

Жежера Николай Илларионович

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЯЕМОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ГАЗОВОГО ОБМЕНА В КРОШКЕ ИЗНОШЕННЫХ ПОКРЫШЕК ПРИ ПИРОЛИЗЕ

Проведены экспериментальные исследования изменений расходов газов через два пневматических сопротивления в две газовые полости, соединенные последовательно, в зависимости от частоты изменяемого давления газов на входе в пиролизную камеру и от времени при постоянной частоте изменяемого давления газов на входе в пиролизную камеру. Результаты экспериментальных исследований подтверждают теоретические положения и показывают, что при подведении изменяемого давления газов в нижнюю часть пиролизной камеры появляются дополнительные расходы газов между порами, которые интенсифицируют процессы газообмена и пиролиза крошки изношенных покрышек в пиролизной камере.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/6/20.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 6 (73). С. 71-75. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/6/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

УДК 678.4:658.567

Технические науки

Проведены экспериментальные исследования изменений расходов газов через два пневматических сопротивления в две газовые полости, соединенные последовательно, в зависимости от частоты изменяемого давления газов на входе в пиролизную камеру и от времени при постоянной частоте изменяемого давления газов на входе в пиролизную камеру. Результаты экспериментальных исследований подтверждают теоретические положения и показывают, что при подведении изменяемого давления газов в нижнюю часть пиролизной камеры появляются дополнительные расходы газов между порами, которые интенсифицируют процессы газообмена и пиролиза крошки изношенных покрышек в пиролизной камере.

Ключевые слова и фразы: экспериментальные исследования; пиролиз; изношенные покрышки; поры; газы; изменяемое давление; расход; частота.

Жежера Николай Илларионович, д.т.н., профессор

Оренбургский государственный университет

nik-gegera@rambler.ru

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЯЕМОГО ДАВЛЕНИЯ ГАЗОВ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ ГАЗОВОГО ОБМЕНА В КРОШКЕ ИЗНОШЕННЫХ ПОКРЫШЕК ПРИ ПИРОЛИЗЕ[©]

Интенсификацию процессов пиролиза изношенных покрышек предложено в работах [7; 8] проводить путем подвода в нижнюю часть пиролизной камеры изменяемого давления газов. Теоретические положения по интенсификации газообмена в крошке изношенных покрышек в пиролизной камере путем подведения в нижнюю часть камеры газов при изменяемом давлении рассмотрены в работах [2, с. 57; 3, с. 66].

На Рисунке 1 приведена фотография экспериментальной установки для исследования влияния изменяемого давления газов на интенсивность газового обмена в крошке изношенных покрышек в пиролизной камере.

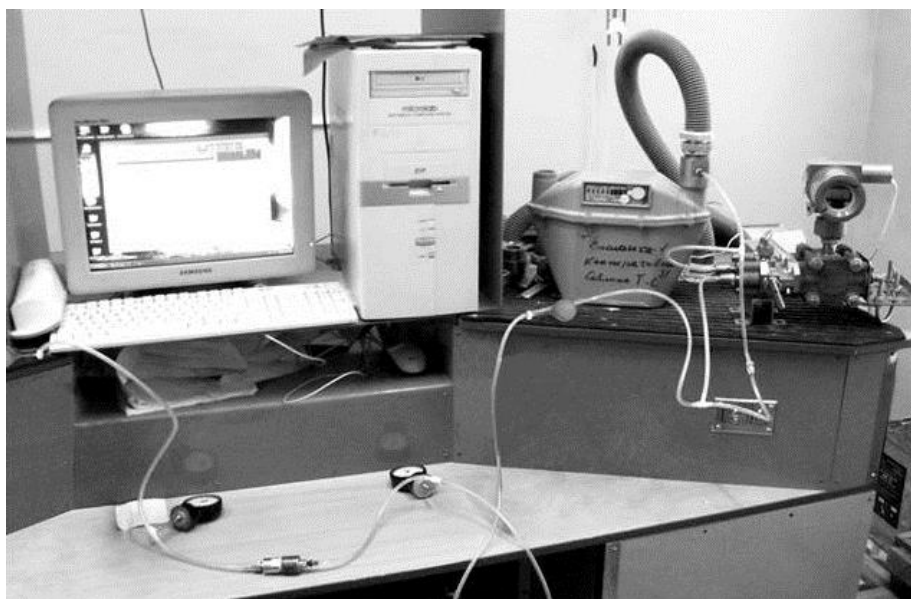


Рис. 1. Экспериментальная установка для исследования влияния изменяемого давления газов на интенсивность газового обмена в крошке изношенных покрышек в пиролизной камере

