

Жежера Николай Илларионович

ИЗМЕНЕНИЕ РАСХОДА ГАЗОВ МЕЖДУ ПОРАМИ КРОШКИ ИЗНОШЕННЫХ ШИН ПРИ ПИРОЛИЗЕ ПЕРЕМЕННЫМ ДАВЛЕНИЕМ В РЕАКТОРЕ

Выведены теоретические изменения расхода газов между порами в крошке изношенных шин при пиролизе в реакторе в зависимости от переменной составляющей в давлении рециркулируемых газов, подводимых в нижнюю часть реактора пиролиза. Установлено, что при наличии переменной составляющей в давлении рециркулируемых газов, подводимых в нижнюю часть реактора пиролиза изношенных шин, непрерывно изменяются расходы газов между порами и между порами и основными потоками рециркулируемых газов. Подвод рециркулируемых газов в нижнюю часть реактора при наличии переменной составляющей в давлении рециркулируемых газов способствует более интенсивному и равномерному пиролизу крошки изношенных шин в реакторе.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2013/4/17.html

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

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2013. № 4 (71). С. 57-66. ISSN 1993-5552.

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

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2013/4/

© 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

12. Леонтьев А. К. Образование приказной системы управления в Русском государстве. Из истории создания централизованного государственного аппарата в конце XV – первой половине XVI в. / отв. ред. Л. В. Черепнин. М.: МГУ, 1961. 198 с.
13. Лотман Ю. М. Люди и чины // Лотман Ю. М. Беседы о русской культуре. СПб.: Искусство СПб, 1994.
14. Мартысевич И. Д. Псковская судная грамота: историко-юридическое исследование / отв. ред. П. Н. Галанза. М.: Изд. Московского университета, 1951. 208 с.
15. Миттермайер К. Новый проект русского уголовного судопроизводства // Журнал Министерства юстиции. 1864. Т. 22. С. 16-47.
16. Положение о дисциплинарной ответственности судей [Электронный ресурс]: утверждено Указом Президиума Верховного Совета СССР от 15.07.1948 г. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
17. Положение о дисциплинарной ответственности судей судов РСФСР [Электронный ресурс]: утверждено Указом Президиума Верховного Совета РСФСР от 26.05.1976 г. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
18. Положение о порядке возмещения ущерба, причиненного гражданину незаконными действиями органов дознания, предварительного следствия, прокуратуры и суда [Электронный ресурс]: утверждено Указом Президиума Верховного Совета РСФСР от 18.05.1981 г. Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».
19. Российское законодательство X-XX веков / под ред. О. И. Чистякова. М.: Юридическая литература, 1984. Т. 1. 432 с.
20. Сергеевич В. И. Древности русского права: в 3-х т. М.: Зерцало, 2006. Т. 1. 500 с.
21. Сергеевич В. И. Русские юридические древности. СПб.: Тип. Н. А. Лебедева, 1890. Т. 1. 518 с.
22. Соборное уложение царя и великого князя Алексея Михайловича (1649 г.) // Первый полный Свод законов Российской империи: в 45-ти т. СПб., 1830. Т. 1.
23. Судебник 1550 г. // Судебники XV-XVI веков. М. – Л., 1952.
24. Толкаченко А. А. Исполнение уголовных наказаний, применяемых к осужденным военным служащим в России (исторический и сравнительный анализ). М., 1997. 490 с.
25. Трощина К. Е. История судебных учреждений в России [Электронный ресурс]. СПб.: Типография Э. Вэймара, 1851. URL: <http://book.libtorrent.com/viewtopic.php?t=6272>
26. Тютрюмов И. М. Устав гражданского судопроизводства с законодательными мотивами, разъяснениями Правительствующего Сената. СПб.: Издание Юридического книжного магазина И. И. Зубкова под фирмой «Законоведение», 1910.

УДК 678.4:658.567

Технические науки

Выведены теоретические изменения расхода газов между порами в крошке изношенных шин при пиролизе в реакторе в зависимости от переменной составляющей в давлении рециркулируемых газов, подводимых в нижнюю часть реактора пиролиза. Установлено, что при наличии переменной составляющей в давлении рециркулируемых газов, подводимых в нижнюю часть реактора пиролиза изношенных шин, непрерывно изменяются расходы газов между порами и между порами и основными потоками рециркулируемых газов. Подвод рециркулируемых газов в нижнюю часть реактора при наличии переменной составляющей в давлении рециркулируемых газов способствует более интенсивному и равномерному пиролизу крошки изношенных шин в реакторе.

Ключевые слова и фразы: пиролиз; крошка; изношенные шины; поры; рециркулируемые газы; переменное давление; расход; амплитуда; частота.

Жежера Николай Илларионович, д.т.н., профессор
Оренбургский государственный университет
nik-gegera@rambler.ru

ИЗМЕНЕНИЕ РАСХОДА ГАЗОВ МЕЖДУ ПОРАМИ КРОШКИ ИЗНОШЕННЫХ ШИН ПРИ ПИРОЛИЗЕ ПЕРЕМЕННЫМ ДАВЛЕНИЕМ В РЕАКТОРЕ[©]

Упрощенная схема реактора, в котором проводится пиролиз изношенных автомобильных шин, приведена на Рисунке 1. В работах [2, с. 33; 3] предлагается автоматизацию процессов пиролиза изношенных шин проводить путем подвода в нижнюю часть реактора рециркулируемых газов при переменном давлении, которое периодически изменяется с заданной частотой и амплитудой.

