

**Б.І. Бондаренко, О.П. Кожан, В.М. Дмитрієв,
В.С. Рябчук, Є.В. Стратівнов, К.В. Сімейко**

Інститут газу Національної академії наук України,
вул. Дегтярівська, 39, Київ, 03113, Україна,
+380 044 456 4471, +380 044 456 88 30, k_simeyko@ukr.net

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ТА СТВОРЕННЯ ДОСЛІДНОГО ВИРОБНИЦТВА НАНОШАРУВАТИХ ГРАФІТОВИХ УЩІЛЬНЕНЬ ЕКСТРЕМАЛЬНО ВИСОКОЇ СТІЙКОСТІ ДЛЯ ЯДЕРНИХ РЕАКТОРІВ



Вступ. У зв'язку з фактичним припиненням співпраці з Російською Федерацією, останнім часом виникла необхідність диверсифікації поставок не лише ядерного палива, а й виробів та матеріалів, необхідних для монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та ремонту енергетичного обладнання.

Проблематика. До критично важливих виробів належать, зокрема, ущільнюючі прокладки для герметизації роз'ємних з'єднань обладнання реакторних установок з водо-водяним енергетичним реактором, наприклад, парогенераторів ПГВ-1000М. На сьогодні практично вичерпано наявні резерви раніше імпортованих з Росії прокладок з терморозширеного графіту (ТРГ) для модернізованих парогенераторів ПГВ-1000М та ПГВ-213 і має місце невідкладна потреба налагодження вітчизняного виробництва цих та інших ущільнюючих елементів з ТРГ.

Мета. Розробка технологічних засад виготовлення ущільнюючих елементів з ТРГ для устаткування АЕС.

Матеріали й методи. Графітова фольга різних виробників, що отримана з вихідного природного графіту. Стандартні методи визначення фізико-технічних характеристик ущільнюючих прокладок.

Результати. У рамках проведених досліджень та технологічних розробок було визначено фізико-технічні та фізико-хімічні властивості графітової фольги різних виробників, отриманої з похідного природного графіту. Розроблено та виготовлено прес-форми двох типорозмірів, апробовано технологію пресування ущільнюючих елементів з графітової фольги, визначено питоме зусилля пресування для одержання ущільнюючих елементів заданої густини. Встановлено показники щодо питомої міцності одержаних прокладок при стисканні.

Висновки. Отримані результати досліджень можуть бути використані для створення дослідного виробництва ущільнюючих прокладок з ТРГ на вітчизняних підприємствах відповідного профілю.

Ключові слова: терморозширений графіт, атомні електростанції, технологічне обладнання, ущільнюючі елементи.

Проблема герметичності роз'ємних з'єднань реакторних установок була та є на сьогодні однією з актуальних при проектуванні, виготовленні, експлуатації та ремонті обладнання АЕС. Порушення герметичності роз'ємних з'єднань може призвести до аварій, що пов'язані з

виходом радіоактивного теплоносія за межі відповідного контуру реакторної установки, а також спричинити корозійне ушкодження елементів конструкції реакторної установки. Міцність та герметичність ущільнювачів є визначальною умовою безаварійної роботи реакторних установок.

Традиційно майже всі роз'ємні з'єднання ущільнювались нікелевими прокладками. При

обтисненні прокладок нікель, завдяки своїм властивостям, загартується при деформаціях, набуває твердості, яка дорівнює твердості ущільнюючих поверхонь фланців роз'ємних з'єднань, виконаних, переважно з аустенітної сталі 08X18 N10T чи маючих наплавку з цієї сталі. При ущільненні відбувається пластичне деформування ущільнюючих поверхонь зі зміною їх геометрії. З роками ці процеси посилюються, пластичні деформації накопичуються і вузол ущільнення втрачає герметичність. Ущільнюючі поверхні необхідно ремонтувати, відновлюючи проектну геометрію, однак це не завжди дає позитивний результат. На початку 90-х років протікання в роз'ємних з'єднаннях реакторних установок типу ВВЕР (водо-водя-

ний енергетичний реактор) мали масовий характер, що призводило до вимушеного простою АЕС через переущільнення роз'ємних з'єднань.

