ROSATOM NEWSLETTER

.01

قصص

MBIR تجذب اهتمامًا عالميًا
أول امرأة تقود كاسحة جليد نووية
اختبار تقنيات التصنيع الإضافي

.02

اتجاهات

قوة الكهرباء

.03

الأخبار الإقليمية

الشرق الأوسط. مصر تختار تقنيات روساتوم

MBIR تجذب اهتمامًا عالميًا

تلقى مفاعل MBIR، الذي يعد مفاعلًا بحثيًا متعدد الأغراض ومبردًا بالصوديوم ويعمل بواسطة النيوترونات السريعة، اهتمامًا متزايدًا من المجتمع العلمي الدولي. وليس هذا بالأمر المستغرب، إذ يمتاز المفاعل بمواصفات فريدة تتيح إجراء تجارب غير مسبوقة.

سيكون MBIR واحدًا من أقوى المفاعلات البحثية في العالم، حيث تبلغ قدرته الحرارية 150 ميغاوات. تُجرى حاليًا أعمال البناء في موقع أحد معاهد روساتوم البحثية في ديميتروفغراد، منطقة أوليانوفك. بحلول عام 2025، تم تركيب فلاتر مصيدة البرد في نظام إزالة الحرارة الطارئة؛ كما تم لحام محولات الأنابيب الساخنة على وعاء الضغط للمفاعل وأول مقاطع الأنابيب؛ بالإضافة إلى تثبيت المعدات الرئيسية في مبنى تخزين الصوديوم. وقد وصلت إلى الموقع آلة معالجة الوقود، ومنصات لتنظيف الوقود المستنفد بواسطة البخار والماء. وفي عام 2026، تم تثبيت مبادلين حراريين طارئين يزن كل منهما 7.3 أطنان، وارتفاعهما 5 أمتار، وقطر كل منهما 1.5 متر، في موضعهما التصميمي، بينما يستمر تركيب معدات الدائرة الرئيسية.

ص لا نظير لها

تهدف التجارب المخطط لها في MBIR إلى تطوير وتحسين تقنيات أنظمة الطاقة النووية ثنائية المكونات، وبناء منشآت آمنة من الجيل الرابع، وإغلاق دورة الوقود النووي. تشمل الخطط البحثية دراسات حول المواد الهيكلية وتركيبات الوقود لمفاعلات التبريد المعدني السائل، ومفاعلات الملح المنصهر، ومفاعلات الغاز المحسن حراريًا، وغيرها من التصاميم المبتكرة. سيتم استخدام المفاعل أيضًا لإنتاج النظائر.

يعدّ MBIR المنشأة الأساسية لتحالف المركز الدولي للبحوث (IRC). ستحصل أعضاء هذا التحالف على أولوية الوصول إلى قدرة المفاعل لإجراء الأبحاث. في يوليو 2025، انضم معهد الفيزياء النووية التابع لأكاديمية العلوم الأوزبكية إلى التحالف، تلاه انضمام شركة شنغهاي ZDAN الدولية الصينية في ديسمبر. وفي فبراير 2026، انضمت الوكالة العربية للطاقة الذرية إلى المشروع.

قال المدير العام للوكالة العربية للطاقة الذرية، الدكتور سالم حمدي: "تعتبر هذه خطوة هامة نحو تحقيق الاستراتيجية العربية للاستخدام السلمي للطاقة النووية. إن توقيع اتفاقية التعاون يوفر لنا أداة فعالة لتنفيذ مشاريعنا الأساسية". تمتد التركيزات إلى ما هو أبعد من العلم التطبيقي أو الأساسي لتقديم مساهمات مباشرة للاقتصاد وجودة الحياة في الدول العربية. وأضاف سالم حمدي: "على سبيل المثال، سيسهم تعاوننا مع مركز MBIR IRC في تعزيز مشروعنا لإنشاء نظام إقليمي لإدارة النفايات المشعة، وهو أمر بالغ الأهمية لسلامة البيئة. ستوفر الأبحاث المشتركة في مفاعل MBIR لنا فرصًا جديدة في تطوير وإنتاج الأدوية الإشعاعية لتشخيص ومعالجة الأورام في مجال الرعاية الصحية". كما سيساهم الوصول إلى هذه البنية التحتية البحثية في تعزيز خبرات المدربين في مركز التدريب العربي المتخصص المستقبلي وتوفير الدعم التكنولوجي للدول التي تنفذ مشاريعها الأولى لمحطات الطاقة النووية. تضم الوكالة العربية للطاقة الذرية 14 دولة عربية: البحرين، مصر، الأردن، العراق، اليمن، الكويت، لبنان، ليبيا، موريتانيا، فلسطين، السعودية، السودان، سوريا، وتونس.

تم البدء بالفعل في تطوير برامج البحث المستقبلية.

في سبتمبر 2025، عقد مجلس استشاري MBIR IRC اجتماعه الدوري، حيث ناقش ممثلو المراكز البحثية والمنظمات المتخصصة من 15 دولة مجالات الأبحاث المشتركة، والبرامج التجريبية، وتدريب الكوادر لصناعة الطاقة النووية.

وفقًا لبيانات الوكالة الدولية للطاقة الذرية، تم بناء معظم المفاعلات البحثية في جميع أنحاء العالم في الستينيات والسبعينيات، وحاليًا، هناك أكثر من مئتي مفاعل قيد التشغيل.

