

УДК 666.914.5

П.Г. ВАСИЛИК<sup>1</sup>, инженер, (vasilik@eurohim.ru); Р.В. КАЛАШНИКОВ<sup>2</sup>, инженер;  
А.Ф. БУРЬЯНОВ<sup>3</sup>, д-р техн. наук; Х.-Б. ФИШЕР<sup>4</sup>, д-р-инженер

<sup>1</sup>ЗАО «ЕВРОХИМ-1» (115432, г. Москва, ул. Трофимова, 2а)

<sup>2</sup>«ГК «ЮНИС» (115088, г. Москва, ул. 1-я Машиностроения, 5а)

<sup>3</sup>Московский государственный строительный университет (129337, г. Москва, Ярославское ш., 26)

<sup>4</sup>Веймарский строительный университет (Geschwister-Scholl-Strasse, 8, Weimar, 99423 DE)

## Исследование причин возникновения трещин в материалах на основе гипсового вяжущего

Рассмотрены причины появления трещин в различных видах сухих строительных смесей на основе гипсовых вяжущих. Проанализировано влияние растворимого ангидрита на основные свойства и усадку материалов из многофазного гипсового вяжущего. Исследованы различные химические добавки для замедления сроков схватывания, влияющие на процессы зародышеобразования кристаллов гипса. Изучена эффективность различных типов полиолов в рецептуре шпатлевки на базе многофазового гипса, а также влияние различного количества растворимого ангидрита на трещиностойкость шпатлевок

**Ключевые слова:** сухие строительные смеси, растворимый ангидрит, трещиностойкость, усадка

P.G. VASILIK<sup>1</sup>, Engineer (vasilik@eurohim.ru), R.V. KALASHNIKOV<sup>2</sup>, Engineer, A.F. BUR'YANOV<sup>3</sup>, Doctor of Sciences (Engineering), H.-B. FISHER<sup>4</sup>, Doctor-Engineer

<sup>1</sup>ZAO «EUROHIM-1» (2a, Trofimova Street, 115432, Moscow, Russian Federation)

<sup>2</sup>«GK «UNIS» (5a, 1-ya Mashinostroyeniya Street, 115088, Moscow, Russian Federation)

<sup>3</sup>Moscow State University of Civil Engineering (26, Yaroslavskoye Highway, 129337, Moscow, Russian Federation)

<sup>4</sup>Weimar University of Civil Engineering (Geschwister-Scholl-Strasse, 8, Weimar, 99423 DE)

### Research in Reasons for Crack Initiation in Materials on the Basis of a Gypsum Binder

Reasons for the crack initiation in various types of dry building mixes on the basis of gypsum binders are considered. The impact of soluble anhydrite on the main properties and shrinkage of materials with a multiphase gypsum binder is analyzed. Various chemical additives for deceleration of setting time influencing on the processes of nucleation of gypsum crystals are studied. The efficiency of different types of polyols in the formulation of putties on the basis of multiphase gypsum as well as the influence of different amounts of the soluble anhydrite on the putty crack resistance are studied.

**Keywords:** dry building mixes, soluble anhydrite, crack resistance, shrinkage

Причины появления трещин в материалах на основе гипсовых вяжущих различны. Это и конструкционные дефекты, и усталостные явления в материалах при работе изделий под нагрузкой, и разрушение в результате пластических и контракционных напряжений [1]. Производителям сухих строительных смесей приходится сталкиваться с трещинами в отделочных материалах, которые труднообъяснимы. Так, при переходе с одного вида гипсового вяжущего на другое, в зависимости от сезонности или в зависимости от партии могут проявляться трещины в тонких слоях. При этом

вяжущее, на первый взгляд, может иметь идентичный фазовый состав (чаще входной контроль предполагает только проверку начала и конца схватывания гипса и очень редко количество двуводного гипса). Но после выдерживания сухой смеси во влажном воздухе трещины уже не образуются. В то же время в связи с увеличением количества установок по варке гипса, работающих по непрерывному циклу и отсутствием на заводах установок по искусственному старению на рынке возрастает доля материала, содержащего повышенное количество растворимого ангидрита (ангидрид III α- и

