

Е.Г. Федарович, асп.; С.В. Ярмолик, ст. преп.;
А.Э. Левданский, зав. кафедрой, д-р техн. наук (БГТУ, г. Минск);
Х.С. Нурмухамедов, проф., д-р техн. наук (ТХТИ, г. Ташкент, Узбекистан)

КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОДУКТОВ СЕЛЕКТИВНОГО ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СТЕКЛОПЛАСТИКА

В настоящее время одним из перспективных направлений развития технологии и техники является замена классических конструкционных металлических сплавов на полимерные композиционные материалы (ПКМ) [1].

Согласно статистическим данным объем мирового рынка композиционных полимерных материалов в 2022 году составил порядка 10 млн. тонн, что в денежном эквиваленте около 93,5 млрд долларов. По разным оценкам, среднегодовой прирост составляет около 6,2 % [2]. При этом, до 90 % производимых ПКМ приходится на стеклопластики.

В Республике Беларусь, изделия из стеклопластика производятся на ряде предприятий, объединенных в инновационно-промышленный композитный кластер состоящий из порядка 11 организаций. Крупнейшим предприятием из которых является ОАО «Полоцк-стекловолокно», мощность которого по производству стекловолокна и изделий на его основе составляет порядка 57 тыс. тонн в год.

Объемное производство стеклопластика непременно приводит к образованию отходов, что формирует актуальную материаловедческую проблему их утилизации.

Основным решением проблемы утилизации стеклопластиковых отходов является их вторичная переработка. Рассмотрев возможные и наиболее распространенные методы переработки отходов ПКМ, перспективным с экономической и экологической точки зрения является механический метод. Данный метод имеет ряд преимуществ: сравнительная простота технологического оформления, применимость для практически любых полимерных композиционных материалов, одновременная переработка армирующих волокон и полимерного связующего, отсутствие вредных выбросов и испарений.

Ранее, проведенные нами экспериментальные исследования механической переработки стеклопластиковых отходов показали, что одной из серьезных проблем получения качественного вторичного волокнистого материала является его классификация [3, 4]. Использование механической классификации продуктов селективного измельчения отходов стеклопластика на ситах не позволяет получить волокни-

стый материал надлежащего качества, что связано с особенностями самого материала.

Форма и характер вторичного материала не подходит для классификации просеиванием на сите, так как волокна слипаются и образуют «пушистые комки» на поверхности сит [5, 6]. Эти комки, содержащие как волокна, так и частицы полимерной матрицы, в противном случае были бы классифицированы по последующим ситам с меньшим диаметром отверстий. По мере того, как они накапливаются на поверхности сит, они предотвращают прохождение дальнейших волокон и частиц через поверхность сита.

В результате в вторичном волокнистом материале, присутствуют как мелкие, так и длинные волокна. Мелкие волокна, длина которых меньше так называемой эффективной длины, не в полной мере реализуют свои прочностные свойства в композиционном материале [7]. Помимо этого, в вторичном материале, содержатся частицы смолы, в результате, общее количество стекловолокна в массе снижается, что оказывает негативное воздействие на механические характеристики ПКМ. Для решения вышеперечисленных проблем нами предложено использовать трехстадийную классификацию продуктов селективного измельчения стеклопластиков, состоящую из двух стадий пневмоклассификации в роторно-гравитационном классификаторе, и стадии механической классификации на сите (рисунок 1).

