



Положительный экологический эффект от внедрения замещающей технологии NGR

Положительный экологический эффект от применения технологии NGR заключается в значительном уменьшении потребности в новом сырье при производстве шин и РТИ, технология производства которого, сопровождается большими энергозатратами, а так же выбросами парниковых газов, сотен тысяч тонн отравляющих веществ в атмосферу, грунт и водоёмы.

Температура многих отходящих газов заводов химической промышленности практически не отличается от температуры окружающей среды, в результате чего происходит скопление токсических веществ вблизи источников выбросов.

Помимо вредных выбросов атмосфере, разнообразными химически вредными веществами насыщены и сточные воды химических предприятий. Эти стоки содержат весьма опасные органические вещества, минеральные кислоты различных концентраций вплоть до концентрированных, растворимые соли, щелочи и т. д.

Кроме того, сокращается объём накопления отработанных шин, т.к. NGR изготавливается из крошки, полученной в результате их утилизации. Исключается ущерб от вредного влияния хранимых шин.

Для определения «**позитивного экологического эффекта в ходе реализации проекта**», необходимо произвести количественную оценку вредных выбросов и стоков от производства

компонентов шин, замещаемых NGR в новых смесях, и сопоставить полученные данные с оценкой вредных выбросов и стоков от производства NGR.

1. Оценка вредного влияния на экологию, производства компонентов резиновых смесей, замещаемых NGR.

- 1.1. Оценки выбросов для крупной и сложной промышленности эластичных полимеров, подвержены значительным ошибкам из-за пропущенных или неучтенных источников, или из-за подгонки средних коэффициентов выбросов, полученных из источника данных, который представляет оценки из другой страны или региона с эксплуатационными характеристиками, отличными от имеющихся в стране, где применяется данный коэффициент выбросов. Абсолютная величина выбросов зависит от множества факторов, - вида и уровня применяемой в производстве технологии, видов сырья, климата региона производства, логистического, энергетического обеспечения, вида упаковки, и многих других.
 - 1.2. Универсальным, обобщающим количественным показателем т. н. Carbon Footprint, при оценке вредных выбросов в мире принят коэффициент **CO₂-экв. на тонну продукта**. Все парниковые газы пересчитывают в эквивалент CO₂. **CO₂-экв. на тонну продукта** – условный, количественный, обобщающий показатель, характеризующий парниковый эффект, который производит определённое количество (в тоннах) того или иного, выбрасываемого в атмосферу газа, приравненное к количеству (в тоннах) CO₂ создающему такой же парниковый эффект.
 - 1.3. **Carbon Footprint** (Углеродный след) — совокупность выбросов всех парниковых газов, произведённых человеком, организацией, мероприятием, производством, городом, государством прямо или косвенно. В настоящем расчёте, не претендующим на исследовательскую работу, произведена приблизительная оценка выбросов собственно **CO₂_{mass} в тоннах на единицу продукции**, без учёта эмиссий прочих газов в атмосферу. Расчёт **CO₂-экв.** на тонну продукта в отрасли – тема обширных изысканий.
 - 1.4. В настоящем расчёте, произведена оценка выбросов, от производства NGR в количестве, заложенном в рассматриваемом проекте (**10 000 тонн/год**), и от производства такого же количества, замещаемых NGR компонентов, для их сравнения с целью определения экологического эффекта от нового проекта.
- 2.** К основным (до 75%), замещаемым компонентам резиновых смесей относятся - **натуральный, синтетический каучуки и технический углерод**. Количество заменяемых компонентов (replaceable components - Q_{r.c.}) равно количеству, добавляемой в новые смеси NGR, которое суммарно может варьироваться в составе новых резиновых смесей (new mix - Q_{n.m.}):

$$Q_{г.с.} = 10 \div 70\% Q_{н.м}$$

- 2.1. **Натуральный каучук** (На примере производства каучука в Тайланде, крупнейшем производителе натурального каучука в мире):
- 2.1.1. Под плантации каучукового дерева (Гевеи) вырубаются сотни тысяч гектар тропических лесов. Нарушается экологическое равновесие регионов. Использование большого количества удобрений разрушает кору деревьев и ухудшает качество почвы. Отсутствуют современные технологии ликвидации вырубленных плантаций каучука, поэтому в большинстве случаев, для новых посадок используют новые земли, а старые ухудшают окружающую среду. Брошенные плантации не рекультивируются. Расходуется большое количество воды. Сок начинают собирать, когда дерево еще не достигло семилетнего возраста. В результате чего производители получают только 25 – 60 % латекса, и гевеи уже вырубают в одиннадцатилетнем возрасте.
- 2.1.2. «Основные источники эмиссии парниковых газов при выращивании каучуконосов:
- Конверсия земель под лесом в каучуковые плантации.
 - Производство на плантациях первичных продуктов переработки латекса.
 - Виды источников эмиссий парниковых газов при выращивании и первичной переработке каучука: концентрированного латекса, STR 20 (блок-каучука) и RSS (рифлёного смокед-шит [высококачественный каучук]).
 - Эмиссии от ухода за плантациями.
 - Производство сжиженного газа.
 - Производство дизельного топлива.
 - Производство электроэнергии.
 - Производство аммиака для обработки латекса (против коагуляции).
 - Производство и использование азотных и фосфорных удобрений при выращивании гевей
 - Сжигание биомассы (~100 кг/т RSS) как топлива для сушки и копчения листов латекса.
- 2.1.3. Количество эмиссий парникового газа, связанных с производством каучука в Тайланде в основном зависит от срока существования плантаций. Для относительно молодой плантации

посаженной менее 20 лет назад на месте леса, конверсия земель является наиболее важным источником парниковых газов от производства каучука.