На Рисунке 2 приведена функциональная электропневматическая схема экспериментальной установки для исследования влияния изменяемого давления газов на интенсивность газового обмена в крошке изношенных покрышек в пиролизной камере.

Экспериментальная установка для исследования влияния изменяемого давления газов на интенсивность газового обмена в крошке изношенных покрышек в пиролизной камере (Рисунок 2) содержит: электрический двигатель 1; компрессор 2; вентили 3, 26, 28, 30-33; ресивер 4; калиброванные сопла 5-11 на конкретные расходы газов с электромагнитными приводами для подключения расхода газов в экспериментальную установку; усилитель 12 вывода сигналов от управляющей ЭВМ на электрический двигатель компрессора,

калибровочные сопла 5-11 и распределитель 16; управляющую ЭВМ 13; устройство связи с объектом 14; усилитель 15 ввода данных в управляющую ЭВМ от измерительных преобразователей; пневматический распределитель 16 с двумя электрическими приводами золотника; редукционные клапаны (регуляторы давления «после себя») 17 и 18; дроссели регулируемые 19, 21, 23 и 25; датчики давления, показывающие и с электрической цифровой передачей сигнала на ЭВМ типа «Метран-100-ДИ» 20, 27 и 29; ёмкости 22 и 24; датчики разности давлений 34 и 35, показывающие и с электрической цифровой передачей сигналов на ЭВМ типа «Метран-100-ДД».

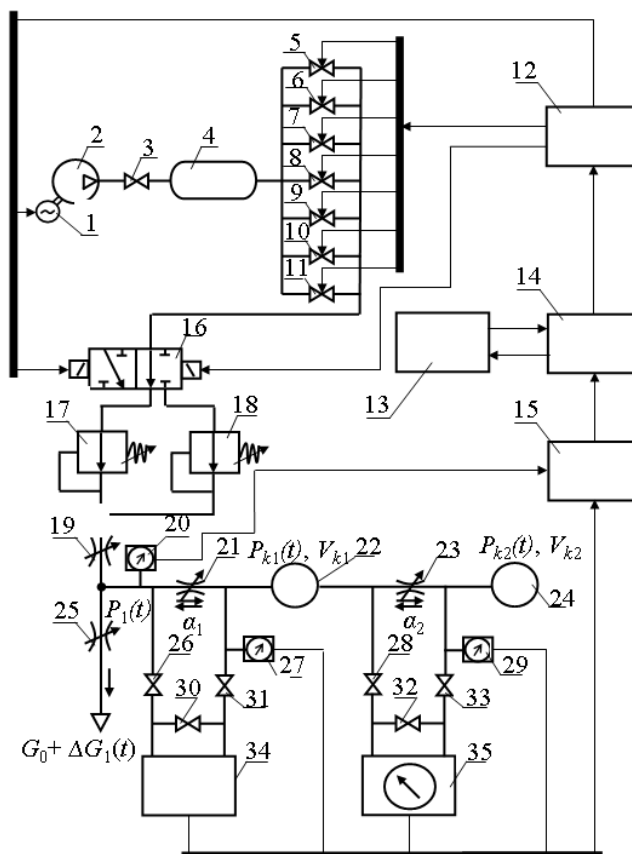


Рис. 2. Функциональная электропневматическая схема экспериментальной установки для исследования влияния изменяемого давления газов на интенсивность газового обмена в крошке изношенных покрышек в пиролизной камере

В экспериментальной установке использованы датчики давления, показывающие и с электрической цифровой передачей сигнала на ЭВМ типа «Метран-100-ДИ» серии 1112 (АС) на пределы измерения (0-400) Па, (0-1000) Па и (0-6000) Па.

