

СТРУКТУРНЫЙ МЕТОД БАЛАНСА КРАСКИ В ОФСЕТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕЧАТИ

Д. М. Медяк, аспирантка БГТУ

В настоящее время доля полиграфической продукции, изготовленной способом плоской офсетной печати, остается значительной по сравнению с другими способами печати. Однако особенности, присущие данному способу печати, приводят к тому, что качество печатной продукции зачастую уже не удовлетворяет запросам широкого круга потребителей. В частности использование большого количества промежуточных и вспомогательных материалов определяет вариантность протекания процесса печати при незначительных изменениях свойств используемых растворов и поверхностей. Возникающие проблемы вызывают необходимость либо разрабатывать совершенно новые способы печати, что достаточно долго и дорого, либо искать свежие подходы и решения в рамках существующих технологий. Поиск такого рода решений возможен благодаря новому взгляду на процесс печатания с точки зрения последних достижений теории структур и разработке реалистичной теоретической модели процесса офсетной печати.

Принципиальная схема получения оттиска в офсетной технологии печати показана на рис. 1. Печатная краска из красочного ящика, пройдя через систему раскатно-накатных валиков, накатывается на печатные элементы печатной формы, которая закреплена на формном цилиндре. Далее при контакте формного и офсетного цилиндров краска частично передается на офсетное полотно, натянутое на офсетный цилиндр. Между офсетным и печатным цилиндрами подается бумага, на которую переходит краска в момент прохождения листа через зону печатного контакта, в результате из печатной машины выходит отпечатанный оттиск.

Однако при более детальном рассмотрении особенностей печатного процесса следует учесть, что соприкасающиеся поверхности, участвующие в процессе печати, имеют не гладкую поверхность, а достаточно развитую, шероховатую, что отражено на рис. 2. Эта особенность является условием протекания процесса, но в то же время излишне шероховатая поверхность мешает 100%-му краскопереносу. В [1] указывается, что при переносе краски с одной поверхности на другую на отдающей поверхнос-



Рис. 1. Принципиальная схема переноса краски

ти образуется постоянный слой краски, который не передается. Логично предположить, что толщина этого слоя h_{ϕ} и h_{o_c} обусловлена именно шероховатостью, микрогеометрией отдающей поверхности. Кроме того, в теории печатных процессов принято считать, что красочный слой при разделении двух соприкасающихся поверхностей делится пополам. Следовательно, необходимо ввести некоторый коэффициент, который будет характеризовать долю перешедшей краски. Количество переданной краски зависит также и от микрогеометрии принимающей поверхности: на гладкие поверхности краска ложится хуже, чем на шероховатые, где имеются углубления, способствующие восприятию печатной краски.



Рис. 2. Предлагаемая принципиальная схема переноса краски

Учитывая вышесказанное, количества краски, находящиеся на поверхностях печатной фор-

мы и офсетного полотна, можно описать следующими выражениями:

$$G_{\phi} = G_{\phi_v} + G_{\phi_c} \quad (1)$$

$$G_o = G_{o_v} + G_{o_c} \quad (2)$$

где G_{ϕ} и G_o – количество краски на формной пластине и на офсетном полотне соответственно; G_{ϕ_v} и G_{o_v} – постоянное количество краски на формной пластине и на офсетном полотне; G_{ϕ_c} и G_{o_c} – переменное количество краски на формной пластине и на офсетном полотне.

Количество краски, которое окажется на офсетном полотне в результате краскопереноса G_{o_c} , определяется долей переменного количества краски на формной пластине G_{ϕ_c} . Доля перешедшей краски задается параметром α :

$$G_{o_c} = \alpha G_{\phi_c} \quad (3)$$

Те же рассуждения можно применить и для случая перехода краски с офсетного полотна на бумагу. Доля перешедшей краски в данном случае задается параметром β :

$$G_b = \beta G_{o_c} \quad (4)$$

где G_b – количество краски на бумаге (на оттиске).

