

УДК 338.62

**СОВРЕМЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОДУКТЫ
ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ****Мирзаянов Ф.Ф.***ФГБОУ ВПО «Ижевский государственный технический университет
имени М.Т. Калашникова», Ижевск, e-mail: mff@tizh.ru*

Задача настоящей публикации логично вытекает из актуальной научной дискуссии об эволюции системы обращения отходов, результатом которой является тезис о возрастании роли вторичного сырья в производственных циклах обрабатывающей промышленности. Автором выделено одиннадцать современных направлений переработки вторичных ресурсов, отражающих потенциал современных инновационных промышленных технологий, формирующих базу для создания соответствующих профильных промышленных комплексов. Сформулировано условие рыночной привлекательности продуктов вторичной переработки, ее конкурентный потенциал по отношению к рынкам первичного сырья – кастомизация. Приведенные примеры сформулированы в процессе исследования автором лучших современных технологических практик переработки вторичных ресурсов, как материальных, так и энергетических (биогаз). Они демонстрируют тезис о том, что на каждом историческом этапе существует спектр промышленных технологий, обеспечивающих определенную глубину переработки.

Ключевые слова: промышленность, промышленная переработка, инновационные технологии, вторичные ресурсы, кастомизация

**MODERN INNOVATIVE TECHNOLOGY AND PRODUCTS
OF INDUSTRIAL PROCESSING OF SECONDARY RESOURCES****Mirzayanov F.F.***Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education
«Kalashnikov Izhevsk State Technical University», Izhevsk, e-mail: mff@tizh.ru*

The task of the present publication logically follows from actual scientific discussion about evolution of system of the address of waste which the thesis about increase of a role of secondary raw materials in production cycles of manufacturing industry is result. Publication allocated 11 modern directions of processing of secondary resources, reflecting the potential of modern industrial technology innovation. To formulate the conditions of the market appeal of the product recycling, its competitive potential in relation to the market of primary raw materials – customization. The given examples are formulated in the course of research by the author of the best modern technological the practitioner of processing of secondary resources, both material, and power (biogas). They show the thesis that at each historical stage there is a range of the industrial technologies providing a certain depth of processing.

Keywords: industry, secondary resources, innovative technologies, industrial processing, customization

Задача настоящей публикации логично вытекает из актуальной научной дискуссии об эволюции системы обращения отходов, результатом которой является тезис о возрастании роли вторичного сырья в производственных циклах обрабатывающей промышленности [12]. Вторичная переработка, рециклинг – функция профильного сегмента промышленности, определение границ которого является одной из актуальных научных задач. Под границами сегмента подразумевается оценка перспективных направлений вторичной переработки – экономически эффективных видов вторичного сырья. Выбор в качестве критерия экономической эффективности обусловлен базовой характеристикой современной системы вторичного обращения – рыночных механизмов отношений переработчиков и потребителей вторичного сырья. То есть требуется выделить перспективные с экономической

позиции направления вторичной переработки профили деятельности формируемых промышленных комплексов.

Как известно, все виды отходов производства и потребления имеют потенциал вторичного использования. «...Объективен теоретический тезис ... 100% отходов может быть переработано во вторичное сырье» (Costanza R. [9]) – именно на этом тезисе строится доктрина «экономики замкнутого цикла». При этом возможность 100%-й глубины переработки ограничена доступностью производственных технологий и оборудования сбора, разделения смешанных отходов на фракции и их подготовку (сушка, обеззараживание, пакетирование и т.п.). К сожалению, в настоящее время более 50% вторичного сырья собирается в смешанном виде (табл. 1), и это показатель для стран, в которых реализован механизм «раздельного сбора отходов

производства и потребления». Механизм подразумевает «ручную» сортировку отходов производства и потребления отходообразователем, мотивированную снижением тарифа за вывоз отсортированных фракций [13]. При отсутствии таких механизмов (например, в Российской Федерации) смешанные отходы составляют 90% системы обращения вторичных ресурсов. На сегодняшний день ученые не видят перспективу снижения доли смешанных отходов, многие [1] полагают 50% предельным значением сбора «условно чистых» вторичных фракций.