- 2.1.4. Общий объём эмиссий парниковых газов при урожае 5,64 тонны сырого латекса с 1 га в год для плантаций на культивированных более 60 лет землях (существующая практика на большинстве плантаций Тайланда) составляет 0.54, 0.70, и 0.64 тонны CO₂-экв. на тонну продукта, соответственно. Эмиссии в основном связаны с использованием энергоносителей и минеральных удобрений.
- 2.1.5. На землях, используемых значительно меньше (>20 лет), что является последним трендом в развитии отрасли в Тайланде, эмиссии значительно выше в связи с потерей углерода почвой от конверсии земель: 13, 13, и 21 тонна CO₂-экв. на тонну концентрированного латекса, STR 20, и RSS, соответственно».

Source: [The emissions associated with the production of concentrated latex, STR 20, and RSS](#)

- 2.1.6. Данные, для расчёта эмиссии CO_{2-mass} на тонну производимого натурального каучука, получаем из Таб.2 (п.3.2.)

$$Q_{н.г.} = 1,63 \text{ kg CO}_2 / \text{kg}$$

2.2. Синтетический каучук.

- 2.2.1. Производство синтетического каучука, даже при современном уровне технологических процессов, вносит существенный, неблагоприятный вклад в формирование техногенной нагрузки на среду обитания и климат планеты, в связи с высоким паром, - газовыделением в окружающую среду, высоким энерго,- водо-потреблением на единицу продукции.

К примеру: [В процессе производства 1 тонны синтетического каучука](#) выделяется до 37 кг загрязнителей - бутадиена, стирола, лонитрила, растворителей, толуол, ацетон, изопрен (в расчёте не учитывается).

Отрицательным воздействием на экологию является и высокое потребление воды в производстве синтетического каучука.

В доступных источниках, по понятным причинам, указываются самые разные количества расхода воды на производство. Ниже приведён расчёт, основанный на одном из таких примеров:

Tab.1 Calculation of Waterprint effect of the replaceable Synthetic rubber to NGR in the rubber industry		
Design parameter	Unit	Synthetic rubber
Water consumption for to make:		
1 lbs of Synthetic Rubber *	gal/ lbs	55,0
1 kilogram of Synthetic Rubber **	l/ kg	551,2
1 tonne of Synthetic Rubber	ton/ ton	551,2
Passenger Tire (weight SR in traditional tire composition ***)	%	27%
Replaceable NGR components volume ****	%	30%
Weight SR in 10 000 tons of NGR components	tons	2 700
Waterprint	ton/year	1 488 240

* [How Many Gallons of Water Does it Take to Make ...](#)

** [55 Gallon \(UK\)/Pound to Liter/Kilogram Conversion](#)

*** ["Anatomy of a Tire"](#)

**** Выбрано для расчёта среднее значение $Q_{r,c}$.

- 2.2.2. Из расчёта видно, что производство (10 000 тонн NGR/год), при замещении всего 30% синтетического каучука в новых шинных смесях, экономит отрасли порядка **446 472 т.** в производстве легковых шин, и **231 504 т** воды в год - грузовых.
- 2.2.3. Данные, для расчёта эмиссии CO_{2-mass} на тонну производимого синтетического каучука, получаем из Таб.2 (п.3.2.)

$$Q_{s,r} = 4,02 \text{ kg CO}_2 / \text{kg}$$

2.3. Технический углерод.

- 2.3.1. «[Производство нового техуглерода](#)», с использованием тяжелого нефтяного топлива предположительно генерирует около 1 кг CO_2 на килограмм произведенного Технического углерода. Для производства первичного техуглерода требуется 2 тонны тяжелого нефтяного топлива и генерирует 10 тонн CO_2 (включая закупку топлива). В отличие от этого, наш Техуглерод производится путем его восстановления из отработанных покрышек и отходов резиновой промышленности, которые уже содержат Техуглероды ASTM, и таким образом, мы исключаем большие количества эмиссий и возвращаем в оборот эти ценные ресурсы, значительно сокращая выбросы парниковых газов в атмосферу и количество свалок, по сравнению со сжиганием покрышек или захоронение этих покрышек».

2.3.2. «Эмиссии CO₂ от производства Техуглерода могут быть оценены путем применения конкретных данных коэффициентов выбросов от технологического процесса и исходного сырья при производстве техуглерода.

Отдельные коэффициенты выбросов приведены в Таблице 3.23 для производства печной сажи, термической сажи и ацетиленовой сажи, а также связанных с ними исходных нефтепродуктов, и отдельные коэффициенты выбросов предоставлены для первичного сырья и вторичного сырья. Коэффициенты выбросов основаны на допущении о том, что технологические выбросы зависят от процессов тепловой обработки.