В реакторе 1 находится крошка 2 изношенных шин, в которой имеются поры 3, соединенные случайным образом с потоками 4 рециркулируемых газов, подводимых в нижнюю часть реактора при переменном давлении с помощью системы автоматического регулирования давления. Поры в крошке изношенных шин могут непосредственно соединяться с линиями рециркулируемых газов, например, пора 3 с линией потока газов 4. Пора В соединится с потоком рециркулируемых газов 4 только через пору А.

На Рисунке 2 приведена пневматическая схема взаимосвязи между основным потоком рециркулируемых газов 4 (Рисунок 1) и потоками газов в поры (газовые полости) А и В или из пор. На Рисунке 2 представлены: поток рециркулируемых газов 1 в крошке изношенных шин при пиролизе в реакторе, газовые полости (поры) 3 и 5, соединенные между собой и с газовым потоком 1 пневматическими сопротивлениями 2 и 4 с проводимостью α_1 и α_2 .

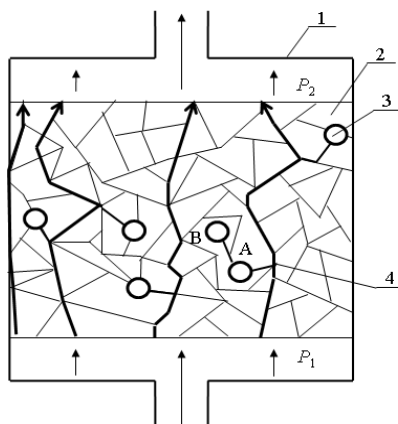


Рис. 1. Схема расположения крошки изношенных шин, пор между крошками и потоков рециркулируемых газов в реакторе

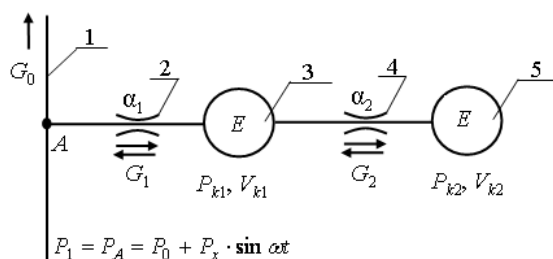


Рис. 2. Пневматическая схема взаимосвязи между потоком рециркулируемых газов и двумя газовыми полостями, расположенными в крошке изношенных шин в реакторе

Рециркулируемые газы подаются в нижнюю часть реактора пиролиза изношенных шин специальной системой автоматического управления под переменным давлением P_1 , Па, которое определяется по выражению

$$P_1 = P_0 + P_x \cdot \sin \omega t, \quad (1)$$

где P_0 - статическая составляющая давления рециркулируемых газов, Па; $P_x \cdot \sin \omega t$ - переменная составляющая давления рециркулируемых газов, Па; P_x , ω - амплитуда и частота переменной составляющей давления рециркулируемых газов, Па, с^{-1} ; t - время, с.

Расход рециркулируемых газов G_1 через линейное пневматическое сопротивление 2 (Рисунок 2) проводимостью α_1 с учетом (1) принимает вид

$$G_1 = (P_1 - P_{k1}) \cdot \alpha_1 = (P_0 + P_x \sin \omega t - P_{k1}) \cdot \alpha_1$$

или, после преобразования по Лапласу,

$$G_1(s) = \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} - P_{k1}(s) \cdot \alpha_1, \quad (2)$$

где s - оператор Лапласа.

Для газовой полости 3 как пневматической емкости (Рисунок 2) уравнение Клапейрона–Менделеева имеет вид [1] $P_{k1} V_{k1} = m_{k1} R T$. Определяя из этого выражения массу газов, а затем дифференцируя изменения массы и давления газов в емкости по времени, получим $\frac{dm_{k1}}{dt} = \frac{V_{k1}}{RT} \cdot \frac{dP_{k1}}{dt}$.

$$\text{Так как } \frac{dm_{k1}}{dt} = G_1, \quad G_1 = \frac{V_{k1}}{RT} \cdot \frac{dP_{k1}}{dt}.$$

Преобразуем это выражение по Лапласу, $G_1(s) = \frac{V_{k1}}{RT} \cdot s \cdot P_{k1}(s)$, и определяем давление P_{k1} :

$$P_{k1}(s) = \frac{RT}{s V_{k1}} \cdot G_1(s). \quad (3)$$

Из выражения (2) с учетом (3) получим

$$G_1(s) + \frac{RT}{s V_{k1}} \cdot G_1(s) \cdot \alpha_1 = \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2}. \quad (4)$$

Приведем выражение (4) к виду, удобному для обратного преобразования по Лапласу:

$$G_1(s) \left[1 + \frac{RT}{sV_{k1}} \cdot \alpha_1 \right] = \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot G_1(s) = \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{s}{s + \left(\frac{RT\alpha_1}{V_{k1}} \right)}.$$

