

СТАТЬИ

УДК 658.567.1:575.834

**ЭКОЛИЗИНГ В КОНВЕРГЕНТНОМ РЕЦИКЛИНГЕ
ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА****Гладун В.Д., Бабукова А.А.***Егорьевский технологический институт (филиал)**ФГБОУ ВО «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»»,**Егорьевск, e-mail: nastyusha-zadumina@yandex.ru*

Переработка отходов бизнес-процессов минеральных удобрений лимитирует устойчивость развития техносферы, ограниченной проблемами экологической безопасности производства. Массовые объемы ежегодных накоплений указанных отходов достигают миллионов тонн и продолжают расти в связи с демографической эволюцией населения и снижением плодородия почвы. Затраты на хранение и логистику отходов производства измеряются сегодня уже миллиардами рублей в год. Эколизинг конвергентного рециклинга отходов производства минеральных удобрений в сочетании с отходами деревообработки в экологически чистую щелочную целлюлозу позволяет не только снижать производственные затраты, но и синтезировать целевой продукт, востребованный в широком спектре потребления в условиях целевого импортозамещения. В работе на примере промышленного рециклинга фосфогипса, кремнегеля совместно с древесно-стружечными материалами, усугубляющими экологическую опасность жизнедеятельности в ряде промышленных регионов страны, обоснованы перспективы использования экономики в управлении техносферной безопасностью. Щелочная варка как процесс, который обычно используется при рециклинге промышленных отходов, является гетерофазным процессом, в котором должны участвовать как жидкая фаза (гидросиликат кальция), так и твердая фаза (отходы деревообработки). Температурные условия варки отхода производства минерального удобрения при синтезе целлюлозы позволяют управлять экономикой процесса – регулировать его продолжительность и выход целевого продукта. Эколизинг дает возможность применять современное отечественное экологическое оборудование с минимальными затратами финансовых ресурсов на осуществление конвергентного рециклинга отходов производства минеральных удобрений.

Ключевые слова: конвергентный рециклинг, эколизинг, проблемы развития, отходы производства**ECO-LEASING IN CONVERGENT RECYCLING
OF PRODUCTION WASTE****Gladun V.D., Babukova A.A.***Egoryevsk Institute of Technology (branch) of Moscow State University of Technology «STANKIN»,**Egoryevsk, e-mail: nastyusha-zadumina@yandex.ru*

Recycling of waste from the business processes of mineral fertilizers limits the sustainability of the development of the technosphere, limited by the problems of environmental safety of production. The massive volumes of annual accumulations of these wastes reach millions of tons and continue to grow due to the demographic evolution of the population and the decline in soil fertility. The costs of storage and logistics of production waste are measured today in the billions of rubles a year. Eco-leasing of convergent recycling of waste from the production of mineral fertilizers in combination with wood waste into environmentally friendly alkaline cellulose allows not only to reduce production costs, but also to synthesize a target product that is in demand in a wide range of consumption under conditions of targeted import substitution. Using the example of industrial recycling of phosphogypsum, silica gel together with wood chip materials, which aggravate the environmental hazard of life in a number of industrial regions of the country, the prospects for using the economy in the management of technosphere safety are substantiated. Alkaline pulping used in waste recycling is a heterophasic process that involves a liquid phase (calcium hydrosilicate) and a solid phase (woodworking waste). The temperature conditions for the pulping of waste from the production of mineral fertilizers in the synthesis of cellulose make it possible to control the economics of the process - to regulate its duration and the yield of the target product. Ecoleasing allows the use of modern domestic environmental equipment with minimal financial resources for the implementation of convergent recycling of waste from the production of mineral fertilizers.