نصف مفاعلات الأبحاث العاملة في العالم تتجاوز أعمارها الأربعين عامًا، وحوالي 70% منها يتعدى عمرها الثلاثين عامًا. من الواضح أن مفاعل "إم بي آي آر" الجديد والقوي يتمتع بقدرة جيدة لتلبية الطلب المتزايد على العلوم النووية في روسيا والدول الشريكة.

أول امرأة تقود كاسحة جليد نووية

تعمل شركة روساتوم بشكل منهجي على تطوير شحن البضائع في القطب الشمالي، كجزء من إنشاء "الممر النقل العابر للقطب الشمالي". وتتميز هذه المبادرة بقدرتها على زيادة حركة الشحن بشكل كبير على الطريق البحري الشمالي. وفي هذا السياق، يلعب أسطول كاسحات الجليد النووية دورًا محوريًا. إن كونك قائدًا لمثل هذه السفينة ليس بالأمر السهل، إذ تعتبر هذه المهنة تقليديًا مهنة ذكورية. ومع ذلك، تتحدى "روساتوم" الصور النمطية؛ ففي العام الماضي، أصبحت مارينا ستاروفويتوفا أول قائدة أنثوية لكاسحة جليد نووية في العالم. إليكم قصتها.

مارينا ستاروفويتوفا معلمة في اللغة والأدب الروسي بالتعليم الأولي. لكن في يوم من الأيام، أخبرها أصدقاؤها أن شركة الشحن في مورمانسك توظف النساء للعمل في البحر، فقررت تجربة ذلك. تقول إن روح المغامرة ورومانسية السفر قد استحوذت عليها.

في البداية، عملت كمساعدة طعام، حيث كانت تحافظ على النظام، وتغسل الأطباق، وتقدم الطعام. لكنها أدركت سريعًا أنها تُحب البحر وترغب في قيادة السفينة بنفسها.

لتحقيق حلمها، التحقت مارينا ستاروفويتوفا بقسم التعليم عن بُعد في أكاديمية "أميرال ماكاروف" البحرية الحكومية لدراسة الملاحة. في ذلك الوقت، لم يكن يُقبل النساء في القسم المنتظم. واستمرت في العمل كمساعدة طعام في نفس الوقت. وكانت أصعب مرحلة بالنسبة لها هي استيفاء شرط العمل كبحارة أو طالب في سفينة لمدة 12 شهرًا، وهو زمن بحري إلزامي للحصول على شهادة الكفاءة.

لتوظيفها كبحارة، توجهت مارينا إلى جمعية قادة السفن في مورمانسك، حيث دعموا مسعاها وتم تعيينها كبحّارة من الدرجة الثانية على سفينة تجارية. تعلمت من زملائها الأكبر سنًا وشاركت في عمليات الربط والعمل على السطح. لاحقًا، اجتازت امتحاناتها وحصلت على شهادة كفاءة كباحة مؤهلة، ووقفت خلف دفة القيادة لتوجيه السفينة.

بعد حصولها على الدبلوم الأكاديمي وشهادة الكفاءة، حصلت مارينا ستاروفويتوفا على وظيفة كضابط ثالث. خاضت تجارب مع ربط السفن وإجراءات التفريغ الذاتية المعقدة في القطب الشمالي، وكسبت احترام البحارة من خلال عملها الجاد. تقول: "لقد جعلني أسطول النقل أكثر صلابة ومنحني تجربة لا تقدر بثمن. أتذكر تلك السنوات والأشخاص الذين جمعتني بهم الأقدار البحرية بكل حميمية واحترام عميق، وما زلت على اتصال وثيق بالعديد منهم".

الحلم: كاسحة جليد نووية

لاحقًا، أرادت مارينا قيادة كاسحات الجليد النووية. تقول: "كنت مفتونة بكيفية قيام أطقم كاسحات الجليد المحترفة بتشكيل السفن التجارية من الجليد بدقة تفصيلية. وكانت قوة كاسحات الجليد مثيرة للإعجاب. تساءلت: هل يمكنني القيام بذلك كما يفعلون؟ فقررت أن أحاول".

تم قبولها في كاسحة الجليد النووية "يامال"، رغم أنه تم تخفيض رتبتها لأن كاسحات الجليد النووية تتطلب مهارات وقدرات خاصة. ومع ذلك، قدم لها المرشدون الدعم والإرشاد، مما ساعد في سلاسة عملية التعلم. اجتازت امتحاناتها، وأصبحت ضابطة ثانية، ثم ضابطة رئيسية. يوجد ثلاثة ضباط رئيسيين على كاسحة جليد: أحدهم مسؤول عن قسم العمليات، والآخر عن الخدمة الداخلية، والثالث عن تدريبات السفينة ومعدات مكافحة الحرائق.

لم تكن مارينا ستاروفويتوفا تسعى بجدية لتصبح قائدة، بل قالت إنه كان أهم شيء بالنسبة لها هو أن تشعر أنها في المكان المناسب، تفعل ما تحب، وأن كل عملية مرافق ناجحة قامت بها كانت جزءًا من جهد أكبر.