Диапазон допустимых значений для первичного и вторичного сырья для техуглерода включен в Таблицу 2 проекта Комплексного предотвращения и контроля загрязнений (IPPC) Нормативного документа по наилучшим имеющимся технологиям Больших объёмов твёрдых и других неорганических химических веществ (LVIC) (Европейское Бюро IPPC, июнь, 2005; указанных в данной главе как Проект Документа IPPC LVIC BAT). Коэффициенты выбросов CO₂ в Таблице 3.23 основаны на средних значениях диапазона. Потребление первичного и вторичного сырья конвертируется в потребление углерода с использованием средних значений содержания углерода в сырье для техуглерода. Коэффициенты выбросов CO₂ рассчитаны из количества углерода, входящего в технологический процесс (первичное и вторичное сырьё) выхода углерода (Техуглерод) из переработки, с использованием среднего значения содержания углерода в техуглероде».

Tab.2. CO₂ emission factors for plants in Europe.

Process Configuration	Primary feedstock	Secondary feedstock	Total feedstock
	kg CO ₂ /tonne carbon black produced		
Furnace black process (default process) (Q _{c.p.})	1960	660	2620
Thermal black process	4590	660	5250
Acetylene black process	120	660	780

2.3.3. В расч
black]

ignase

Source: IPCC, 2006.

3. Удельные выбросы - эмиссия CO₂ (кг CO₂/ кг) при производстве замещаемых NGR компонентов шинных смесей:

3.1. Эмиссия представляет собой сумму эмиссий CO₂ (кг CO₂/ кг) производств натурального, синтетического каучуков и технического углерода, входящих в состав шинных смесей.

$$\Sigma Q_{CO_2} = Q_{n.r.} + Q_{s.r.} + Q_{c.p.}$$

3.2. Данные для расчёта эмиссии (Таб.3 и п.2.3.3.):

Tab.3 INVENTORY OF CARBON & ENERGY (ICE) SUMMARY			
Materials	Embodied Energy & Carbon Data		Comments
	EE - MJ/kg	EC - kgCO2/Kg	
			EE = Embodied Energy, EC = Embodied Carbon
Rubber			
General	101.70	3.18	41.1 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Assumes that natural rubber accounts for 35% of market. Difficult to estimate carbon emissions.
Synthetic rubber (Q _{s.r.})	120.00	4.02	42 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Difficult to estimate carbon emissions.
Natural latex rubber (Q _{n.r.})	67.60	1.63	39.43 MJ/kg Feedstock Energy (Included). Feedstock from the production of carbon black. Difficult to estimate carbon emissions.

Source: [Inventory of carbon & energy \(ICE\) / Version 1.6a](#) p.13

3.3. Расчёт эмиссии (Таб.4).

Tab.4 Calculation of CO ₂ _{mass} emissions reduction effect of the NGR in the rubber industry					
Parameter	Unit	Replaceable NGR material			Summary
		Natural rubber	Synthetic rubber	Carbon black	
Footprint CO₂_{mass} for to make:					
1 tonne of Rubber mix components	CO ₂ ton/ ton	1,63 *	4,02 *	2,62 **	8,27
10 000 tonns of Rubber mix components	CO ₂ ton/year	16 300	40 200	26 200	82 700

* [Inventory of carbon & energy \(ICE\) Version 1.6a](#) p.13

** [Greenhouse gas efficiency of industrial in EU](#)

3.4. Эмиссия CO₂ составляет: $\Sigma QCO_2 = 82\ 700$ тонн/год

4. Расчёт эмиссии CO₂ от производства NGR и NGD.

4.1. **Технология производства NGR и NGD** не сопровождается сколь-нибудь значимыми вредными выбросами или стоками по следующим причинам:

4.1.1. Производство NGR безотходное. Входящие материалы 100% -но включатся в состав конечного продукта.

4.1.2. Технологический процесс протекает при температурах не выше 80C⁰.

4.1.3. Вода в производстве используется, исключительно, для охлаждения – нагрева технологического оборудования (замкнутая система), и бытовых нужд заводского персонала.

4.1.4. Испарения в помещениях от перемещающейся в открытом состоянии резиновой крошки (на вальцах, в бункерах), очищаются аспирационными фильтрами, как внутрицеховой вентиляции, так и при выбросе наружу, в атмосферу.