Keywords: convergent recycling, eco-leasing, development problems, production waste

Проблемы обращения с разнообразными отходами производства лимитируют устойчивое развитие техносферы, что предопределяет актуальность поиска эффективных экономических методов управления техносферной безопасностью. На юго-востоке Московской области накоплено значительное количество отходов производств (фосфогипс, кремнегель, древесно-стружечные материалы), усугубляющих экологическую

опасность жизнедеятельности ряда промышленных городов региона. Фосфогипс (миллионы тонн в год) образуется при промышленном производстве различных минеральных удобрений из «экстракционной фосфорной кислоты с использованием апатитовых концентратов. Кремнегель (десятки тысяч тонн в год) представляет собой высокодисперсное вещество на основе оксида кремния и образуется при промышленном

производстве фтористого алюминия. Отходы древесно-стружечных материалов – опилки, щепа, древесная пыль, обрезки пиломатериалов, фанеры» [1] и ДСП содержат в своем составе токсичные клеевые композиции на основе карбамидоформальдегидных и фенолформальдегидных смол.

Цель исследования заключается в обосновании перспектив использования эко-лизинга как вида финансовых услуг в

управлении техносферной безопасностью на примере рециклинга фосфогипса, кремнегеля совместно с древесно-стружечными материалами, усугубляющими экологическую опасность.

Материалы и методы исследования

Разработана комплексная технология рециклинга вышеуказанных отходов в целевой продукт (рис. 1).

