

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗРАБОТАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ ТЕРМОПЛАСТОВ

П.В. Макеев, А.С. Клинков, И.В. Шашков, В.Г. Однолько

*Кафедра «Технология полиграфического и упаковочного производства»,
ФГБОУ ВПО «ТГТУ»; polymers@asp.tstu.ru*

Представлена членом редколлегии профессором В.И. Коноваловым

Ключевые слова и фразы: валковый пластикатор-гранулятор; валково-шнековый агрегат; вторичная переработка; отходы термопластов.

Аннотация: Проведен сравнительный анализ эффективности технологий утилизации отходов термопластов, разработанных на кафедре.

Россия относится к странам с высоким уровнем урбанизации. В 164 городах с населением свыше 100 тыс. человек проживают около 60 % городского населения и более 45 % всего населения страны.

Общий объем твердых бытовых отходов (ТБО) в городах и поселках России превышает 150 млн м³ (30 млн т) в год.

Важными (но не единственными) факторами, влияющими на стратегию управления твердыми бытовыми отходами любого города, являются состав, свойства и нормы накопления ТБО. Действительно, только имея достоверную информацию о составе и количестве накапливающихся в городе отходов, можно грамотно планировать всю цепочку: сбор – транспортировку – обезвреживание и утилизацию ТБО.

Наиболее остро в настоящее время стоит вопрос вторичной переработки отходов полимерной тары и упаковки, который обретает актуальное значение не только с позиций охраны окружающей среды, но и связан с тем, что в условиях дефицита полимерного сырья пластмассовые отходы становятся мощным сырьевым и энергетическим ресурсом [1].

На кафедре «Технология полиграфического и упаковочного производства» Тамбовского государственного технического университета было разработано несколько экспериментальных установок для переработки отходов термопластов с получением вторичного гранулята.

В 2007 г. была разработана установка на базе лабораторных вальцов 190 80/80 (рис. 1) с приставкой в виде отборочно-шнекового устройства (рис. 2) для отбора материала с поверхности валков [2].

Процесс переработки осуществляется следующим образом: предварительно подготовленные отходы пленочных полимеров непрерывно загружаются через загрузочный бункер с левой стороны валкового пластикатора-гранулятора на поверхность валков между ограничительными стрелами. Посредством адгезионных сил и сил трения материал затягивается в межвалковый зазор.

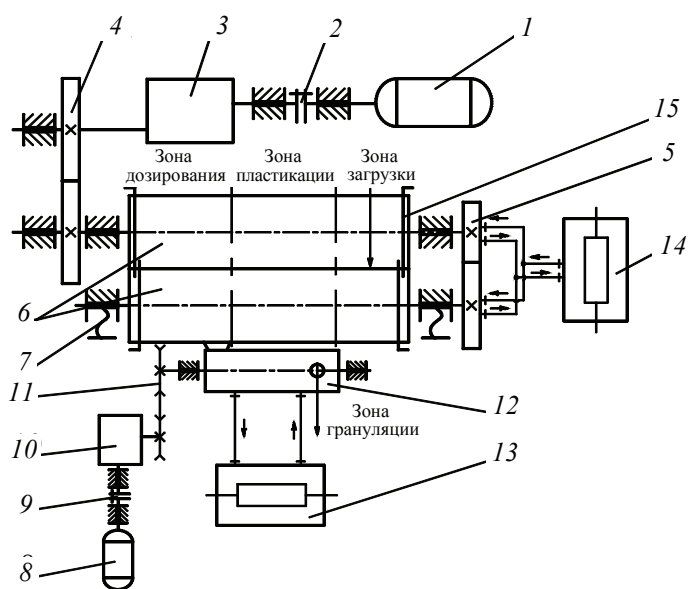


Рис. 1. Схема валкового пластикатора-гранулятора:

- 1 – электродвигатель; 2, 9 – муфта; 3 – редуктор; 4 – передаточные шестерни;
 5 – фрикционная передача; 6 – валки; 7 – механизм регулировки зазора;
 8 – электродвигатель отборочного устройства; 10 – червячный редуктор;
 11 – ременная передача; 12 – отборочно-шнековое устройство;
 13, 14 – термостат; 15 – ограничительные стрелы

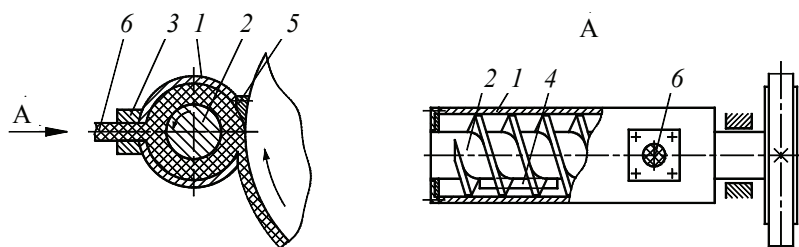


Рис. 2. Шнековое отборочное устройство:

- 1 – цилиндр; 2 – шнек; 3 – формообразующее отверстие;
 4 – загрузочное окно; 5 – нож; 6 – расплав полимера

В зоне загрузки происходит плавление отходов, удаление летучих компонентов. Нагреваясь, твердые отходы полимерных материалов переходят в вязкотекучее состояние и двигаются вдоль поверхности валков. При этом происходит окончательная дегазация, гомогенизация расплава. Для грануляции вальцуемого материала расплав полимера подрезается и продавливается через отборочно-гранулирующее устройство с образованием прутков (стренгов) заданного поперечного сечения. Полученные стренги предварительно охлаждаются, режутся ножом, и полученные гранулы собираются в емкости.

Однако рассмотренное оборудование имеет ряд недостатков: низкую производительность и высокие энергозатраты на производство 1 кг продукции.

В связи с этим была предложена конструкция валково-шнекового агрегата, представленная на рис. 3, разработанная в 2010 г. [3].

Технологический процесс переработки отходов полимеров на валково-шнековом агрегате осуществляется следующим образом: отходы полимерного материала непрерывно загружаются на поверхность валков с одной стороны,

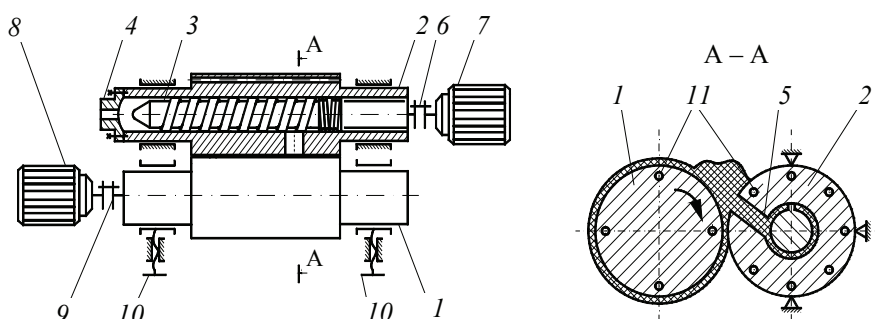


Рис. 3. Валково-шнековый агрегат:

1 – передний валок; 2 – задний валок; 3 – шнек; 4 – формующая головка;
5 – загрузочное окно; 6, 9 – муфта; 7, 8 – мотор-редуктор;
10 – регулирующее устройство; 11 – электронагреватели

под действием температуры происходит плавление материала, его транспортировка вдоль оси валков по направлению к загрузочному отверстию, где за счет максимального давления расплав продавливается в загрузочное отверстие цилиндра 2 и, захватываясь витками шнека 3, транспортируется в сторону формующей головки, дополнительно деформируясь и гомогенизируясь в винтовых каналах шнека. На выходе из формующей головки получается профиль заданного поперечного сечения.

