١٢,٥٠٠ طن من المعدات لمشروع الضبعة.

يشمل هذا العمل المفاعلات النووية مع الأجزاء الداخلية والرؤوس، ومجموعات مولدات البخار، وأغطية مضخات تبريد المفاعلات، وأنابيب التبريد الأولية، فضلاً عن أنظمة الأمان النشطة والسلبية وضواغط الضغط.

في ٢٨ سبتمبر، احتفلت روسيا بيوم عمال الصناعة النووية. واحتفاءً بهذه المناسبة، قام صانعو الصلب في شركة AEM SpetsStal، التي تعد جزءاً من قسم الهندسة الميكانيكية في روساتوم، بصب أول فولاذ لوعاء الضغط الخاص بمفاعل الوحدة الرابعة في الضبعة.

النشاط التجاري

في أواخر مارس، شارك ممثلون مصريون في منتدى Atomexpo ٢٠٢٤ الدولي، حيث ناقشوا تطوير الطاقة النووية والتقنيات ذات الصلة مع زملائهم من دول أخرى. وأفاد الدكتور محمد سعد دويدار، مدير مشروع بناء المحطة النووية بالضبعة، بأن رقمته الصناعة قد ساهمت في رفع كفاءة المشروع إلى مستوى جديد.

بجانب مشروع الضبعة، تتعاون مصر وروسيا في مشاريع أخرى في مجال الطب النووي. حيث وقعت روساتوم ومجموعة ميد فارما المصرية خريطة طريق خلال

فعاليات Atomexpo ٢٠٢٤ للترويج المشترك لجهاز Tianox العلاجي في سوق الرعاية الصحية والصيدلة في مصر. ويعتبر جهاز Tianox ابتكاراً روسياً يستخدم لعلاج غاز أكسيد النيتريك للبالغين والأطفال، بما في ذلك حديثي الولادة.

في أوائل يونيو، شاركت روساتوم في معرض ومؤتمر إفريقيا للصحة ExCon الذي أقيم في القاهرة. وقال مراد أسلانوف، مدير مكتب روساتوم في مصر: "تشهد روساتوم اهتماماً متزايداً من الشركات المصرية. وقد التقينا بالجهات الرئيسية في السوق لنظهر ما يمكن أن تقدمه روساتوم لقطاع الرعاية الصحية المصري."

وقعت مجموعة ميد سكان التابعة لروساتوم مذكرة تفاهم مع مؤسسة أيادي ٤٠٤٠ والجمعية، حيث اتفق الطرفان على تنفيذ مشاريع مشتركة تهدف إلى استغلال تقنيات الطاقة النووية غير الطاقية وتطوير الطب النووي في مصر.

التعليم والتدريب

تعتبر إحدى مهام روساتوم تعزيز العلوم وتطوير التعليم. وفي منتصف ديسمبر ٢٠٢٤، نظمت روساتوم مهرجاناً علمياً في ثلاث مدن مصرية: القاهرة، العلمين،

[العودة إلى المحتويات](#)

الشرق الأوسط وشمال إفريقيا

التي أقيمت في خريف ٢٠٢٤، والتي تجمع عادةً أفضل اللاعبين الشباب من مصر و١٣ دولة أفريقية أخرى.

قال مراد أسلانوف: "الشطرنج لعبة تتطلب الانضباط الفكري، والتفكير الاستراتيجي، والمثابرة - وهي صفات تتماشى بشكل عميق مع مهمة روساتوم في تعزيز الابتكار والتقدم. تشعر روساتوم بفخر كبير لمساندة أبطال بطولة أفريقيا للشطرنج تحت ٢٠ عاماً لعام ٢٠٢٤، احتفالاً بإنجازاتهم الاستثنائية واهتمامهم بالتميز. وستظل روساتوم ملتزمة بتمكين العقول الشابة، وتعزيز تبادل المعرفة، وبناء جسور التعاون بين الدول في جميع أنحاء العالم." ^{NL}

[الرجوع إلى بداية القسم](#)

والإسكندرية، حيث جمع المهرجان أكثر من ٢٨٠٠ طالب وطالبة. وتحدث مهندسون نوويون مصريون وروس عن تاريخ الطاقة النووية في مصر وتطور مشروع محطة الضبعة النووية.

قال ألكسندر ناخابوف، نائب رئيس قسم الفيزياء النووية والتكنولوجيا في معهد أوبنيسك للهندسة النووية: "يعد مهرجان العلوم منصة فريدة لسد الفجوة بين النظرية والتطبيق، كما أنه يحفز الطلاب لاستكشاف إمكانيات التحول في مجالات الفيزياء والهندسة النووية."

كما رعت روساتوم بطولة أفريقيا للشطرنج تحت ٢٠ عاماً