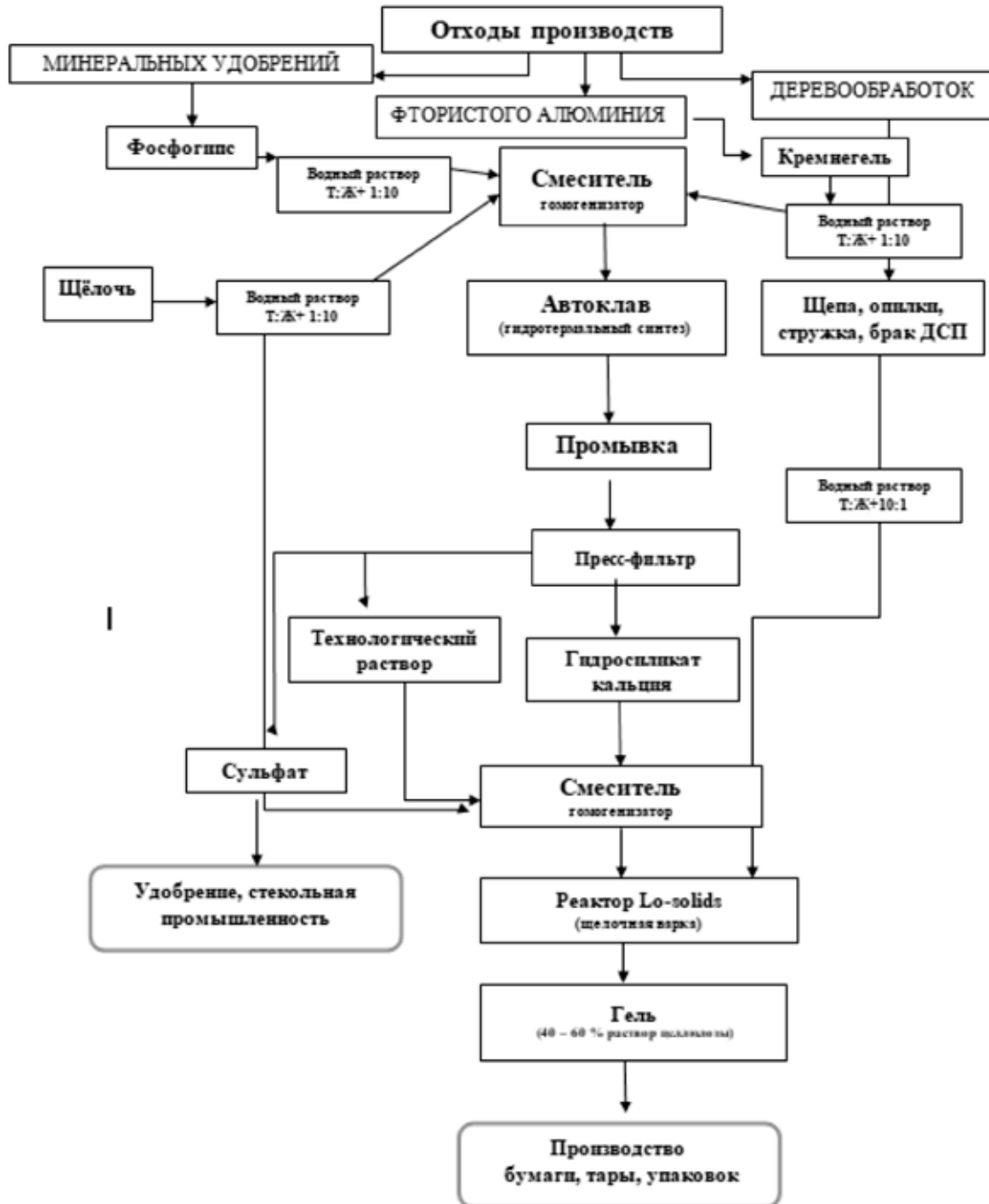


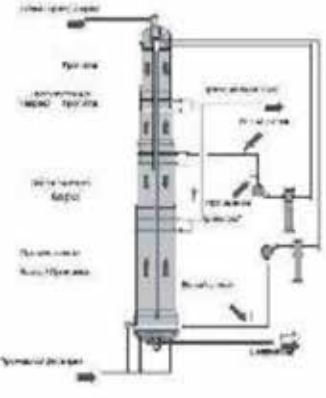




Рис. 1. Схема конвергентного рециклинга отходов производств фосфогипс – древесно-стружечные материалы – фтористый алюминий

Рассмотрим пример списка необходимого оборудования для оценки затрат на реализацию вышеуказанного технологического процесса (табл. 1).

Таблица 1

Оборудование, необходимое для оценки затрат на реализацию конвергентного рециклинга отходов производств

	<p>Водные растворы – CMX Plant Batch Solid-Liquid Mixing System</p>
	<p>Пресс-фильтр Керамический дисковый фильтр КДФ (вакуум-фильтр КДФ)</p>
	<p>Реактор Lo-solids</p>
	<p>Автоклав Ezma</p>
	<p>Смеситель – скруббер типа SMV</p>

«Промышленный отход производства в процессе гидротермального синтеза (ГТС) превращают в гидросиликат кальция (ГСК) и сульфат. Гидротермальный синтез силиката кальция является рентабельным технологическим процессом при рециклинга фосфогипса» [1]. Брутто реакция происходящего процесса гидротермального синтеза минерала ($\text{Ca}_6[\text{Si}_6\text{O}_{17}](\text{OH}_2)$) из фосфогипса ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) и кремнегеля ($\text{SiO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$) позволяет получать гель сульфата с наполнителем из ГСК (рис. 2).

«В зависимости от типа используемой щелочи (alkali – «А») получают различные сульфаты (ϕ – sulphate), изменяя одновременно себестоимость продуктов рециклинга – [сульфат + $\text{Ca}_6[\text{Si}_6\text{O}_{17}](\text{OH}_2)$]]» [2]:

1) $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ {2,8 т (0,93 \$)} + $\text{SiO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ {2,8 т (7,4 \$)} + NaOH (10%) {0,56 т (180 \$)} \Rightarrow (sulphate) Na_2SO_4 {1,2 т (120 \$)} + $\text{Ca}_6[\text{Si}_6\text{O}_{17}](\text{OH}_2)$ {1 т (68 \$)} + H_2O (в обороте);

2) $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ {2,8 т (0,93 \$)} + $\text{SiO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ {2,8 т (7,4 \$)} + KOH (10%) {0,56 т (298 \$)} \Rightarrow (sulphate) K_2SO_4 {1,5 т (288\$)} + $\text{Ca}_6[\text{Si}_6\text{O}_{17}](\text{OH}_2)$ {1 т (18,3 \$)} + H_2O (в обороте);

3) $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ {2,8 т (0,93 \$)} + $\text{SiO}_2 \times 2\text{H}_2\text{O}$ {2,8 т (7,4 \$)} + NH_4OH (10%) {0,56 т (96\$)} \Rightarrow (sulphate) $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ {1,1 т (183 \$)} + $\text{Ca}_6[\text{Si}_6\text{O}_{17}](\text{OH}_2)$ {1 т (-79 \$)} + H_2O (в обороте).

