

## ENGINEERING AND TECHNOLOGY

---

Sokolov M.V., Odnolko V.G.

### ENERGY SAVING TECHNOLOGY AND EQUIPMENT OF CONTINUOUS DEVULCANIZATION RUBBER CRUMB

Sokolov M.V., Odnolko V.G., Russian Federation, FGBEU HE  
«Tambov State Technical University», professor

#### Abstract

The calculations are made on the design of equipment and technology and experimental studies on the processing of crushed rubber waste in the production of long-length profile products with specified indicators of their quality

**Keywords:** modal and optimal design parameters, an extruder, the degree of mastication and devulcanization

В настоящее время с целью конкурентоспособности и импортозамещения перерабатывающего оборудования, сбережения энергии и не возобновляемых ресурсов, поиска сырьевых баз требуется применение энергосберегающих технологий и оборудования, обеспечивающих безотходное производство промышленной продукции с заданными показателями качества.

Развитие технических решений в области расчета и проектирования оборудования и технологий идет по пути использования непрерывных энергосберегающих технологий, например, девулканизация резиновой крошки методом экструзии с применением ультразвука [1].

В технологии ультразвуковой девулканизации самым важным является определение оптимальных условий процесса. В этом исследовании различные условия процессов используются для установления диапазона параметров процесса для эффективной девулканизации – с максимальной или заданной степенью девулканизации. Размер перерабатываемых частиц выбирается в соответствии с амплитудами ультразвуковых волн и размером

формующего инструмента. Это позволяет определять визуально качество на выходе из экструдера - частично девулканизованные образцы выходят из экструдера в виде жгута, в тоже время не девулканизованные части материала выходят из экструдера в виде порошка. Девулканизация достигается благодаря тяжелым условиям обработки частиц размером около 0,5 мм, а также благодаря давлению, создаваемому небольшим диаметром формующего инструмента на выходе из экструдера, а также высокими амплитудами ультразвука. Девулканизация практически не возможна при большом диаметре перерабатываемых частиц с любым диаметром формующего инструмента. К этому выводу можно прийти исходя из отсутствия значительного роста давления в головке и отсутствия необходимой мощности ультразвука [2].

Получены экспериментальные зависимости давления в материальном цилиндре червячной машины (экструдера) от интервалов времени с применением ультразвука и без его воздействия. Так, давление заметно снижается с применением ультразвука, следовательно, падает нагрузка на рабочие органы машины, уменьшается износ деталей и уменьшается потребляемая мощность электродвигателя, что повышает экономическую эффективность применения ультразвука в процессе экструзии длинномерных заготовок из отходов резинотехнических изделий (РТИ).

Ранее, нами установлено влияние режимных переменных процесса и конструктивных параметров оборудования на показатели качества резинотехнических заготовок при переработки методом экструзии и предложено использовать для расчетов интегральные критерии - степени пластикации и подвулканизации – имеющие связь с показателями качества профильного экструдата; разработаны методики расчета и проектирования экструзионного оборудования процессов производства профильных длинномерных резиновых заготовок на базе математических моделей, включающих уравнения расчета интегральных критериев, характеризующих качество профильного экструдата, и позволяющих конструировать энергосберегающее оборудование минимальной металлоемкости; получены расчетные зависимости для определения величин сдвиговой деформации, возникающей в каналах шнека и формующих каналах экструзионных головок, связывающие режимные и геометрические параметры; создана экспериментальная установка, позволяющая исследовать зависимости физико-механических показателей профильного экструдата с величиной суммарной деформации сдвига для шнекового оборудования и выбирать значения интегральных критериев качества, при которых достигаются заданные показатели качества перерабатываемых материалов [3, 4].

Для успешного решения задач по системному проектированию энергосберегающего оборудования необходимы добротные

математические модели соответствующих процессов переработки, а, так же алгоритмы и программное обеспечение для их реализации.

Так, например: разработана математическая модель процесса экструзии, позволяющая прогнозировать качество длинномерных заготовок из отходов РТИ в зависимости от режимных и конструктивных параметров оборудования; разработаны алгоритмы и программы оптимизации экструзионного оборудования, позволяющие минимизировать массу его основных элементов и энергозатраты на производство длинномерных заготовок из отходов РТИ [5, 6].

В результате проведенной научно-исследовательской работы с учетом системного анализа процесса расчета и проектирования, разработаны методика инженерного расчета и программы для ЭВМ [5, 6], которые можно применять при разработке исходных требований для расчета и проектирования оборудования непрерывной девулканизации резиновой крошки и рекомендовать к использованию на предприятиях резиновой промышленности, в научно-исследовательских, проектных и производственных организациях.

**References:**

- [1] Sokolov, M.V. Metodologiya rascheta i proektirovaniya oborudovaniya dlya proizvodstva dlinnomernyh profil'nyh rezinotekhnicheskikh zagotovok zadannogo kachestva: monografiya / M.V. Sokolov, A.S. Klinkov, P.S. Belyaev, V.K. Skuratov, V.G. Odnol'ko. - M.: Mashinostroenie, 2009. 352 с.
- [2] 2. Sokolov M.V., Nikolyukin M.M. Perspektivy primeneniya ul'trazvuka pri proizvodstve devulkanizata // Vestnik TGTU. 2011. T. 17. № 1. S. 104–109.
- [3] 3. Patent RF № 2489455 ot 10.08.2013. Ul'trazvukovoj devulkanizator nepreryvnogo dejstviya / M.M. Nikolyukin, A.S. Klinkov, M.V. Sokolov, P.S. Belyaev. Zayavka № 2011154732 ot 30.12.2011.
- [4] 4. Patent RF №2503539 ot 10.01.2014. Mekhanicheskij devulkanizator nepreryvnogo dejstviya / Nikolyukin M.M., Klinkov A.S., Sokolov M.V., Belyaev P.S. Zayavka № 2012115897 ot 19.04.2012.
- [5] 5. Svidetel'stvo ob oficial'noj registracii programmy dlya EHVM. № 2003611833. Raschet optimal'nyh tekhnologicheskikh i konstruktivnykh parametrov ehkstruzii rezinovykh smesej s uchedom minimizacii tekhnologicheskoy moshchnosti i polucheniya kachestvennogo ehkstrudata / M.V. Sokolov, A.S. Klinkov, V.I. Kochetov, P.S. Belyaev ; Tamb. gos. tekhn. un-t. – № 2003611300 ; zayavl. 16.06.2003; zareg. 04.08.2003.
- [6] 6. Raschet tekhnologicheskikh i konstruktivnykh parametrov ehkstrudera. Svidetel'stvo ob oficial'noj registracii programmy dlya

## **Science and Society #1, V.2 - 2017**

EHVM. Sv. № 2009614563, 26.08.2009. № 2009613396 zayavleno.  
01.07.2009. / Nikolyukin M.M., Sokolov M.V., Klinkov A.S.,  
Polushkin D.L., Tulyakov D.V.