

Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» / Russian journal of resources, conservation and recycling <http://resources.today>

2014, Том 1, №2 / 2014, Vol 1, No 2 <http://resources.today/issues/vol1-no2.html>

URL статьи: <http://resources.today/PDF/03RRO214.pdf>

DOI: 10.15862/03RRO214 (<http://dx.doi.org/10.15862/03RRO214>)

Ссылка для цитирования этой статьи:

Иванов В.А., Крымская Е.Я., Шагунов Д.В., Губанов Н.Н. Бенчмаркинг энергоэффективности однороторных агломераторов // Интернет-журнал «Отходы и ресурсы» Том 1, №2 (2014)

<http://resources.today/PDF/03RRO214.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Ivanov V.A., Krymskaja E.Ja., Shagunov D.V., Gubanov N.N. [Benchmarking the energy efficiency of single-rotor agglomerators] Russian journal of resources, conservation and recycling, 2014, Vol. 1, no. 2. Available at:

<http://resources.today/PDF/03RRO214.pdf> (In Russ.)

УДК 621.04

Иванов Владимир Александрович

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса», Россия, Москва
Профессор кафедры «Сервисного инжиниринга»

Доктор технических наук
E-mail: vaivanow@rambler.ru

Крымская Елена Яковлевна

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса», Россия, Москва
Аспирант кафедры «Сервиса»

E-mail: yakovkrymsky@yandex.ru

Шагунов Дмитрий Валентинович

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса», Россия, Москва
Соискатель кафедры «Сервис»

Кандидат технических наук
E-mail: tamara41@inbox.ru

Губанов Николай Николаевич

ФГБОУ ВПО «Российский государственный университет туризма и сервиса», Россия, Москва
Преподаватель кафедры «Сервиса»

E-mail: gubanov.nik@yandex.ru

Бенчмаркинг энергоэффективности однороторных агломераторов

Аннотация. Для вторичной переработки пленочных отходов (упаковки от бытовой техники, целлофановых пакетов, пленки с парников и прочее), а также отходов из тонкого пластика в виде бутылок используется специальный агломератор, производящий окатыши различной фракции и цвета. Данную продукцию называют агломератом и применяют в качестве упаковочного материала, засыпая его в тару с хрупкими предметами или в качестве исходного материала для последующей переработки. Основным предназначением агломерата является использование в качестве материала для производства различных элементов кровли, а также всевозможных пластиковых емкостей и прочих предметов быта.

Технология производства агломерата выглядит следующим образом: отходы пленки помещаются в специальную камеру, где производится мойка и рубка сырья на более мелкие куски, после чего сырье разогревают при температуре более +100⁰ до образования однородной массы. По достижении данного состояния в камеру подается вода под давлением

и одновременно включаются рубящие ножи, которые в результате резкого охлаждения и резки трансформируют сырьевую массу в агломерат.

Однороторные агломераторы – высококачественное оборудование для вторичной переработки полимеров, которое часто используется на мусороперерабатывающих фабриках и заводах. Они обладают повышенной эффективностью и бесперебойным режимом работы. С их помощью повышается производительность механизированного труда в условиях производства и уменьшаются затраты на человеческий труд.

Ключевые слова: программа энергоэкономии; энергоэффективность; энергосберегающие технологии; энергетическое обследование

Введение

При рассмотрении проблемы использования измельчителей [1, 2] отметим основные отличия по параметрам однороторных агломераторов от двухроторных [2, 3]:

- высокое качество получаемого агломерата;
- малогабаритны и компактны, удобное расположение в помещениях с малой площадью;
- применяются в составе перерабатывающих линий;
- эффективно перерабатывает, как дробленый, так и измельченный материал;
- повышенная производительность на площади более 1 м².

Таблица 1

Основные технические характеристики агломераторов однороторных

Производитель	Модель	Мощность двигателя, кВт	Производительность, кг/ч
ООО Станкополимер г. Москва	<u>C-AP1-120</u>	37	120
	<u>C-AP1-200</u>	55	150-250
ИП Богданов г. Рыбинск	<u>АПР-22У</u>	22	40-100
	<u>АПР-30</u>	30	120
	<u>АПР-30М</u>	30	180
	<u>АПР-37</u>	37	100-180
Полимермеханика Р. Беларусь	<u>SLA-600</u>	30	60-120

Обсуждение

В качестве индикатора энергетической эффективности используется показатель удельного расхода электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности [4].