Принимая $\frac{V_{k1}}{\alpha_1 \cdot RT} = T_1$ или $\frac{1}{T_1} = \frac{RT}{V_{k1}} \cdot \alpha_1$, получим

$$\begin{aligned} G_1(s) &= \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \omega \cdot s \cdot \left[\frac{1}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{T_1}} \right] = \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \omega \cdot s \cdot \left[\frac{1}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{\left(s - \frac{1}{T_1} \right)}{\left(s - \frac{1}{T_1} \right) \left(s + \frac{1}{T_1} \right)} \right] = \\ &= \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \omega \cdot s \cdot \left(s - \frac{1}{T_1} \right) \left[\frac{1}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{1}{\left(s^2 - \frac{1}{T_1^2} \right)} \right] = \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \omega \cdot s \cdot \left(s - \frac{1}{T_1} \right) \left[\frac{1}{s^2 + \omega^2} - \frac{1}{\left(s^2 - \frac{1}{T_1^2} \right)} \right] \cdot \frac{1}{\left(-\frac{1}{T_1^2} - \omega^2 \right)} = \\ &= \frac{1}{\left(-\frac{1}{T_1^2} - \omega^2 \right)} \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \omega \cdot s \cdot \left[\frac{s}{s^2 + \omega^2} - \frac{1}{T_1} \cdot \frac{1}{s^2 + \omega^2} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1} \right)} \right] = \\ &= \frac{1}{\left(-\frac{1}{T_1^2} - \omega^2 \right)} \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \omega \cdot \left[\frac{(s^2 + \omega^2) - \omega^2}{s^2 + \omega^2} - \frac{1}{T_1} \cdot \frac{s}{s^2 + \omega^2} - \frac{s}{\left(s + \frac{1}{T_1} \right)} \right] = \\ &= \frac{\alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \omega}{\left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2 \right)} \cdot \left[\omega \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} + \frac{1}{T_1} \cdot \frac{s}{s^2 + \omega^2} - \frac{1}{T_1} \cdot \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1} \right)} \right]. \end{aligned}$$

Определяем оригинал функции по этому выражению:

$$G_1(t) = \frac{\alpha_1 \cdot P_x(t) \cdot \omega}{\left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2 \right)} \cdot \left[\omega \cdot \sin(\omega t) + \frac{1}{T_1} \cdot \cos(\omega t) - \frac{1}{T_1} e^{-\frac{1}{T_1} t} \right] = \frac{\alpha_1 \cdot P_x(t) \cdot \omega T_1}{(1 + \omega^2 T_1^2)} \cdot \left[T_1 \cdot \omega \cdot \sin(\omega t) + \cos(\omega t) - e^{-\frac{1}{T_1} t} \right]. \quad (5)$$

Определим давление P_{kl} по выражениям (3) и (4). Из выражения (4)

$$G_1(s) = \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{s} \frac{RT}{V_{k1}} \cdot \alpha_1 \right)}.$$

Выполним подстановку этого выражения в (3):

$$\begin{aligned} P_{k1}(s) &= \frac{1}{s} \cdot \frac{RT}{V_{k1}} \cdot \alpha_1 \cdot P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{s} \frac{RT}{V_{k1}} \cdot \alpha_1 \right)} = \\ &= P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{\left(\frac{1}{s} \cdot \frac{RT}{V_{k1}} \cdot \alpha_1 \right)}{\left(1 + \frac{1}{s} \frac{RT}{V_{k1}} \cdot \alpha_1 \right)} = P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{\left(\frac{1}{s} \cdot \frac{RT}{V_{k1}} \cdot \alpha_1 \right) + 1 - 1}{\left(1 + \frac{1}{s} \frac{RT}{V_{k1}} \cdot \alpha_1 \right)} = \\ &= P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{s} \frac{RT}{V_{k1}} \cdot \alpha_1 \right)} \right]. \end{aligned}$$

Принимаем, как и выше, $\frac{V_{k1}}{\alpha_1 \cdot RT} = T_1$ или $\frac{1}{T_1} = \frac{RT}{V_{k1}} \cdot \alpha_1$, тогда

$$P_{k1}(s) = P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \left[1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{1}{s} \cdot \frac{1}{T_1}\right)} \right] = P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \left[1 - \frac{sT_1}{(sT_1 + 1)} \right]. \quad (6)$$

Продолжаем преобразование этого выражения:

$$\begin{aligned} P_{k1}(s) &= P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \left[1 - \frac{s}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} \right] = P_x(s) \cdot \left[\frac{\omega}{s^2 + \omega^2} - \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{s}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} \right] = \\ &= P_x(s) \cdot \left[\frac{\omega}{s^2 + \omega^2} - \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{s + \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_1}}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} \right] = P_x(s) \cdot \left[\frac{\omega}{s^2 + \omega^2} - \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \left(1 - \frac{1}{T_1} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{T_1}} \right) \right] = \\ &= P_x(s) \cdot \left[\frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{1}{T_1} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{T_1}} \right] = P_x(s) \cdot \frac{\omega}{T_1} \cdot \left[\frac{1}{s^2 + \omega^2} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{T_1}} \right] = . \end{aligned} \quad (7)$$