- 4.1.5. Смешивание химикатов на линии приготовления NGD происходит в замкнутом объёме. Линия закрытого типа. Загрузочные хоперы так же снабжены системой отсоса и аспирации.
- 4.1.6. При использовании электро-погрузчиков в технологических маршрутах, исключены выбросы выхлопных газов в атмосферу. Газовые выбросы от зарядки батарей электро-погрузчиков совершенно незначительны.
- 4.2. **Отрицательное влияние на экологию, производства девулканизатора NGD**, косвенное, и выражается в эмиссии газов от производства входящих в его состав компонентов. При его применении в проекте NGD в количестве 317 тонн/год («Profile_10000_ESTATO_eng.docx» / (p.8 **Raw materials, Table 6, page 8**), этими выбросами можно пренебречь.
- 4.3. **Отрицательное влияние на экологию производства NGR** выражается в высоком потреблении электроэнергии, при работе оборудования (Выбросы кг CO₂/ кВт от производства электроэнергии на электростанциях).
- 4.4. Суммарное количество таких выбросов, от производства эл. энергии потребляемой предприятием мощностью **10 000** тонн NGR в год (QE_{CO2}), можно рассчитать по формуле:

$$QE_{CO_2} = N_{el} * q = 11\,404,008 * 1,06 = 12\,088 \text{ ton / year,}$$

Где:

$N_{el} = 11\,404,008 \text{ MWt/year}$ - Годовой расход эл. эн. (с учётом коэффициента одновременного использования оборудования) на производство 10 000 тонн NGR

(«Profile_10000_ESTATO_eng.docx» / p.6. **Key Technical and Economical Parameters of the Project / Costs of utilities** (Table 4) / page 7).

$q = 1,06$ - Коэффициент выбросов (Emission factor) – показатель интенсивности выбросов на производство единицы продукции. Значение EF является приближённым. Определение точного универсального значения невозможно, поскольку интенсивность выбросов полностью зависит от способа производства энергии, видов источников энергии, вплоть до географии энергопредприятий, уровня их технического оснащения.

- 4.5. В данном расчёте принято среднее максимальное значение EF из разных источников. Например: [Динамика развития коэффициентов выбросов углерода при производстве электрической энергии в Украине](#) / Tab.4-1 / p.4-4 / или <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg3/ar4-wg3-annex-ru.pdf> / p.113 /
- 4.5.1. В первом примере (Рис.приводится значение комплексного значения $EF = 1,052 \div 1,063 \text{ ton / MWt*h}$, для энергетической системы страны (Украины)

Таблица 4-1: Годовые коэффициенты выбросов углерода для Украины

[т CO ₂ /МВт·ч]		2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
УКРАИНА	РД	1.052	1.055	1.063	1.063	1.058	1.059	1.059	1.059	1.043	1.026	1.022	0.941

4.5.2. Во втором примере приводится значение $EF = 0,765 \text{ ton} / \text{MWt} \cdot \text{h}$, для конкретной электростанции, работающей на ископаемом топливе. (Пример для наглядности) В расчёте исходим из максимального известного значения.

5. Определение экологического эффекта в части эмиссии CO_2 от производства NGR:

5.1. Экологический эффект проекта представляется в разнице эмиссии CO_2 от производства продукции проектным предприятием (QE_{CO_2}), и суммарной эмиссией предприятий ($\Sigma Q\text{CO}_2$), производящими компоненты, которые этот продукт замещают в составе новых резиновых смесей, для производства шин.

$$\Delta \text{CO}_2 = \Sigma Q\text{CO}_2 - QE_{\text{CO}_2} = 82\,700 - 12\,088 = 70\,612 \text{ тонн/год}$$

Выводы

Как показывает сравнительный расчёт только по одному фактору вредного влияния (эмиссии CO_2) на окружающую среду, положительный экологический эффект применения технологии NGR – очевиден. Значительно снижаются выбросы парниковых газов, потребление и стоки воды. На этом основании проект можно отнести к разряду дружественных экологии проектам.

Какая оценка ожидаемых эффектов в связи с передачей технологии? (Мультипликаторный эффект)

1. Мультипликаторный эффект (**Multiplying effect**) от инвестиций в проект рассматриваем в двух аспектах:
 - 1.1. Расчёт Мультипликаторного инвестиционного коэффициента (Определение связи между увеличением инвестиций и изменением величины дохода инвестора с точки зрения роста инвестиций);
 - 1.2. Рост инвестиций вызывает увеличение дохода, причем на величину большую, чем прирост инвестиций. Величину «сбережений» инвестора не учитываем, как и прогноз непрерывности мультипликаторного процесса, который напрямую зависит от конъюнктуры рынков сырья, рабочей силы, потребления, в рассматриваемом секторе экономики.

- 1.3. Расчёт в табличной форме (объём инвестиций во II очередь предприятия – ориентировочно), за расчётный период принят срок окупаемости инвестиций, полученный в расчётах («Profile_10000_ESTATO_eng.docx» / p.3.8. Calculation of the Investments amount (Table 1. Investments parameters) / page 6).

Расчёт мультипликаторного коэффициента	Ед. измер.	Инвестиции		Суммарно
		I очередь	II очередь	
Объём производства	tonnes / year	10 000	10 000	
Объём инвестиций проекта	€	€ 5 356 810	€ 5 356 810	€ 10 713 620
Срок окупаемости инвестиций	years	4,30	4,30*	
Валовый доход: (ежегодный) (в течении срока окупаемости)	€/ year	€ 6 864 000	€ 6 864 000	€ 13 728 000
	€/ 4,3 years	€ 29 515 200	€ 29 515 200	€ 59 030 400
Мультипликаторный коэффициент		€ 5,51	€ 5,51	€ 5,51

* Календарно, срок окупаемости суммарных инвестиций дан ориентировочно. В зависимости от наложения инвестиционных потоков по срокам I и II очереди, он может быть короче, значит, коэффициент будет ещё выше.