Таблица 2

Расчет показателя удельного расхода электроэнергии агломераторов однороторных при номинальной производительности

Модель	Средний удельный расход кВт·ч/кг	Средний ИЭЭФ
<u>C-AP1-120</u>	0,31	0,23*
<u>C-AP1-200</u>	0,22	
Модель	Средний удельный расход кВт·ч/кг.	Средний ИЭЭФ

Модель	Средний удельный расход кВт·ч/кг	Средний ИЭЭФ
АПР-22У	0,22	0,23*
АПР-30	0,25	
АПР-30М	0,17	
АПР-37	0,21	
SLA - 600	0,25	

**средний ИЭЭФ - среднее арифметическое, которое вычисляется путем суммирования всех ИЭЭФ, а затем деления суммы на число, равное количеству этих ИЭЭФ*

Если сравнивать технические характеристики агломераторов однороторных мы видим, что модели С-АР1-200, АПР-22У производителя ООО Станкополимер г. Москва и АПР-30М, АПР-37 производителя ИП Богданов г. Рыбинск имеют удельный расход электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности не более 0,23 кВт·ч/кг и, следовательно, их можно отнести к объектам высокой энергетической эффективности [2, 5].

Бенчмаркинг энергоэффективности агломераторов двухроторных

Агломераторы предназначены для вторичной переработки отходов пленочных материалов (ПП, ПЭНД, ПЭВД, ПА), мешков, Биг-Бэгов, нитей, путем измельчения и температурной переработки в агломерат [6, 7].

Двухроторные агломераторы – высококачественное оборудование для вторичной переработки полимеров, которое часто используется на мусороперерабатывающих фабриках и заводах. Они обладают повышенной эффективностью и бесперебойным режимом работы [8]. С их помощью повышается производительность механизированного труда в условиях производства и уменьшаются затраты на человеческий труд.

Основные отличия по параметрам двухроторных агломераторов от однороторных:

- Перерабатывают пластиковые и полимерные отходы, вне зависимости от их габаритов;
- Производят агломерацию материалов, которые не могут перерабатываться другими способами (синтетические нити, биг-бэги, полипропиленовая мешковина);
- Взаимно направленное, быстрое вращение ножей эффективно разрывает перерабатываемые материалы;
- Измельчает ПВД, ПНД, ПП и стрейч полимеры;
- высокая производительность, при небольших габаритах установки.

Таблица 3
Основные технические характеристики агломераторов двухроторных

Производитель	Модель	Мощность двигателя, кВт	Производительность, кг/ч
ООО Станкополимер г. Москва	C-AP2-300	37+37	300
	C-AP2-400	55+55	400
	C-AP2-500	75+75	500
ИП Богданов г. Рыбинск	АПР-30х2	60	350
	АПР-30х2М		
	АПР-37х2	74	380
Полимермеханика Р. Беларусь	SLA-1000	55	100-200
	SLA-2000		200-450

В качестве индикатора энергетической эффективности используется показатель удельного расхода электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности [9].

Таблица 4

Расчет показателя удельного расхода электроэнергии агломераторов двухроторных при номинальной производительности

Модель	Средний удельный расход кВт·ч/кг	Средний ИЭЭФ
C-AP2-300	0,25	0,22*
C-AP2-400	0,28	
C-AP2-500	0,30	
АПР-30х2	0,17	
АПР-30х2М	0,17	
АПР-37х2	0,19	
SLA-1000	0,28	
SLA-2000	0,12	

*средний ИЭЭФ - среднее арифметическое, которое вычисляется путем суммирования всех ИЭЭФ, а затем деления суммы на число, равное количеству этих ИЭЭФ

Если сравнивать технические характеристики агломераторов двухроторных мы видим, что модель SLA-2000 производителя Полимермеханика Р. Беларусь и модели АПР-30х2, АПР-30х2М, АПР-37х2 производителя ИП Богданов г. Рыбинск имеют удельный расход электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности не более 0,22 кВт·ч/кг и, следовательно, их можно отнести к объектам высокой энергетической эффективности.

Бенчмаркинг энергоэффективности экструдеров одношнековых

Экструдер — это агрегат, который предназначен для смешивания полимерных полуфабрикатов (агломерат, гранулы) и последующего продавливания однородной массы через стренговые головки.

Так конечному изделию придается требуемая форма. Экструзия — это процесс выдавливания расплавленной или жидкой массы через отверстия определенного профиля. При помощи этой технологии обычно получают:

- трубы разного сечения;
- пластмассовые плиты и панели;
- электрические кабели и пленки;
- гофрированные трубы.