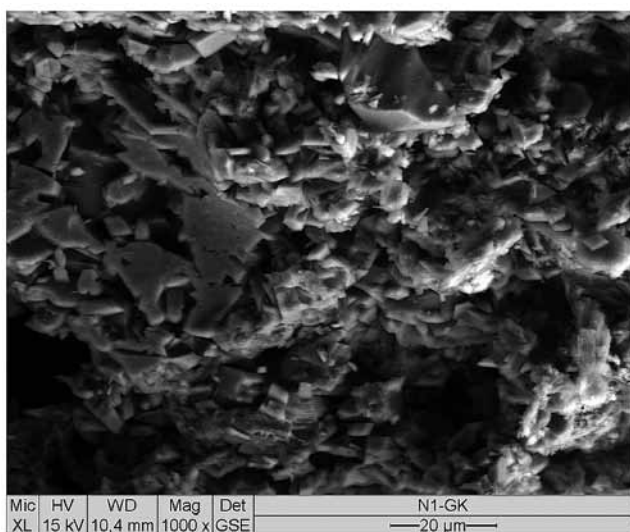


Рис. 1. Микрофотография исследуемой гипсовой шпатлевки

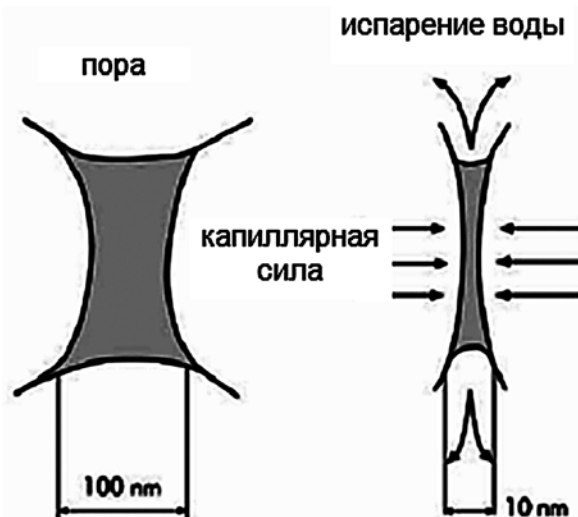


Рис. 2. Усадочные явления при высыхании материала

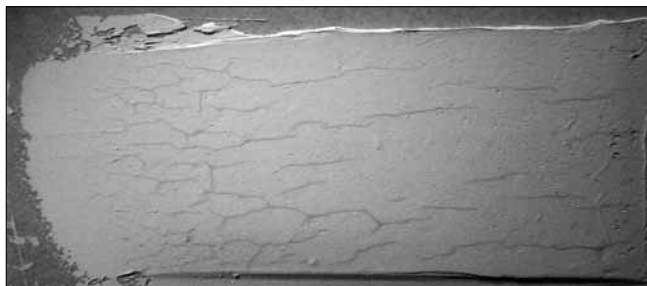


Рис. 3. Клиновой тест на трещиностойкость гипсовой шпатлевки без полиолов. Содержание ангидрита III — 4,6%



Рис. 4. Клиновой тест на трещиностойкость гипсовой шпатлевки с полиолом Sitren PSR 100

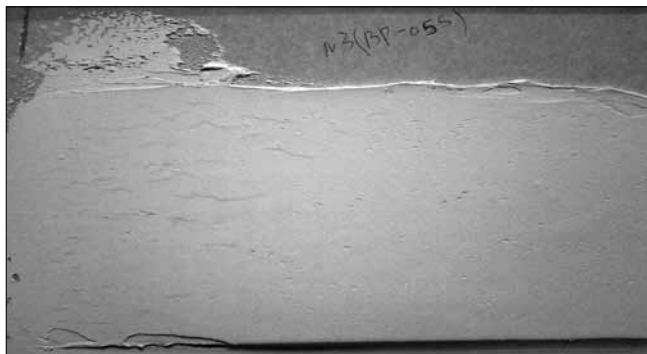


Рис. 5. Клиновой тест на трещиностойкость гипсовой шпатлевки с поливиниловым спиртом