تولى مارينا ستاروفويتوفا قيادة السفينة "يامال" في أغسطس من العام الماضي، وذلك خلال مراسم احتفالية بمناسبة الذكرى الثمانين لصناعة الطاقة النووية الروسية. تقول مارينا: "إن القطب الشمالي ليس مجرد جليد وثلوج، بل هو أيضاً بحر – قاسٍ، مهيب، وجميل بشكل لا يُصدق. كل بحر له خصائصه الفريدة. على سبيل المثال، يتميز بحر كارا الذي نعمل فيه غالبًا بالبرودة والضباب والعواصف المتكررة، ويكون مغطى بالجليد لمعظم أيام السنة. بينما يختلف بحر بارنتس بلونه الأخضر المزرق وصفائه الشبيه بالكريستال، لكنه يمتاز بشدة وقسوته. لكل بحر شخصيته الخاصة، تمامًا كما هو الحال مع الجليد وكما هو مع الأشخاص".

تولت مارينا ستاروفويتوفا القيادة رسميًا في 30 سبتمبر. وقد أشرفت على ربط السفينة "يامال"، وإجراء الإصلاحات المجدولة لها، وكذلك خروجها من الرصيف. عقب ذلك، بدأت الرحلات الأولى ومرافقة السفن في القطاع الغربي من القطب الشمالي.

المهمة الرئيسية التي حددتها القائدة الجديدة لـ"يامال" لنفسها هي إتمام العمل بشكل آمن وفعال. تُشير مارينا إلى أن "العمل في البحر ليس سهلاً أبداً. أنت مسؤول عن الطاقم بأكمله وعن الكاسحة الجليدية. يتطلب ذلك أقصى درجات الهدوء والتركيز المستمر".

هناك مهمة أخرى تتمثل في الحفاظ على أجواء عمل جيدة. تقول قائدة "يامال": "بصفتي مُعلمة، أستخدم أساليب تحفيزية متنوعة، ولكن من الأهمية بمكان الاستماع إلى الناس. طاقمي يمتلك خبرة وكفاءة؛ آراؤهم مهمة بالنسبة لي، ونتحدث في مواضيع عديدة لأن الثقة داخل الفريق هي أساس السلامة". بالإضافة إلى ذلك، ترغب مارينا ستاروفويتوفا أن تُعتبر ليست فقط "أول قائدة نسائية"، بل ببساطة قائدة.

ترى مارينا ستاروفويتوفا في منصبها الجديد قمة تم تحقيقها وليست نقطة نهاية، بل بداية جديدة. هناك الكثير لتتعلمه، مثل توجيه السفن التجارية عبر الجليد وقيادة فريق في ظروف جديدة. تقول مارينا: "القائد هو إداري، قاضٍ، دبلوماسي، عالم نفس، ومنقذ. إنهم يمثلون الدولة التي يحملون علمها. ينبغي على القائد توقع كل شيء، وأن يكون مستعدًا لأي مفاجأة، وأن يتحمل المسؤولية عن كل ما يحدث على متن السفينة".

اختبار تقنيات التصنيع الإضافي

تحتل شركة روساتوم مكانة ريادية في سوق تصنيع المواد الإضافية في روسيا، وتعمل على تطوير هذا القطاع بالتعاون مع شركاء دوليين، مقدمةً حلول الطباعة ثلاثية الأبعاد، والمواد، والمنهجيات لإدماج التقنيات الإضافية في ممارسات الإنتاج. لقد كتبنا كثيرًا عن تقدم الشركة الروسية في هذا المجال. اليوم، ندعوكم لاختبار معرفتكم في هذا السياق.

1. . ما معنى مصطلح "التقنيات الإضافية"؟

A) تقنيات لإزالة المواد لصنع الأجزاء
B) تقنيات لبناء وتكوين الأشياء طبقة بطبقة
C) تقنيات تشكيل المعادن
D) تقنيات الصب الشامل
E) تقنيات معالجة السطح الكيميائي

2. أي طريقة تصنيع إضافية تستخدمها روساتوم بشكل رئيسي لإنتاج قطع معدنية للصناعة النووية؟

A) نمذجة ترسب المواد المنصهرة (FDM)
B) الستيريو ليثوغرافي (SLA)
C) انصهار الليزر الانتقائي (SLM)
D) نفث المواد
E) نفث الرابط

3. ما هي الميزة التي تكتسبها التقنيات الإضافية والتي تعتبر مهمة بشكل خاص للصناعة النووية؟

A) إمكانية استخدام الطابعات ثلاثية الأبعاد المنزلية
B) تصنيع قطع بتصميم هندسي محسن (هياكل شبكية، قنوات تبريد داخلية)
C) عدم الحاجة إلى تصميم
D) تكاليف مواد منخفضة
E) سرعة طباعة أي قطعة في دقائق قليلة

4. أي مادة لا تُستخدم في التصنيع الإضافي من قبل روساتوم؟

A) الفولاذ المقاوم للصدأ
B) سبائك النيكل
C) سبائك التيتانيوم
D) مركبات البوليمر الرملية
E) سبائك مقاومة للحرارة

5. أي من طرق الفحص غير التدميرية (NDT) تُستخدم للتحقق من جودة منتجات SLM من روساتوم؟