Выразив из (3) G_{ϕ_c} и из (4) G_{o_c} и подставив в (1) и в (2) соответственно, получим:

$$G_{\phi} = \frac{G_{\phi_v}}{\alpha} + G_{\phi_c} \quad (5)$$

$$G_o = \frac{G_{o_v}}{\beta} + G_{o_c} \quad (6)$$

Подставив (6) в (5), получим окончательное выражение для определения количества краски на печатной форме:

$$G_{\phi} = \frac{G_{\phi_v}}{\alpha\beta} + \frac{G_{o_v} + \alpha G_{\phi_c}}{\alpha} \quad (7)$$

По определению коэффициент перехода краски офсетного способа печати $P_{\phi-o-p}$ пред-

ставляет собой отношение количества краски, полученное на бумаге, к начальному количеству краски на форме:

$$P_{\phi-o-p} = \frac{G_b}{G_{\phi}} \quad (8)$$

Подставив (7) в (8), получим зависимость коэффициента перехода офсетного способа печати от количества краски на бумаге или на оттиске:

$$P_{\phi-o-p} = \frac{\alpha\beta G_{\phi_v}}{G_{\phi_v} + \beta G_{o_v} + \alpha\beta G_{\phi_c}} \quad (9)$$

Формула, отражающая зависимость количества краски на оттиске от толщины ее слоя, была получена в [2]:

$$G_b = S_0 h_{\text{отт}} \rho_{\text{кр}} (1 - \tilde{h}_{\text{отт}}^{2-D_{S_0}}) \quad (10)$$

Такие же зависимости могут быть записаны и для печатной формы и для офсетного полотна. Постоянный красочный слой на печатной форме и офсетном полотне определяется количеством краски, необходимым для заполнения всех внешних микронеровностей поверхности, или ее краскостойкостью, которую можно найти, подставив в (10) размах неровностей (максимальную высоту) $h_{\phi_{\text{max}}}$ для печатной формы и $h_{o_{\text{max}}}$ для офсетного полотна:

$$G_{\phi_c} = S_0 h_{\phi_{\text{max}}} \rho_{\text{кр}} (1 - \tilde{h}_{\phi_{\text{max}}}^{2-D_{S_{\phi}}}) \quad (11)$$

$$G_{o_c} = S_0 h_{o_{\text{max}}} \rho_{\text{кр}} (1 - \tilde{h}_{o_{\text{max}}}^{2-D_{S_o}}) \quad (12)$$

где S_0 – площадь печатного элемента; $\rho_{\text{кр}}$ – плотность используемой краски; $\tilde{h}_{\phi_{\text{max}}}$ и $\tilde{h}_{o_{\text{max}}}$ – высота микронеровностей печатной формы и офсетного полотна соответственно в относительных единицах; $D_{S_{\phi}}$ и D_{S_o} – фрактальная размерность поверхности печатной формы и офсетного полотна соответственно.

Подставив (10), (11) и (12) в (9), получим окончательную формулу (13), описывающую зависимость коэффициента перехода офсетного способа печати от высоты красочного слоя на оттиске:

$$P_{\phi-o-p} = \frac{\alpha\beta h_{\text{отт}} (1 - \tilde{h}_{\text{отт}}^{2-D_{S_0}})}{h_{\text{отт}} (1 - \tilde{h}_{\text{отт}}^{2-D_{S_0}}) + \beta h_{o_{\text{max}}} (1 - \tilde{h}_{o_{\text{max}}}^{2-D_{S_o}}) + \alpha\beta h_{\phi_{\text{max}}} (1 - \tilde{h}_{\phi_{\text{max}}}^{2-D_{S_{\phi}}})} \quad (13)$$

Для определения всех параметров, входящих в (13), был проведен ряд экспериментов по исследованию свойств материалов, используемых в процессе офсетной печати. С помощью профилографа были получены профили поверхностей

печатных элементов двух видов печатных форм, нового и отработанного офсетных полотен и различных видов печатных бумаг. Полученные данные подверглись обработке на специальных компьютерных программах с целью определе-

ния фрактальных размерностей исследуемых поверхностей и максимальных размахов микронеровностей. Исходя из полученных результатов, представилось возможным определить коэффициенты перехода краски с печатной формы на офсетное полотно, с офсетного полотна на бумагу и коэффициент перехода, характеризующий весь процесс офсетной печати. Графические зависимости коэффициента перехода от высоты слоя краски на оттиске позволили отметить ряд особенностей печатного процесса и осуществить исследования по эффективности использования различных материалов в офсетной технологии печати.

При построении графических зависимостей коэффициенты разделения красочных слоев между печатной формой и офсетным полотном α и офсетным полотном и запечатываемым материалом β были приняты равными 0,8, исходя из результатов исследований, опубликованных в [3].