Согласно паспортным данным, основная погрешность датчиков давления серии «Метран-100» составляет $\pm 0,10\%$ от диапазона измерения давления.

Датчики серии «Метран-100» выдают на ЭВМ цифровой код, то есть, в ЭВМ не происходит повышения погрешности за счет аналого-цифрового преобразования. Погрешность ЭВМ не превышает $\pm(0,10-0,15)\%$ от измеряемой величины [4]. Принимаем погрешность ЭВМ равной $\pm 0,15\%$.

Из теории погрешностей известно, что при рассмотрении составляющих погрешностей результирующую погрешность следует определять по правилу суммирования случайных погрешностей. С учетом погрешностей измерительных каналов ЭВМ экспериментальной установки общая погрешность измерения давления с использованием датчиков «Метран-100» составляет $\pm(0,10+0,15)=\pm 0,25\%$. Таким образом, для датчиков давления серии «Метран-100» на пределы измерения (0-400) Па, (0-1000) Па и (0-6000) Па погрешность составляет соответственно ± 1 Па, $\pm 2,5$ Па и ± 15 Па.

В качестве датчиков разности давлений 34 и 35 (Рисунок 2), показывающих и с электрической цифровой передачей сигнала на ЭВМ, использовались многопараметрические преобразователи *Rosemount 3051SMV* на разность давлений ± 750 Па и ± 6230 Па. Основная погрешность этих датчиков разности давления, согласно паспортным данным, составляет $\pm 0,1\%$ от диапазона измерения давления.

Для линейных дросселей 21 и 23 (Рисунок 2), которые используются в экспериментальной установке, расход газов Q , мм³/с, определяется по формуле [1]

$$Q = \alpha \cdot (P_1 - P_2), \quad (1)$$

где α – проводимость дросселя, определяется на экспериментальной установке с точностью $\pm 0,1\%$ с помощью калиброванных сопел 5-11 с электромагнитными приводами, то есть, $\Delta\alpha = \pm 0,1\%$; $(P_1 - P_2)$ – давление до и после дросселя – разность давлений, Па, которая измеряется с точностью $\pm 0,1\%$, то есть, $\Delta(P_1 - P_2) = \pm 0,1\%$.

Погрешность расхода газов ΔQ , мм³/с, по формуле (1) определяется путем разложения функции в ряд Тейлора по выражению

$$\Delta Q = \frac{\partial Q}{\partial \alpha} \Delta \alpha + \frac{\partial Q}{\partial (P_1 - P_2)} \cdot \Delta (P_1 - P_2).$$

Если $\alpha_1 = 0,02$ м·с = 20 мм·с; $Q = 3$ мм³/с; $(P_1 - P_2) = 100$ Па, тогда

$$\Delta Q = \frac{3}{20} \cdot 0,1 + \frac{3}{100} \cdot 0,1 = 0,015 + 0,003 = 0,018 \text{ мм}^3/\text{с}.$$

Так как погрешность измерительных каналов ЭВМ составляет $\pm 0,15\%$, тогда погрешность от максимального измеряемого расхода, равного 3 мм³/с, составляет 0,0045 мм³/с.

Таким образом, погрешность для датчиков разности давлений серии «Метран-100-ДД» при измерении расхода газов на экспериментальной установке на пределы измерения (0-100) Па составляет

$$\Delta Q_{\text{сум}} = 0,018 + 0,0045 = 0,0225 \text{ мм}^3/\text{с} = 0,02 \text{ мм}^3/\text{с}.$$

Погрешность измерения расхода газов на экспериментальной установке в процентах, то есть 0,02 мм³/с от 3 мм³/с, составляет 0,7.

Основная цель проведения экспериментальных исследований состоит в том, чтобы подтвердить теоретические положения о возможности интенсификации газового обмена в крошке изношенных покрышек в пиролизной камере при изменяемом давлении газов.

Экспериментальные исследования проводились в метрологической лаборатории треста «Бузулукмежрайгаз» на установке, используемой для поверки средств измерения (Рисунок 2).