Технологічний принцип виготовлення ущільнюючих елементів з графітової фольги, отриманої шляхом прокатки терморозширеного графіту (ТРГ), базується на результатах досліджень, виконаних у АТ ОКБ (Акціонерне товариство Дослідне конструкторське бюро) «ГІДРОПРЕС» (Росія) з метою модернізації вузлів ущільнення парогенераторів ПГВ-440 та ПГВ-1000М [1–9].

При проведенні досліджень з розробки технології пресування ущільнюючих елементів з ТРГ в Інституті газу НАН України було вико-

Таблиця 1

Фізико-технічні та фізико-хімічні характеристики зразків графітової фольги, використаних в експериментах з відпрацювання технології виготовлення ущільнюючих прокладок

Показник	Тип графітової фольги				
	ФГ-ІГ	ТМГ-Ф/В2	ГФ-1	ГФ-2	ГФ-3
Зовнішній вигляд	Згідно з ТУ У 26.8-30969031-002-2002 *	Згідно з ТУ У 26.8-30969031-002-2002 *	Згідно з ТУ У 26.8-30969031-002-2002 *	Згідно з ТУ У 26.8-30969031-002-2002 *	Згідно з ТУ У 26.8-30969031-002-2002 *
Товщина, мм	0,19–0,22	0,42	0,51	0,53	0,21
Густина, г/см ³	0,98	1,01	1,0	0,82	0,91
Масова частка вуглецю, %	99,0	99,3	98,7	97,8	97,7
Масова частка зольного залишку, %	0,07	0,44	0,84	1,9	1,9
Масова частка сірки, %	0,10	0,11	0,12	0,12	0,12
Міцність при розтягуванні вздовж осі прокатки, МПа**	3,3–4,2	4,2–5,0	3,7–3,9	3,3–3,5	3,5–4,0
Міцність при розтягуванні впоперек осі прокатки, МПа	2,7–2,9	4,0-4,9	3,4–3,7	3,0–3,2	3,1–3,9
Електричний опір вздовж осі прокатки, Ом · м	$7,1 \times 10^{-6}$	$8,2 \times 10^{-6}$	$6,6 \times 10^{-6}$	$7,4 \times 10^{-6}$	$7,1 \times 10^{-6}$
Ступінь стискання у вільному стані під тиском 35 МПа, %	37,0	36,0	34,0	37,0	35,0
Відновлюваність після зняття тиску 35 МПа, %	11,0	14,0	12,0	15,0	14,0

* – поверхня фольги рівна, гладка, без забоїн, подряпин, відсутні розриви, пропалення, складки, гофри, сторонні вclusions; ** – граничні показники, отримані на 5 зразках.

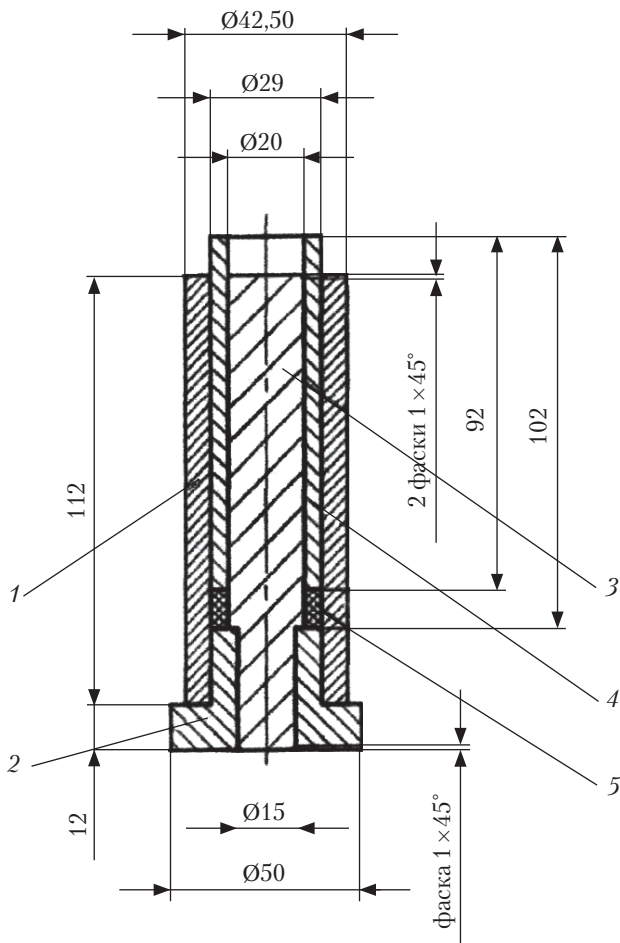


Рис. 1. Дослідна прес-форма типорозміру «1»: 1 – об'єм зовнішня; 2 – кільце опірне; 3 – об'єм внутрішня; 4 – пуансон; 5 – прокладка