«Водные растворы [K_2SO_4 и $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$] используют в качестве соответственно жидких калийных и азотных удобрений, а – [Na_2SO_4] применяют в стекольной промышленности как основной составляющий ингредиент шихты» [2]. В конвергентном рециклинге ГСК используют при щелочной варке целлюлозы.

Отходы деревообработки в виде технологической щепы и тонкомерной древесины применяют для производства сульфатной целлюлозы. Стоит отметить, что «промышленное значение имеют лишь некоторые виды растений. Из хвойных пород древесины чаще используются ель, сосна, пихта, из лиственных – тополь, осина, береза, бук, эвкалипт» [3].

Варочный раствор, который предназначен для процесса щелочной варки (белый щелок), в основном содержит в составе один активный реагент, позволяющий растворять лигнин, – гидроксид натрия.

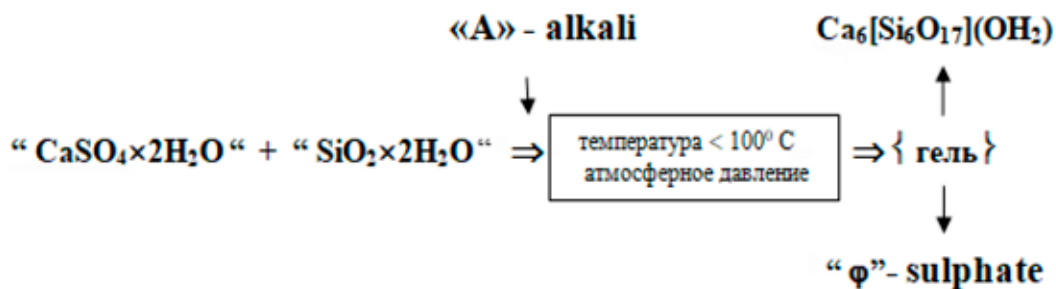


Рис. 2. Схема реакции гидротермального синтеза геля, необходимого для варки целлюлозы

В белом сульфатном щелоке из-за неполноты происходящих реакций каустизации и восстановления сульфата также присутствуют сульфат натрия, карбонат. «В процессе сульфатной варки целлюлозы древесина обрабатывается варочным щелоком в течение нескольких часов при высокой температуре» [4].

«Цель щелочной варки заключается в растворении лигнина, однако наряду с этим происходит и нежелательное растворение полисахаридов. Потери целлюлозы могут достигать ~10% от ее количества в исходном отходе древесины. Основное количество щелочи (до 75%) потребляется на реакции с углеводами, и только 25% щелочи идет на растворение лигнина» [3].

«Щелочная варка является гетерофазным процессом, в котором участвуют жидкая фаза (варочный раствор) и твердая фаза (отход деревообработки). Температура варки отхода при синтезе целлюлозы оказывает влияние на продолжительность процесса и выход целевого продукта» [2]. Общий объем получаемой химическим способом целлюлозы зависит как от устройства для варки, так и от вида отхода древесины. «Количественный выход целлюлозы снижается до величин 40–65%, поскольку при варке из отхода древесины удаляются не целлюлозные вещества, однако при этом образующие свойства волокон из отходов улучшаются» [3].

Результаты исследования и их обсуждение

«Абсолютно “чистых” производств в настоящее время не существует. Тем не менее, промышленность должна минимизировать свое вредное воздействие на окружающую среду» [5].

Чтобы бизнес-процесс на промышленном предприятии определялся как более экологичный и оказывал минимальное негативное воздействие на окружающую нас

среду, а также собственные убытки предприятия, необходимы долгосрочные инвестиции. Собственная разработка оборудования для конвергентного рециклинга отходов производств минеральных удобрений и древесно-стружечных материалов – дорогостоящий процесс.