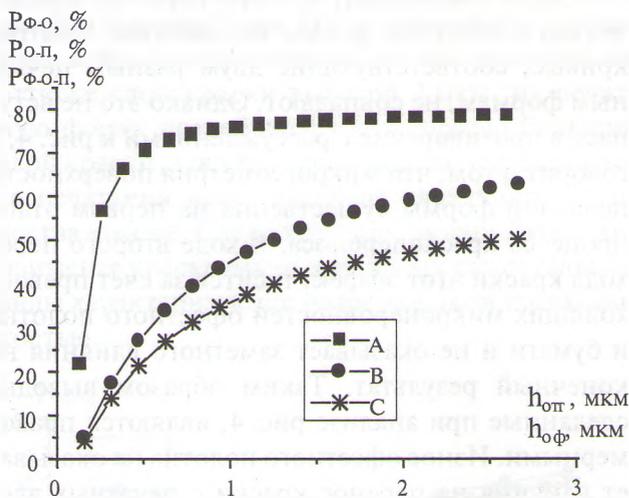


Рис. 3. Зависимость коэффициента перехода от высоты слоя краски на оттиске при переходе краски: А — с формной пластины на офсетное полотно; С — с формной пластины на офсетное полотно и далее на бумагу; от высоты слоя краски на офсетном полотне при переходе краски: В — с офсетного полотна на бумагу

Анализ рис. 3 подтверждает полученные ранее результаты: при переходе краски с формы на бумагу коэффициент перехода быстро достигает постоянного максимального значения. Это происходит вследствие того, что микронеровности поверхности формной пластины на порядок меньше микронеровностей офсетного полотна. При переходе краски с поверхности офсетного полотна на бумагу постоянное значение коэффициента перехода достигается постепенно. Это явление обусловлено тем фактом, что микронеровности офсетного полотна и бумаги соотноси-

мы по размерам. Результирующая кривая отражает произведение кривых А и В. Ее форма и положение обусловлены структурой и микрогеометрией соприкасающихся в процессе печати поверхностей. Так как переход краски с формной пластины на офсетное полотно мало влияет в целом на процесс, то форма результирующей кривой повторяет форму кривой В. Однако вследствие того факта, что коэффициент, характеризующий переход краски с формной пластины на офсетное полотно, не равен 100%, кривая, характеризующая весь процесс перехода, лежит ниже кривой В. Следовательно, коэффициент перехода краски офсетного способа печати имеет более низкие значения, чем на отдельно рассматриваемых этапах процесса.

Полученная теоретическая модель позволяет произвести ряд исследований, основанных на изменении свойств материалов в процессе печати, например смена типа печатной формы или офсетного полотна, износ офсетного полотна в процессе работы машины, переход на другой вид продукции, сопровождающийся сменой одного вида бумаги на другой, выбор запечатываемого материала в пределах одной группы бумаги.

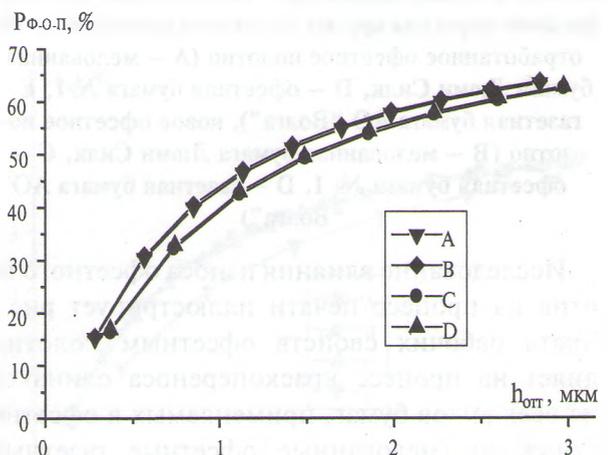


Рис. 4. Влияние выбора печатной формы на коэффициент перехода краски офсетного способа печати: газетная бумага АО "Волга" (А — формная пластина Polycrom, В — формная пластина Horsel), мелованная бумага Люми Силк (С — формная пластина Polycrom, D — формная пластина Horsel)

Кривые, полученные при моделировании процесса печати на двух разных образцах печатных форм и печатных бумаг, представлены на рис. 4. Анализ зависимостей показывает, что смена формной пластины на процесс печати практически не влияет, полученные значения лежат очень близко, кривые практически совпадают. Эта закономерность наблюдается для всех

бумаг, в частности для мелованных и газетных, что отражено на рис. 4. Такой результат является логичным следствием того, что размах микронеровностей формных пластин на порядок ниже по сравнению с размахом микронеровностей офсетного полотна и бумаги. Следовательно, очевидно, что для качественного процесса печати подходят любые современные формные пластины, отвечающие другим технологическим требованиям, например для процесса изготовления печатной формы.