Таблица 1

Относительный объем отдельно собираемых фракций бытовых и промышленных отходов в Евросоюзе в рамках реализованного механизма «раздельного сбора отходов производства и потребления», 2013, [13]

Тип отходов	Доля
Смешанные отходы	55,7%
Отходы бумаги и картона	13,4%
Органические отходы	13,3%
Отходы стекла	2,2%
Отходы металла	0,5%
Отходы древесины	3,1%
Отходы пластика	0,8%
Электроника	2,1%
Другое	8,8%

Усиление и глобализация конкуренции [5, 6, 7, 8, 9], изменение запросов покупателей приводит к существенному сокращению срока жизни продукции (периода времени от разработки до момента снятия продукта с производства) – с десяти до нескольких лет в среднем [10, с. 11]. Это приводит к возникновению инновационных организаций.

Из этого следует, что уровень «чистоты» вторичного сырья в перспективе будет определяться не совершенствованием способов раздельного сбора (по сути, организационно-экономическими механизмами), а наличием передовых, инновационных технологий сортировки и вторичной переработки.

Например, на сегодняшний день имеется практика сбора и переработки автомобильных шин с получением вторичных продуктов: резиновые гранулы, взрыв сети, тюки для дорожно-строительных работ, защитные резиновые бамперы (табл. 3). Но

с химической точки зрения шина (ее резиновая часть) – это изопрен естественного (каучук) или искусственного происхождения – дефицитное сырье шинной промышленности. Современные технологии переработки изношенных шин не возвращают их к исходному, первичному сырью – природный или синтезированный из углеводородного сырья каучук, изопрен. Получается, что невозобновляемое сырье (каучук) в первичном цикле превращается в шины, а шины во вторичном цикле – (в основном) в продукты строительного назначения. Но американо-бразильская компания «Amugis» инвестировала в 2012 году значительные средства в НИОКР по тематике «Химическая переработка шин с получением искусственного каучука – изопрена». К 2020 году «Amugis» ожидает внедрение результатов НИОКР, что революционным образом может повлиять на рынки первичного и вторичного изопрена.

Второй пример, сырье целлюлозно-бумажной промышленности – макулатура, представляющая собой смесь бумаги и картона различного качества. Современные технологии переработки позволяют в лучшем случае получить вторичное сырье гигиенического назначения (салфетки, туалетная бумага и т.п.), а в худшем – использовать как топливо (RDF). Но в перспективе ожидается появление технологии сортировки смешанной макулатуры на различные по качеству сырья фракции (разработка компании «MSS», Нешвилл, США), что позволит сформировать потоки вторичного обращения в более широком спектре потребителей целлюлозно-бумажной промышленности.

Третий пример, изменение модели рециклинга транспортных средств – переход от американской модели утилизации автомобилей к европейской (Larane A. [11]). На втором этапе эволюции системы обращения доминировала, так называемая «американская» модель. В ее основе технология прессования (автомобиль полностью сдавливался прессом), резки и вторичной переработки с выделением черных металлов – листовая сталь. Все остальные материалы и фракции (59%), присутствующие в отработанных транспортных средствах рассматривались как отходы переработки и передавались на полигоны как «мусор» после переплавки. Между тем, морфология вторичного сырья в транспортных средствах очень «богата», включает алюминий (7%), цветные металлы (1,5%) и органические компоненты (19%) (табл. 2).