Экструдер для пластика может использовать разные виды материалов, включая полиэтилен высокого и низкого давления, полистирол, полипропилен, поливинилхлорид, поликарбонат и АБС-пластик. В последнее время стала распространенной экструзия биопластиков.

Шнековые (червячные) экструдеры – наиболее распространенные, так как практически в полной мере отвечают всем требованиям технологического процесса. Рабочим органом выступает шнек экструдера.

Лопасть шнека экструдера захватывает сырье в области загрузки и перемещает последовательно по всей длине цилиндра корпуса, через зону нагрева, гомогенизации и формовки. В зависимости от технологической карты и вида исходного материала шнеки могут быть нормальными или быстроходными, цилиндрической или конической формы, сужающиеся к выходу. Одним из главных параметров является соотношение рабочего диаметра шнека к его длине. Различаются также шнеки шагом витков и их глубиной.

Однако одношнековые экструдеры не всегда применимы. Например, если в качестве сырья используется порошковый полуфабрикат, один винт не справится с тщательным его перемешиванием в ходе расплавления и гомогенизации, то в подобных случаях применяют двухшнековые экструдеры, винты которых могут находиться во взаимном зацеплении, совершать параллельное или встречное вращательное движение, иметь прямую или коническую форму.

За последние 50 лет произошло многократное увеличение рабочих мощностей (в частности, производительности) одношнековых экструдеров. Это было достигнуто в значительной степени благодаря их дальнейшему совершенствованию в направлении увеличения соотношения L/D (длина/диаметр шнека) и необходимого для этого наращивания мощности двигателей и крутящего момента шнека.

Таблица 5
Основные технические характеристики одношнековых экструдеров

Производитель	Модель	Мощность, кВт	Производительность, кг\час
Huasu machinery fabricate co.,ltd Китай	SJ-45*30	11	40
	SJ-65*30	37	150
	SJ-90*30	75	280
	SJ-90*30	110	350
	SJ-120*30	160	600
	SJ-120*33	200	800
	SJ-150*33	250	1200
China Extruder, Китай	SJ 25	2,2	5
	SJ 30	5,5	10
ООО Полимеx, Россия	SLE 1-70	30	120
	SLE 1-90	55	250
	SLE 1-125	75	400
	SLE 1-130	90	450
	SLE 1-150	90	500
	SLE 1-200/130	90	600
	SLE 1-200/150	132	600
GT7, Россия	Э45x25	41,9	150
	Э32x28	13,6	40

В качестве индикатора энергетической эффективности используется показатель удельного расхода электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности.

Таблица 6

Расчет показателя удельного расхода электроэнергии одношнековых экструдеров при номинальной производительности

Модель	Средний удельный расход кВт·ч/кг	Средний ИЭЭФ
SJ-45*30	0,22	0,30*
SJ-65*30	0,28	
SJ-90*30	0,28	
SJ-90*30	0,31	
SJ-120*30	0,27	
SJ-120*33	0,25	
SJ-150*33	0,21	
SJ 25	0,44	
SJ 30	0,55	
SLE 1-70	0,25	
SLE 1-90	0,22	
SLE 1-125	0,19	
SLE 1-130	0,20	
SLE 1-150	0,18	
SLE 1-200/130	0,15	
SLE 1-200/150	0,22	
Э45x25	0,28	
Э32x28	0,34	

*средний ИЭЭФ - среднее арифметическое, которое вычисляется путем суммирования всех ИЭЭФ, а затем деления суммы на число, равное количеству этих ИЭЭФ

Если сравнивать технические характеристики однороторных экструдеров мы видим, что модель SJ-90*30, SJ 25, SJ 30 производителя Huasu machinery fabricate co., ltd Китай и модель Э32x28 производителя GT7, Россия имеют удельный расход электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности выше, чем 0,30 кВт·ч/кг и, следовательно, к объектам высокой энергетической эффективности не относятся.

Бенчмаркинг энергоэффективности одношнековых грануляторов

В процессе переработки полимеров часто возникает необходимость в предварительной подготовке полимерного сырья – его гранулировании.

Грануляция - это процесс придания исходному материалу нужной, удобной для загрузки в экструдер, формы. Гранулирование применяют при получении вторичного сырья (регранулят), решая тем самым проблемы утилизации отходов как на общем уровне, так и на производствах получения полимерных изделий, где в значительной степени накапливаются технологические отходы и некондиционная продукция, образуемые при запуске экструзионных линий после их остановки либо при переходе линии к выпуску продукции других типоразмеров.