Продолжаем преобразование выражения (7):

$$\begin{aligned} P_{k1}(s) &= P_x(s) \frac{\omega}{T_1} \left[\frac{1}{(s^2 + \omega^2)} \cdot \frac{\left(s - \frac{1}{T_1}\right)}{\left(s - \frac{1}{T_1}\right)\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} \right] = P_x(s) \frac{\omega \cdot \left(s - \frac{1}{T_1}\right)}{T_1} \cdot \left[\frac{1}{(s^2 + \omega^2)} \cdot \frac{1}{\left(s^2 - \frac{1}{T_1^2}\right)} \right] = \\ &= P_x(s) \cdot \frac{\omega \cdot \left(s - \frac{1}{T_1}\right)}{T_1} \cdot \left[\frac{1}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s^2 - \frac{1}{T_1^2}\right)} \right] \cdot \frac{1}{\left(-\frac{1}{T_1^2} - \omega^2\right)} = \\ &= P_x(s) \cdot \frac{\omega}{T_1 \left(-\frac{1}{T_1^2} - \omega^2\right)} \cdot \left[\frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \left(\frac{1}{T_1}\right) \frac{1}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} \right] = \\ &= P_x(s) \cdot \frac{\omega}{T_1 \left(-\frac{1}{T_1^2} - \omega^2\right)} \cdot \left[\frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1}\right) \frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} \right]. \end{aligned} \quad (8)$$

Проводим обратное преобразование по Лапласу выражения (8):

$$\begin{aligned} P_{k1}(t) &= P_x(t) \cdot \frac{\omega}{T_1 \left(-\frac{1}{T_1^2} - \omega^2\right)} \cdot \left[\cos(\omega \cdot t) - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1}\right) \sin(\omega \cdot t) - e^{-\frac{1}{T_1}t} \right] = \\ &= P_x(t) \cdot \frac{\omega T_1}{(1 + \omega^2 T_1^2)} \cdot \left[\left(\frac{1}{\omega \cdot T_1}\right) \sin(\omega \cdot t) - \cos(\omega \cdot t) + e^{-\frac{1}{T_1}t} \right]. \end{aligned} \quad (9)$$

Расход газа G_2 через линейное пневматическое сопротивление 4 (Рисунок 2) проводимостью α_2 , учитывая, что P_{k2} является переменной величиной:

$$G_2 = (P_{k1} - P_{k2}) \cdot \alpha_2.$$

После преобразования по Лапласу:

$$G_2(s) = [P_{k1}(s) - P_{k2}(s)] \cdot \alpha_2. \quad (10)$$

Для пневматической полости 5 на основании формулы Клапейрона–Менделеева $P_{k2}V_{k2} = m_{k2}RT$. Определяя из этого выражения массу газов, а затем дифференцируя изменения массы и давления газов в полости по времени, получим $\frac{dm_{k2}}{dt} = \frac{V_{k2}}{RT} \cdot \frac{dP_{k2}}{dt}$. Так как $\frac{dm_{k2}}{dt} = G_2$, тогда

$$G_2 = \frac{V_{k2}}{RT} \cdot \frac{dP_{k2}}{dt}.$$

Преобразуем это выражение по Лапласу:

$$G_2(s) = \frac{V_{k2}}{RT} \cdot s \cdot P_{k2}(s). \quad (11)$$

Выражение (10) с учетом (6) принимает вид

$$G_2(s) = \left[P_x(s) \cdot \frac{\omega}{s^2 + \omega^2} \cdot \left[1 - \frac{sT_1}{(sT_1 + 1)} \right] - P_{k2}(s) \right] \cdot \alpha_2 = P_x(s) \cdot \frac{\omega \cdot \alpha_2}{s^2 + \omega^2} \cdot \left[1 - \frac{sT_1}{(sT_1 + 1)} \right] - P_{k2}(s) \cdot \alpha_2. \quad (12)$$

Из выражения (11) определяем, что $P_{k2}(s) = G_2(s) \cdot \frac{RT}{s \cdot V_{k2}}$.

После подстановки этого выражения в (12)

$$G_2(s) = P_x(s) \cdot \frac{\omega \cdot \alpha_2}{s^2 + \omega^2} \cdot \left[1 - \frac{sT_1}{(sT_1 + 1)} \right] - G_2(s) \cdot \frac{RT}{s \cdot V_{k2}} \cdot \alpha_2.$$

$$G_2(s) \left[1 + \alpha_2 \cdot \frac{RT}{s \cdot V_{k2}} \right] = P_x(s) \cdot \frac{\omega \cdot \alpha_2}{s^2 + \omega^2} \cdot \left[1 - \frac{sT_1}{(sT_1 + 1)} \right].$$