Таблица 2

Морфология вторичного сырья в транспортных средствах (Suomen Autokierrätys, [14])

Металл		Органические		Прочие	
Листовая сталь	41 %	Пластик	9,10%	Стекло	2,80 %
Сталь	18%	Резина	6 %	Жидкости	0,80 %
Чугун	7%	Текстиль	0,90%	Смешанные	1,90 %
Нержавеющая сталь	1 %	Клей, краски	3 %		
Алюминий	7%				
Цинк, медь, свинец	1,50 %				
Итого	75,50 %	Итого	19%	Итого	5,50 %

На современном этапе промышленной переработки принимаются «европейские» технологии переработки – позволяющие выделить до 80% вторичного сырья. Финская компания «Kuusakoski Oy» разработала и внедрила комбинированную (ручная и автоматизированная) технологию, позволяющую разделить и вторично переработать (на 2013 год) 76% весовых компонентов. Транспортное средство перерабатывается в 2 этапа: разделение компонентов (фракций) и их последующая профильная переработка. Существующая в Евросоюзе директива об ответственности производителя за утилизацию подразумевает выплату перерабатывающему предприятию фиксированного тарифа («экологического сбора») за каждое переработанное транспортное средство.

С учетом «экологического сбора» и реализации на рынке переработанного вторичного сырья рентабельность промышленного комплекса вторичной переработки финской компании «Kuusakoski Oy» составляет 9,2%. Данный уровень рентабельности можно рассматривать как средний для европейской промышленности в сегменте первичной и вторичной переработки сырья.

Приведенные примеры сформулированы в процессе исследования автором лучших современных технологических практик переработки вторичных ресурсов, как материальных, так и энергетических (биогаз). Они демонстрируют тезис о том, что на каждом историческом этапе существует спектр промышленных технологий, обеспечивающих определенную глубину переработки. В исследовании автор основывался на публикациях отечественных ученых Л.М. Альбитера, С.Б. Смирнова, Ю.С. Баруздина, Р.Ф. Сагитова, Е.И. Кривенко, А.Р. Грошева, Ю.И. Реутова, А.Г. Ларионовой, С.П. Игнатьева, Р.Р. Гадлгареевой, А.В. Храмушина (и других), материалах «Overview of control mechanism for waste

management in Finland – Research report F-4» [13], отчетах по европейской практике управления обращением с вторичными ресурсами [8, 10]. В итоге исследования технологического потенциала автором выделено 11 современных направлений переработки вторичных ресурсов (табл. 3), отражающих потенциал современных промышленных технологий.

Представленные в табл. 3 продукты вторичного использования описаны в формулировке производственной номенклатуры. Но промышленные комплексы вторичной переработки в силу малой производственной программы стремятся к «кастомизации» – приближению характеристик выпускаемых продуктов к ситуационным требованиям потребителей. С позиции производственного менеджмента такой подход также формулируется как «показной» метод организации. Он обеспечивает «...конъюнктурные преимущества по отношению к рынкам первичных сырьевых ресурсов» [15]. Кастомизация при вторичном производстве «...противопоставляется более низким ценам первичных ресурсов, достигаемых эффектом масштаба» [1]. Так, например, промышленный комплекс вторичной металлургической переработки «ЕКОКЕМ saastamme luonnonvaraja» (Финляндия, Куовола) формирует рыночное преимущество за счет выпуска малых серий алюминиевых сплавов с несерийными характеристиками под ситуационные потребности конкретного заказчика. Причем необходимые примеси и добавки для алюминиевого сплава с заданными свойствами комплекс получает также в результате переработки вторичного сырья. А часть энергии для работы металлургических печей вырабатывается на основе сжигания вторичных энергетических отходов (RDF). Другой пример – вариация цен на вторичное сырье – компост (табл. 4) по направлениям использования.