Гранулирование применяется также для подготовки полимерных композиций перед переработкой на экструзионных линиях с целью:

- придания им нужных физико-механических свойств – к основному сырью добавляются наполнители (каолин, тальк, мел, стекловолокно и др.), стабилизаторы, мягчители, красители и другое;
- получения мастербачей, которые позволяют качественно распределить компоненты в готовом изделии.

Обычно гранулы выпускают в форме цилиндра, но могут быть и другие варианты форм – шар, чечевица, куб и другие.

Основное требование – размеры и форма гранул, выпущенных в одной партии, не должны быть разными, так как это влияет на насыпную плотность, значение которой очень важно в процессе дальнейшей работы с гранулами.

Придание исходному сырью формы гранул создает дополнительные технологические преимущества:

- предотвращает «зависание», комкование сырья при хранении в бункерах;
- облегчает транспортировку, погрузочные работы.

Все это повышает производительность линии и снижает производственные потери.

Подбор оборудования для проведения гранулирования, выбор типа экструдера (одношнековый, двухшнековый), выбор системы получения гранул (тип резки) зависят от природы и физических свойств исходных компонентов, предназначенных к гранулированию (ПВХ, ПП, ПА, ПЭ, ПС, АБС и др.), от агрегатного состояния (порошок, фракция дробления, агломерированный материал и др.).

Рассмотрим методику бенчмаркинга на примере одношнековых грануляторов.

Таблица 7

Основные технические характеристики одношнековых грануляторов

Производитель	Модель	Производительность, кг/ч	Мощность, кВт
ТПК СВ Проект Россия	HSF 65	70-120	50,75
Китай	SJ-65	50	15
	SJ-90	100	22
	SJ-100	130	22
ООО «Капласт» г. Санкт-Петербург	WPS-200	200-300	45
ООО Полимех г. Москва	SLP-2000	700	45

В качестве индикатора энергетической эффективности используется показатель удельного расхода электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности.

Таблица 8

Расчет показателя удельного расхода электроэнергии одношнековых грануляторов при номинальной производительности

Модель	Средний удельный расход кВт·ч/кг	Средний ИЭЭФ
HSF 65	0,42	0,22*
SJ-65	0,3	
SJ-90	0,22	
SJ-100	0,17	

Модель	Средний удельный расход кВт·ч/кг	Средний ИЭЭФ
WPS-200	0,15	
SLP-2000	0,06	

**средний ИЭЭФ - среднее арифметическое, которое вычисляется путем суммирования всех ИЭЭФ, а затем деления суммы на число, равное количеству этих ИЭЭФ*

Если сравнивать технические характеристики одношнековых грануляторов мы видим, что модели SJ -90, SJ-100 китайского производителя и WPS-200 производителя ООО «Капласт» Санкт-Петербург, SLP-2000 производителя ООО Полимах г. Москва имеют удельный расход электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности не более 0,22 кВт·ч/кг и, следовательно, их можно отнести к объектам высокой энергетической эффективности.

Бенчмаркинг энергоэффективности одновальных шредеров

Существует целый ряд крупногабаритных отходов, которые невозможно измельчить в обычной дробилке. Для их первичного (грубого) измельчения применяется шредер дробилка. Дробилка такого типа измельчает материалы до фракции 150-20 мм. С ее помощью перерабатываются массивные деревянные отходы, строительный мусор, автопокрышки, железнодорожные шпалы, ТБО, корпуса холодильников, старая мебель, отходы деревообработки, отходы стекла, объёмные пластиковые емкости, пластиковые трубы, толстостенные отходы пластмасс, макулатура и многое другое.

Высокая производительность при переработке материалов различной геометрической формы и твердости обеспечивается, благодаря высокой мощности шредеров, большому крутящему моменту и низкооборотным приводам. Применение шредерной дробилки в линиях переработки отходов оптимизирует производственный процесс. При этом обеспечивается постоянная и равномерная подача переработанного материала в бункер обычной дробилки, уменьшается нагрузка на ее ротор, повышается производительность линии.

По назначению шредер дробилки подразделяются на:

- универсальные, предназначенные для любых видов материалов;
- для строительного мусора с включениями металла и ТБО.

По конструкции шредеры бывают:

- Одновальные;
- Двухвальные;
- Четырехвальные.

Одновальные шредеры используют для измельчения толстостенных отходов, обладающих высоким сопротивлением к дроблению.

Для автоматизации производства некоторые модели шредеров комплектуются устройствами для загрузки и прижима сырья с гидроприводом, загрузочными и растарочными транспортерами ленточного типа. В комплект могут также входить дробилки роторные для завершающего измельчения сырья до фракций нужной величины.