ристано п'ять зразків фольги з терморозширеного графіту трьох виробників:

а) графітова фольга ФГ-ІГ виробництва Інституту газу НАН України – виготовлена на технологічному обладнанні Інституту газу НАН України з терморозширеного графіту власного виробництва, який, в свою чергу, було одержано також на технологічному обладнанні цієї ж установи з окисненого графіту Заваліївського графітового комбінату. Технологію одержання ТРГ описано у [10, 11];

б) графітова фольга ТМГ-Ф/В2 виробництва ТОВ «ТМСпецмаш» (Київ, Україна) – виготовлена шляхом прокатки без з'вязуючих з тер-

морозширеного графіту власного виробництва, який, в свою чергу, було одержано з окисненого графіту виробництва Китаю;

в) графітова фольга типів ГФ-1, ГФ-2, ГФ-3 – постачальник ТОВ «БОНУМ ГРУП» (Запоріжжя, Україна, виробник – фірма Yichang Xincheng Graphite Co., Ltd, Китай), відповідає вимогам стандарту ХС-120109.

Фактичні значення показників щодо фізико-технічних та фізико-хімічних характеристик отриманої партії фольги ГФ, які визначено при проведенні робіт, наведено в табл. 1.

Дослідні зразки прокладок було виготовлено з використанням прес-форм дослідних типорозмірів (рис. 1, 2).

Похідну графітову фольгу намотують в рулони на втулки діаметром >90 мм, довжина яких повинна перевищувати ширину фольги не менш, ніж на 10 %. Маса рулону не нормується. Перед пресуванням графітову фольгу розрізають на смуги завширшки 20–25 мм, при цьому загальна довжина відрізків смуг повинна відповідати заданій масі прокладки, виходячи з густини матеріалу прокладки 1,80 г/см³.

Смуги графітової фольги відповідної довжини намотують на шток прес-форми вручну з додержанням щільності намотування. В подальшому для прес-форм, розміри яких відповідають вимогам Технічного завдання, буде передбачено певний механічний спосіб намотування.

Для пресування прокладок використано гідравлічний прес з робочим столом необхідних розмірів та індикатором сили пресування. Питоме зусилля пресування становить 150 МПа. Після завершення процесу пресування готова прокладка витримується в прес-формі в стисненому стані ще протягом 5–10 с для запобігання занадто високому ступеню «віддачі» після зняття тиску. Готову прокладку обробляють дрібнозернистим абразивним матеріалом для видалення задирок.

З кожного виду вихідного матеріалу було виготовлено по 15 зразків прокладок, 5 з яких було використано при визначенні границі міц-

ності при стисканні, а 10 призначено для визначення характеристик прокладок відносно щільності.

Визначення границі міцності дослідних зразків прокладок з ТРГ при стисканні виконано згідно з ТУ 5728-006-12058737-2005 «Прокладки уплотнительные из терморасширенного графита (ПУГТ)». Суть методу полягає у прикладенні навантаження в осьовому напрямку до дослідного зразка, який розміщено між двома паралельними опорами, до моменту руйнування зразка. Випробування проводять при температурі 20 °С. Прокладку розміщують між двома опорами, навантаження виконують плавно (без ривків) до моменту руйнування зразка. Значення максимального навантаження (Q), яке було зафіксовано перед руйнуванням зразка, використовують в подальшому для визначення границі міцності при стисканні.

Границя міцності при стисканні ($\sigma_{ст.}$) в МПа визначається за формулою:

$$\sigma_{ст.} = Q/F_0$$

де Q — максимальне навантаження, яке зафіксовано перед руйнуванням зразка, Н; F_0 — площа робочої поверхні зразка, мм².