1.4. Прогноз рыночных и социальных изменений в результате осуществлённых инвестиций.

- 1.4.1. Инвестиционный проект значительно расширяет круг потребителей резиновой крошки из отработанных шин, включая в их число широкий сектор рынка производителей резино-технических изделий, чем увеличивает объёмы потребления тех из них, кто раньше покупал, дорогостоящее сырьё (**Потребительский выигрыш - Consumers gain - CG**).
- 1.4.2. Инвестиционный проект значительно расширяет зону распространения продукции, одновременно позволяет увеличивать её производство с увеличением разницы между рыночной ценой и издержками производства (**Выигрыш производителя – Producer gain – PG**).
- 1.4.3. Инвестиционный проект даёт возможность подлицензионному региону сосредоточиться на производстве тех товаров, по отношению к которым он имеет относительные преимущества по сравнению с другими регионами, т. е. создает мультипликативный эффект.
- 1.4.4. Инвестиционный проект приведёт к росту производства и потребления товаров, снижению цен на них, а следовательно, к увеличению общественного благосостояния, что выражается в ускоренном ростом физического и стоимостного производства.
- 1.4.5. Инвестиционный проект будет способствовать распространению новых технологий в отрасли, увеличению макроэкономического эффекта от производства и потребления новых товаров.

Примечание:

- Данные расчёты дают лишь приблизительные данные, для получения Лицензиатом представления, об интересующих его аспектах проекта в части экологического влияния технологии NGR и мультипликаторного эффекта.
- Данные расчёты не претендуют на статус точного научного исследования и строго экономического анализа, т.к. проведение таких исследований и разработок требует большего объёма информации, значительных затрат материальных средств и времени.
- По желанию Лицензиата, такие исследования и разработки (Сравнительный анализ-сопоставление эмиссии парниковых газов CO₂_{экв}, на конкретном примере отрасли в Германии) могут быть проведены Лицензиаром по отдельному договору.
- Методика расчёта нестандартная, но по мнению автора позволяет считать данные расчёты исчерпывающим ответом на вопросы Лицензиата.
- Содержание расчётов не подлежит широкой огласке без согласия автора, и может быть использовано лишь для служебного пользования.
- В расчёте использованы материалы, имеющиеся в широком доступе. Ссылки на источники приведены в тексте.

Олег Озернов

Mg.Sc Ing.

R&D Director SIA “Rubber Products”

Предоставьте, пожалуйста, научные труды/ публикации/ научные статьи в контексте данного проекта. (Нужен ответ обоснованный ссылками на конкретные публикации/ научные статьи и.т.д.)

1. До настоящего времени компания не ставилась целью широко позиционироваться в научных кругах и научных изданиях, так как работает в области закрытых технологий. Представление

нашей технологии научной общественности неизбежно связано с разглашением формул наших девулканизаторов, что неприемлемо с точки зрения сохранности ноу-хау. Без этого разглашения невозможно обозначить научную ценность наших достижений.

Сожалеем об этом, но это вынужденная, понятная мера, на которую мы идём осознанно.

2. Тем не менее, мы стараемся предоставить бизнес сообществу, максимум из возможной информации в виде докладов, презентаций, выступлений на соответствующих площадках.
3. Из свежих примеров:
 - 3.1. Доклад – презентация **“Rubber Products”** (R&D director Mg.sc. ing. Озернова) о NGR технологии на одной из ежегодных конференций **ETRA** (The **European Tyre Recycling Association** / Avenue de Tervueren 16 Brussels 1040 BELGIUM Tel: 32 2 734 37 27 Fax: 32 2 734 07 27 e-mail: ETRA@wanadoo.fr web: www.etra-eu.org) в 2013 году. Доклад был принят с одобрением специалистами - членами Ассоциации, что в деловом плане подтвердилось множеством полезных контактов с ними, и дальнейшем сотрудничестве разного уровня.