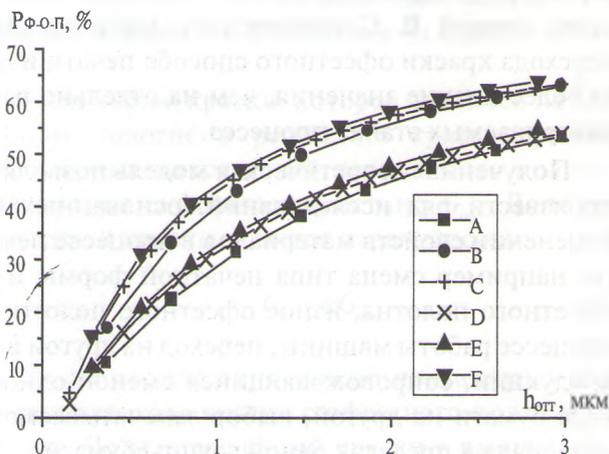


Рис. 5. Влияние износа офсетного полотна на коэффициент перехода краски офсетного способа печати: отработанное офсетное полотно (А – мелованная бумага Люми Силк, D – офсетная бумага №1, E – газетная бумага АО “Волга”), новое офсетное полотно (B – мелованная бумага Люми Силк, C – офсетная бумага № 1, D – газетная бумага АО “Волга”)

Исследование влияния износа офсетного полотна на процесс печати иллюстрирует рис. 5. Утрата рабочих свойств офсетным полотном влияет на процесс краскопереноса одинаково для всех видов бумаг, применяемых в офсетной технологии (мелованные, офсетные, газетные): коэффициент перехода краски снижается. В данном конкретном случае коэффициент уменьшился примерно на 10%. Такое снижение ведет к ухудшению качества печати и значительному перерасходу краски.

Теоретическая модель позволяет рассматривать процесс перехода краски в офсете по этапам, причем рассмотрение передачи краски с двух образцов печатных форм на новый и изношенный образцы офсетных полотен позволяет выявить интересные особенности двух не связанных между собой процессов: выбора формной пластины и износа поверхности промежуточного звена.

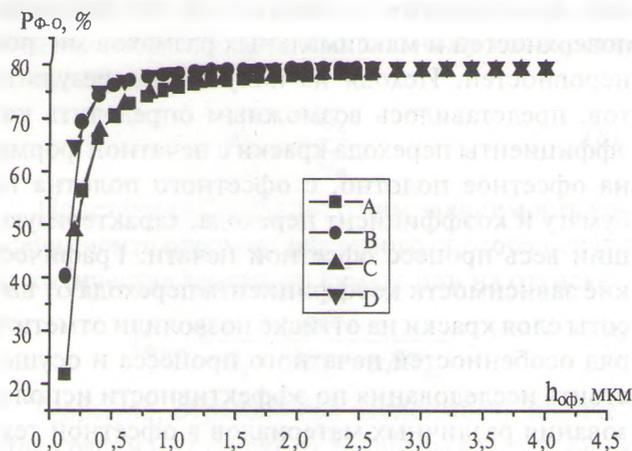


Рис. 6. Влияние износа поверхности резины на передачу краски с печатных форм на офсетное полотно: формная пластина Polysgom (A – новое офсетное полотно, C – отработанное офсетное полотно), формная пластина Horsel (B – новое офсетное полотно, D – отработанное офсетное полотно)

Рис. 6 показывает, что при переходе краски только с печатной формы на офсетное полотно кривые, соответствующие двум разным печатным формам, не совпадают. Однако это не вступает в противоречие с рассуждениями к рис. 4, а говорит о том, что микрогеометрия поверхности печатной формы существенна на первом этапе процесса краскопереноса. В ходе второго перехода краски этот эффект гасится за счет превосходящих микронеровностей офсетного полотна и бумаги и не оказывает заметного влияния на конечный результат. Таким образом выводы, сделанные при анализе рис. 4, являются правомерными. Износ офсетного полотна не оказывает влияния на перенос краски с печатных элементов печатной формы на поверхность офсетного полотна. Кривые, полученные при использовании нового офсетного полотна и отработанного, практически совпадают. Но поскольку на рис. 5 для всего процесса офсетной печати отличия в поведении кривых для нового и изношенного полотна очевидны, следовательно, износ поверхности в большей степени оказывает влияние на отдачу краски, но не на ее восприятие.

