

УДК 338.012

**ЭКОНОМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ОБРАЩЕНИЕМ С ОТХОДАМИ:  
РАЗВИТИЕ ИНСТРУМЕНТАРИЯ**© 2015 г. *Е. В. Дмитриева**ООО «Малое инновационное предприятие «Экономика», г. Новочеркасск*

*Рассмотрены методики оценки технологий переработки отходов. Предложено использовать подход к такой оценке на основе отнесения технологий к определенному технологическому укладу и по степени приближения технологии переработки к уровню предельно эффективной. Приведены примеры технологий переработки бумажных отходов.*

*Ключевые слова: технологические уклады; предельно эффективная технология; обращение с отходами; методы оценки технологий; переработка отходов.*

*The article describes methods of evaluating the recycling technologies. It's proposed to use an approach to the evaluation which represents technologies classification basing on its attributing to a certain technological structure and the degree of technology's drawing near the level of the extremely efficient technology. Examples of technologies for processing of paper waste are also presented.*

*Key words: technological structure; extremely efficient technology; waste management; methods of the technological assessment; methods of evaluating the technologies; recycling.*

С ростом уровня потребления населения пропорционально возрастают объемы твердых бытовых и промышленных отходов, что, в первую очередь, усиливает нагрузку на окружающую среду. По данным Росприроднадзора, общий объем образования отходов в Российской Федерации с 2010 по 2013 гг. увеличился на 1418,1 млн т, и в 2013 г. составил 5152,8 млн т. (рис. 1.) На начало 2013 г. в стране было накоплено более 32,5 млрд т отходов, из них объем накопленных твердых коммунальных отходов на начало 2013 г. составил 22,582 млн т. [1].

Экономические аспекты обращения с отходами, наряду с экологическими, весьма важны при выборе технологии переработки бытовых и промышленных отходов, как для хозяйствующих субъектов, так и для органов государственного управления природопользованием.

Для осуществления такого выбора необ-

ходимо иметь надежные методики оценки различных технологий переработки.

В Южно-Российском государственном политехническом университете (НПИ) имени М. И. Платова разработан подход к такой оценке на основе отнесения технологий к определенному технологическому укладу.

При этом критериями для такого отнесения служат: этап развития производственной системы, ведущий экономический ресурс, доминирующая концепция управления, степень материализации информации в производственных системах и размерный масштаб процессов формообразования [2]. Более подробно следует остановиться на количественных параметрах технологических укладов, к которым относится степень материализации информации в производственных системах, углубляющаяся по мере перехода от предшествующего уклада к последующему. В процессе эволюции производственных

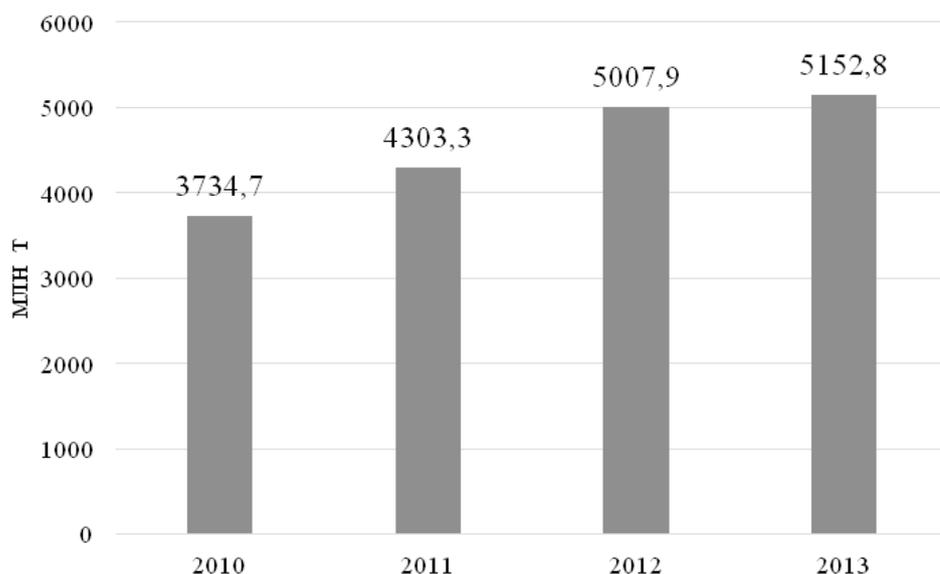


Рис. 1. Общий объем образования отходов с 2010 по 2013 гг.

систем происходит изменение информационного содержания процесса труда и характера носителей информации, определяющих в конечном счете облик производственной системы, присущий тому или иному технологическому укладу [8].

Еще одной количественной характеристикой является размерный масштаб процессов формообразования, характерный для доминирующей технологии соответствующего технологического уклада. Размерный масштаб процессов формообразования по мере перехода от предыдущего к последующему технологическому укладу уменьшался. Шестой технологический уклад знаменуется переносом процессов формообразования на наноуровень, что приводит к концептуальным изменениям в экономическом инструментарии управления производственными системами.