«Несмотря на достаточно высокий уровень развития и использования кредитных элементов в России, финансовые компании обычно предпочитают выдавать кредиты на реализацию гораздо более определенных и менее рискованных проектов» [6]. Не имея достаточных и определенных перспектив возврата собственных денежных средств, оценивая значительный размер выдаваемой суммы, а также высокую степень риска, банки чаще всего отказываются предприятию в предоставлении кредитных инструментов или предлагают настолько жесткие условия, что использовать их становится нерентабельно. «Одним из возможных и эффективных способов финансирования экологических проектов, к которым относится конвергентный рециклинг, является эколизинг» [6]. Он способствует привлечению финансовых ресурсов в промышленные отрасли и их целевому использованию, обеспечивает необходимую поддержку предпринимательской деятельности, позволяя решать насущные проблемы, с которыми непременно сталкиваются все хозяйствующие субъекты в процессе осуществления своей деятельности.

«Согласно международному опыту, доля лизинга в основной капитал достигает сегодня более 40%, что свидетельствует о перспективах развития экологического лизингового рынка в России» [6]. Эффективность лизингового механизма будет достигаться в случае узкой отраслевой направленности. В настоящее время в России практически отсутствуют лизинговые компании, имеющие экологическую направленность, что значительно затрудняет развитие

экологической безопасности функционирования промышленных предприятий.

Используя механизмы эколизинга, государство способно восстановить потерянные экологические связи между предприятиями, а также решить различные проблемы, обусловленные возможностью сбыта продукции в основных отраслях производства. «Интенсивное развитие и поддержка государством малого предпринимательства также предполагает развитие эколизинговой деятельности, так и адекватного законодательства, регулирующего эти отношения» [6]. В настоящее время на международном уровне достаточное развитие получила Конвенция УНИДРУА о международном финансовом лизинге, которая была использована в нормах действующего Гражданского кодекса Российской Федерации в части регулирования лизинговых отношений.

«Предметом договора эколизинга могут стать любые непотребляемые вещи, в том числе предприятия и другие имущественные комплексы, здания, сооружения, оборудование, движимое и недвижимое имущество, которое будет использоваться в бизнес-процессе» [7]. Для оценки целесообразности использования эколизинга для реализации конвергентного рециклинга отходов производства сравним предложенные элементы лизинга и условия обобщенного кредита согласно таблице 2.

Рассмотрим содержание таблицы 2 подробнее:

– предприятие создает или обновляет фонд средств и промышленного оборудования по экологическому направлению за счет

ускоренной амортизации на имущество, находящееся в лизинге;

– приобретенное посредством лизинга имущество может использоваться сразу;

– имущество полностью соответствует заявленной предприятием потребности, и этот факт исключает возможность нецелевого использования средств;

– на лизингодателе как на собственнике лежит риск утраты или повреждения имущества;

– лизинговые операции осуществляются по определенной ставке, которая защищает лизингополучателя от инфляционных колебаний, что актуально для предприятий, работающих по экологической направленности;

– лизинг позволяет получить доступ к современной технике и новейшим экологическим технологиям;

– лизингополучатель по окончании срока действия договора лизинга может приобрести оборудование в собственность по остаточной стоимости.

Проведем сравнение затрат на приобретение оборудования по предлагаемому проекту в предположении наличия свободных средств для приобретения оборудования, когда оставшаяся часть средств после авансовых платежей размещается на депозите и срок кредитования равен сроку лизинга. Обратимся к таблице 3.

Затраты по отношению к первоначальной стоимости оборудования за срок лизинга меньше, чем если бы имущество было приобретено за счет кредита или за счет собственных средств, на 11,1%.