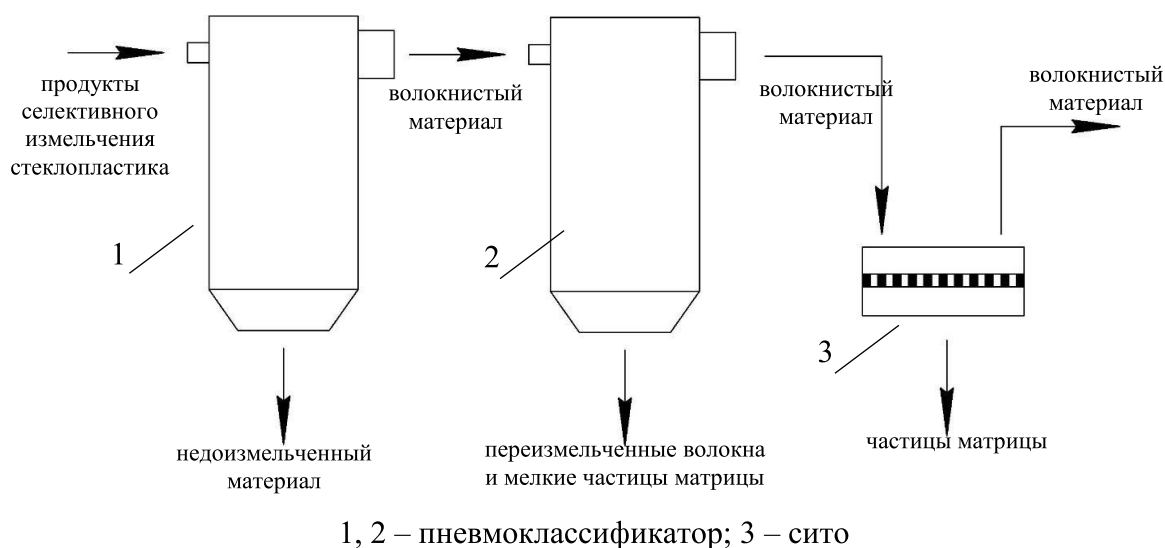


Рисунок 1 – Технологическая схема классификации продуктов селективного измельчения стеклопластика

Сущность классификации продуктов селективного измельчения стеклопластиков заключается в следующем.

Стадия 1. Продукты измельчения, состоящие из недоизмельченного стеклопластика, волокнистого материала и частиц измельченной

матрицы подвергаются пневмоклассификации в роторно-гравитационном классификаторе (поз. 1 рис. 1) с установленным расходом воздуха таким образом, чтобы волокнистый материал подхватывался потоком воздуха и направлялся в патрубок выхода мелкой фракции. Неизмельченный материал, в виде пластинок недоизмельченного стеклопластика и скрепленных между собой матрицей пучков волокон, преодолевая силу воздушного сопротивления направлялся в патрубок выхода крупной фракции.

Стадия 2. Полученный волокнистый материал, отделенный от недоизмельченного материала, повторно направляется в пневмоклас-сификатор (поз. 2 рис. 1). В данном случае, скорость потока воздуха снижается до меньших значений, позволяющих отделить от крупных волокон (длинной более 5 мм) переизмельченные волокна и мелкие частицы полимерной матрицы.

Стадия 3. Механическая классификация волокнистого материала на сите (поз. 3 рис. 1) позволяет выделить оставшиеся более крупные частицы полимерной матрицы, скорость витания которых совпадает с скоростью витания длинных волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Токменинов, К.А. Перспективы освоения полимерных композиционных материалов в Республике Беларусь // Вестник Белорусско-Российского университета. 2018. № 2. С. 65–72.

2. Камысов М. Композиты. Из чего строят будущее // Новый оборонный заказ. Стратегии. 2023. № 3. С. 33–35.

3. Федарович Е.Г. Механическая переработка отходов стеклопластика / Е.Г. Федарович, А.Э. Левданский // международная науч.-технич. конф. «Актуальные проблемы и перспективы технологических процессов и аппаратов в промышленных отраслях», Ташкент, 27–28 сентября 2024 г./ Ташкентский химико-технологический ин-т. – Ташкент, 2024. – С. 70–76.

4. Федарович Е.Г. Селективное измельчение стеклонаполненных пластиков. Е.Г. Федарович, А.Э. Левданский // 56-я междунар. науч.-техн. конф. препод. и студ.: материалы докладов, Витебск, 19-20 апреля 2023 г.: в 2-х т. / Витебский гос. технол. ун-т; редкол.: Ванкевич Е.В. [и др.]. – Витебск: ВГТУ, 2023. – Т.1 – С. 499–502.

5. Jutte, R.B. and W.D. Graham, Recycling SMC scrap as a reinforcement, in *Plastics Engineering*. 1991. p. 13–16

6. Jutte, R.B. and W.D. Graham, Recycling SMC, in *46th Annual Conference, Composites Insitiute*. 1991, The Society of the Plastics Industry.

7. Ставров В.П. Механика композиционных материалов: учебное пособие. – Минск: БГТУ, 2008. – С. 165.