Если принять $\frac{V_{k2}}{\alpha_2 \cdot RT} = T_2$ или $\frac{1}{T_2} = \frac{RT}{V_{k2}} \cdot \alpha_2$, тогда

$$G_2(s) \left[1 + \frac{1}{s \cdot T_2} \right] = P_x(s) \cdot \frac{\omega \cdot \alpha_2}{s^2 + \omega^2} \cdot \left[1 - \frac{sT_1}{(sT_1 + 1)} \right].$$

$$G_2(s) = P_x(s) \cdot \frac{\omega \cdot \alpha_2}{s^2 + \omega^2} \cdot \left[1 - \frac{sT_1}{(sT_1 + 1)} \right] \cdot \frac{s \cdot T_2}{(T_2 \cdot s + 1)} = P_x(s) \cdot \frac{\omega \cdot \alpha_2}{s^2 + \omega^2} \cdot \left[1 - \frac{s}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} \right] \cdot \frac{s}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} =$$

$$= P_x(s) \cdot \omega \cdot \alpha_2 \cdot \left[\frac{1}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{(s^2 + \omega^2)} \cdot \frac{s + \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_1}}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} \right] \cdot \frac{s}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} =$$

$$= P_x(s) \cdot \omega \cdot \alpha_2 \cdot \left[\frac{1}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{(s^2 + \omega^2)} \left(1 - \frac{1}{T_1} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{T_1}} \right) \right] \cdot \frac{s}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} =$$

$$= P_x(s) \cdot \alpha_2 \cdot \frac{\omega}{T_1} \left[\frac{1}{(s^2 + \omega^2)} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{T_1}} \right] \cdot \frac{s}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)}. \quad (13)$$

Выражение $\frac{\omega}{T_1} \left[\frac{1}{(s^2 + \omega^2)} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{T_1}} \right]$ можно разложить согласно выражениям (7) и (8) на следующие состав-

ные части:

$$\frac{\omega}{T_1} \left[\frac{1}{(s^2 + \omega^2)} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{T_1}} \right] = \frac{\omega}{T_1 \left(-\frac{1}{T_1^2} - \omega^2 \right)} \cdot \left[\frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1} \right)} \right].$$

После подстановки этого выражения в (13)

$$\begin{aligned} G_2(s) &= \frac{P_x(s) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{-T_1 \left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2 \right)} \cdot \left[\frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1} \right)} \right] \cdot \frac{s}{\left(s + \frac{1}{T_2} \right)} = \\ &= \frac{P_x(s) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{-T_1 \left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2 \right)} \cdot \left[\frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1} \right)} \right] \cdot \frac{s + \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_2}}{\left(s + \frac{1}{T_2} \right)} = \\ &= \frac{P_x(s) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{-T_1 \left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2 \right)} \cdot \left[\frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1} \right)} \right] \cdot \left[1 - \frac{1}{T_2} \cdot \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2} \right)} \right] = \\ &= \frac{P_x(s) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{-T_1 \left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2 \right)} \cdot \left\{ \frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1} \right)} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{T_2} \cdot \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2} \right)} \left[\frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1} \right)} \right] \right\} = \\ &= \frac{P_x(s) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{-T_1 \left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2 \right)} \cdot \left\{ \frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1} \right)} - \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{T_2} \cdot \left[\frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2} \right)} \frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \left(\frac{1}{T_1} \right) \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2} \right)} \frac{1}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2} \right)} \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1} \right)} \right] \right\}. \end{aligned} \quad (14)$$

Разложим это выражение на простые слагаемые. Вначале определим простые слагаемые для выражения

$$\frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2} \right)} \frac{s}{(s^2 + \omega^2)}.$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2} \right)} \frac{s}{(s^2 + \omega^2)} &= s \left[\frac{1}{(s^2 + \omega^2)} \cdot \frac{\left(s - \frac{1}{T_2} \right)}{\left(s - \frac{1}{T_2} \right) \left(s + \frac{1}{T_2} \right)} \right] = s \left(s - \frac{1}{T_2} \right) \left[\frac{1}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s^2 - \frac{1}{T_2^2} \right)} \right] \frac{1}{\left(-\frac{1}{T_2^2} - \omega^2 \right)} = \\ &= s \left[\frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{T_2} \frac{1}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2} \right)} \right] \frac{1}{\left(-\frac{1}{T_2^2} - \omega^2 \right)} = \end{aligned} \quad (15)$$

$$= \left[\frac{s^2 + \omega^2 - \omega^2}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{T_2} \frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{s + \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_2}}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} \right] \frac{1}{\left(-\frac{1}{T_2^2} - \omega^2\right)} =$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{T_2^2} + \omega^2\right)} \left[\frac{\omega^2}{(s^2 + \omega^2)} + \frac{1}{T_2} \frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{T_2} \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} \right].$$

Разложим выражение $\frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} \frac{1}{(s^2 + \omega^2)}$ на простые слагаемые, используя выражение (15) без оператора s .

$$\frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} \frac{1}{(s^2 + \omega^2)} = \left[\frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{T_2} \frac{1}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} \right] \frac{1}{\left(-\frac{1}{T_2^2} - \omega^2\right)} =$$

$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{T_2^2} + \omega^2\right)} \left[-\frac{s}{(s^2 + \omega^2)} + \frac{1}{T_2} \frac{1}{(s^2 + \omega^2)} + \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} \right].$$

Для выражения $\frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)}$ определяем

$$\frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} = \left[\frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} \right] \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)}.$$