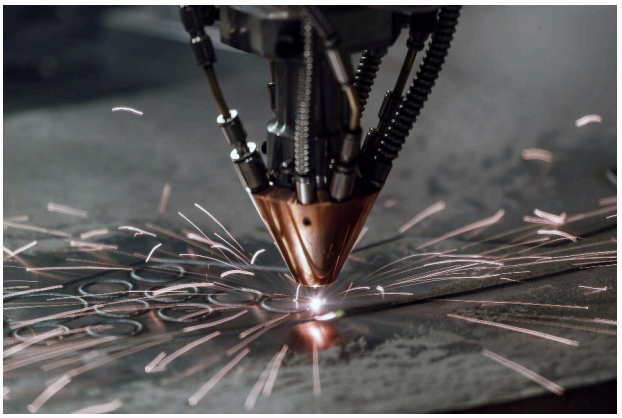
A) الفحص البصري
B) الفحص بجزيئات مغناطيسية
C) التصوير المقطعي المحوسب (CT)
D) فحص صبغة الاختراق
E) اختبار التيار الدوامي
F) جميع ما سبق

6. ما معنى مصطلح "التوأم الرقمي" في سياق التصنيع الإضافي لدى روساتوم؟

A) نسخة رسومية لجسم مادي في الواقع الافتراضي.
B) نموذج افتراضي للمنتج يتضمن مجموعة كاملة من المعايير المستخدمة لمحاكاة وتحسين عملية الطباعة.
C) شهادة رقمية للمعدات.
D) قاعدة بيانات للعيوب
E)) برنامج للتحكم في طابعة ثلاثية الأبعاد.

7. ما هو المبدأ الذي يستند إليه اعتماد الأجزاء المصنعة بواسطة تقنيات الإضافة في روساتوم؟

A) الثقة في المُصنّع دون اختبار.
B) الفحص البصري دون قياسات.
C) الاختبارات الشاملة (اختبارات ميكانيكية، اختبارات غير تدميرية، تحليل بنيوي دقيق) لتأكيد التوافق مع معايير السلامة.
D) الاعتماد على النمذجة الحاسوبية فقط.
E) استخدام منهجيات تعود إلى السبعينيات.



8. أين تم افتتاح أول مركز لتقنيات الإضافة بدعم من روساتوم خارج روسيا؟

A) في تركيا
B) في مصر
C) في بيلاروسيا
D) في أوزبكستان
E) في قيرغيزستان

9. ما هو الأثر الاجتماعي لتطوير تقنيات الإضافة في روساتوم؟

A) تقليل الوظائف الصناعية
B) خلق وظائف عالية التقنية وتطوير مهارات الموظفين.
C) خفض المتطلبات التعليمية للمهندسين.
D) الانتقال إلى العمل عن بُعد.
E) القضاء على مهن الهندسة.

10. في أي من المنظمات تؤسس روساتوم مراكز تقنيات الإضافة؟

A) رياض الأطفال
B) المدارس
C) مؤسسات التعليم العالي
D) الشركات.
E) جميع ما سبق

الإجابات الصحيحة:

1. تُعتبر تقنيات الإضافة طرقاً لإنشاء وتوليف الأشياء طبقةً بطبقة.

يأتي المصطلح من اللاتينية "additivus" التي تعني "مضاف" ويرتبط بالكلمة الإنجليزية "add".

2. لتصنيع الأجزاء المعدنية ذات الحمل العالي لمعدات الطاقة النووية، تعتمد روساتوم على طريقة "الانصهار الانتقائي بالليزر" (SLM). تتيح تقنية SLM إنتاج منتجات معدنية كثيفة تمتاز بخواص ميكانيكية محددة، وهو أمر بالغ الأهمية لصناعة الطاقة النووية.

3. يعد تصنيع الأجزاء ذات الهندسة المحسنة (مثل الهياكل الشبكية وقنوات التبريد الداخلية) أمراً ذا أهمية خاصة في صناعة الطاقة النووية، حيث يساعد على تحسين الخصائص الحرارية وتقليل وزن المكونات دون التضحية بالقوة.

4. لا تستخدم روساتوم المركبات البوليمرية الرملية في عمليات التصنيع الإضافي، بل تُستخدم هذه المركبات لصنع القوالب للإنتاج الصناعي.

5. للتحقق من جودة منتجات SLM، تعتمد روساتوم على مجموعة شاملة من طرق الاختبار غير التدميرية.

6. يُعرف "التوأم الرقمي" في سياق التصنيع الإضافي لروساتوم بأنه نموذج افتراضي للمنتج يتضمن مجموعة كاملة من المعايير المستخدمة لمحاكاة وتحسين عملية الطباعة. يتيح التوأم الرقمي توقع سلوك المواد ومنع العيوب قبل بدء التصنيع الفعلي.

7. يتم اعتماد الأجزاء المصنعة بتقنيات الإضافة في روساتوم بناءً على اختبارات شاملة تشمل اختبارات ميكانيكية، اختبارات غير تدميرية، وتحليل بنيوي دقيق. يجب أن تتوافق المنتجات المستخدمة في الصناعة النووية مع معايير السلامة التي يحددها الجهة التنظيمية (روستكنادزور).

8. **تم افتتاح أول مركز لتقنيات الإضافة بدعم من روساتوم خارج روسيا في بيلاروسيا.**

9. يسهم تطوير تقنيات الإضافة في روساتوم في خلق وظائف عالية التقنية وتطوير مهارات الموظفين. يتطلب إدخال حلول الطباعة ثلاثية الأبعاد تدريب المهنيين في مجالات الهندسة الرقمية وعلوم المواد.

