



ZrO₂–BN–CNT ТЎЛДИРУВЧИЛАРИ БИЛАН МОДИФИКАЦИЯЛАНГАН УЛЬТРА ЮҚОРИ МОЛЕКУЛЯР ПОЛИЭТИЛЕН НАНОКОМПОЗИТИ ТАРКИБИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ

Мадаминов Нодирбек Зафарбек ўғли

Андижон давлат техника институти, Андижон

Аннотация. Тезисда ZrO₂, BN ва CNT тўлдирувчилари концентрацияларининг ультра юқори молекуляр полиэтилен (UHMWPE) наноккомпозити триботехник хоссаларига биргаликдаги таъсири Бокс–Бенкен режаси ва мақсадга мувофиқлик функцияси ёрдамида баҳоланди. ZrO₂ – 1, BN – 4, CNT – 3 масса% таркиби оптимал деб асосланди (D = 0,87): бунда ишқаланиш коэффиценти 0,24 дан 0,08 гача камаяди, 1,0 масса% ZrO₂ миқдорида эса абразив емирилишга чидамлилиқ соф матрицага нисбатан 2,3–2,8 марта ошади.

Уруғчилик, пахта тозалаш ва дон қайта ишлаш корхоналари ускуналарининг ишқаланиш узеллари кучли абразив таъсир остида ишлайди: чигит қобиғи, минерал аралашмалар ва майда қаттиқ заррачалар металл деталларнинг тезкор емирилишига, ускуна тўхташлари ва таъмирлаш харажатларининг ортишига олиб келади. Ультра юқори молекуляр полиэтилен (UHMWPE) кичик ишқаланиш коэффиценти (0,08–0,12), юқори зарбий қовушқоқлиги ва абразив емирилишга чидамлилиги билан ажралиб турувчи триботехник полимер ҳисобланади, аммо соф ҳолда унинг иссиқлик барқарорлиги ва юк кўтариш қобиляти чекланган [1].



Ушбу камчиликлар матрицага дисперс тўлдирувчилар киритиш йўли билан бартараф этилади. Адабиётлар таҳлили шуни кўрсатадики, тадқиқотларнинг аксарияти битта тўлдирувчи таъсирини алоҳида ўрганиш билан чекланган; уч хил табиатли тўлдирувчининг - қаттиқ ZrO_2 оксиди, қатламли BN ва углеродли нанонайчаларнинг (CNT) - биргаликдаги таъсири ва уларнинг оптимал нисбати тизимли равишда аниқланмаган [2]. Мазкур ишнинг мақсади - уч компонентли тўлдирувчи тизими концентрацияларининг UHMWPE нанокомпозити триботехник хоссаларига таъсири қонуниятларини эксперимент режалаштириш усуллари ёрдамида баҳолаш ва абразив шароитда ишловчи деталлар учун оптимал таркибни асослашдан иборат.

Тадқиқот объекти сифатида «ТНХК» маркали UHMWPE матрицаси ва нанодисперс ZrO_2 , BN, CNT тўлдирувчилари олинди. Композиция куруқ аралаштириш усулида тайёрланиб, намуналар $210\text{ }^{\circ}\text{C}$ ҳароратда иссиқ преслаш йўли билан шакллантирилди. Тўлдирувчи концентрацияларининг биргаликдаги таъсирини баҳолаш учун уч факторли Бокс–Бенкен режаси қўлланилди [3]; факторларнинг варьирлаш чегаралари: ZrO_2 - 0,5–2,0 масса%, BN ва CNT – 3–4 масса%. Абразив емирилишга чидамлилиқ ГОСТ 23.208-79 бўйича баҳоланди [5]. Натижалар дисперсион таҳлил қилиниб, кўп мезонли оптималлаштириш мақсадга мувофиқлик функцияси бўйича амалга оширилди [4].

Олинган регрессион моделлар статистик аҳамиятли бўлиб чиқди ва тўлдирувчилар таъсирининг ночизикли характерини кўрсатди. ZrO_2 концентрациясининг ортиши билан абразив емирилишга чидамлилиқ экстремумга эга эгри чизик бўйича ўзгаради: 1,0 масса% микдорида чидамлилиқ соф матрицага нисбатан 2,3–2,8 мартага ошади, кейинги ортиш эса самарани пасайтиради. Уч компонентли тизимнинг биргаликдаги таъсирида ишқаланиш коэффициентини 0,24 дан 0,08 гача,



яъни уч бараварга камаяди. Мустаҳкамлик ва қаттиқлик кўрсаткичларининг ўзгариши 13,6% билан тавсифланади. Мақсадга мувофиқлик функцияси бўйича ZrO_2 - 1 масса%, BN - 4 масса%, CNT - 3 масса% таркиби оптимал деб аниқланди; ушбу нуқтада умумлашган кўрсаткич $D = 0,87$ ни ташкил этди.

Аниқланган қонуниятлар компонентларнинг функционал вазибалари билан изоҳланади. Қаттиқ ZrO_2 заррачалари юза қатламида тўпланиб, абразив заррачаларнинг матрицага кириб боришига тўсқинлик қилади; ортиқча микдорда эса ўзи қўшимча абразив манбаига айланади. Қатламли BN контакт зонасида мойловчи парда ҳосил бўлишини таъминлайди. CNT эса юкни юқори модулли фазага узатиш ва контакт зонасидан иссиқликни олиб чиқиш ҳисобига шаклий барқарорликни оширади [2]. Демак, уч тўлдирувчининг таъсири бир-бирини такрорламайди, балки тўлдиради.

Хулоса. ZrO_2 , BN ва CNT концентрацияларининг UHMWPE триботехник хоссаларига биргаликдаги таъсири қонунияти аниқланиб, ZrO_2 - 1, BN - 4, CNT - 3 масса% таркиби оптимал деб асосланди ($D = 0,87$): ишқаланиш коэффиценти 0,24 дан 0,08 гача камаяди.

Фойдаланилган адабиётлар рўйхати

1. Abdul Samad M. Recent advances in UHMWPE/UHMWPE nanocomposite/UHMWPE hybrid nanocomposite polymer coatings for tribological applications: a comprehensive review // Polymers. – 2021. – Vol. 13, № 4. – Art. 608.
2. Ren P.-G., Hou S.-Y., Ren F., Zhang Z.-P., Sun Z.-F., Xu L. The influence of compression molding techniques on thermal conductivity of UHMWPE/BN



and UHMWPE/(BN+MWCNT) hybrid composites with segregated structure // Composites Part A. – 2016. – Vol. 90. – P. 13–21.

3. Montgomery D. C. Design and analysis of experiments. – Hoboken: Wiley, 2017. – 749 p.

4. Supreetha Gowda H. D. [et al.] Optimizing abrasive wear in sustainable MCC reinforced hemp bamboo epoxy composites for tribological applications // Scientific Reports. – 2026. – Vol. 16. – Art. 12990.

5. ГОСТ 23.208-79. Обеспечение износостойкости изделий. Метод испытания материалов на износостойкость при трении о нежёстко закреплённые абразивные частицы. – М.: Изд-во стандартов, 1980. – 4 с.