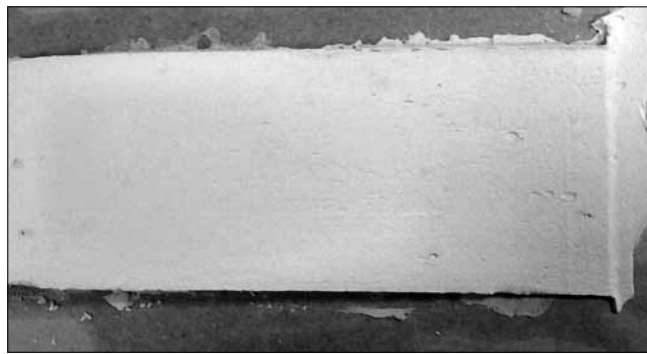


Рис. 6. Клиновой тест на трещиностойкость гипсовой шпатлевки без полиолов. Содержание ангидрита III — 2,4%

β- модификаций). Действующий ГОСТ 125-79 «Вязущие гипсовые. Технические условия» не регламентирует ни фазового состава, ни методик его определения.

При использовании замедлителей схватывания и зародышеобразователей (дигидрата гипса), а также эфиров целлюлозы при производстве гипсовых шпатлевок, штукатурок и наливных полов наблюдается образование мелких кристаллов с дефектной структурой (рис. 1). Это приводит к преобладанию деформаций влажностной усадки над деформациями расширения, связанными с ростом кристаллов гипса. Особенно сильно это проявляется при повышенном В/Т и тонком наполнителе в шпатлевках. Присутствие раство-

римого ангидрита приводит к быстрому снижению свободной воды и схлопыванию капилляров.

В работе [2] уже изучалось влияние различных типов замедлителей на многофазовые гипсы в рецептурах самовыравнивающихся полов. При этом рассматривались экзотермические эффекты и приводились доводы о самонапряжении системы в следствии неодновременности перехода различных фаз гипса в двухводные кристаллогидраты.

Трещины, которые рассматриваются в данном случае, возникают вследствие высоких внутренних напряжений, превышающих прочность материала в данном конкретном временном отрезке, т. е. если изменить кинетику гидратации (ускорить/замедлить набор проч-

Компоненты	№1, содержание растворимого ангидрита 4,6%	№2, содержание растворимого ангидрита 4,6%	№3, содержание растворимого ангидрита 4,6%	№4, содержание растворимого ангидрита 2,4%
Гипс	800	800	800	800
Silverbond 30 (наполнитель)	177	177	177	177
Ca(OH) <sub>2</sub>	10	10	10	10
Mecellose FMC 7150 (эфир целлюлозы)	2,8	2,8	2,8	2,8
Amitrolit 8882 (эфир крахмала)	0,5	0,5	0,5	0,5
Laolin 1 (зародышеобразователь)	4,4	4,4	4,4	4,4
Винная кислота (замедлитель)	2,7	2,7	2,7	2,7
Esapon 1850 (диспергатор)	0,1	0,1	0,1	0,1
Melment F15 (суперпластификатор)	2	2	2	2
Sitren PSR 100 (комплекс полиолов с длиной цепи 6-12)	-	0,5	-	-
BP-05S (частично гидролизованный поливиниловый спирт со степенью полимеризации 500)	-	-	0,5	-
Трещиностойкость на поверхности стены	есть	нет	есть	нет
Трещиностойкость, клин на гипсокартоне	есть	нет	есть	нет

ности), то при одном и том же вяжущем и рецептуре можно получить или не получить трещины. Но что делать, если жестко регламентированы рамки сроков технологических переделов нанесения отделочного материала?

Одним из путей решения проблемы является снижение внутренних напряжений в твердеющем материале. Как известно, напряжения, связанные с испарением воды, как правило, намного превышают контрактационные (рис. 2). Эфиры целлюлозы, являясь сильным водоудерживающим агентом, замедляют процесс испарения воды. При этом если рассматривать штукатурные составы, то, исходя из практических знаний многих производителей сухих строительных смесей, увеличение дозировки эфиров целлюлозы (ЭЦ) на 20–30% полностью убирает проблемы с подобными трещинами. ЭЦ не только удерживают воду, но и приводят к загущению. При повышенных дозировках происходит потеря удобоукладываемости.

