

ПОЛИМЕРЛІК МАТЕРИАЛДАРДЫҢ ТРИБОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІН ЭЛЕКТРОНДЫ-СӘУЛЕЛІК ӨНДЕУ АРҚЫЛЫ АРТТЫРУ

Жоба ҚР БҒМ гранттық қаржыландыруы аясында жүзеге асырылды, АР05134982 гранты. 2018–2020 жылдарға арналған қаржыландыру көлемі – 21 млн 140 мың теңге.

Басым бағыт: табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану, оның ішінде су ресурстары, геология, қайта өңдеу, жаңа материалдар мен технологиялар, қауіпсіз бұйымдар мен конструкциялар.

Зерттеудің өзектілігі: Полимерлік материалдарды қолдану салаларының кеңеюі олардың негізінде берілген қасиеттер кешеніне ие жаңа конструкциялық материалдарды әзірлеуді талап етті. Мұндай материалдар жоғары өнімді әдістермен бұйымдарға өңделуі тиіс. Бұл мәселені шешудің күрделілігі полимерлердің бірқатар кемшіліктерімен байланысты, атап айтқанда төмен жылу төзімділігі, соққыға төзімділігі және тозуға төзімділігі. Полимерлерді өңдеудің перспективалы әдістерінің бірі электронды-сәулелік өңдеу болып табылады. Сәулелендіру химиялық реагенттерді қолданбай-ақ полимер құрылымын бағытталған түрде өзгертуге мүмкіндік береді. Ұсынылып отырған жоба үлкен практикалық маңызға ие, себебі зерттеу нәтижесінде полимерлік материалдардың беттік қабатының тозуға төзімділігін арттыратын вакуумсыз электронды-сәулелік өңдеу режимдері әзірленеді. Аталған жоба Вроцлав ғылым және технологиялар университетінің (Вроцлав қ., Польша) ғалымдарымен бірлесіп жүзеге асырылды.

Мақсаты: Вакуумсыз электронды-сәулелік өңдеу кезінде полимерлік материалдардың құрылымдық түрлену заңдылықтарын және тозуға төзімді модификацияланған беттік қабаттардың қалыптасуын зерттеу.



Жобаның нәтижелері: Полиамид (РА6), ультражоғары молекулалық салмақты полиэтилен (PE-UHMW) және полиэтеримид (PEI) негізіндегі полимерлік материалдардың тозуға төзімділігін арттыру үшін өнеркәсіптік импульстік электрон үдеткіші ИЛУ-10 (Курчатов қ., «Ядролық технологиялар паркі» АҚ) қондырғысында вакуумсыз электронды-сәулелік өңдеу режимдері әзірленді.

РА6 полиамиді үшін тозуға төзімді модификацияланған қабаттарды қалыптастыру мақсатында электронды-сәулелік өңдеуді сәулелену дозасы 250 кГр – 3 МГр (сәуле энергиясы 2,5–2,7 МэВ) аралығында жүргізу ұсынылады. 4,5 МГр және одан жоғары дозаларда РА6 радиациялық қартаю процесі басталатыны анықталды.

РА6 үшін қаттылықты 1,2–2,5 есе арттыруды қамтамасыз ететін ұсынылатын сәулелену дозасы 100–250 кГр (сәуле энергиясы 1,1–1,3 МэВ, сәуле тогы 20 мА) болып табылады. Қаттылық ГОСТ 4670-91 стандартына сәйкес ТК-2М аспабында өлшенді.

PEI үшін жоғары тозуға төзімділікті қамтамасыз ететін ұсынылатын сәулелену дозасы 3 МГр (сәуле энергиясы 3,0–3,5 МэВ, сәуле тогы 6,84 мА). PEI материалдарының тозу қарқындылығы электронды-сәулелік өңдеуге дейін $44,4 \times 10^{-6}$ мм³/Н·м болса, 3 МГр дозада өңдеуден кейін $0,25 \times 10^{-6}$ мм³/Н·м-ге дейін төмендейтіні анықталды.

Қолдану салалары: Машина жасау, автомобиль жасау және химия өнеркәсібі.

ПОВЫШЕНИЕ ТРИБОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ОБРАБОТКОЙ

При поддержке грантового финансирования МОН РК, грант AP05134982. Объем финансирования на 2018-2020 гг. – 21 млн. 140 тыс. тенге.