За значення границі міцності при стисканні обирають середнє арифметичне результатів випробувань 5 зразків.

Результати випробувань наведено в табл. 2.

Границя міцності при стисканні зразка прокладки виробництва «Гідропрес» складає 9,5 МПа, що забезпечує належну щільність роз'ємних з'єднань технологічного обладнання АЕС.

Зазначені вище дослідження та технологічні розробки було проведено на дослідній базі

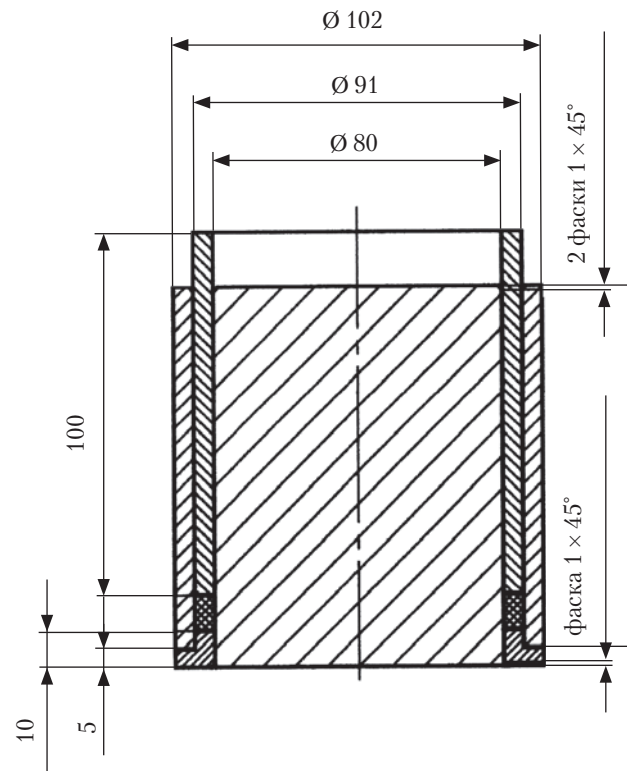


Рис. 2. Дослідна прес-форма типорозміру «2»

Інституту газу НАН України з використанням наявного технологічного оснащення, а випробування при тиску 350 кг/см² — на дослідному стенді відокремленого підрозділу (ВП) «КБ АТОМПРИЛАД» Державного підприємства Національна атомна енергетична компанія «ЕНЕРГОАТОМ». На ДП «Броварський завод порошкової металургії» було спроектовано та виготовлено прес-форму для створення прокладки з ТРГ до парогенератора ПГВ-1000М.

Значення границі міцності при стисканні дослідних зразків прокладок з ТРГ

Таблиця 2

№	Показник	Тип графітової фольги				
		ФГ-Г	ТМГ-Ф/В2	ГФ-1	ГФ-2	ГФ-3
1	Границя міцності при стисканні ($\sigma_{ст.}$), прокладки типорозміру 1, МПа	6,47	6,20	5,46	6,76	6,45
2	Границя міцності при стисканні ($\sigma_{ст.}$), прокладки типорозміру 2, МПа	6,09	6,11	5,77	6,55	6,77

Виготовлений на цьому ж підприємстві дослідний зразок прокладки повністю пасував до ущільнюючого вузла парогенератора. Це вказує на те, що при проектуванні було закладено правильне значення ступеню розширення прокладки після її вилучення з прес-форми. На сьогодні на ВП «АТОМЕНЕРГОМАШ», де наявні необхідні виробничі потужності та обладнання, ведуться роботи зі створення повного циклу виробництва прокладок з ТРГ. У тестовому режимі роботи виробничої ділянки було виготовлено кілька зразків ущільнюючих прокладок робочих типорозмірів.

За результатами досліджень було розроблено технологію виготовлення ущільнюючих елементів з терморозширеного графіту шляхом пресування напівпродукту – графітової фольги. Було досліджено фізико-хімічні характеристики похідної графітової фольги та їх вплив на властивості готових виробів.