Для снижения усадки в цементных системах широко применяются полиолы — многоатомные спирты. Эти органические соединения успешно снижают поверхностное натяжение растворов и, как следствие, капиллярные силы, что приводит к меньшим внутренним напряжениям.

В работе была изучена эффективность различных типов полиолов в рецептуре шпатлевки на базе многофазового гипса, а также влияние различного количества ангидрита III на трещиностойкость шпатлевок.

Растворимый ангидрит проверялся по следующей методике [2]:

### Список литературы

1. Василик П.Г., Голубев И.В. Трещины в штукатурках // *Строительные материалы*. 2003. №4. С. 14–16.
2. Бутт Ю.М., Тимашев В.В. Практикум по химической технологии вяжущих материалов. М.: Высшая школа. 1973. 504 с.
3. Fischer H.-B., Stark J. Haftung von Gipsputz an glatten Betonflächen // *ZKG*. 2005. № 12. S. 79–92.
4. Fischer H.-B. Gipsputzhaftung auf Beton. *Ibausil, Tagungsband*. Weimar. 2003. S. 1007–1028.
5. Gathemann B., Henning O., Eggert O., Fischer H.-B. Untersuchungen zum Haftverbund von Fliesen auf Untergründen aus verschiedenen Gipsarten in Feuchträumen // *ZKG*. 2000. № 11. S. 648–656.
6. Fischer H.-B., Vtorov B., Stark J. Haftbrücken im System Gipsputz auf Beton // *ZKG*. 2002. №12. S. 79–86.
7. Гонтарь Ю.В., Чалова А.И., Бурьянов А.Ф. Сухие строительные смеси на основе гипса и ангидрита. М.: Де-Нова. 2010, 214 с.

• сухую навеску гипса 1–2 г выдерживают 24–30 ч над концентрированным раствором NaCl;

• навеску высушивают и взвешивают;

• количество растворимого ангидрита вычисляют по формуле:

$$m_{\text{CaSO}_4 \text{ растр}} = 1,51 \cdot m_1 \cdot 100/m,$$

где  $m_1$  — разность массы навески до и после выдерживания над концентрированным раствором NaCl, г;  $m$  — исходная навеска, г.

Было исследовано два гипсовых вяжущих с содержанием ангидрита III в количестве 4,6 и 2,4%. Рецептура шпатлевки представлена в таблице. Трещиностойкость проверялась на клиньях, нанесенных, как на бетонное основание, так и на гипсокартонные листы (рис. 3–6). Трещины наблюдаются в тонком слое. Из чего можно сделать вывод, что в связи с интенсивным испарением в тонком слое напряжения возрастают значительно быстрее, чем материал набирает прочность.

Из результатов видно, что Sitren PSR 100, даже в незначительных количествах введенный в состав, обеспечивает значительное повышение трещиностойкости в материале, содержащем ангидрит III. При этом снижение содержания ангидрита с 4,6 до 2,4% также приводит к исчезновению трещин.

Таким образом, полиол Sitren PSR 100 можно рекомендовать в качестве добавки, повышающей трещиностойкость и снижающей усадку, не только в цементные составы, но и в гипсовые.

### References

1. Vasilik P.G., Golubev I.V. Cracks in the plaster. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2003. No. 4, pp. 14–16. (In Russian).
2. Butt Yu.M., Timashev V.V. Praktikum po khimicheskoi tekhnologii vyazhushchikh materialov [Workshop on chemical technology of binders]. Moscow: Vysshaya shkola. 1973. 504 p.
3. Fischer H.-B., Stark J. Haftung von Gipsputz an glatten Betonflächen. *ZKG*. 2005. No. 12, pp. 79–92.
4. Fischer H.-B. Gipsputzhaftung auf Beton. *Ibausil, Tagungsband*. Weimar. 2003, pp. 1007–1028.
5. Gathemann B., Henning O., Eggert O., Fischer H.-B. Untersuchungen zum Haftverbund von Fliesen auf Untergründen aus verschiedenen Gipsarten in Feuchträumen. *ZKG*. 2000. No. 11, pp. 648–656.
6. Fischer H.-B., Vtorov B., Stark J. Haftbrücken im System Gipsputz auf Beton. *ZKG*. 2002. No. 12, pp. 79–86.
7. Gontar' Yu.V., Chalova A.I., Bur'yanov A.F. Sukhie stroitel'nye smesi na osnove gipsa i anhidrita [Dry building mixtures based on gypsum and anhydrite]. Moscow: De-Nova. 2010. 214 p.