Таблица 3

Современные направления и продукты промышленной переработки вторичных ресурсов

Отходы	Продукты вторичного использования
Макулатура	Бумага вторичного использования, RDF (топливо самостоятельно и в смеси с другими фракциями)
Стекло	Строительные материалы, стекло как источник вторичного сырья профильных производств
Металлолом	Черный и цветной металл вторичного использования – металлургическое сырье
Химикаты: кислоты, щёлочи, органика	Компоненты химических процессов, производство удобрений и пестицидов
Нефтепродукты	Битум, строительные смеси, топливо
Электроника: изделия, платы, аккумуляторы, ртутные лампы, провод	Пластмассы, редкие и драгоценные металлы
Пластмассы	Пластмассы вторичного использования (сырье химической промышленности): полиэтилентерефталат; поливинилхлорид; полипропилен; полиэтилен низкого, высокого давления; полиэтиленовый воск; полиамиды; акрилонитрилбутадиенстирол; полистирол; поликарбонаты; полибутилентерефталат
Резина: шины, резиновые изделия	Резиновые гранулы, взрыв сети, тюки для дорожно-строительных работ, защитные резиновые бамперы
Биологические, органические (неопасные): пищевые отходы, и жиры, продукты ассенизации	Биогаз (энергетическое сырье), компост
Древесина: сучья, стружка, листья	RDF (топливо, самостоятельно или в смеси с другими фракциями)
Строительные: кирпич, бетон, смешанные	Вторичная строительная продукция (дорожное строительство, производство строительных материалов)

Таблица 4

Средние цены на компост в Евросоюзе по направлениям потребления, 2013, [13]

Направления использования	Цена (€/м ³)
Сельское хозяйство	0–3
Садоводство	5–20
Разбивка ландшафтов	10–20
Теплицы	20–40
Обогащение почвы	10–15
Винные сады и фрукты	1–6
Органическое сельское хозяйство	2–6
Рекультивация	0–4

Полигоны захоронения перерабатывают органические отходы в компост с различными технологическими циклами, добавками и биохимическими свойствами исходного сырья, что и определяет вариацию качества и цены вторичного продукта. Таким образом, именно кастомизация обеспечивает рыночную привлекательность продуктов вторичной переработки, ее конкурентный потенциал по отношению к рынкам первичного сырья.

Итак, сформулированные 11 направлений отражают современный технологический, инновационный потенциал пере-

работки вторичного сырья, возможность создания соответствующих профильных промышленных комплексов.

Список литературы

1. Алексеев А.А. Переработка отходов – инновационный сегмент промышленности // Известия Санкт-Петербургского государственного экономического университета. – 2014. – № 3. – С. 17–23.
2. Асаул А.Н. Высокотехнологический комплекс: определение экономического роста страны // Экономическое возрождение России. – 2008. – № 3. – С. 3–7.
3. Асаул А.Н., Мамедов Ш.М., Рыбнов Е.И., Чепаченко Н.В. Формирование конкурентного преимущества

субъектов предпринимательства в строительстве // Успехи современного естествознания. – 2014. – № 10. – С. 123.

4. Грахов В.П., Кислякова Ю.Г., Караваева В.А. Ресурсосбережение как фактор устойчивого развития строительного предприятия // Экономика и предпринимательство. – 2014. – № 4-1. – С. 481–484.

5. Грахов В.П., Симакова У.Ф. Стратегия инновационного развития кафедры «промышленное и гражданское строительство» инженерно-строительного факультета ФГБОУ ВПО «ИжГТУ имени М.Т. Калашникова» // Вестник Ижевского государственного технического университета. – 2013. – № 3 (59). – С. 196–200.

6. Организация предпринимательской деятельности: учебник / А.Н. Асаул. – СПб.: АНО ИПЭВ, 2009. – 336 с.

7. Создание знания и информационной инфраструктуры субъектов предпринимательства / А.Н. Асаул, Е.И. Рыбнов, О.А. Егорова, Т.М. Левченко. – СПб.: АНО ИПЭВ, 2010. – 252 с.

8. Berninger K., Heikkilä L., Kolev Z., Orjala M., Teräväinen T. Waste management and recycling in Finland. – Conference Presentation, 2010.