При випробуванні дослідних зразків пресованих прокладок з ТРГ було визначено, що їх механічна міцність на 30–35 % нижча, ніж міцність раніше використовуваних прокладок з ТРГ фірми «ГИДРОПРЕСС» (Росія). При цьому було встановлено [12], що попередня об-

робка похідної графітової фольги шляхом збільшення ступеню шорсткості її поверхні дозволяє на 20–30 % підвищити ступінь механічної міцності прокладок.

При виготовленні дослідного зразка прокладки робочого типорозміру до парогенератора ПГВ-213 було встановлено, що ступінь розширення прокладки після її вилучення із прес-форми відповідає результатам попередніх досліджень.

На сьогодні в Інституті газу НАН України продовжуються науково-дослідні роботи з підвищення механічної міцності прокладок шляхом попередньої обробки графітової фольги, зокрема підвищенням ступеню шорсткості її поверхні. За результатами виконаних робіт отримано патент України на винахід [12] та подано 2 заявки на видачу патенту України.

Результати досліджень використовують для створення виробничої дільниці з виготовлення прокладок з ТРГ на одному з підприємств НАЕК «Енергоатом» – ВП «Атоменергомаш». Повне освоєння всього циклу виробництва ущільнень з ТРГ дозволить ліквідувати імпортозалежність країни в зазначеній галузі та підвищити безпеку експлуатації вітчизняних АЕС.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Конюшков А.Г. *Экспериментальное обоснование узлов уплотнений реакторных установок с ВВЭР*: автореф. дис. канд. техн. наук. Подольск, 2007. 32 с.
2. Рыжов С.Б. *Разработка, расчетно-экспериментальное обоснование и опытно-промышленная эксплуатация узлов уплотнения реактора ВВЭР-1000*: автореф. дис. канд. техн. наук. Санкт-Петербург, 2007. 27 с.
3. Русьянов В.Г., Денисов В.П., Драгунов Ю.Г., Селезнев А.В., Рыжов С.Б., Геронтьев А.Е., Конюшков А.Г. *Уплотнительные устройства разъемных соединений оборудования реакторных установок ВВЭР*. Москва, 2004. 134 с.
4. Селезнев А.В., Геронтьев А.Е., Конюшков А.Г., Рыжов С.Б. *Разработка и внедрение узлов уплотнений с прокладками из расширенного графита в оборудовании реакторных установок ВВЭР. Годовой отчет ФГУП ОКБ «Гидропресс» за 2001 г. Основные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы*. Подольск, 2002. С. 153–155.
5. Геронтьев А.Е., Страхов А.А., Конюшков А.Г., Алексеев Д.Е. Модернизация уплотнительных устройств парогенераторов ПГВ-440 и ПГВ-1000М с применением прокладок из расширенного графита. *Вопросы атомной науки и техники*. 2005. Вып. 9. С. 95–101.
6. Геронтьев А.Е., Страхов А.А., Конюшков А.Г., Алексеев Д.Е. Модернизация уплотнительных устройств парогенераторов АЭС с ВВЭР-440, ВВЭР-1000. *Атомная энергия*. 2005. Вып. 6. С. 476–481.
7. Рыжов С.Б., Конюшков А.Г., Титов О.В. *Разработка, расчетно-экспериментальное обоснование и опытно-промышленная эксплуатация узлов уплотнений реакторов типа ВВЭР-1000. Вопросы атомной науки и техники*. 2005. Вып. 9. С. 103–115.
8. Конюшков А.Г., Русьянов В.Г., Геронтьев А.Е. *Общие вопросы уплотнений разъемных соединений РУ с ВВЭР. Сборник трудов ФГУП ОКБ «Гидропресс»*. 2004. Вып. 5, часть 2. С. 287–293.

9. Селезнев А.В., Геронт'єв А.Е., Конюшков А.Г. Разработка и внедрение узлов уплотнений с прокладками из расширенного графита в оборудовании реакторных установок ВВЕР. *Сборник трудов ФГУП ОКБ «Гидропресс»*. 2001. Вып. 2, часть 3. С. 435–439.

10. А.с. 1266103 СССР. МКИ4 С 01 В 34 / 04 Способ получения расширенного графита / Б.Е. Патон, А.П. Кожан, В.К. Пикалов, К.Е. Махорин. № 8513455/43; заявл. 12.05.85; опубл. 22.06.86, бюл. № 14.