Высококачественная дробилка шредерного типа является незаменимым оборудованием для предприятий, нуждающихся в переработке трудноизмельчаемых крупногабаритных материалов [40].

Таблица 9

Основные технические характеристики одновалвных шредеров [45] [57] [58]

Производитель	Модель	Мощность, кВт	Производительность, кг/ч
Wagner Австрия	WS70	75 - 132	5000
	WS50	45 - 75	3000
	WS30	30 - 45	2300
	WS22	18,5 - 22	800
Guangzhou 3E machinery co.,ltd. Китай	3E WT22	15 - 18,5	80 - 300
	3E WT30	22 - 30	250 - 500
	3E WT40	37 - 75	400 - 2000
	3E WT48	90 - 180	2000 - 6000
ООО «Нетмус»	M400/1-200-2,2	2,2	40
	M400/1-400-2,2	2,2-3	80
	M600/1-400-5,5	5,5	180
	M700/1-900	75	5500

В качестве индикатора энергетической эффективности используется показатель удельного расхода электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности.

Таблица 10

Расчет показателя удельного расхода электроэнергии одновалвных шредеров при номинальной производительности

Модель	Средний удельный расход кВт·ч/кг.	Средний ИЭЭФ
WS70	0,026	0,035*
WS50	0,025	
WS30	0,020	
WS22	0,028	
3E WT22	0,061	
3E WT30	0,060	
3E WT40	0,038	
3E WT48	0,030	
M400/1-200-2,2	0,055	
M400/1-400-2,2	0,038	
M600/1-400-5,5	0,030	
M700/1-900	0,014	

*средний ИЭЭФ - среднее арифметическое, которое вычисляется путем суммирования всех ИЭЭФ, а затем деления суммы на число, равное количеству этих ИЭЭФ

Если сравнивать технические характеристики одновалвных шредеров мы видим, что модели WS70, WS50, WS30, WS22 австрийской компании Wagner, 3E WT48 Guangzhou 3E machinery co., ltd. Китай, M600/1-400-5,5, M700/1-900 ООО «Нетмус» имеют удельный расход электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности не более 0,035кВт·ч/кг и, следовательно, их можно отнести к объектам высокой энергетической эффективности.

Бенчмаркинг энергоэффективности двухвалвных шредеров

Двухвалвные шредеры предназначены для измельчения широкой гаммы сырья имеющего сложную структуру и различные прочностные и размерные параметры.

Двухвалвные шредеры широко применяются для измельчения: рудных и нерудных материалов, каменного угля, торфа, шлаков, керамики, изношенных шин, стальной стружки, легкого лома черных и цветных металлов, кузовов легковых автомобилей, отходов древесины,

ж/д шпал, полимеров, бытовой техники, электронного лома, строительного мусора, КГМ, ТБО и т.д.

В зависимости от вида сырья шредеры оснащаются как электромеханическими, так и гидромеханическими приводами валков.

Установка гидромеханических регулируемых приводов валков, дает целый ряд преимуществ, в сравнении с «классическим» электромеханическим приводом:

- Снижение установленной мощности до 50%.
- Увеличение производительности на 30-40%.
- Гарантированная защита от попадания не дробимых предметов.
- Остановка валков при избыточной загрузке, реверсирование и запуск (под "завалом") в рабочий ход в автоматическом режиме.
- Возможность неконтролируемой загрузки и расширение диапазона размеров измельчаемого сырья.

В зависимости от типа сырья и степени его измельчения шредеры оснащаются валками с параметрами измельчающих дисков, оптимально отвечающими решению конкретных задач. Параметры валков напрямую определяют степень измельчения, другими словами размер получаемого шрота и производительность.

В значительной степени производительность шредеров зависит от установленной мощности и как следствие скорости вращения валков, а также поперечного сечения сырья и эффективности загрузки. При снижении поперечного сечения сырья, растет коэффициент заполнения пазухи между валками, тем самым растет производительность.

При уменьшении фракций получаемого шрота, производительность снижается.

Для получения необходимых фракций шрота, шредеры могут быть оснащены:

- Решеткой классификатором установленной в корпус измельчителя шредера.
- Системой классификации обеспечивающую требуемую фракцию шрота и возврата некондиционной фракции на доизмельчение.

Доизмельчающим механизмом, доводящим шрот до требуемых фракций.