10. تؤسس روساتوم مراكز تقنيات الإضافة في رياض الأطفال، والمدارس، والمؤسسات التعليمية العليا، والشركات. الهدف الرئيسي من هذه المراكز هو تعريف المهنيين الطموحين وذوي الخبرة بتقنيات الإضافة بأكبر قدر ممكن من العمق والشمول.

قوة الكهرباء

في فبراير 2026، أصدرت الوكالة الدولية للطاقة (IEA) تقريرها بعنوان "الكهرباء 2026: التحليل والتوقعات حتى عام 2030". وفقًا لتوقعات الخبراء، من المتوقع أن ينمو الطلب على الكهرباء بمعدل أسرع مما كان عليه في السابق. تعتبر المفاعلات النووية واحدة من مصادر الكهرباء منخفضة الكربون التي ستلبي هذا الطلب.

في فترة ما بين 2026 و2030، من المتوقع أن ينمو الطلب على الكهرباء بمعدل نمو سنوي متوسط يبلغ 3.6%، وفقًا لتقديرات خبراء الوكالة الدولية للطاقة.

تُعد هذه النسبة أعلى بنحو 50% مقارنةً بالمتوسط خلال العقد الماضي، وقد بدأت هذه الاتجاهات في الظهور منذ عامين على الأقل. في عام 2024، شهد استهلاك الكهرباء العالمي ارتفاعًا بمعدل 4.4% في المتوسط، نتيجةً لزيادة الطلب على التبريد خلال موجات الحر والنمو المتزايد في الطلب الصناعي. وفي عام 2025، بلغ نمو الطلب العالمي على الكهرباء 3%.

الاتجاه الثاني الذي لاحظه خبراء وكالة الطاقة الدولية منذ عام 2024 هو تجاوز نمو الطلب على الكهرباء للنمو الاقتصادي. كانت هناك علاقة سابقة تربط بين هذين المؤشرين. علاوةً على ذلك، يُتوقع أن يستمر الطلب على الكهرباء بالنمو بمعدل أسرع بـ 2.5 مرة على الأقل مقارنة بأنواع الطاقة الأخرى حتى عام 2030.

أما الاتجاه الثالث المهم الذي تم الإشارة إليه في التقرير فهو استئناف نمو الطلب على الكهرباء في ما يُعرف بالدول المتقدمة. "في عام 2025، مثلت الدول المتقدمة نحو 20% من نمو الطلب العالمي على الكهرباء، مرتفعةً من 17% في عام 2024. ونتوقع أن تبقى هذه النسبة قريبة من مستوى 20% في المتوسط خلال فترة التوقعات، مدفوعةً بتوسع النشاط الصناعي والنمو المستمر لمراكز البيانات والمركبات الكهربائية وغيرها من الاستخدامات النهائية للكهرباء"، كما ورد في التقرير. ومن المتوقع بشكل محدد أن يرتفع استهلاك الكهرباء في الولايات المتحدة بمعدل يقارب 2% سنويًا على مدار السنوات الخمس المقبلة، حيث سيكون حوالي نصف هذه الزيادة ناتجًا عن مراكز البيانات الجديدة. ويتوقع خبراء الوكالة معدلات نمو مشابهة في الاتحاد الأوروبي، ومع ذلك، يُعتبر هذا إلى حد كبير تعافيًا أكثر من كونه نموًا: "من غير المتوقع أن يعود الاستهلاك إلى مستويات عام 2021 قبل عام 2028"، وفقًا لما يوضحه التقرير. كما يُتوقع أيضًا تسارع نمو الطلب على الكهرباء في أستراليا وكندا واليابان وكوريا الجنوبية مقارنةً بالعقود الماضية حتى عام 2030.

ومع ذلك، تظل الدول النامية المحرك الرئيسي للطلب. على سبيل المثال، من المتوقع أن تزيد الصين استهلاكها الكهربائي في ما بين عام 2026 و2030 بمقدار يقارب الطلب الحالي للاتحاد الأوروبي. ويبلغ متوسط النمو السنوي في الطلب على الكهرباء في الصين 4.9%. "هذا قريب من معدل 5% المتوقع لعام 2025 لكنه أبطأ من متوسط 6.5% خلال العقد الماضي"، كما يشير التقرير. ومن المتوقع أيضًا حدوث نمو في الهند ودول جنوب شرق آسيا، مدفوعًا بالتنمية الاقتصادية والاستخدام المكثف لتكييف الهواء.

بين عامي 2026 و2030، تتوقع وكالة الطاقة الدولية أن ينمو الطلب العالمي على الكهرباء بمعدل نمو سنوي متوسط يبلغ 3.6%.