Построение графических зависимостей для различных групп бумаг, приведенных на рис. 5, позволяет продемонстрировать, что несмотря на то, что значения коэффициенты перехода краски для разных видов бумаг находятся рядом, самый высокий коэффициент достигается при печати на газетной бумаге, а самый низкий – при печати на мелованной бумаге. Этот факт подтверждает выводы, сделанные при исследовании

поверхности бумаг с помощью теории фракталов и эксперимента. Мелованная бумага самая гладкая и имеет низкую фрактальную размерность, поэтому краска передается на нее хуже, чем на офсетную или газетную бумагу, которая наиболее шероховатая и имеет высокую фрактальную размерность.

Последующие исследования с помощью модели печатного процесса позволяют рассмотреть возможности выбора запечатываемого материала в пределах одного вида бумаги, не прибегая к трудоемким экспериментам. Рис. 7–9 иллюстрируют графические зависимости для процесса переноса краски на различные виды бумаг.

Графические зависимости для группы мелованных бумаг на рис. 7 демонстрируют 50%-ное значение коэффициента перехода краски для бумаг Люми Силк, Юнион Силк, Юнион Арт. Коэффициент, равный 50%, означает, что на оттиске находится только половина того красочного слоя, который изначально был на печатной форме. Для бумаги Люми Арт коэффициент составляет 30%. Соответственно, чтобы получить на оттиске слой краски высотой 3 мкм, на печатную форму потребуется взять гораздо больший слой краски, так как бумаге передается в процессе печатания менее трети от начального количества краски. Следовательно, бумага Люми Арт наименее краскоемкая, в то время как остальные виды характеризуются более высокой краскоемкостью.

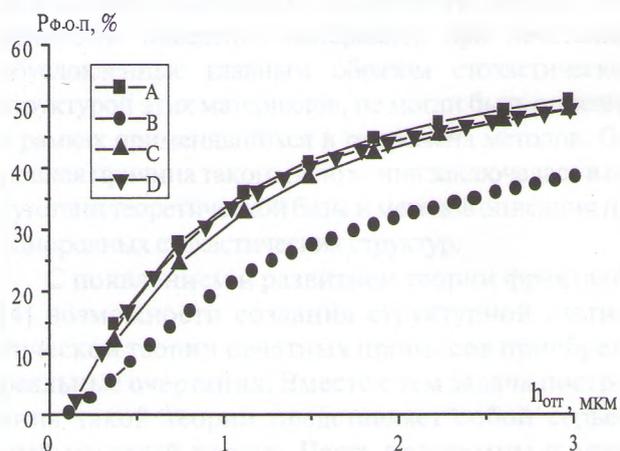


Рис. 7. Краскоперенос для различных видов мелованных бумаг: А – Люми Силк; В – Люми Арт; С – Юнион Силк; D – Юнион Арт

Для офсетных бумаг, графические зависимости которых приведены на рис. 8, коэффициент перехода краски офсетного способа печати находится в пределах 45–55%. Наибольшее значение коэффициента достигается для офсетной

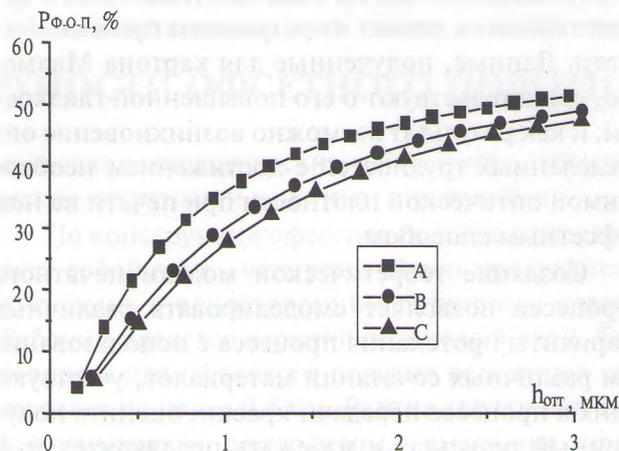


Рис. 8. Краскоперенос для различных видов офсетных бумаг: А – офсетная бумага № 1; В – Data Сору; С – Кондопогского ЦБК