Таблица 11
Основные технические характеристики двухвалвных шредеров

Производитель	Модель	Мощность, кВт	Производительность, кг/ч	Материалы
Mercodor Германия	Mercodor MZ	3 - 5,5	40 - 100	бумага, пластиковые контейнеры, консервные банки, стеклянные бутылки и т.д.
	Mercodor ZM1/4	7,5 - 5,5	50 - 250	
	Mercodor ZM 52	18,5 - 22	300 - 500	макулатура, автомобильные покрышки, пластики, древесина и т.д.
	Mercodor ZM70	88	6000	автомобильные покрышки

Производитель	Модель	Мощность, кВт	Производительность, кг/ч	Материалы
3E MACHINERY Китай	3E GL61	110 - 150	4000 - 6000	шины, корпусов бытовой техники, отходов алюминия и стали
	3E GL40	44 - 90	1000 - 4000	
	3E GL32	30 - 44	500 - 1200	
WAGNER Австрия	Wagner WTS500	11 (2x5,5)	200 – 1000	пластик, стекло, электронный мусор, металлическая стружка, древесина
"Котельничский Механический Завод" Россия	ДШ-3	30+30	3000	крупных бытовых отходов; вторичного бумажного и пластикового сырья; резиновых и кожаных изделий
	ДШ-10	75+75	10000	Пластик шины
	ДШ-15	90+90	15000	крупные бытовые отходы; бумажные и древесные отходы; резиновые шины и кожаное сырье; пластик, металлы
Корпорация SHINI Тайвань	SGS-6090D	15 x 2	500	-
	SGS-60120D	15 x 2	600	-

В качестве индикатора энергетической эффективности используется показатель удельного расхода электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности.

Таблица 12

Расчет показателя удельного расхода электроэнергии двухвальных шредеров при номинальной производительности

Модель	Средний удельный расход кВт·ч/кг	Средний ИЭЭФ
Mercodor MZ	0,055	0,030*
Mercodor ZM1/44	0,030	
Mercodor ZM 52	0,044	
Mercodor ZM70	0,015	
3E GL61	0,025	
3E GL40	0,023	
3E GL32	0,037	
Wagner WTS500	0,011	
ДШ-3	0,020	
ДШ-10	0,015	
ДШ-15	0,012	
SGS-6090D	0,060	
SGS-60120D	0,050	

*средний ИЭЭФ - среднее арифметическое, которое вычисляется путем суммирования всех ИЭЭФ, а затем деления суммы на число, равное количеству этих ИЭЭФ

Если сравнивать технические характеристики двухвальных шредеров мы видим, что модели Mercodor ZM1/44, Mercodor ZM70, Wagner WTS500 немецкой компании Mercodor, 3E GL61, 3E GL40, Guangzhou 3E machinery co., ltd. Китай, ДШ-3, ДШ-10, ДШ-15 "Котельничский Механический Завод" производство Россия имеют удельный расход электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности не более 0,030 кВт·ч/кг и, следовательно, их можно отнести к объектам высокой энергетической эффективности.

Бенчмаркинг энергоэффективности дробилок роторных

Для эффективной переработки полимерных отходов, необходимо получение измельченной фракции отходов производства. Наиболее распространенным способом является дробление отходов с получением зерен нужного размера и геометрии.

В идеальном случае, для измельчения каждого типа отходов (пленки, небольшие штучные изделия, литники, профили, "блины", крошки и др.) дробилки подбираются и настраиваются индивидуально. В ряде случаев можно вести речь об универсальных дробилках под определенную гамму типов отходов. Однако полностью универсальных дробилок не существует.

Более всего распространены измельчители пластмасс, но также используются измельчители ПЭТ бутылок, пластика, ПВХ, ПЭ пленки, синтепона, пенопласта, поролона, пенополистирола и т.д.

Измельчители обычно применяются роторного типа, в которых дробление твердых материалов осуществляется вращающимися роторными ножами. Измельчители превращают материал в гранулы нужной фракции, которые пригодны для вторичной переработки. Измельчители пластмасс применяют на различных производствах, однако, наибольшей востребованностью измельчители пользуются на предприятиях по выпуску пластиковых и пластмассовых изделий.

В большинстве случаев однороторные дробилки предназначены для измельчения твердых и мягких отходов пластмассы, а так же возможно их применение для утилизации ПЭТ-бутылок, пенопласта, поролона, синтепона, ПВХ, бумаги [47].

Рационально использовать однороторные дробилки для переработки пластиковых плитусов, кабель-каналов, тонкостенных труб, длинных листовых обрезков, для переработки собственных отходов производства и при больших объемах брака.

Особенности современных однороторных дробилок:

- Быстрый срок окупаемости;
- Высокая производительность;
- Малое энергопотребление;
- Простота обслуживания.