أما الاتجاه الرابع المهم فيتعلق بفهم الضرورة لتطوير شبكات الطاقة. اليوم، تُعتبر الاستثمارات في هذا القطاع أقل من تلك المخصصة لتوليد الطاقة، ويشكل نقص التطوير في بنية الشبكة مشكلة بارزة. للتكيف مع الطلب المتزايد على الكهرباء، يجب أن تزيد الاستثمارات في شبكات الطاقة بحوالي 50% سنويًا عن المستوى الحالي البالغ 400 مليار دولار أمريكي. كما سيكون من الضروري توسيع سلاسل التوريد المرتبطة بشبكات الطاقة بشكل كبير. ستؤدي التقنيات المعززة لكفاءة الشبكة إلى زيادة القدرة الإنتاجية المتاحة بمقدار يتراوح بين 450 إلى 700 جيجاوات. بشكل خاص، يُشير التقرير إلى تقنيات تصنيف الخطوط الديناميكية والتحكم المتقدم في تدفق الطاقة وإعادة هيكلة الشبكة لزيادة سعة الشبكة ومستويات الجهد. "مع تصدر الشبكات والمرونة جدول الأعمال السياسي، يمكن أن يساعد الاستخدام الأكثر فعالية للأنظمة الحالية في تخفيف الازدحام وتسريع التكامل بينما تستمر جهود توسيع الشبكات"، كما يوضح التقرير.

تُعتبر وسيلة أخرى لتحسين معلمات نظام الطاقة هي نشر مرافق تخزين البطاريات عالية السعة. الحاجة إلى هذه المرافق مرتفعة بشكل خاص في المناطق ذات الحصة الكبيرة من الطاقة المتجددة، مثل ألمانيا وكاليفورنيا وأستراليا الجنوبية وتكساس والمملكة المتحدة. وقد زادت سعة البطاريات المنشورة في هذه المناطق بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة.

الطاقة النووية في صعود مستمر

وفق ما ينص عليه التقرير،"من المتوقع أن تأتي نصف كهرباء العالم من مصادر متجددة والطاقة النووية بحلول عام 2030". وستستمر توليدات محطات الطاقة النووية في النمو. ففي عام 2025، زادت إنتاجية محطات الطاقة النووية الفرنسية، وتم إعادة تشغيل المفاعلات في اليابان. كما تم تشغيل مفاعلات جديدة، منها الوحدة رقم من محطة كورسك 2 في روسيا، والتي رُبطت بالشبكة الكهربائية في 31 ديسمبر 2025. وأفاد التقرير بأن "الطاقة النووية تستعيد أهميتها الاستراتيجية في العديد من الاقتصادات المتقدمة، مدعومةً بأطر سياسية تدعم تمديد عمر المفاعلات وزيادة الطاقة الإنتاجية".

ومن المتوقع أن تشكل مصادر الطاقة المتجددة والطاقة النووية نصف احتياجات العالم من الكهرباء بحلول عام 2030.

تساهم شركة روساتوم في تطوير الطاقة النووية على مستوى العالم، حيث تنفذ الشركة الروسية 41 مشروعًا في 11 دولة. كما تعمل روساتوم على مشاريع إنشائية داخل البلاد، حيث يجري حاليًا تطوير 20 وحدة طاقة كبيرة وصغيرة في روسيا.

وفقًا لخبراء وكالة الطاقة الدولية، يُتوقع أن ينمو توليد الكهرباء من مصادر الطاقة المتجددة بمعدل سنوي يبلغ 8% خلال السنوات الخمس المقبلة، مع توقع أن تشكل محطات الطاقة الشمسية النسبة الأكبر من هذا النمو السنوي (أكثر من 600 تيراواط ساعة).

تختلف التغيرات في توليد الطاقة من الفحم من دولة إلى أخرى. ففي الهند والصين، انخفض إنتاج الفحم بسبب تباطؤ نمو الطلب والتوسع السريع لمصادر الطاقة المتجددة. وعلى العكس، شهدت الولايات المتحدة زيادة في استهلاك الفحم في عام 2025 نتيجة ارتفاع أسعار الغاز الطبيعي وتأخير خطط إغلاق محطات الطاقة التي تعمل بالفحم، مما أدى إلى زيادة استهلاك قطاع الطاقة للفحم. وفي الاتحاد الأوروبي، الذي شهد إنتاجًا قياسيًا للطاقة الشمسية، لوحظ انخفاض في إنتاج الطاقة الكهرومائية وطاقة الرياح، مما أسفر عن تقليص استهلاك الفحم بشكل طفيف فقط.

يعتقد خبراء وكالة الطاقة الدولية أن إنتاج محطات الطاقة العاملة بالفحم في الصين سيشهد انخفاضًا خلال السنوات الخمس المقبلة، بينما ستظهر أوروبا والأمريكيتان انخفاضًا في إنتاج الفحم أيضًا. وفي المقابل، من المتوقع أن يرتفع هذا المؤشر في الهند وجنوب شرق آسيا.

من المتوقع أن ينمو توليد الكهرباء في محطات الطاقة التي تعمل بالغاز عالميًا بمعدل متوسط قدره 2.6% سنويًا حتى عام 2030، مقارنة بمعدل النمو السنوي المتوسط البالغ

1.4% في السنوات الخمس السابقة. ويرجع محللو وكالة الطاقة الدولية الزيادة في الطلب على توليد الغاز إلى الارتفاع العام في الطلب على الكهرباء في الولايات المتحدة والانتقال من النفط إلى الغاز في منطقة الشرق الأوسط.

"خلال الفترة من 2026 إلى 2030، من المتوقع أن تلبي مصادر الطاقة المتجددة والغاز الطبيعي والطاقة النووية مجتمعة جميع الطلب الإضافي على الكهرباء على مستوى العالم"، وفقًا لما خلص إليه مؤلفو التقرير.