Делаем подстановку полученных выражений в (14):

$$G_2(s) = \frac{P_x(s) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{-T_1 \left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2\right)} \cdot \left\{ \frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1}\right) \frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} - \right.$$

$$- \frac{1}{T_2} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{1}{T_2^2} + \omega^2\right)} \left[\frac{\omega^2}{(s^2 + \omega^2)} + \frac{1}{T_2} \frac{s}{(s^2 + \omega^2)} - \frac{1}{T_2} \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} \right] - \right.$$

$$\left. \left. - \left(\frac{1}{T_1}\right) \frac{1}{\left(\frac{1}{T_2^2} + \omega^2\right)} \left[-\frac{s}{(s^2 + \omega^2)} + \frac{1}{\omega T_2} \frac{\omega}{(s^2 + \omega^2)} + \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} \right] - \left[\frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_2}\right)} - \frac{1}{\left(s + \frac{1}{T_1}\right)} \right] \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)} \right] \right\}.$$

Переходим к оригиналу функции:

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

$$\begin{aligned}
& -\frac{1}{T_2} \cdot \left[\frac{1}{\left(\frac{1}{T_2^2} + \omega^2\right)} \left[\omega \cdot \sin(\omega t) + \frac{1}{T_2} \cos(\omega t) - \frac{1}{T_2} e^{-\frac{1}{T_2} t} \right] - \left(\frac{1}{T_1} \right) \frac{1}{\left(\frac{1}{T_2^2} + \omega^2\right)} \left[-\cos(\omega t) + \frac{1}{\omega \cdot T_2} \sin(\omega t) + e^{-\frac{1}{T_2} t} \right] - \right. \\
& \left. - \left[e^{-\frac{1}{T_2} t} - e^{-\frac{1}{T_1} t} \right] \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)} \right] \Bigg\} = \frac{P_x(t) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{-T_1 \left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2\right)} \cdot \left\{ \cos(\omega t) - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \sin(\omega t) - e^{-\frac{1}{T_1} t} - \right. \\
& \left. - \left[\frac{T_2}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} \left(\omega \cdot \sin(\omega t) + \frac{1}{T_2} \cos(\omega t) - \frac{1}{T_2} e^{-\frac{1}{T_2} t} \right) - \right. \right. \\
& \left. \left. - \frac{1}{T_2} \cdot \frac{1}{T_1} \frac{1}{\left(\frac{1}{T_2^2} + \omega^2\right)} \left(-\cos(\omega t) + \frac{1}{\omega \cdot T_2} \sin(\omega t) + e^{-\frac{1}{T_2} t} \right) - \frac{1}{T_2} \left(e^{-\frac{1}{T_2} t} - e^{-\frac{1}{T_1} t} \right) \cdot \frac{1}{\left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}\right)} \right] \right\} = \\
& = \frac{P_x(t) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{-T_1 \left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2\right)} \cdot \left\{ \cos(\omega t) - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \sin(\omega t) - e^{-\frac{1}{T_1} t} - \right. \\
& \left. - \left[\left(\frac{T_2}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} \omega \cdot \sin(\omega t) + \frac{T_2}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} \frac{1}{T_2} \cos(\omega t) - \frac{T_2}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} \frac{1}{T_2} e^{-\frac{1}{T_2} t} \right) - \right. \right. \\
& \left. \left. - \left(-\frac{1}{T_1} \frac{T_2}{(1 + \omega^2 T_2^2)} \cos(\omega t) + \frac{1}{T_1} \frac{T_2}{(1 + \omega^2 T_2^2)} \frac{1}{\omega \cdot T_2} \sin(\omega t) + \frac{1}{T_1} \frac{T_2}{(1 + \omega^2 T_2^2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} \right) - \right. \right. \\
& \left. \left. - \frac{T_1 \cdot T_2}{(T_2 - T_1)} \left(\frac{1}{T_2} e^{-\frac{1}{T_2} t} - \frac{1}{T_2} e^{-\frac{1}{T_1} t} \right) \right] \right\} = \frac{P_x(t) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{-T_1 \left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2\right)} \cdot \left\{ \cos(\omega t) - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \sin(\omega t) - e^{-\frac{1}{T_1} t} - \right. \\
& \left. - \left[\left(\frac{T_2}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} \omega \cdot \sin(\omega t) + \frac{1}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} \cos(\omega t) - \frac{1}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} \right) - \right. \right. \\
& \left. \left. - \left(-\frac{T_2}{T_1 (1 + \omega^2 T_2^2)} \cos(\omega t) + \frac{1}{T_1 (1 + \omega^2 T_2^2)} \sin(\omega t) + \frac{T_2}{T_1 (1 + \omega^2 T_2^2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} \right) - \right. \right. \\
& \left. \left. - \left(\frac{T_1}{(T_2 - T_1)} e^{-\frac{1}{T_2} t} - \frac{T_1}{(T_2 - T_1)} e^{-\frac{1}{T_1} t} \right) \right] \right\} = \frac{P_x(t) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{-T_1 \left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2\right)} \cdot \left\{ \cos(\omega t) - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \sin(\omega t) - e^{-\frac{1}{T_1} t} - \right. \\
& \left. - \left[\frac{T_2}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} \omega \cdot \sin(\omega t) + \frac{1}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} \cos(\omega t) - \frac{1}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} + \right. \right. \\
& \left. \left. + \frac{T_2}{T_1 (1 + \omega^2 T_2^2)} \cos(\omega t) - \frac{1}{T_1 (1 + \omega^2 T_2^2)} \sin(\omega t) - \frac{T_2}{T_1 (1 + \omega^2 T_2^2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} - \right. \right. \\
& \left. \left. - \frac{T_1}{(T_2 - T_1)} e^{-\frac{1}{T_2} t} + \frac{T_1}{(T_2 - T_1)} e^{-\frac{1}{T_1} t} \right] \right\} = \frac{P_x(t) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{-T_1 \left(\frac{1}{T_1^2} + \omega^2\right)} \cdot \left\{ \cos(\omega t) - \left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \sin(\omega t) - e^{-\frac{1}{T_1} t} - \right. \\
& \left. - \frac{T_2}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} \omega \cdot \sin(\omega t) - \frac{1}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} \cos(\omega t) + \frac{1}{(1 + \omega^2 \cdot T_2^2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} - \right.
\end{aligned}$$