Оставайтесь  
с нами!

### Уважаемые коллеги!

Вы держите в руках журнал «Строительные материалы» № 6, который завершает подписной период I полугодия 2015 г. Если вы еще не подписались на II полугодие 2015 г., то сделать это можно в редакции на все полугодие или на почте.

Для подписки через редакцию необходимо прислать заявку в произвольной форме по тел./факсу: (499) 976-22-08, 976-20-36 или по эл. почте: mail@rifsm.ru. В заявке надо указать название организации (для выставления счета), юридический и почтовый адреса, телефон и контактное лицо.

На почте подписку можно оформить

По объединенному каталогу «Пресса России» индекс **70886**

По каталогу агентства «Роспечать» индекс **79809**

## В издательстве «Стройматериалы» вы можете приобрести специальную литературу

### Книга Теоретические основы белизны и окрашивания керамики и портландцемента»

Авторы – Зубехин А.П., Яценко Н.Д., Голованова С.П.

В книге представлены теоретические основы белизны и окрашивания керамических строительных материалов и белого портландцемента (БПЦ) с позиции теории цветности силикатных материалов в зависимости от их фазово-минерального состава, структуры, содержания хромофоров Fe, Mn и Ti, условий обжига и охлаждения (окислительных или восстановительных).

Установлены закономерности зависимости белизны, цвета и особенности окрашивания как пигментов, так и твердых растворов бесцветных фаз ионами-хромофорами от структуры, изовалентного или гетеро-валентного изоморфизма, образования окрашивающих кластеров. Разработаны эффективные способы управления белизной и декоративными свойствами строительных керамических материалов (фарфора, фаянса, облицовочной плитки, кирпича) и белого портландцемента.

### Книга «Сухие строительные смеси. Состав, свойства»

Авторы – Корнеев В.И., Зозуля П.В.

Изложены основы современных представлений о сухих строительных смесях и растворах. Приведены основные определения и классификации сухих смесей. Охарактеризованы составляющие: вяжущие, заполнители, наполнители, функциональные добавки. Показана методика проектирования составов. Описаны основные группы ССС, их состав и свойства. В приложении даны основные применяемые термины и определения, наиболее употребляемые единицы измерения, перечень российских и зарубежных стандартов и др.



Для приобретения специальной литературы обращайтесь  
в издательство «СТРОЙМАТЕРИАЛЫ»

Тел./факс: (499) 976-22-08, 976-20-36 E-mail: mail@rifsm.ru

## НОВОСТИ

### На рынке появился облицовочный материал на основе баклажанов и тростника

Голландская строительная компания Nova Lignum представила свой новый продукт – прочный высококачественный материал Segapex, разработанный для облицовки фасадов.

Segapex – композитные панели средней плотности, производящиеся по запатентованной технологии MOXY на основе воды, порошка и «волокон». В процессе приготовления, не требующем значительных затрат тепла и энергии, эти компоненты смешиваются и превращаются в твердый композитный материал.

По словам производителя, инновационный материал уникален тем, что почти на 90% состоит из волокон растительного происхождения, в основном из отходов от баклажанов и тростника. При этом в его составе нет ни диоксида кремния, ни других продуктов нефтепереработки, но в то же время Segapex сочетает в себе преимущества древесины, волокнистого цемента и пластика. В качестве альтернативы могут быть использованы любые другие источники сырья, такие как отходы от лесного хозяйства и деревообрабатывающей промышленности, вроде шлифовальной пыли от станков, целлюлозно-бумажной промышленности, а также макулатура, солома и другие остатки от сбора урожая зерновых культур. Более того, облицовочные панели на 100% подлежат вторичной переработке.