فيما يخص روسيا

أشار مؤلفو التقرير إلى صعوبات في الحصول على بيانات حول الوضع في البلاد لعام 2025. إلا أننا نعمل على ملء هذه الفجوة ونعرض البيانات هنا. ووفقًا لوكالة الإحصاء الروسية "روسستات"، بلغ إجمالي توليد الكهرباء في روسيا 1,194 مليار كيلوواط ساعة في عام 2025، وهو ما يمثل انخفاضًا بنسبة 1.5% مقارنة بالعام السابق. وقد بلغت الواردات 2.3 مليار كيلوواط ساعة، بينما سجلت الصادرات 7.44 مليار كيلوواط ساعة. وكان توليد الكهرباء من محطات الطاقة النووية في عام 2025 حوالي 219 مليار كيلوواط ساعة، بزيادة قدرها 1.3% عن عام 2024.

وفي يناير 2026، عادت منظومة الطاقة الروسية إلى النمو وفقًا لروسستات، حيث بلغ توليد الكهرباء في يناير 119 مليار كيلوواط ساعة، ما يعكس زيادة قدرها 4.4% مقارنة بالعام السابق و2.9% مقارنة بديسمبر 2025. وبلغ توليد الكهرباء من محطات الطاقة النووية خلال نفس الفترة 20.6 مليار كيلوواط ساعة، أي بزيادة قدرها 9.4% مقارنة بالعام السابق و4% مقارنة بديسمبر 2025.

تشمل مشاريع روساتوم الخارجية 41 مشروعًا في 11 دولة.

في يناير 2026، عقد وزير الطاقة الروسي سيرغي تسيفيليف اجتماعًا تناول فيه تنفيذ برامج التنمية لقطاع الطاقة الكهربائية في البلاد، مع مراعاة توقعات نمو الطلب والحاجة إلى تسريع تطوير البنية التحتية للطاقة. وأكد سيرغي تسيفيليف: "سنقوم قريبًا بضبط جميع برامجنا واستراتيجياتنا وإجراء التغييرات اللازمة"، مشيرًا إلى قضايا إمدادات الطاقة لمراكز البيانات من بين أمور أخرى.

تتماشى روسيا مع الاتجاهات العالمية الرئيسية في قطاع الطاقة الكهربائية، والتي تشمل زيادة الاستهلاك، نتيجة لارتفاع عدد مراكز البيانات، بالإضافة إلى النمو المتزايد في مجال الطاقة النووية.

مصر تختار تقنيات روساتوم

تسير أعمال البناء بوتيرة متسارعة في جميع وحدات الطاقة الأربعة بمحطة الضبعة النووية في مصر. ومع ذلك، لا يقتصر التعاون المصري الروسي على بناء محطة الطاقة النووية فحسب، بل يتعدى ذلك إلى عدة مجالات أخرى. ففي شهر فبراير، قام وفد من الهيئة التنفيذية للإشراف على مشاريع البناء النووية في مصر بزيارة موسكو لاستكشاف التطورات المتقدمة التي تقدمها روساتوم في مجال تخزين الطاقة وتصنيع المواد المضافة. وقد تم خلال الزيارة مناقشة سبل التعاون في هذه المجالات بهدف بناء اقتصاد أخضر وتعزيز السيادة التكنولوجية لمصر.

في الوحدة الثانية لمحطة الضبعة، انتهى العمال من تركيب الدرع الجاف لخندق المفاعل. وقد تم تركيب هذا الهيكل الأسطواني، والذي يزن 120 طنًا (ما يعادل وزن طائرة ركاب كبيرة)، بواسطة رافعة مجنزرة ثقيلة خلال أربع ساعات فقط. يوفر الدرع الجاف حماية موثوقة ضد الإشعاع المؤين، مما يضمن سلامة الأفراد والمعدات طوال عمر المفاعل. وتتمثل الوظيفة الإضافية لهذا الهيكل في إزالة الحرارة، ما يقلل من الحمل الحراري على خرسانة خندق المفاعل ويطيل من عمرها الافتراضي.

وفي الوقت نفسه، بدأت عملية صب الخرسانة للطبقة الرابعة من القشرة الداخلية للمفاعل في نفس وحدة الطاقة، حيث يتجاوز حجم الخرسانة المراد صبها 1,100 متر مكعب. ولا يزال مبنى المفاعل في الوحدة الثانية هو الأطول في موقع البناء.

تخزين الطاقة الخضراء

يحرص الاختصاصيون النوويون المصريون والروس على الحفاظ على حوار مستمر، حيث لا يقتصر تعاونهم على مشروع بناء محطة الضبعة النووية فحسب. ففي أواخر شهر فبراير، زار وفد من الهيئة التنفيذية للإشراف على مشاريع البناء النووية شركة باروس إلكترو في موسكو، وهي جزء يتعلق بقسم نظم التحكم الآلي والهندسة الكهربائية في روساتوم. وتمت مناقشة آفاق التعاون التكنولوجي في مجال الهندسة الكهربائية، بما في ذلك تطوير بنية تحتية لشحن المركبات الكهربائية، وهو قطاع يحظى بدعم حكومي في مصر وقد أظهر نمواً ملحوظاً.