Приоритетное направление: Рациональное использование природных, в том числе водных ресурсов, геология, переработка, новые материалы и технологии, безопасные изделия и конструкции

Актуальность исследований: Расширение областей применения полимерных материалов потребовало создания на его основе новых конструкционных материалов с заданным комплексом свойств, способных к переработке в изделия высокопроизводительными методами. Сложность в решении этой задачи обусловлена рядом недостатков: низкая жаропрочность, ударопрочность и износостойкость. Один из перспективных методов обработки полимеров является электронно-лучевой обработка. Облучение позволяет направленно изменять структуру полимера без применения химических реагентов. Предлагаемый проект имеет большое практическое значение, так как в результате проводимых исследований будут разработаны режимы вневакуумной электронно-лучевой обработки полимерных материалов, обеспечивающие высокую износостойкость поверхностного слоя. Данный проект реализуется совместно с учеными Вроцлавского университета науки и технологий (г. Вроцлав, Польша).

Цель: Изучить закономерности структурных превращений и формирования износостойких модифицированных поверхностных слоев полимерных материалов при вневакуумной электронно-лучевой обработке.



Результаты проекта:

- разработаны режимы вневакуумной электронно-лучевой обработки (ЭЛО) на промышленном импульсном ускорителе электронов ИЛУ-10 (г. Курчатов, АО Парк ядерных технологий) для повышения износостойкости полимерных материалов полиамида (РА6), полиэтилена (РЕ-УНМВ) и полиэтиленimina (РЕI):
- для формирования износостойких модифицированных слоев полиамида РА6 ЭЛО рационально проводить при диапазоне дозы облучения 250 кГр - 3МГр (энергия пучка 2,5-2,7 МэВ). При дозе $\geq 4,5$ МГр начинается процесс радиационное старение РА6;
- рекомендуемый диапазон дозы облучения ЭЛО для РА6 обеспечивающая увеличение твердости в 1,2-2,5 раза 100-250 кГр (энергия пучка 1,1-1,3 МэВ, ток пучка 20 мА). Твердость измерялась в соответствии с ГОСТ 4670-91 на приборе ТК-2М;
- рекомендуемая доза облучения РЕI для обеспечения высокого уровня износостойкости 3 МГр (энергия пучка 3,0-3,5 МэВ, ток пучка 6,84 мА). Интенсивность изнашивания РЕI от $44,4 \times 10^{-6} \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$ (до ЭЛО) снижается до $0,25 \times 10^{-6} \text{ мм}^3/\text{Н} \cdot \text{м}$ (после ЭЛО при 3 МГр).

Отрасли применения разработки: Машиностроение, автомобилестроение и химическая промышленность.

IMPROVEMENT OF TRIBOLOGICAL PROPERTIES OF POLYMERIC MATERIALS BY ELECTRON BEAM TREATMENT

The project was carried out with the support of grant funding from the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, Grant AP05134982.

Total funding for 2018–2020 amounted to 21.14 million KZT.

Priority area: rational use of natural resources, including water resources, geology, processing, new materials and technologies, safe products and structures.

Relevance of the research: The expansion of application areas of polymeric materials has required the development of new structural materials based on polymers with a specified set of properties that can be processed into products using high-performance methods. The complexity of this task is associated with a number of disadvantages of polymers, such as low heat resistance, impact strength, and wear resistance. One of the promising methods for polymer processing is electron beam treatment. Irradiation makes it possible to purposefully modify the polymer structure without the use of chemical reagents. The proposed project has high practical significance, since the research results enable the development of non-vacuum electron beam treatment regimes that provide high wear resistance of the surface layer of polymeric materials. The project was implemented in cooperation with scientists from Wroclaw University of Science and Technology (Wroclaw, Poland).

Objective: To study the regularities of structural transformations and the formation of wear-resistant modified surface layers of polymeric materials during non-vacuum electron beam treatment.



Project results: Non-vacuum electron beam treatment regimes were developed using the industrial pulsed electron accelerator ILU-10 (Kurchatov, Nuclear Technology Park JSC) to improve the wear resistance of polyamide (PA6), ultra-high molecular weight polyethylene (PE-UHMW), and polyetherimide (PEI). For the formation of wear-resistant modified layers of PA6 polyamide, electron beam treatment is recommended in the irradiation dose range of 250 kGy to 3 MGy (beam energy 2.5–2.7 MeV). At doses of 4.5 MGy and higher, radiation aging of PA6 begins. The recommended irradiation dose range for PA6 that provides an increase in hardness by 1.2–2.5 times is 100–250 kGy (beam energy 1.1–1.3 MeV, beam current 20 mA). Hardness was measured according to GOST 4670-91 using a TK-2M tester. For PEI, the recommended irradiation dose to ensure high wear resistance is 3 MGy (beam energy 3.0–3.5 MeV, beam current 6.84 mA). The wear rate of PEI decreases from $44.4 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ before electron beam treatment to $0.25 \times 10^{-6} \text{ mm}^3/\text{N} \cdot \text{m}$ after treatment at a dose of 3 MGy.

Fields of application: Mechanical engineering, automotive industry, and chemical industry.