11. Махорин К.Е., Кожан А.П. Вспучивание графита в плотном и взвешенном слоях. *Химическая технология*. 1987. №2. С. 14–19.

12. *Патент України № 115288*. Бондаренко Б.І., Кожан А.П., Дмитрієв В.М., Кульчицький Г.М., Рябчук В.С., Писаренко І.О., Чернюк Л.М. Спосіб виготовлення ущільнюючих елементів з терморозширеного графіту.

Стаття надійшла до редакції 02.03.18

REFERENCES

1. Konjushkov, A. G. (2007). *Experimental study sites seals reactor plants with VVER*. PhD (Tech.). Podolsk [in Russian].

2. Ryzhov, S. B. (2007). *Development, calculation and experimental justification and pilot-industrial operation of VVER-1000 reactor compaction units*. PhD (Tech.). St. Petersburg [in Russian].

3. Rus'janov, V. G., Denisov, V. P., Dragunov, Ju. G., Seleznev, A. V., Ryzhov, S. B., Geront'ev, A. E., Konjushkov, A. G. (2004). *Sealing device plug connections of equipment of reactor plants VVER*. Moskva [in Russian].

4. Seleznev, A. V., Geront'ev, A. E., Konjushkov, A. G., Ryzhov, S. B. (2002). Development and introduction of seal assemblies with expanded graphite gaskets in the equipment of reactor units WWER. *Annual report of FSUE OKB "Gidropress" for 2001. Main research and development work*. Podolsk [in Russian].

5. Geront'ev, A. E., Strahov, A. A., Konjushkov, A. G., Alekseev, D. E. (2005). Modernizacija uplotnitel'nyh ustrojstv parogeneratorov PGV-440 i PGV-1000M s primeneniem prokladok iz rasshirenogo grafita. *Voprosy atomnoj nauki i tehniki*, 9, 95–101 [in Russian].

6. Geront'ev, A. E., Strahov, A. A., Konjushkov, A. G., Alekseev, D. E. (2005). Modernizacija uplotnitel'nyh ustrojstv parogeneratorov AJeS s VVJeR-440, VVJeR-1000. *Atomnaja jenergija*, 6, 476–481 [in Russian].

7. Ryzhov, S. B., Konjushkov, A. G., Titov, O. V. (2005). Razrabotka, raschjotno-jeksperimental'noe obosnovanie i opytno-promyshlennaja jekspluatacija uzlov uplotnenij reaktorov tipa VVJeR-1000. *Voprosy atomnoj nauki i tehniki*, 9, 103–115 [in Russian].

8. Konjushkov, A. G., Rus'janov, V. G., Geront'ev, A. E. (2004). Obshhie voprosy uplotnenij raz'emnyh soedinenij RU s VVJeR. *Sbornik trudov FGUP OKB «Gidropress»*, 5, Part 2, 287–293 [in Russian].

9. Seleznev, A. V., Geront'ev, A. E., Konjushkov, A. G. (2001). Razrabotka i vnedrenie uzlov uplotnenij s prokladkami iz rasshirenogo grafita v oborudovanii reaktornyh ustanovok VVER. *Sbornik trudov FGUP OKB «Gidropress»*, 2, Part 3, 435–439 [in Russian].

10. А. с. 1266103 SSSR. МКИ4 С 01 В 34 / 04. Sposob poluchenija rasshirenogo grafita. B. E. Paton, A. P. Kozhan, V. K. Pikalov, K. E. Mahorin. No. 8513455/43; zajavl. 12.05.85; opubl. 22.06.86, bjul. No. 14 [in Russian].

11. Mahorin, K. E., Kozhan, A. P. (1987). Vspuchivanie grafita v plotnom i vzveshennom slojah. *Himicheskaja tehnologija*, 2, 14–19 [in Russian].

12. *Patent of Ukraine N 115288*. Bondarenko B. I., Kozhan A. P., Dmitriev V. M., Kul'chic'kij G. M., Rjabchuk V. S., Pisarenko I. O., Chernjuk L. M. Method of manufacturing of sealing elements from thermo-expanded graphite [in Ukrainian].