$$-\frac{T_2}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \cos(\omega t) + \frac{1}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \sin(\omega t) + \frac{T_2}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} +$$

$$+ \frac{T_1}{(T_2 - T_1)} e^{-\frac{1}{T_2} t} - \frac{T_1}{(T_2 - T_1)} e^{-\frac{1}{T_1} t} \Bigg\}.$$

Таким образом

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

$$+ \frac{T_2}{(1+\omega^2 \cdot T_2^2)} \omega \cdot \sin(\omega t) + \frac{1}{(1+\omega^2 \cdot T_2^2)} \cos(\omega t) - \frac{1}{(1+\omega^2 \cdot T_2^2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} +$$

$$+ \frac{T_2}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \cos(\omega t) - \frac{1}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \sin(\omega t) - \frac{T_2}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} -$$

$$\left. - \frac{T_1}{(T_2 - T_1)} e^{-\frac{1}{T_2} t} + \frac{T_1}{(T_2 - T_1)} e^{-\frac{1}{T_1} t} \right\}.$$

Складываем подобные члены в фигурных скобках этого выражения.

$$-\cos(\omega t) + \frac{1}{(1+\omega^2 \cdot T_2^2)} \cos(\omega t) + \frac{T_2}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \cos(\omega t) = \cos(\omega t) \left[-1 + \frac{1}{(1+\omega^2 \cdot T_2^2)} + \frac{T_2}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \right] =$$

$$= \cos(\omega t) \left[\frac{-T_1(1+\omega^2 T_2^2) + T_1 + T_2}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \right] = \left[\frac{T_2(1-\omega^2 T_1 T_2)}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \right] \cos(\omega t).$$

$$\left(\frac{1}{\omega \cdot T_1} \right) \sin(\omega t) + \frac{T_2}{(1+\omega^2 \cdot T_2^2)} \omega \cdot \sin(\omega t) - \frac{1}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \sin(\omega t) =$$

$$= \sin(\omega t) \left[\frac{1}{\omega T_1} + \frac{T_2 \cdot \omega}{(1+\omega^2 T_2^2)} - \frac{1}{\omega T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \right] =$$

$$= \sin(\omega t) \left[\frac{(1+\omega^2 T_2^2) + T_2 \omega \cdot \omega T_1 - 1}{\omega T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \right] = \left[\frac{T_2 \omega \cdot (T_2 + T_1)}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \right] \sin(\omega t).$$

$$e^{-\frac{1}{T_1} t} + \frac{T_1}{(T_2 - T_1)} e^{-\frac{1}{T_1} t} = \left(1 + \frac{T_1}{(T_2 - T_1)} \right) e^{-\frac{1}{T_1} t} = \frac{T_2}{(T_2 - T_1)} \cdot e^{-\frac{1}{T_1} t}.$$

$$-\frac{1}{(1+\omega^2 \cdot T_2^2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} - \frac{T_2}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} - \frac{T_1}{(T_2 - T_1)} e^{-\frac{1}{T_2} t} =$$

$$= \left[-\frac{1}{(1+\omega^2 \cdot T_2^2)} - \frac{T_2}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} - \frac{T_1}{(T_2 - T_1)} \right] e^{-\frac{1}{T_2} t} = - \left[\frac{T_1(T_2 - T_1) + T_2(T_2 - T_1) + T_1 T_1(1+\omega^2 T_2^2)}{T_1(T_2 - T_1)(1+\omega^2 T_2^2)} \right] e^{-\frac{1}{T_2} t} =$$

$$= \left[\frac{T_2^2(1+\omega^2 T_1^2)}{T_1(T_1 - T_2)(1+\omega^2 T_2^2)} \right] e^{-\frac{1}{T_2} t}.$$

В результате получим для расхода газов $G_2(t)$

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

$$+ \left[\frac{T_2 \omega \cdot (T_2 + T_1)}{T_1(1+\omega^2 T_2^2)} \right] \sin(\omega t) + \frac{T_2}{(T_2 - T_1)} \cdot e^{-\frac{1}{T_1} t} + \left[\frac{T_2^2(1+\omega^2 T_1^2)}{T_1(T_1 - T_2)(1+\omega^2 T_2^2)} \right] e^{-\frac{1}{T_2} t} \Bigg\}.$$