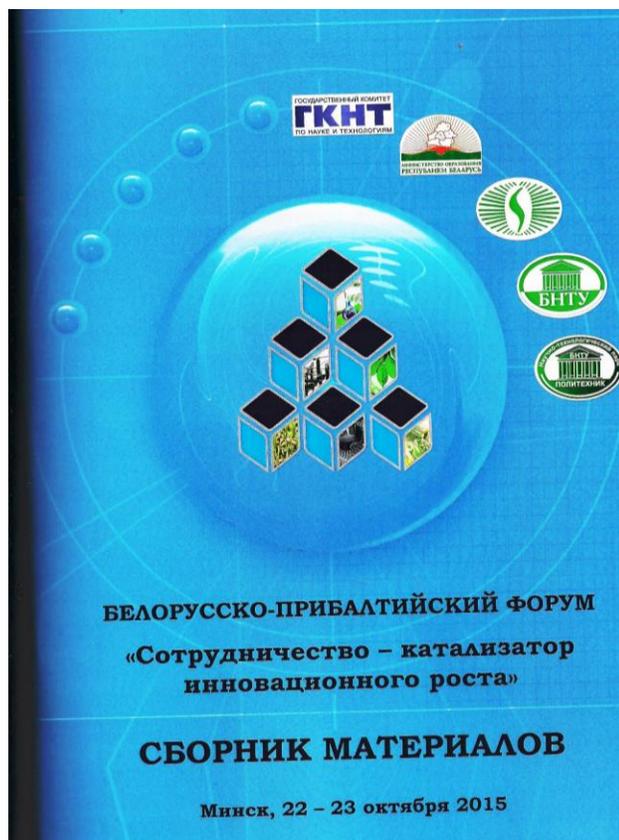
Introduction to Tyre Recycling: 2013

Twenty years of tyre recycling in the EU



prepared by The European Tyre Recycling Association
*the only European organisation devoted exclusively
to tyre and rubber recycling.*

3.2. Доклад – презентация нашего R&D director Mg.sc. ing. Озернова на **Белорусско-Прибалтийском Форуме «Сотрудничество - катализатор инновационного роста» 22-23 октября 2015, г. Минск.** В форуме принимали участие предприниматели, представители научных кругов, посольств Белоруссии, Латвии, Литвы, Эстонии. Рассматривались вопросы сотрудничества в области инноваций, разработки, внедрения новых технологий производства новых товаров с высокой добавленной стоимостью, межгосударственного взаимодействия в этой области.



ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ОТХОДОВ РЕЗИНЫ МЕТОДОМ КОМБИНИРОВАННОЙ ДЕВУЛКАНИЗАЦИИ

В. Миронов¹, О. Озернов², И. Евменов²

¹Riga Technical University, Laboratory of Powder Materials,

e-mail: viktors.mironovs@gmail.com

²SIA Rubber Product,

e-mail: o.ozernov@rubber-products.net

Количество полимерных отходов постоянно растёт, а процент их использования до сих пор мал. Они не подвергаются гниению, коррозии, поэтому проблема их утилизации носит, прежде всего, экологический характер. Среди таких отходов значительное место занимают утильные автомобильные шины и другие отходы резино-технических изделий (РТИ). В мире накоплены сотни миллионов тонн утильных шин. Чем больше усилий вкладывают производители шин в их качество, чем выше их физико-химические характеристики, тем сложнее задачи по утилизации. Только 20% утильных шин перерабатываются сегодня мировой индустрией. Задачи по их утилизации наиболее эффективно решаются в Китае, Тайланде, США, странах ЕС.

Существуют традиционные технологии утилизации шин, применение которых, наряду с решением экологических вопросов, решает в значительных объёмах и вопросы получения вторичных ресурсов, новых материалов из УИИ. Наибольший интерес представляют технологии девулканизации утильной резины, позволяющие вовлекать, полученные в результате этого процесса материалы, в состав новых смесей для получения качественных резиновых изделий. Широко известно, что изношенные шины могут быть источником дешёвого полимерного сырья при получении из них регенерата. Регенерат характеризуется способностью смешиваться с материалами маточных резиновых смесей и подвергаться повторной вулканизации. По структуре, составу и свойствам он подобен смесям, используемым для изготовления новых изделий. При регенерации происходит термическая деструкция связей серы, в результате чего их содержание в регенерате уменьшается.

Девулканизация - это процесс, в котором отходы вулканизированной резины преобразуются благодаря механической, тепловой и химической обработке до состояния, в котором они могут смешиваться, перерабатываться и вулканизироваться снова. Однако в процессе тепло-химической переработки под давлением и экструзивных процессов частично разрушаются поперечные химические связи сетки. Причём происходит деструкция не только серных связей, но и макромолекул каучука, что влечёт за собой микро-неоднородность конечного продукта – регенерата. Включение такого регенерата в новые смеси допускается не более 10%, в радиальных шинах - до 2%. В техническом законодательстве ряда стран регламентированы и более низкие цифры.

В настоящей работе рассмотрены особенности непрерывного химико-механического метода девулканизации крупной резиновой крошки и баффинга.

- 3.3. На VII Международной конференции (**VII International Conference “Biosystems engineering 2016” May 12-13, Tartu, Estonia**), проходящей в г. Тарту, на которой сделан доклад по одной из новых тем, которую наша компания разрабатывает совместно с Рижским Техническим Университетом. Докладчиком выступает – Victor Mironov Professor, Dr.Hab.Sc.ing BIF/BZC/ Head of PM laboratory Riga Technical university.
4. Компания “**Rubber Products**” работает в тесном сотрудничестве с кафедрой проф. Миронова по нескольким направлениям:
- 4.1. «**Разработка ферро-магнитного сорбента на базе NGR**». Нашим поверенным, компанией **PETERSONA PATENTS, Patent and IP Law Bureau** P.O.Box 61.LV-1010, Riga, Latvia *(for correspondence)* Fax: +371 6783-0030, Tel.: +371 6732-4695, +371 26779672 (Патентный поверенный **Artis Kromanis**), в настоящий момент оформляются заявки на патентование метода изготовления и самого сорбента в странах ЕС, России. Приоритетная справка будет получена до начал июня 2016г. Авторы патентов – В. Миронов, О. Озернов, И. Евменов. Заводские, лабораторные исследования продолжаются.
- 4.2. «**Разработка вулканизирующихся асфальтно-битумных композиций на базе NGR**». – Стадия подготовки исследований.