Received 02.03.18

*Bondarenko B.I., Kozhan O.P., Dmitriev V.M.,
Rjabchuk V.S., Strativnov E.V., and Simeiko K.V.*

The Gas Institute of the NAS of Ukraine,
39, Degtyarivska St., 03113, Kyiv, Ukraine,
+380 044 456 4471, +380 044 456 88 30, k_simeyko@ukr.net

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND TRIAL PRODUCTION OF EXTREMELY HIGH RESISTANT NANOPOROUS GRAPHITE SEALERS FOR NUCLEAR REACTORS

Introduction. As a result of termination of cooperation with Russian Federation, it became necessary to diversify supplying not only nuclear fuel, but also goods and materials for assembly, operation, technical maintenance, and repair of power engineering equipment.

Problem Statement. Critically important products include, in particular, gaskets for sealing the plug-type connections of reactor units with water-cooling equipment, for example, ПГВ-1000М steam generators. For the time being, the existing reserves of TEG (thermally expanded graphite) gaskets imported from Russia for upgraded steam generators ПГВ-1000М and ПГВ-213 have been almost exhausted, therefore there is an urgent need for the domestic production of these and other TEG sealers.

Purpose. Development of technological framework for manufacturing TEG sealers for the NPP technological equipment.

Materials and Methods. Graphite foil of different manufacturers obtained from original natural graphite, conventional methods for measuring the physico-technical characteristics of sealing gaskets.

Results. Within the framework of the conducted R&D works, the physical, technical, and physicochemical properties of graphite foils made of natural graphite derivatives by various manufacturers have been established; molds of two standard sizes have been designed and manufactured; the technology for molding the sealers from graphite foil has been tested; specific compression force to obtain the sealers of given density has been determined; specific compression strength of the obtained gaskets has been established.

Conclusion. The obtained results can be used for developing a new pilot manufacture of TEG sealing gaskets by domestic corporations.

Keywords: thermally expanded graphite (TEG), nuclear power plants, process equipment, and sealers.

*Б.І. Бондаренко, А.П. Кожан, В.М. Дмитрієв,
В.С. Рябчук, Є.В. Стратівнов, К.В. Сімейко*

*Институт газа Национальной академии наук Украины,
ул. Дегтяревская, 39, Киев, 03113, Украина,
+380 044 456 4471, +380 044 456 88 30 k_simeyko@ukr.net*

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И СОЗДАНИЕ ОПЫТНОГО ПРОИЗВОДСТВА НАНОСЛОИСТЫХ ГРАФИТОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ ЭКСТЕРМАЛЬНО ВЫСОКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДЛЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Введение. В связи с фактическим прекращением сотрудничества с Российской Федерацией, в последнее время возникла необходимость диверсификации поставок не только ядерного топлива, но и изделий и материалов, необходимых для монтажа, эксплуатации, технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования.

Проблематика. К критически важным изделиям относятся, в частности, уплотнительные прокладки для герметизации разъемных соединений оборудования реакторных установок с водо-водным энергетическим реактором, например, парогенераторов ПГВ-1000М. В настоящее время практически исчерпаны имеющиеся резервы импортируемых из России прокладок с терморасширенного графита (ТРГ) для модернизированных парогенераторов ПГВ-1000М и ПГВ-213 и имеет место острая необходимость налаживания отечественного производства этих и других уплотнительных элементов с ТРГ.

Цель. Разработка технологических основ изготовления уплотнительных элементов с ТРГ для оборудования АЭС.

Материалы и методы. Графитовая фольга различных производителей, полученная из исходного природного графита. Стандартные методы определения физико-технических характеристик уплотнительных прокладок.

Результаты. В рамках проведенных исследований и технологических разработок были определены физико-технические и физико-химические свойства графитовой фольги разных производителей, полученной из исходного природного графита. Разработаны и изготовлены пресс-формы двух типоразмеров, испытана технология прессования уплотнительных элементов из графитовой фольги, определено удельное усилие прессования для получения уплотнительных элементов заданной плотности. Установлены показатели по удельной прочности полученных прокладок при сжатии.

Выводы. Полученные результаты исследований могут быть использованы для создания опытного производства уплотнительных прокладок из ТРГ на отечественных предприятиях соответствующего профиля.

Ключевые слова: терморасширенный графит, атомные электростанции, технологическое оборудование, уплотнительные элементы.