Проведенные экспериментальные исследования по переработке отходов термопластов позволили получить сравнительную оценку производительности, удельной мощности, затрачиваемой на производство 1 кг получаемой продукции и прочностных характеристик (рис. 4) [4].

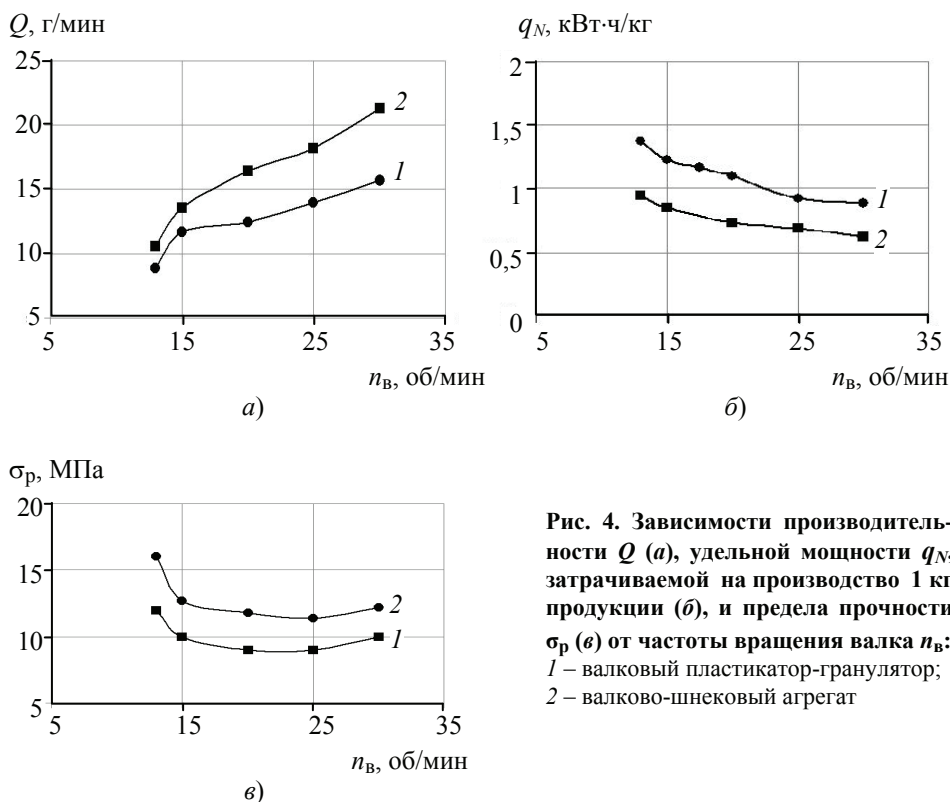


Рис. 4. Зависимости производительности Q (а), удельной мощности q_N , затрачиваемой на производство 1 кг продукции (б), и предела прочности σ_p (в) от частоты вращения вала n_B : 1 – валковый пластикатор-гранулятор; 2 – валково-шнековый агрегат

**Сравнительный анализ удельной мощности, затрачиваемой
на производство 1 кг продукции, на различных предприятиях
по переработке отходов термопластов**

Технология	Удельная мощность, кВт·ч/кг
Завод вторичной переработки полимеров «MINIMUM» (группа компаний «АЛЕРКО», г. Ростов-на-Дону)	1,59
Завод по вторичной переработке полимеров «MEDIUM» (группа компаний «АЛЕРКО», г. Ростов-на-Дону)	1,09
Завод по вторичной переработке полимеров «MAXIMUM» (группа компаний «АЛЕРКО», г. Ростов-на-Дону)	1,104
Линии грануляции SM-75WPR (ООО «Арсенал Индустрия», Московская область)	1,196
ТамбГТУ, кафедра ТП и УП, валковый пластикатор-гранулятор	1,01
ТамбГТУ, кафедра ТП и УП, валково-шнековый агрегат	0,8

Анализ зависимостей показывает, что использование валково-шнекового агрегата при утилизации отходов термопластичных материалов позволяет повысить производительность процесса на 25 %, снизить величину удельной мощности, затрачиваемой на производство 1 кг получаемого гранулята, на 20 %, при этом прочностные показатели получаемого вторичного материала на валково-шнековом агрегате увеличиваются на 30 %.