Данный подход можно рассмотреть на примере накапливаемых целлюлозных отходов. В основном, утилизация несортированного бумажного мусора происходит теми же способами, что и бытового, т. е. разложением естественным путем в местах хранения отходов (санитарные полигоны, традиционные свалки). Санитарные полигоны появились в пятидесятых годах прошлого века. Отличительной особенностью их явилось то, что отходы пересыпались каждый день грунтом. Однако, исследования старых полигонов, по-

казали, что 80% захороненного органического материала не разложилось за 15 лет [3]. Очевидно, что такой способ переработки можно отнести к первым трем технологическим укладам. Четвертый технологический уклад озаменован использованием макулатуры в качестве сырья для производства бумаги и картона, предпосылками для этого явилось увеличение выработки бумажно-картонной продукции на душу населения. Впервые такую технологию применили в США в начале XX века, а несколько позже ее начали использовать в Европе и России [4]. Пятый и шестой технологические уклады характеризуются использованием различных технологий для глубокой переработки бумажных отходов и производства различных продуктов на их основе.

Вопреки бытующему мнению о том, что из макулатуры производят только низкосортную продукцию, номенклатура производства различных товаров из переработанной бумаги достаточно широка: например, существуют технологии производства строительных материалов; изоляционных материалов; аксессуаров для автомобильной промышленности; ткани; одноразовой посуды и т. д.

В зависимости от конечного продукта и качества сырья различают следующие способы переработки макулатуры [4]:

- сухая технология;
- мокрая технология.

Переработка макулатуры для мокрых процессов в общем случае включает 4 стадии: роспуск макулатуры, грубая очистка или сортирование; тонкая очистка, фракционирование, сгущение, термодисперсионная обработка, размол, аккумулялирование; флотация; отбелка [4].

В зависимости от марки макулатуры некоторые этапы могут быть исключены из технологического процесса.

К механической переработке макулатуры относятся первые две стадии, вторые две стадии представляют собой физико-химические процессы с обязательным использованием реагентов.

*I стадия.* Роспуск макулатуры. Роспуск макулатуры осуществляется в гидроразбивателях, в которые заливается вода и закладывается макулатура. Например, по методу [5] роспуск проходит в течение 15 минут при температуре воды 37–39°C и концентрации 2–4%. Ротор гидроразбивателя осуществляет вращательные движения, образуя турбулентные потоки, которые создают интенсивные истирающие усилия между отдельными волокнами. В гидроразбивателях также происходит грубая очистка, отделение тяжелых отходов и легких загрязнений. Образовавшаяся после гидроразбивателя суспензия содержит как волокна, так и нераспустившиеся кусочки макулатуры.

*II стадия.* На этой стадии происходит тонкая очистка макулатурной массы и сортирование. Очистка производится на очистителях циклонного типа при высокой и низкой концентрации пульпы. Очистители имеют тангенциальный вход массы в верхней части и грязевые камеры в нижней части. Работа таких очистителей основана на использовании центробежной силы, создающей завихрения [6].

Далее идет фракционирование и сгущение массы до концентрации 10–12% [5]. Этап термомеханической обработки предусматривается в технологическом процессе, если в качестве исходного сырья используются картон и бумага, имеющие сложный состав с такими включениями, как битум, воск, парафин, клей и др. Термомеханическая обработка нейтрализует их влияние благодаря диспергированию до размеров, при которых вещества не оказывают отрицательного влия-

ния на производственный процесс [6].

Существуют два вида термомеханической обработки [6]:

— холодный способ: диспергирование производится при атмосферном давлении и температуре до 95°C;

— горячий способ: диспергирование при повышенном давлении (до 0,3–0,5 МПа) и температуре 130–150°C.

Размол макулатуры. Очищенная макулатурная масса, содержащая, как растительные волокна, так и пучки волокон и мелкие куски макулатуры, проходит стадию дороспуска на конических или дисковых мельницах (энштипперах). Статор и ротор мельницы оснащаются специальной размалывающей гарнитурой, зазор между которыми составляет 0,5–2 мм. В результате турбулентных пульсаций и трения массы внутри потока происходит разделение кусочков макулатуры и пучков массы на отдельные волокна. Распущенный материал поступает на сортировку, где отсеиваются неразволокнуемые пучки волокон и примеси [6].

Далее следуют стадии облагораживания макулатурной массы.

*III стадия.* Флотация или промывка. Наиболее используемым методом облагораживания макулатурной массы является удаление отделившейся от волокон краски производится методом флотации, который основан на увлечении частиц краски пузырьками воздуха вследствие различной смачиваемости частиц краски и волокна. Пузырьки воздуха, поднимаясь, увлекают за собой краску и выносят ее на поверхность суспензии, где она вместе с образующейся пеной перетекает в приемную камеру [6].

*IV стадия.* Степень белизны облагороженной массы зависит от качества макулатуры, способа нанесения печати, состава красителей и связующих и от технологии отделения краски от волокон. Для получения массы повышенной белизны ее подвергают дополнительной отбелке. Добелка облагороженной макулатурной массы проводится перекистью водорода при концентрации 15–20%, рН = 10–11, температуре 40–50°C, в течение 1,0–1,5 ч [6].