9. Costanza R. Frontiers in Ecological Economics: Transdisciplinary Essays, USA, Vermont University, 1997.

10. International Yearbook of Industrial Statistics, 2012. – Vienna: UNIDO, 2012.

11. Larane A. Recycling is standard in French auto industry // World Wastes. – 1998. – Т. 41. – № 1. – P. 8–10.

12. «Manifesto for a Resource Efficient Europe». European Commission. Retrieved 21 January 2013.

13. Research report «Overview of control mechanism for waste management in Finland» – ENPI project (SE500), Mikkeli University of Applied Sciences, Department of Energy and Environmental Technology, Finland, 2014.

14. Suomen Autokierrätys. Näin kierrätät autosi oikein, Mikkeli University, 2013.

15. Zhijun F., Nailing, Y. Putting a circular economy into practice in China. Sustain Sci 2:95–101, 2007.

S.M. Mamedov, E.I. Rybnov., N.V. Chepachenko // Uspеhi sovremennogo estestvoznaniya. 2014. no. 10. pp. 123.

4. Grahov V.P., Kisljakova Y.G., Karavaeva V.A. Resur-soberezhenie kak faktor ustoichivogo razvitiya stroitel'nogo predpriyatija // Yekonomika i predprinimatel'stvo. 2014. no. 4-1. pp. 481–484.

5. Grahov V.P., Simakova U.F. Strategija innovacionnogo razvitiya kafedry «promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo» inzhenerno-stroitel'nogo fakul'teta FGBOU VPO «IzhGTU imeni M. T. Kalashnikova» // Vestnik Izhevskogo gosudarstvennogo tehnikeskogo universiteta. 2013. no. 3 (59). pp. 196–200.

6. Organizacija predprinimatel'skoi dejatel'nosti: ucheb-nik / A.N. Asaul. SPb.: ANO IPYeV, 2009. 336 p.

7. Sozdanie znaniya i informacionnoi infrastruktury sub'ektov predprinimatel'stva / A.N. Asaul, E.I. Rybnov, O.A. Egorova, T.M. Levchenko. SPb.: ANO IPYeV, 2010. 252 p.

8. Berninger K., Heikkilä L., Kolev Z., Orjala M., Teräväinen T. Waste management and recycling in Finland. Conference Presentation, 2010.

9. Costanza R. Frontiers in Ecological Economics: Transdisciplinary Essays, USA, Vermont University, 1997.

10. International Yearbook of Industrial Statistics, 2012. Vienna: UNIDO, 2012.

11. Larane A. Recycling is standard in French auto industry. World Wastes. 1998. T. 41. no. 1. pp. 8–10.

12. «Manifesto for a Resource Efficient Europe». European Commission. Retrieved 21 January 2013.

13. Research report «Overview of control mechanism for waste management in Finland» ENPI project (SE500), Mikkeli University of Applied Sciences, Department of Energy and Environmental Technology, Finland, 2014.

14. Suomen Autokierrätys. Näin kierrätät autosi oikein, Mikkeli University, 2013.

15. Zhijun F., Nailing, Y. Putting a circular economy into practice in China. Sustain Sci 2:95–101, 2007.

References

1. Alekseev A.A. Pererabotka othodov innovacionnyi segment promyshlennosti // Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo yekonomicheskogo universiteta. 2014. no. 3. pp. 17–23.

2. Asaul A.N. Vysokotekhnologicheskii kompleks: opredelenie yekonomicheskogo rosta strany // Yekonomicheskoe vozrozhdenie Rossii. 2008. no. 3. pp. 3–7.

3. Asaul A.N. Formirovanie konkurentnogo preimushestva sub'ektov predprinimatel'stva v stroitel'stve / A.N. Asaul,

Рецензенты:

Асаул А.Н., д.э.н., профессор, АНО «Институт проблем экономического возрождения», г. Санкт-Петербург;

Иванов С.Н., д.э.н., профессор, действительный член Международной академии инвестиций и экономики строительства, г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 02.03.2015.