Также был проведен сравнительный анализ имеющихся технологий (по удельным мощностям, затрачиваемым на производство 1 кг продукции) по переработке отходов термопластов с разработанной нами валково-шнековой технологией (таблица).

Таким образом, разработанное оборудование позволяет производить утилизацию отходов термопластов и может быть установлено в любом месте скопления отходов, поскольку не предполагает использование сложных технических и технологических узлов.

Результаты данной работы приняты в ОАО «НИИРТмаш» при проектировании промышленных валково-шнековых агрегатов по переработке отходов термопластов.

Список литературы

1. Автоматизированное проектирование валковых машин для переработки полимерных материалов : монография / А.С. Клинков [и др.]. – М. : Машиностроение-1, 2005. – 320 с.
2. Пат. 67017 Российская Федерация, МПК В 29 В 7/64. Шнековое отборочное устройство к валковым машинам / Д.Л. Полушкин, А.С. Клинков, М.В. Соколов, П.С. Беляев, В.Г. Однолько ; заявитель и патентообладатель Тамб. гос. техн. ун-т. – № 2006106300/12; заявл. 28.02.2006 ; опубл. 10.10.2007, Бюл. № 28. – 2 с.
3. Пат. 2417881 Российская Федерация, МПК С 2 В 29 В 7/64. Валково-шнековый агрегат / А.С. Клинков, П.В. Макеев, М.В. Соколов, Д.Л. Полушкин, В.Г. Однолько ; заявитель и патентообладатель Тамб. гос. техн. ун-т. – № 2009100295/05 ; заявл. 11.01.2009 ; опубл. 20.07.2010, Бюл. № 20. – 2 с.
4. Исследование свойств вторичного гранулята, полученного на валково-шнековом агрегате / Д.Л. Полушкин [и др.] // Процессы, технологии, оборудование и опыт переработки отходов и вторичного сырья : III Всерос. науч.-практ. конф. / Самара. науч. центр РАН. – Самара, 2008. – С. 56–62.

Effectiveness Analysis of the Developed Technologies of Thermoplastics Recycling

P.V. Makeev, A.S. Klinkov, I.V. Shashkov, V.G. Odnolko

Department "Technology of Printing and Packaging", TSTU;
polymers@asp.tstu.ru

Key words and phrases: recycling; roller plasticator pelletizer; roller-screw assembly; thermoplastic waste.

Abstract: The paper presents the comparative analysis of the effectiveness of the developed technologies of thermoplastics recycling; the technique was developed at the department through the available technologies.

Analyse der Effektivität der erarbeiteten Technologien der Abfallverwertung der Thermoplaste

Zusammenfassung: Es ist die Vergleichsanalyse der Effektivität der am Lehrstuhl erarbeiteten Technologien der Abfallverwertung der Thermoplaste mit den vorhandenen Technologien durchgeführt.

Analyse de l'efficacité des technologies élaborées pour l'utilisation des déchets des thermoplastes

Résumé: Est effectuée une analyse comparative de l'efficacité des technologies élaborées pour l'utilisation des déchets des thermoplastes par les technologies qui existent à la chaire.

Авторы: *Макеев Павел Владимирович* – аспирант кафедры «Технология полиграфического и упаковочного производства»; *Кликов Алексей Степанович* – кандидат технических наук, профессор кафедры «Технология полиграфического и упаковочного производства»; *Шашков Иван Владимирович* – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Технология полиграфического и упаковочного производства»; *Однолько Валерий Григорьевич* – кандидат технических наук, профессор, декан факультета «Заочного обучения и экстерната», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».

Рецензент: *Соколов Михаил Владимирович* – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты», ФГБОУ ВПО «ТГТУ».