Мокрая технология переработки макулатуры характеризуется высокой энергоемкостью производства и высоким удельным

расходом воды (до нескольких десятков кубических метров на тонну продукции), а также большим объемом сточных вод. Такой способ применяется для производства бумаги или картона.

Сухой способ используется при подготовке вторичного сырья для производства экологической ваты, теплоизоляционных материалов, а также в нефтяной отрасли с целью приготовления буровых растворов, в качестве сорбента при разливах нефтепродуктов, в производстве кирпича, гипсокартона и прочих строительных смесей. Поступающая на предприятие макулатура подвергается сухому измельчению в молотковых дробилках до фрагментов от 1 до 5 см. Измельченная макулатура, представляющая собой механическую смесь частиц волокнистого и полимерного материалов, подается на сита, где из этой смеси выделяются потоки отдельных составляющих. Такое выделение осуществимо на конвейерных или стационарных виброситах, через ячейки которых просеиваются волокнистая составляющая и мелкие тяжелые загрязнения, а пленка уходит в накопитель для последующей утилизации. Волокнистая составляющая, содержащая остатки мелких частиц полимеров и тяжелых загрязнений, подвергается аэросепарации и дополнительно очищается. Затем в сухую измельченную смесь добавляют антисептики и антипирены для обеззараживания и снижения горючести бумажной массы. В результате получается сыпучая масса с низкой теплопроводностью и малой горючестью [4].

Наряду с оценкой технологий на основе отнесения технологий к определенному технологическому укладу важным параметром является степень приближения технологии переработки к уровню предельно эффективной (ПЭТ). Данный подход был разработан в СССР в конце восьмидесятых годов прошлого века инженерами-экономистами Г. Л. Аврехом, Б. Б. Цыркиным и Е. П. Щукиным, но, к сожалению, не получил должного развития из-за последовавшего распада Советского Союза. По замыслу авторов, под предельно эффективной технологией понимается технология, обеспечивающая 100% селективность процесса при минимальных удельных затратах на производство. Степень приближения реальной технологии к предельно

эффективной может рассматриваться как показатель эффективности производственного процесса. В этом случае оценка технологии переработки будет осуществляться на уровне экономически минимальных производственных систем [7].

С использованием описанных методов оценки технологий в настоящее время разрабатывается система экономического управления обращением с отходами на корпоративном, муниципальном и региональном уровнях.

## Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2013 году» [Электронный ресурс] / Электронный журнал «Разведка и охрана недр». — Режим доступа: <http://rion-journal.com/2014/12/24/gosudarstvennyj-doklad-o-sostoyanii-i-ob-ohrane-okruzhayushhej-sredy-rossijskoj-federatsii-v-2013-godu/>, свободный.

2. Колбачев Е. Б., Переяслова И. Г. Новый технологический уклад и задачи экономического инструментария. [Электронный ресурс] / Электронная библиотека Ephes.ru. — Режим доступа: [http://www.ephes.ru/lib/exe/fetch.php?media=sbornik2005\\_3.pdf](http://www.ephes.ru/lib/exe/fetch.php?media=sbornik2005_3.pdf), свободный.

3. Состояние вопроса об отходах и современных способах их переработки: учеб. пособие. / Г. К. Лобачева и др. — Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2005. — 176 с.

4. Ванчаков М. В., Кулешов А. В., Коновалова Г. Н. Технология и оборудование для переработки макулатуры: учебное пособие. — 2-е изд., испр. и доп. — Ч. I. — СПб.: СПбГТУРП, 2011. — 99 с.

5. Пат. 2244775 Российская Федерация, МПК D 21 C 5/02, D 21 B 1/08, 1/32. Способ подготовки вторичного волокна из гофрированного картона при изготовлении волокнистых материалов. / Диклер М. Г., Аванесова Л. И., Волков В. А., Тюрин Е. Т.; заявитель и патентообладатель ОАО «Центральный научно-исследовательский институт бумаги» (ОАО «ЦНИИБ»). — №2004104438/12; заявл. 17.02.2004; опубл. 20.01.2005, бюл. №2. — 5 с.

6. Переработка промышленных отходов: учебник для студентов технол. специальностей вузов. / Б. Б. Бобович. — М.: СПИнтермет инжиниринг, 1999. — 445 с.

7. Аверх Г. Л., Цыркин Е. Б., Шукин Е. П. Экономика на уровне молекул. — М.: Химия, 1986. — 144 с.

8. Юнь О. М. Производство и логика: Информационные основы развития. — М.: Новый век, 2001. — 210 с.

Поступила в редакцию

18 ноября 2015 г.



**Елена Васильевна Дмитриева** — экономист ООО «Малое инновационное предприятие «Экономика».

**Elena Vasilievna Dmitrieva** — economist of the “Small innovation business “Economy” LLC.

346428, г. Новочеркасск, ул. Б. Хмельницкого 153/38  
153/38 B. Khmel'nitsky st., 346428, Novocherkassk, Rostov reg., Russia  
Тел.: +7 909 417 18 02; e-mail: elena911d@yandex.ru