Ниже представлены некоторые фрагменты материалов Конференции в Тарту. В полном объёме они будут опубликованы в системе “[SCOPUS](#)” в ближайшее время, и станут доступны широкой научной аудитории.

Production of 'Crumb Rubber-Iron Powder' Mixture for perspective synthesis of Carbon-Iron powder sorbent



¹ V. Mironovs, ² V. Lapkovskis, ³ O. Ozernovs,
⁴ I. Jevmenovs, ⁵ D. Golyandin

^{1,2,3} Riga Technical University, Kipsales Str. 6B, Riga, LV - 1048, Latvia
Tel. +371 67089270, e-mail: 1 viktors.mironovs@gmail.com, 2 lep911@gmail.com
⁴Rubber Products Ltd., Riga, Jurkalnes str. 15/25, LV-1046, Riga, Latvia
⁵Tallinn University of Technology, Ehitajate tee 5, 19086, Tallinn, Estonia



Introduction

The European Union recognises end-of-life tyres as a valuable resource with growing potential. A significant amount of ELTs in the European Union 220 million/year rises an up-to-date agenda for research of effective ELTs treatment methods with the aim of producing final treatment/recycling products with added value by means of sustainable treatment processes.

Authors suggest an efficient approach for recycling of ELT tyres, obtaining products which can be subsequently used for environmental applications. The suggested approach represents a synthesis path for new materials by transformation of industrial wastes. ELT rubber wastes to crumb rubber and further mixing with iron powder, describing processing stages 1, 2 (Fig. 1) for preparation of crumb rubber-iron powder mixture.

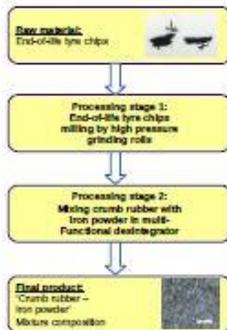


Figure 1. ELT rubber wastes transformation stages from tyre chips to 'crumb rubber - metal powder' mixture composition.

Thus, producing a 'crumb rubber-iron powder mixture' for further processing by pyrolysis (microwave), facilitating a preheating of crumb rubber by means of iron particles incorporated into milled crumb rubber granules. Pyrolysis processes are widely used for treatment of end-of-life shredded or granulated (particles size range: 0.5 mm - 3 cm) tyres. However, applying a microwave heating brings an additional advantage, leading to devulcanisation of rubber material (i.e. ELTs), hence producing higher quality carbon particles. Iron powders, having distinct absorbing properties, influences on microwave treatment, acting as an absorber in microwave-range wave band. In case of solid waste processing, application of iron powder as a microwave absorber agent increases an effectiveness of material degradation, meanwhile decreasing a treatment residence time. In case of rubber-iron mixture, particles of iron powder can be rapidly heated by microwave irradiation up to 700 °C, accelerating pyrolysis of rubber along with formation of carbon-iron powder mixture. Obtained carbon-iron powder mixture can be directly used as a composite absorbent material with distinctive magnetic properties. Additionally, there could be several emerging applications of fine carbon-iron powder as a new material for catalyst applications, as well as for electromagnetic and microwaves irradiation shielding.

Materials and Methods

High pressure grinding rolls (HPGR) is known as milling technique for mineral processing. However, HPGR can be considered as a perspective technological approach for ELT disintegration (Fig. 1, Processing stage 1.), competing to widely-used ELT shredding. In order to obtain crumb rubber granulate suitable for further mixing with iron powder, an experimental studies of rubber chips disintegration process in high pressure grinding rolls have been performed by means of industrial HPGR schematically shown in (Fig. 2).

Further mixing of crumb rubber with iron powder (Fig. 1, Processing stage 2) has been performed by means of multi-functional disintegrator developed in Tallinn University of Technology (Estonia) (Fig. 3). The disintegrator operates in direct, separation and selective milling modes, reaching maximum rotation speed 12000 rpm.



Figure 2. Experimental setup for the study of the ELT chips disintegration process (in partnership with Rubber Products Ltd (Latvia)).

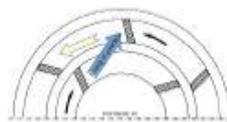


Figure 3. Multi-functional disintegrator, mixing process schematic (Tallinn University of Technology).

Results and Discussion

ELTs rubber chips before disintegration in HPGR and a final product after HPGR processing have shown in Fig. 4a, 4b. It is evident that treatment in HPGR has led to comminution of rubber chips up to 0.1-1.0 mm. After HPGR treatment, obtained rubber particles (or granules) were processed in multi-functional disintegrator for mixing with iron powder.

Iron powder is composed mainly of metal with insignificant impurities in form of scale and rust. Particle size distribution of iron powder and crumb rubber used for experimental mixing (Processing stage 2, (Fig. 1)) in multi-functional disintegrator (Fig. 3) is shown in (Fig. 5). Volumetric mixing ratio of crumb rubber with iron powder is 1:3. The final product - 'crumb rubber - iron powder mixture' was prepared by applying a single direct grinding mode.