Таблица 3

Основные технические характеристики роторных дробило

Производитель	Модель	Мощность, кВт	Производительность, кг/ч
3E MACHINERY Китай	PC2640	11	100
	PC2660	15	120

Производитель	Модель	Мощность, кВт	Производительность, кг/ч
PlastGrupp г. Подольск	AMD-200D	4	50-70
	AMD-400D	5.5	80-100
	AMD-500D	5.5	60-100
	AMD-600D	4	80-120
Волгадроб г. Волжский	ДП-150	4	50-70
	ДП-300	7,5	80-100
	ДП-400	5,5	60-100
	ДП-500	11	80-120
	МИ-700	22	200
ООО Полимехг г. Москва	SLP-400	11	200
	SLP-2000	45	700
Полимеханика	SLP-3000ПВХ	45	450-600
	SLF - 400	15	100-250
	SLF - 800	45	250...800
	SLP - 1000	55	400...1000
GT7	ИПР-150М	3.2	80
	ДПР-150	3,2	60
	ИПРТ-300	30	200
	ИПР-450	30	250
Торгово-производственная компания СВ «ПРОЕКТ»	РС 180	60	2,2
	РС 300	90	5,5
	РС 400	150	7,5
	РС 500	180	11
	РС 600	220	15
	РС 800	300	22
	РС1000	400	37
ООО "Глобал-Маш" Китай 22	HGQ360-450	500	15
	HGQ360-600	650	22
	HGQ360-900	800	30

В качестве индикатора энергетической эффективности используется показатель удельного расхода электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности.

Таблица 14

Расчет показателя удельного расхода электроэнергии роторных дробилок при номинальной производительности

Модель	Средний удельный расход кВт·ч/кг	Средний ИЭЭФ
РС2640	0,110	0,082*
РС2660	0,130	
AMD-200D	0,057	
AMD-400D	0,055	
AMD-500D	0,055	
AMD-600D	0,033	

ДП-150	0,057	
ДП-300	0,075	
ДП-400	0,055	
ДП-500	0,091	
МИ-700	0,110	
SLP-400	0,055	
SLP-2000	0,064	
SLP-3000ПВХ	0,075	
SLF - 400	0,060	
SLF - 800	0,056	
SLP - 1000	0,055	
ИПР-150М	0,040	
ДПР-150	0,053	
ИПРТ-300	0,150	
ИПР-450	0,120	
РС 180	0,037	
РС 300	0,061	
РС 400	0,050	
РС 500	0,061	
РС 600	0,068	
РС 800	0,073	
РС1000	0,093	
HGQ360-450	0,030	
HGQ360-600	0,034	
HGQ360-900	0,038	

**средний ИЭЭФ - среднее арифметическое, которое вычисляется путем суммирования всех ИЭЭФ, а затем деления суммы на число, равное количеству этих ИЭЭФ*

Заключение

Если сравнивать технические характеристики роторных дробилок мы видим, что модель РС2640, РС2660 производителя ЗЕ MACHINERY Китай, модель ДП-500, МИ-700 производителя Волгадроб г. Волжский, Россия, ИПРТ-300, ИПР-450 производителя GT7, РС 1000 ООО Станкополимер имеют удельный расход электроэнергии при номинальной (расчётной) производительности выше, чем 0,082 кВт·ч/кг и, следовательно, к объектам высокой энергетической эффективности не относятся.

ЛИТЕРАТУРА

1. Официальный сайт компании «ГТ7».- Режим доступа: http://gt7.ru/catalog-stat/ekstrudery_i_soekstrudery6353/ (дата обращения 22.12.2015 г.).
2. Официальный сайт компании «ИП Богданов». - Режим доступа: <http://eplast.ru/odnorotornye> (дата обращения 21.12.2015 г.).
3. Официальный сайт компании «ТПК СВ Проект». - Режим доступа: <http://www.svproject.ru/odnoshnekovyi-granulyator-modeli-hsf-65-do-120-kgch-dlya-pererabotki-re-rr> (дата обращения 23.12.2015 г.).
4. Официальны Меркушова Н.И. Бенчмаркинг: практика использования на российских предприятиях и проблемы применения / Н.И. Меркушова, А.В. Старун // Молодой ученый. — 2014. — №15. — С. 185-187.
5. Научно-популярный портал «Energy-fresh» Выпуск №9 2013 г. - Режим доступа: energy-fresh.ru (дата обращения 17.12.2015 г.).
6. Официальный сайт Группы компаний «Алеко». - Режим доступа: <http://polimerexpert.ru/granulyator-sj-125> (дата обращения 23.12.2015 г.).
7. Официальный сайт компании Aston. Китайское оборудование для изготовления и переработки изделий из пластмасс, литья цветных металлов.— Режим доступа: <http://www.astroncompany.ru/equip/?id=77§ion=3> (дата обращения 03.01.2016 г.).
8. Официальный сайт компании GT7. Измельчители и дробилки. – Режим доступа: http://gt7.ru/catalog-stat/izmelchiteli_drobilki/ (дата обращения 08.01.2016 г.).
9. Официальный сайт компании PlastGrupp. - Режим доступа: <http://podolsk.pinplace.ru/pin/26574-plast-group.html> (дата обращения 02.01.2016 г.).