Таблица 2

Основные преимущества лизинга перед кредитом [5]

№ п/п	Основные параметры процесса	Источники финансирования	
		Лизинг	Кредит
1.	Срок принятия решения о выдаче (включая сбор документов)	2–6 недель	3–6 недель
2.	Срок получения	1 неделя	1 неделя
3.	Минимальная сумма сделки	На усмотрение лизингодателя	На усмотрение банка
4.	Помощь в сборе документов	Нет	Нет
5.	Возмещение НДС	Да	Нет
6.	Ускоренная амортизация	Да	Нет
7.	Наличие залога	Нет	Да
8.	Наличие бизнес-плана	Нет	Да
9.	Возможность нецелевого использования	Нет	Да

Таблица 3

Сравнение примера затрат на приобретение оборудования (автоклава)

Источник финансирования	Финансовый лизинг	Банковский кредит	Собственные средства
Предмет финансирования	Автоклав для гидротермального синтеза	Автоклав для гидротермального синтеза	Автоклав для гидротермального синтеза
Стоимость предмета финансирования (в качестве предположения)	1 000 000 руб.	1 000 000 руб.	1 000 000 руб.
Срок амортизации имущества	120	120	120
Срок договора (месяцев)	40	–	–
Аванс, процент от первоначальной стоимости	25%	25%	25%
Аванс	250 000	250 000	–
Ставка кредита, процент годовых	16%	16%	–
Лизинговая комиссия от стоимости имущества	4%	–	–
Ставка депозита	10,00%	10,00%	–
Срок равен сроку лизингового договора			
Аванс	–250 000	–250 000	–1 000 000
Лизинговые платежи (без учета налога на имущество)	–1 041 696	0	0
Налог на имущество	0	0	0
Погашение кредита	0	–750 000	0
Погашение процента	0	–205 000	0
НДС к снижению за срок лизинга	197 038	152 542	152 542
Снижение налога на прибыль за срок лизинга	218 931	97 497	56 497
Чистый доход от депозита за срок лизинга	200 000	200 000	–
Суммарные расходы за срок лизинга	–675 726	–754 960	–790 960
Затраты, отнесенные к первоначальной стоимости оборудования, процент	67,7	75,5	79,1

Заключение

Эколизинг позволит применять современное экологическое оборудование с минимальными затратами финансовых ресурсов на осуществление конвергентного рециклинга отходов производства. В результате конвергентный рециклинг отходов производства минеральных удобрений в сочетании с отходами деревообработки в экологически чистую щелочную целлюлозу позволяет не только снижать производственные затраты, но и синтезировать целевой продукт, востребованный в широком спектре потребления в условиях целевого импортозамещения.

Список литературы

1. Гладун В.Д., Бабукова А.А. Обеспечение безопасности труда при рециклинге отходов // Экономика XXI века: инновации, инвестиции, образование. 2022. Т. 10. № 2. С. 86-89.

2. Гладун В.Д., Гладун В.В. Комплексное использование продуктов рециклинга отходов производства фосфорных удобрений. Берлин: Lambert Academic Publishing, 2018. 85 с.

3. Иванов Ю.С., Никандров А.Б., Кузнецов А.Г. Производство сульфатной целлюлозы: учебное пособие. Ч.1 / ВШТЭ СПбГУПТД. СПб., 2017.

4. Наилучшие доступные технологии (НДТ). Справочный документ для производства целлюлозы, бумаги и картона. Директива о Промышленных Выбросах 2010/75/ЕС. (Комплексное предотвращение и контроль загрязнений). 2015. С. 43.

5. Третьякова Е.М., Петрухин Я.В. Целлюлозно-бумажная промышленность: обеспечение безопасности и проблемы переработки отходов // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. 2012. Вып. 1. С. 43–45.

6. Яшалова Н.Н. Применение лизинга в экологической сфере: проблемы и перспективы // Вестник УГТУ-УПИ. Серия экономика природопользования. 2010. № 5. С. 107.

7. Гражданский кодекс Российской Федерации от 30 ноября 1994 года N 51-ФЗ // ГК РФ. Ст. 666. Предмет договора финансовой аренды / КонсультантПлюс (consultant.ru) (дата обращения: 01.05.2022.).