СЫРЬЕВАЯ БАЗА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН И ВОЗМОЖНОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ИЗНОСОСТОЙКИХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Мадаминов Н.З.,

Андижанский государственный технический институт

Аннотация. Оценены возможности замены импортных компонентов износостойкого композита на основе высокомолекулярного полиэтилена PE1000 – полимерной матрицы, ZrO_2, h-BN и углеродных нанотрубок – отечественной продукцией и сырьём. Показано, что выпускаемый в республике полиэтилен высокой плотности не может заменить PE1000, наиболее подготовлен к локализации углеродный наполнитель из растительного сырья, а замена ZrO_2 минеральным сырьём (волластонит, кварциты, ангренский каолин) требует повторной оптимизации состава. Для h-BN отечественная альтернатива пока не определена. Предложен поэтапный путь локализации компонентов.

Детали узлов трения зерноперерабатывающего оборудования, изготавливаемые из высокомолекулярного полиэтилена класса PE1000 и композитов на его основе, в республике в основном импортируются. В связи с этим оценены возможности замены импортных компонентов такого композита – полимерной матрицы и неорганических наполнителей – продукцией и сырьём отечественного происхождения.

Полимерная матрица. В республике полиэтилен выпускают два газохимических предприятия. Устюртский комплекс ООО «Uz-Kor Gas Chemical» мощностью 387 тыс. т в год по полиэтилену высокой плотности выпускает восемь марок (от FL7000 до J2210), различающихся

назначением; их плотность лежит в пределах 0,948–0,968 г/см³, а показатель текучести расплава – от 0,027 до 8,0 г/10 мин [1]. На Шуртанском комплексе (ООО «Shurtan Gas Chemical Complex») с 2001 г. по технологии SCLAIRTECH производят около 125 тыс. т в год полиэтилена низкого давления и линейного полиэтилена низкой плотности, часть которого с 2006 г. перерабатывается на месте в трубы и фитинги [2]. Вся эта продукция рассчитана на переработку из расплава (литьё, экструзия), в то время как PE1000, имеющий молекулярную массу 3,5–7,5·10⁶ г/моль [3, с. 3], в расплаве практически не течёт и формуется только прессованием или плунжерной экструзией. Основные мощности по его производству сосредоточены за рубежом [4, с. 49–57]. Следовательно, на ближайшую перспективу матрица остаётся импортным компонентом, а местный полиэтилен высокой плотности может рассматриваться лишь как матрица для менее нагруженных узлов трения.

Наполнители. В разработанном составе на 92 масс. % PE1000 приходится 8 масс. % наполнителей: 1 % ZrO_2 (твёрдая фаза), 4 % гексагонального BN (слоистая твёрдая смазка) и 3 % углеродных нанотрубок. Возможности их замены отечественными материалами различны (таблица).

Таблица 1

Функциональные группы наполнителей и потенциальная отечественная сырьевая база

Функция наполнителя	**Применено**	**Возможная замена**	**Отечественная сырьевая база**

Твёрдая фаза, сопротивление абразиву	ZrO_2 (частично стабилизированный MgO)	волластонит $CaSiO_3$, кварц SiO_2, каолин, Al_2O_3	волластонитовые руды месторождения Койташ [5]; кварциты месторождений Койташ, Кокпатас, Джерданак и др. [6]; каолины Ангренского месторождения [7]
Слоистая твёрдая смазка	h-BN	графит, MoS_2, тальк	требует отдельного обследования
Армирующая углеродная фаза	многостенные УНТ	УНТ из растительного сырья, технический углерод	растительное сырьё и отходы его переработки (способ получения УНТ механоактивацией описан в [8; 9])

Наиболее подготовленным к локализации является углеродный наполнитель: показана возможность получения многостенных нанотрубок механохимической обработкой аморфного углерода растительного происхождения [8; 9], и именно такой продукт применён в настоящей работе. Пригодность для этой цели местных видов растительного сырья требует экспериментальной проверки. Твёрдую фазу в принципе можно заменить минеральным сырьём республики: для волластонитовых руд месторождения Койташ разрабатывается технология обогащения [5], на территории республики имеются месторождения кварцитов [6], а запасы каолиновых глин Ангренского месторождения оцениваются в 900 млн т [7]. Однако ни один из этих

материалов не обладает трансформационным упрочнением, присущим частично стабилизированному ZrO_2, поэтому его замена требует повторной оптимизации состава и проверки износостойкости. Для слоистой твёрдой смазки отечественная альтернатива h-BN пока не определена.

На основании изложенного предлагается поэтапный путь локализации: 1) сохранение импортной матрицы PE1000 с переходом на углеродный наполнитель из растительного сырья; 2) замена ZrO_2 минеральными наполнителями местного происхождения с экспериментальным подтверждением уровня свойств; 3) применение композитов на основе отечественного полиэтилена высокой плотности для менее нагруженных узлов трения; 4) оценка целесообразности собственного производства PE1000 по мере роста отраслевой потребности в износостойких деталях.

Литература

1. Uz-Kor Gas Chemical. Продукция [Электронный ресурс]. – URL: https://www.uz-kor.com (дата обращения: 08.10.2026).

2. Shurtan Gas Chemical Complex. Продукция [Электронный ресурс]. – URL: https://sgcc.uz/#/product1 (дата обращения: 08.10.2026).

3. Kurtz S.M. UHMWPE Biomaterials Handbook: Ultra-High Molecular Weight Polyethylene in Total Joint Replacement and Medical Devices. – 2nd ed. – Amsterdam: Elsevier / Academic Press, 2009. – 568 p.

4. Валуева М.И., Колобков А.С., Малаховский С.С. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен: рынок, свойства, направления применения (обзор) // Труды ВИАМ. – 2020. – № 3. – С. 49–57.

5. Садуллаев Б.С., Асилов Ш.Н., Нормуродов А.А. Разработка технологии обогащения волластонитовой руды месторождения Койташ //

Oriental Renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2021. – Vol. 1, Issue 8. – С. 56–63.

6. Эминов А.А., Кадырова З.Р., Абдуллаева Р.И. Исследование кварцитовых пород Узбекистана для получения динасовых огнеупоров // Новые огнеупоры. – 2016. – № 7. – С. 22–24.

7. Южнокорейскую Sebine Technology привлекут к извлечению алюминия из каолиновых руд [Электронный ресурс] // Anhor.uz. – 21.09.2023. – URL: https://anhor.uz/news/sebine-technology/ (дата обращения: 12.10.2026).

8. Онищенко Д.В. Механохимическая обработка аморфного углерода из сфагнума бурого с целью формирования углеродных нанотрубок // Электронная обработка материалов. – 2013. – Т. 49, № 6. – С. 1–5.

9. Онищенко Д.В., Рева В.П., Чаков В.В. [и др.]. Формирование многостенных нанотрубок в результате механической активации // Доклады Академии наук. – 2012. – Т. 447, № 4. – С. 418–420.