Установка работает следующим образом. Сжатый воздух (газы) от компрессора 2 через вентиль 3, ресивер 4 и каскад калиброванных сопел 5-11 подается в экспериментальную установку. Калиброванные сопла 5-11 представляют собой микросопла калиброванных диаметров, которые предназначены для установления необходимого значения расхода газов в экспериментальной установке и включаются по сигналу от управляющей ЭВМ 13.

Газы заданного расхода поступают на распределитель 16, секции которого непрерывно переключаются через заданные программно интервалы времени, подключая по очереди редукционные клапаны 17 и 18, установленные на заданные значения давлений, например, на 200 Па и 800 Па соответственно.

Поочередное подключение клапанов 17 и 18 обеспечивает создание в экспериментальной установке периодических колебаний газов с размахом 600 Па и амплитудой 300 Па. Это давление измеряется при помощи прибора 20. Окончательная настройка изменения этого давления перед дросселем 21 проводится дросселями 19 и 25.

К экспериментальной установке подключены ёмкости 22 и 24, объёмы которых можно изменять в широких пределах. Давления газов в емкостях 22 и 24 фиксируются и выдаются на экран ЭВМ при помощи манометров 27 и 29 соответственно.

Измерительные преобразователи 34 и 35, представляющие собой датчики перепада давлений, преобразуют значение перепадов давлений на дросселях 21 и 23 соответственно в электрические сигналы, которые затем усиливаются и преобразуются в цифровые коды в устройствах 15 и 14 и выводятся на экран ЭВМ в виде значений расходов в мм³/с.

Исследование изменений расходов газов через два пневматических сопротивления в две газовые полости, соединенные последовательно, в зависимости от частоты изменяемого давления газов на входе в пиролизную камеру

Теоретические исследования изменений расходов газов через два пневматических сопротивления 21 и 23 (Рисунок 2) $G_1(t)$ и $G_2(t)$ в две газовые полости 22 и 24, соединенные последовательно, в крошке изношенных покрышек в зависимости от частоты изменяемого давления газов на входе в пиролизную камеру проводились по формулам [2, с. 57; 3, с. 66]:

$$G_1(t) = \frac{\alpha_1 \cdot P_x(t) \cdot \omega T_1}{(1 + \omega^2 T_1^2)} \cdot \left[T_1 \cdot \omega \cdot \sin(\omega t) + \cos(\omega t) - e^{-\frac{1}{T_1} t} \right], \quad (2)$$

$$G_2(t) = \frac{P_x(t) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{(1 + \omega^2 T_1^2)(1 + \omega^2 T_2^2)} \cdot \left[T_2 (1 - \omega^2 T_1 T_2) \cos(\omega t) + T_2 \omega (T_2 + T_1) \sin(\omega t) + \frac{T_1 T_2 (1 + \omega^2 T_2^2)}{(T_2 - T_1)} \cdot e^{-\frac{1}{T_1} t} + \frac{T_2^2 (1 + \omega^2 T_1^2)}{(T_1 - T_2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} \right]. \quad (3)$$

В этих формулах $G_1(t)$, $G_2(t)$ – расходы газов через пневматические сопротивления 21 и 23 (Рисунок 2) в газовые полости 22 и 24; P_x , ω – амплитуда и частота изменяемого давления газов; α_1 , α_2 – проводимость пневматических сопротивлений 21 и 23; T_1 , T_2 – постоянные времени для газовых полостей 22 и 24 совместно с проводимостью пневматических сопротивлений 21 и 23; t – время.

Принимаем [5, с. 53; 6, с. 3], что $T_1 = 0,5$ с; $\alpha_1 = 0,02$; $T_2 = 0,6$ с; $\alpha_2 = 0,02$; $P_x(t) = 30$ мм вод. ст. = 300 Па. С учетом этих данных выражения (2) и (3) принимают вид:

$$G_1(t) = \frac{300 \cdot 0,02 \cdot \omega \cdot 0,5}{(1 + 0,25\omega^2)} \cdot [0,5 \cdot \omega \cdot \sin(\omega t) + \cos(\omega t) - e^{-2t}], \quad (4)$$

$$G_2(t) = \frac{300 \cdot 0,02 \cdot \omega}{(1 + 0,25\omega^2)(1 + 0,36\omega^2)} \cdot \left[0,6(1 - 0,3\omega^2) \cos(\omega t) + 0,6\omega \sin(\omega t) + \frac{0,3(1 + 0,36\omega^2)}{0,1} \cdot e^{-2t} + \frac{0,36(1 + 0,25\omega^2)}{-0,1} e^{-1,7t} \right]. \quad (5)$$

По выражениям (4) и (5) построены теоретические кривые 1 и 2 на Рисунке 3.