كما تم عرض سلسلة القيمة الكاملة لإنتاج البطاريات، بدءاً من البحث والتصميم وصولاً إلى تجميع المنتجات النهائية. وأشار فلاديمير خليبنيكوف، نائب المدير العام لباروس إلكترو، إلى أنهم قدموا حلولاً للقطاعات المتطورة في مصر، مثل الطاقة الشمسية وأنظمة تخزين الطاقة وبنية الشحن للمركبات الكهربائية، وغيرها من المجالات التي يمكن أن يتم توسيع التعاون فيها وتبادل الكفاءات التكنولوجية.

وأكد أحمد فرغل، رئيس الهيئة التنفيذية للإشراف على مشاريع البناء النووية، أن تطوير التعاون في التقنيات المتقدمة يتماشى مع أهداف استراتيجية رؤية مصر 2030، التي تهدف إلى بناء اقتصاد أخضر قائم على الابتكار. وقال: "تعكس هذه الاتصالات عمق العلاقات المصرية الروسية والشراكة الاستراتيجية المتوسعة بين بلدينا عبر مختلف القطاعات. إنها تسهل نقل المعرفة والتكنولوجيا، وتطوير البنية التحتية للطاقة، وتحقيق فوائد اقتصادية واجتماعية طويلة الأمد تستند إلى المنفعة المتبادلة."

بعد الاجتماع، اتفق الطرفان على خطة عمل لتحديد الخطوات التالية نحو التنفيذ العملي.

التصنيع الإضافي لتحقيق السيادة التكنولوجية

اليوم، أنشأت روساتوم سلسلة توريد شاملة للتصنيع الإضافي، بدءًا من تطوير الطابعات الثلاثية الأبعاد والمكونات وصولاً إلى المساحيق المعدنية الخاصة والبرمجيات ومواد الطباعة والتدريب. توفر الشركة للشركات المصنعة الروسية معدات موثوقة ومواد وخدمات احترافية لنشر حلول التصنيع الإضافي.

في منتصف شهر فبراير، قام أحمد فرغل بزيارة مركز تكنولوجيا الإضافات التابع لشركة روساتوم في موسكو. خلال هذه الزيارة، تم تقديم مراحل تصنيع المنتجات الإضافية الرئيسية للضيف، بدءًا من عملية المسح ثلاثي الأبعاد والهندسة العكسية ووصولاً إلى إنتاج الأجزاء المعدنية والبلاستيكية. كما تم عرض خط الإنتاج الكامل للمعدات المصنعة في المركز.

أبدى أحمد فرغل اهتمامًا خاصًا بأنظمة الانصهار الانتقائي بالليزر (SLM) المخصصة لإنشاء أجزاء معقدة باستخدام مسحوق المعادن، بالإضافة إلى تقنيات الإيداع المباشر للمعادن (DMD). وأكد الضيف على القدرات المتقدمة لأنظمة روساتوم الإضافية في استعادة وإصلاح الأجزاء المعقدة التي تستخدمها القطاعات الصناعية والطاقة، مما يسهم بشكل كبير في إطالة عمر المعدات الحيوية وتقليل الاعتماد على قطع الغيار المستوردة.

أشاد أحمد فرغل بنتائج الزيارة، مشيرًا إلى أن التعاون مع روساتوم في القطاع غير الطاقي قد بلغ مستوى جديدًا تمامًا. وقال: "إن نطاق الكفاءات ونضوج حلول التصنيع الإضافي التي شاهدناها هنا يؤكد بشكل قاطع أن هذه التقنيات تشكل القوة الدافعة وراء التحول الصناعي الحديث. إن تطوير وتنفيذ تقنيات الإضافات يعد خطوة أساسية لمصر نحو تعزيز السيادة التكنولوجية الوطنية. نحن نتطلع إلى أن تصبح خبرة روساتوم الفريدة في إنشاء دورة كاملة – بدءًا من تطوير المعدات وصولًا إلى بناء أنظمة صناعية – معيارًا مهمًا لمشاريعنا المشتركة".

من جانبه، أشار إيليا كافلاشفيلي، مدير تكنولوجيا الإضافات في قسم الوقود لدى روساتوم، إلى أن تطوير الكفاءات المحلية في تقنيات الإضافات يعتبر خيارًا استراتيجيًا لأي دولة تسعى لتحقيق السيادة التكنولوجية. ووضح قائلاً: "تمتلك روساتوم خبرة لا تضاهى في إنشاء سلسلة توريد لتصنيع الإضافات من البداية إلى النهاية: بدءًا من تطوير وإنتاج معداتنا الخاصة، وصولاً إلى إنشاء مراكز تقنية إضافية سواء في روسيا أو خارجها. نحن مستعدون لمشاركة هذه الخبرة مع زملائنا المصريين".

وأكد الطرفان على اهتمامهما المشترك بتطوير التعاون الثنائي وحددا خطوات لتحديد المبادرات المشتركة لإدماج التقنيات الإضافية في القطاع الصناعي المصري.

كما تم في شهر فبراير توقيع اتفاقية تعاون استراتيجية بين الوكالة العربية للطاقة الذرية ورئيس اتحاد مركز الأبحاث الدولية MBIR بشأن الاستخدامات السلمية للطاقة النووية. لمزيد من التفاصيل، يرجى الاطلاع على قسم الأخبار الرئيسية في هذا العدد.