Ivanov Vladimir Aleksandrovich

Russian State University of Tourism and Service, Russia, Moscow
E-mail: vaivanow@rambler.ru

Krymskaja Elena Jakovlevna

Russian State University of Tourism and Service, Russia, Moscow
E-mail: yakovkrymsky@yandex.ru

Shagunov Dmitrij Valentinovich

Russian State University of Tourism and Service, Russia, Moscow
E-mail: tamara41@inbox.ru

Gubanov Nikolaj Nikolaevich

Russian State University of Tourism and Service, Russia, Moscow
E-mail: gubanov.nik@yandex.ru

Benchmarking the energy efficiency of single-rotor agglomerators

Abstract. For recycling of film waste (packaging from household appliances, plastic bags, film greenhouses, etc.), as well as waste of thin plastic in the form of bottles using a special equipment, producing pellets of different fractions and colors. This product is called sinter and is used as a packaging material, filling into containers with fragile articles or as source material for further processing. The primary purpose of the sinter is used as a material for the production of various elements of the roof, as well as all kinds of plastic containers and other household items.

Technology of production of agglomerate is as follows: waste film are placed in a special chamber where washing and cutting of raw material into smaller chunks, after which the raw material is heated at a temperature of more than +1000 until a homogeneous mass. After reaching this status in the camera is supplied with water under pressure and at the same time includes chopping blades, which result in dramatic cooling of the cutting and transforming of the raw weight of the agglomerate.

Single-rotor agglomerators – high quality equipment for recycling of polymers, which is frequently used in recycling factories. They have high efficiency and smooth operation. Features increase the productivity of mechanized labor in the production and decrease the cost of human labor.

Keywords: program savings; energy efficiency; energy-saving technologies; energy audit

REFERENCES

1. Oficial'nyj sajt kompanii «GT7». - Rezhim dostupa: http://gt7.ru/catalog-stat/ekstrudery_i_soekstrudery6353/ (data obrashhenija 22.12.2015 g.).
2. Oficial'nyj sajt kompanii «IP Bogdanov». - Rezhim dostupa: <http://eplast.ru/odnorotornye> (data obrashhenija 21.12.2015 g.).
3. Oficial'nyj sajt kompanii «ТПК SV Proekt». - Rezhim dostupa: <http://www.svproject.ru/odnoshnekovy-granulyator-modeli-hsf-65-do-120-kgch-dlya-pererabotki-re-rr> (data obrashhenija 23.12.2015 g.).
4. Oficial'nyj Merkushova N.I. Benchmarking: praktika ispol'zovanija na rossijskih predpriyatijah i problemy primenenija / N.I. Merkushova, A.V. Starun // Molodoj uchenyj. — 2014. — №15. — S. 185-187.
5. Nauchno-populjarnyj portal «Energy-fresh» Vypusk №9 2013 g. - Rezhim dostupa: energy-fresh.ru (data obrashhenija 17.12.2015 g.).
6. Oficial'nyj sajt Gruppy kompanij «Aleko». - Rezhim dostupa: <http://polimerexpert.ru/granulyator-sj-125> (data obrashhenija 23.12.2015 g.).
7. Oficial'nyj sajt kompanii Aston. Kitajskoe oborudovanie dlja izgotovlenija i pererabotki izdelij iz plastmass, lit'ja cvetnyh metallov. - Rezhim dostupa: <http://www.astroncompany.ru/equip/?id=77§ion=3> (data obrashhenija 03.01.2016 g.).
8. Oficial'nyj sajt kompanii GT7. Izmel'chiteli i drobilki. - Rezhim dostupa: http://gt7.ru/catalog-stat/izmelchiteli_drobilki/ (data obrashhenija 08.01.2016 g.).
9. Oficial'nyj sajt kompanii PlastGrupp. - Rezhim dostupa: <http://podolsk.pinplace.ru/pin/26574-plast-group.html> (data obrashhenija 02.01.2016 g.).