Внесем T_1 в скобки, а $(1+\omega^2 T_2^2)$ вынесем за фигурные скобки.

$$G_2(t) = \frac{P_x(t) \cdot \alpha_2 \cdot \omega}{(1 + \omega^2 T_1^2)(1 + \omega^2 T_2^2)} \cdot \left[T_2(1 - \omega^2 T_1 T_2) \cos(\omega t) + T_2 \omega (T_2 + T_1) \sin(\omega t) + \right. \\ \left. + \frac{T_1 T_2 (1 + \omega^2 T_2^2)}{(T_2 - T_1)} \cdot e^{-\frac{1}{T_1} t} + \frac{T_2^2 (1 + \omega^2 T_1^2)}{(T_1 - T_2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} \right]. \quad (16)$$

Если в выражении (16) $T_1 = T_2$, тогда кажется, что расход газов $G_2(t)$ уходит в бесконечно большую величину из-за знаменателей показателей степени при e . Нет, не уходит расход в бесконечное значение при $T_1 = T_2$, а равен какому-то конкретному значению, потому что сумма следующих выражений равна нулю:

$$\frac{T_1 T_2 (1 + \omega^2 T_2^2)}{(T_2 - T_1)} \cdot e^{-\frac{1}{T_1} t} + \frac{T_2^2 (1 + \omega^2 T_1^2)}{(T_1 - T_2)} e^{-\frac{1}{T_2} t} = \\ = \frac{T_2^2 (1 + \omega^2 T_1^2)}{(T_1 - T_1)} \cdot e^{-\frac{1}{T_1} t} - \frac{T_1^2 (1 + \omega^2 T_2^2)}{(T_1 - T_1)} e^{-\frac{1}{T_1} t} = 0.$$

Если $T_2 = 0$, тогда расход $G_2(t)$ равен нулю потому, что отсутствует вторая емкость 5 в пневматической схеме, приведенной на Рисунке 2.

Из формул (5) и (16) следует, что расходы газов между порами и между порами и основными потоками рециркулируемых газов (Рисунок 2) изменяются в зависимости от переменной составляющей давления $P_x(t)$ перед сопротивлением 2 с проводимостью α_1 и частоты изменения давления ω . Если частота ω изменения переменной составляющей давления рециркулируемых газов равна нулю, тогда расход газов в пору (газовую полость) 2 и расход газов между порами 2 и 5 равен нулю. Только при наличии переменной составляющей в давлении рециркулируемых газов, подводимых в нижнюю часть реактора пиролиза изношенных шин, непрерывно изменяются расходы газов между порами и между порами и основными потоками рециркулируемых газов. Подвод рециркулируемых газов в нижнюю часть реактора при наличии переменной составляющей в давлении рециркулируемых газов способствует более интенсивному и равномерному пиролизу крошки изношенных шин в реакторе.

Список литературы

1. Емцев Б. Т. Техническая гидромеханика: учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1987. 440 с.
2. Жежера Н. И., Тямкин С. А., Сайденова Г. А. Математическое описание реактора пиролиза изношенных шин как объекта автоматического управления по давлению газов // Автоматизация и современные технологии. 2010. № 12. С. 33-36.
3. 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.

УДК 678.4:658.567

Технические науки

Выведены теоретические изменения давлений газов в порах, соединенных между собою и с основными потоками газа, в зависимости от переменной составляющей в давлении рециркулируемых газов, подводимых в нижнюю часть реактора пиролиза изношенных шин. Установлено, что при наличии переменной составляющей в давлении рециркулируемых газов, подводимых в нижнюю часть реактора пиролиза изношенных шин, непрерывно изменяются давления газов в порах, соединенных между собою и с основными потоками рециркулируемых газов. Подвод рециркулируемых газов в нижнюю часть реактора при наличии переменной составляющей в давлении рециркулируемых газов способствует более интенсивному и равномерному пиролизу крошки изношенных шин в реакторе.

Ключевые слова и фразы: пиролиз; крошка; изношенные шины; поры; рециркулируемые газы; переменное давление; расход; амплитуда; частота.

Жежера Николай Илларионович, д.т.н., профессор
Оренбургский государственный университет
nik-gegera@rambler.ru

ИЗМЕНЕНИЯ ДАВЛЕНИЙ ГАЗОВ В СОЕДИНЕННЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ПОРАХ В КРОШКЕ ИЗНОШЕННЫХ ШИН ПРИ ПИРОЛИЗЕ ПЕРЕМЕННЫМ ДАВЛЕНИЕМ В РЕАКТОРЕ[©]

Упрощенная схема реактора, в котором проводится пиролиз изношенных автомобильных шин, приведена на Рисунке 1. В работах [2, с. 33; 3] предлагается автоматизацию процессов пиролиза изношенных шин проводить путем подвода в нижнюю часть реактора рециркулируемых газов при переменном давлении, которое периодически изменяется с заданной частотой и амплитудой.