Экспериментальные значения расходов $G_1(t)$ и $G_2(t)$, полученные при помощи измерительных преобразователей 34 и 35 соответственно, представлены в Таблице 1 и на Рисунке 3 кривыми 3 и 4. Испытания проводились при циклических частотах 0,1; 0,9; 1,1 и 2,0 с⁻¹, которые соответствуют периодам колебаний давления 60; 7, 6 и 3 с.

Таблица 1

ω , с ⁻¹	0	0,1	0,9	1,1	2,0
$G_1(t)$, мм ³ /с	0,00	0,24	1,50	2,00	1,50
$G_2(t)$, мм ³ /с	0,00	0,00	1,26	1,50	2,00

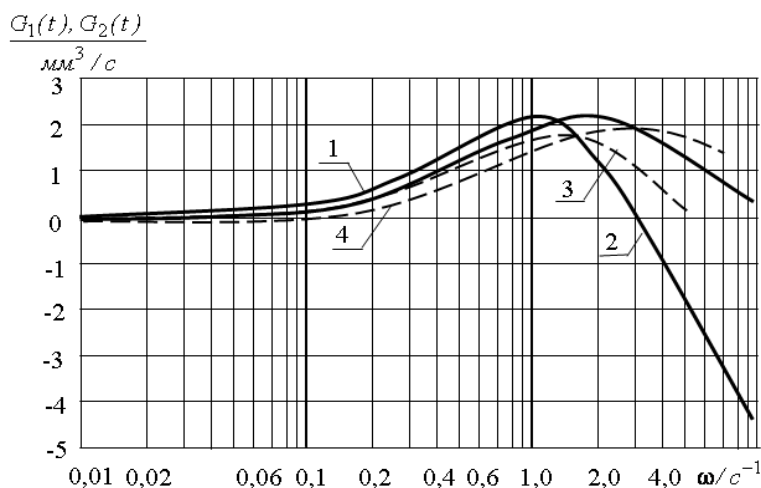


Рис. 3. Изменения расходов газов через два пневматических сопротивления в две газовые полости, соединенные последовательно, в зависимости от частоты изменяемого давления газов на входе в пиролизную камеру:

а) теоретические зависимости: $G_1(t)$ – кривая 1, $G_2(t)$ – кривая 2;

б) экспериментальные зависимости: $G_1(t)$ – кривая 3, $G_2(t)$ – кривая 4

Исследование изменений расходов газов через два пневматических сопротивления в две газовые полости, соединенные последовательно, в зависимости от времени при постоянной частоте изменяемого давления газов на входе в пиролизную камеру

Рассматривая, например, процессы через $t = 1$ с, выражения (4) и (5) принимают вид:

$$G_1(t) = \frac{3\omega}{(1 + 0,25\omega^2)} \cdot [0,5\omega \cdot \sin \omega + \cos \omega - 0,134],$$

$$G_2(t) = \frac{6\omega}{(1+0,25\omega^2)(1+0,36\omega^2)} \left[(0,6-0,18\omega^2) \cos \omega + 0,66\omega \sin \omega - 0,250 - 0,018\omega^2 \right].$$

По этим выражениям определены теоретические расходы газов через дроссели 21 и 23 и построены кривые 1 и 2 на Рисунке 4.

Экспериментальные значения этих расходов, полученные при помощи измерительных преобразователей 34 и 35 соответственно, представлены в Таблице 2 и на Рисунке 4 кривыми 3 и 4. Испытания проводились при частоте $1,57 \text{ с}^{-1}$, что соответствует периоду 4 с.