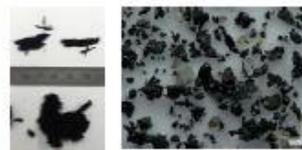


Figure 4. Optical microscopy of a crumb rubber before (left) and after (right) HPGR (Fig. 2) processing.

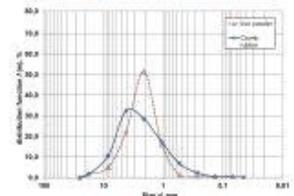


Figure 5. Crumb rubber and iron powder particles size distribution (Equipment: Analysette 22) used for feeding of multi-functional Disintegrator (Processing stage 2, Fig. 1).

During the high-energy processing of mixture in disintegrator, iron particles (Fig. 7) were incorporating to the surface of rubber granules, forming a stable rubber-iron composition with granule size up to 500 µm (Fig. 6).

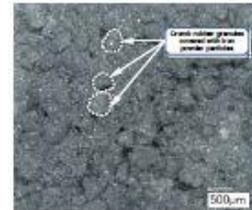


Figure 6. Crumb rubber granules covered with iron powder (Equipment: Keyence VHX-3000).

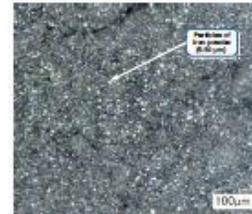


Figure 7. Iron powder particles after processing in disintegrator (Equipment: Keyence VHX-3000).

As it follows from (Fig. 1), the obtained rubber-iron mixture will be subsequently processed by pyrolysis for carbon-iron powders composition recovering. Further research activities will cover several emerging applications of carbon-iron powder composition, such as composite absorbent material with distinctive magnetic properties for spilled oil collection, and as a material for electromagnetic (EMI)/microwave irradiation shielding (Fig. 8).

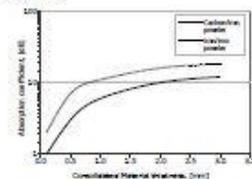


Figure 8. Forecasted EMI shielding effectiveness of carbon-iron powder mixtures.

Conclusions

Two-stage processing approach for conversion of ELTs rubber into 'Crumb rubber - metal powder' mixture has been proposed and tested. Application of high pressure grinding rolls along with disintegrator has proven a concept of developing a new raw material based on crumb rubber and iron powder. A disintegrator has been used for mixing rather than for comminution process. As a process product, a stable composition of crumb rubber with iron powder has been obtained, with granule size up to 500 µm (Fig. 6).

The obtained 'Crumb rubber - metal powder' composition will be subsequently processed by pyrolysis for synthesis of new composite absorbent material based on carbon-iron powders composition.

Production of Crumb Rubber — Iron Powder Mixture for perspective synthesis of Carbon-Iron powder sorbent

V. Mironovs¹, O. Ozernovs¹, V. Lapkovskis^{1*}, D. Golyandin²

¹Riga Technical University, Laboratory of Powder Materials, Kipsalas str. 6, LV-1048, Riga, Latvia

²Tallinn Technical University, Tallinn University of Technology, Ehitajate tee 5, 19086, Tallinn, Estonia

* Corresponding author: lap911@latnet.lv

Abstract. Meeting the objectives of the European Commission on environmental sustainability (European Commission n.d.) an importance of clean and effective technologies for end-of-life tyres (ELTs) recycling. Here, a sustainable techniques for conversion of waste materials to products with added value is of a great importance for resource-efficient circular economy. However, obtaining products with added value often requires a multistage procedures, which include traditional and emerging techlogical methods and approaches. In current paper a synthesis path for new materials by transformation of industrial wastes i.e. ELT rubber wastes to crumb rubber and further mixing with iron powder is introduced. Particular attention is driven to perspective processing of obtained crumb rubber-iron powder mixture by means of microwave pyrolysis for synthesis of carbon-iron powder mixture and its use as a composite absorbent material along with emerging application as a raw material for catalysts, or for electromagnetic and microwave irradiation protection.

Keywords: crumb rubber, iron powder, high pressure grinding rolls, desintegrator, microwave pyrolysis.

Introduction

The European Union recognises end-of-life tyres as a valuable resource with growing potential (ETRMA 2011). A significant amount of ELTs in the European Union 220 million/year rises an up-to-date agenda for research of effective ELTs treatment methods with the aim of producing final treatment/recycling products with added value by means of sustainable treatment processes (Lam et al. 2010).

Current work introduces a synthesis path for new materials by transformation of industrial wastes i.e. ELT rubber wastes to crumb rubber and further mixing with iron powder (Fig. 1). Thus, producing a 'crumb rubber-iron powder mixture' for further pyrolysis, facilitating a preheating of crumb rubber by means of iron particles incorporated into milled crumb rubber granules. Special attention is paid to perspective application of sustainable treatment process – a microwave heating. Application of microwave heats a crumb rubber-iron powder mixture more uniformly and in shorter treatment times.