бумаги № 1, которая, как правило, используется для печати офсетным способом. Более низкие значения характерны для бумаги Data Сору, это не печатная бумага и применяется только для вывода информации на лазерных принтерах. Самый низкий коэффициент перехода у бумаг Кондопогского ЦБК, что свидетельствует об их достаточно низкой красковоспринимающей способности.

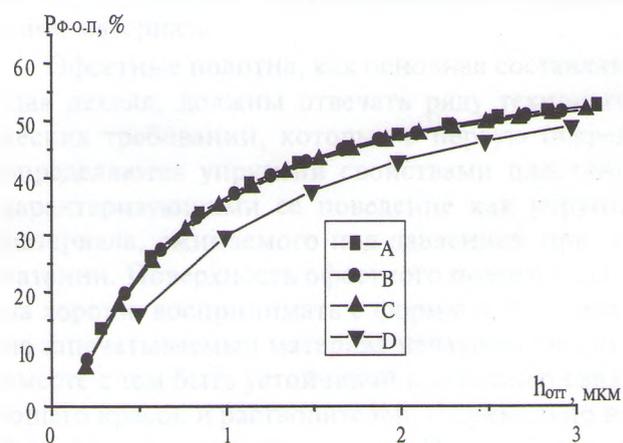


Рис. 9. Краскоперенос для различных видов газетных бумаг: А – АО “Волга”; В – Балахинского ЦБК; С – цв. бумага Балахинского ЦБК; D – картон Малмеро

Графические зависимости, полученные для газетных бумаг и показанные на рис. 9, лежат практически на одной кривой. Значения коэффициента переноса краски в офсете лежат в области 53%. Это указывает на то, что все газетные бумаги имеют схожие поверхностные свойства и одинаково развитую поверхность, достаточно хорошо воспринимающую печатную краску.

Следовательно, выбор вида газетной бумаги существенно не влияет на результаты процесса печати. Данные, полученные для картона Малмеро, свидетельствуют о его повышенной гладкости, и как результат возможно возникновение определенных трудностей с достижением необходимой оптической плотности при печати на нем офсетным способом.

Создание теоретической модели печатного процесса позволяет смоделировать различные варианты протекания процесса с использованием различных сочетаний материалов, участвующих в процессе передачи краски, оценить полученный результат и избежать предварительных трудоемких и длительных операций пробной печати. Однако данная модель, основываясь лишь на поверхностных свойствах, не учитывает упругих (мягкий, жесткий материал) и химических (кислотность, щелочность) свойств материалов, которые могут существенно повлиять на процесс печати. Кроме того, не до конца исследованным остается вопрос о постоянстве и неизменности введенных коэффициентов разделения красочных слоев в ходе процесса печати и их зависимость от толщины передаваемого красоч-

ного слоя и микрорельефа взаимодействующих поверхностей. В то же время изучение процесса на уровне фракталов открывает «тонкие особенности» микроструктуры стохастической поверхности печатной формы, офсетного полотна и бумаги. Рассмотренная модель механизма краскопереноса в офсетной печати позволяет более серьезно подойти к вопросу качества офсетного способа печати, выделить главные и второстепенные составляющие процесса, определить вклад каждого звена в суммарную эффективность механизма печати.

Литература

1. Никанчикова Е. А., Попова А. Л. Технология офсетного производства. Ч. II. Печатные процессы. М.: Книга, 1980. 288 с.
2. Пиотух И. Г., Пласконная Н. В., Медяк Д. М. Влияние фрактальных особенностей микроструктуры поверхности на краскоемкость печатной бумаги // Издательско-полиграфический комплекс на пороге третьего тысячелетия: Материалы Междунар. науч.-техн. конф. / БГТУ. Минск, 2001. С. 67–74.
3. Кулак М. И. Фрактальная механика материалов. Мн.: Выш. шк., 2002 304 с.