Таблица 2

$t, \text{с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$G_1(t), \text{мм}^3/\text{с}$	0,00	1,50	-2,50	-2,00	2,50	2,00	-2,50	-2,00	2,50	2,00
$G_2(t), \text{мм}^3/\text{с}$	0,00	2,00	1,00	-2,50	-1,00	2,50	1,00	-2,50	-1,00	2,50

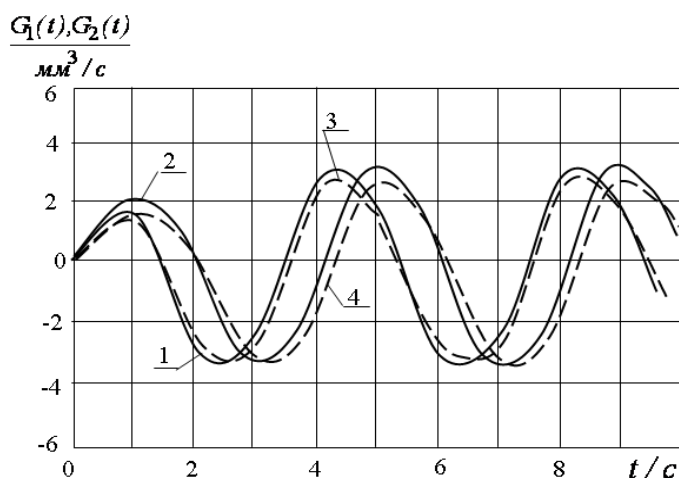


Рис. 4. Изменения расходов газов через первое $G_1(t)$ и второе $G_2(t)$ пневматические сопротивления схемы, содержащей два пневматических сопротивления и две газовые полости, соединенные последовательно, в зависимости от времени: а) теоретические зависимости: $G_1(t)$ – кривая 1, $G_2(t)$ – кривая 2; б) экспериментальные зависимости: $G_1(t)$ – кривая 3, $G_2(t)$ – кривая 4

Таким образом, проведены экспериментальные исследования изменений расходов газов через два пневматических сопротивления в две газовые полости, соединенные последовательно, в зависимости от частоты изменяемого давления газов на входе в пиролизную камеру и от времени при постоянной частоте изменяемого давления газов на входе в пиролизную камеру. Результаты экспериментальных исследований подтверждают теоретические положения и показывают, что при подведении изменяемого давления газов в нижнюю часть пиролизной камеры появляются дополнительные расходы газов между порами, которые интенсифицируют процессы газообмена и пиролиза крошки изношенных покрышек в пиролизной камере.

Список литературы

1. Емцев Б. Т. Техническая гидромеханика. М.: Машиностроение, 1987. 440 с.
2. Жежера Н. И. Изменение расхода газов между порами крошки изношенных шин при пиролизе переменным давлением в реакторе // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2013. № 4. С. 57-66.
3. Жежера Н. И. Изменения давлений газов в соединенных последовательно порах в крошке изношенных шин при пиролизе переменным давлением в реакторе // Альманах современной науки и образования. Тамбов: Грамота, 2013. № 4. С. 66-70.
4. Жежера Н. И. Развитие теории и совершенствование автоматизированных систем испытаний изделий на герметичность: дисс. ... д.т.н.: 05.13.06. Оренбург: ОГУ, 2004. 441 с.
5. Жежера Н. И., Тямкин С. А. Автоматизация движения газов между порами в горизонтальном направлении при пиролизе изношенных шин в реакторе // Химическая промышленность. 2010. № 8. С. 53-56.
6. Жежера Н. И., Тямкин С. А. Интенсификация газообмена в крошке изношенных шин при пиролизе в реакторе // Автоматизация и современные технологии. 2010. № 6. С. 3-5.
7. Патент на изобретение № 2339510. РФ. Способ термической переработки изношенных шин и резинотехнических изделий. Авторы изобретения Н. И. Жежера, С. А. Тямкин. Приоритет от 10.04.2007. Оpubл. 27.11.2008. Бюлл. № 33.
8. Патент на изобретение № 2391205. РФ. Способ термической переработки изношенных шин и резинотехнических изделий. Авторы изобретения Н. И. Жежера, С. А. Тямкин. Приоритет от 11.01.2009. Оpubл. 10.06.2010. Бюлл. № 16.