Стоит отметить и прочие достоинства материала: инертность к кислотным и агрессивным средам, стойкость к коррозии, влагостойкость, огнестойкость, устойчивость к атмосферным осадкам и ультрафиолетовым лучам, вследствие чего он не выцветает на солнце, а также устойчивость к появлению грибков и гниению. Как и обычная древесина, панели легко обрабатываются любыми подручными инструментами.

По материалам <http://www.vzavtra.net/>

### Новый асфальтобетонный завод в Магадане

28 мая 2015 г. состоялось открытие нового завода по производству асфальтобетонной смеси для дорожного строительства в г. Магадане. При выходе на проектную мощность производительность установки составит 120 т смеси в час. Планируется, что к октябрю предприятия выдаст 15 тыс. т асфальтобетонной смеси. Муниципальные службы обещают уложить новое покрытие на 80 тыс. м<sup>2</sup> городских дорог и дворов. Завод приобрели за 60 млн. рублей за счет средств бюджета г. Магадана. Работы по сборке и наладке нового оборудования заняли восемь месяцев. За несколько дней до запуска предприятия специалисты проверили готовность оборудования и пополнили запасы расходных материалов.

Приглашенный на торжественную церемонию мэр города С.В. Абрамов рассказал, что на текущий год и последующие имеются грандиозные планы по благоустройству. Он также выразил уверенность в том, что новое оборудование позволит реализовать поставленные задачи не только в срок, но и более качественно, а объемы с учетом производительности новой установки, будут увеличиваться.

Почетное право запустить новое оборудование для производства первой тонны асфальта было предоставлено губернатору Магаданской области В.П. Печеному. По его словам, новый завод позволит быстро и эффективно решать задачи по приведению в порядок дорожной сети областного центра. Высокая производительность нового оборудования даст возможность оперативнее проводить ремонтные работы, а высокое качество асфальта сделает дороги более долговечными.

По материалам <http://sdelanounas.ru/>

# Как подготовить к публикации научно-техническую статью



Журнальная научно-техническая статья — это сочинение небольшого размера (до 3-х журнальных страниц), что само по себе определяет границы изложения темы статьи.

Необходимыми элементами научно-технической статьи являются:

- постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными или практическими задачами;
- анализ последних достижений и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение ранее не решенных частей общей проблемы, которым посвящена статья;
- формулирование целей статьи (постановка задачи);
- изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных результатов;
- выводы из данного исследования и перспективы дальнейшего поиска в избранном направлении.

Научные статьи рецензируются специалистами. Учитывая открытость журнала «Строительные материалы»® для ученых и исследователей многих десятков научных учреждений и вузов России и СНГ, представители которых не все могут быть представлены в редакционном совете издания, желательно представлять одновременно со статьей отношение ученого совета организации, где проведена работа, к представляемому к публикации материалу в виде сопроводительного письма или рекомендации.

Библиографические списки цитируемой, использованной литературы должны подтверждать следование автора требованиям к содержанию научной статьи.

### НЕ РЕКОМЕНДУЕТСЯ:

1. Включать ссылки на федеральные законы, подзаконные акты, ГОСТы, СНИПы и др. нормативную литературу. Упоминание нормативных документов, на которые опирается автор в испытаниях, расчетах или аргументации, лучше делать непосредственно по тексту статьи.

2. Ссылаться на учебные и учебно-методические пособия; статьи в материалах конференций и сборниках трудов, которым не присвоен ISBN и которые не попадают в ведущие библиотеки страны и не индексируются в соответствующих базах.

3. Ссылаться на диссертации и авторефераты диссертаций.

4. Самоцитирование, т. е. ссылки только на собственные публикации автора. Такая практика не только нарушает этические нормы, но и приводит к снижению количественных публикационных показателей автора.

### ОБЯЗАТЕЛЬНО следует:

1. Ссылаться на статьи, опубликованные за последние 2–5 лет в ведущих отраслевых научно-технических и научных изданиях, на которые опирается автор в построении аргументации или постановке задачи исследования.

2. Ссылаться на монографии, опубликованные за последние 5 лет. Более давние источники также негативно влияют на показатели публикационной активности автора.

Несомненно, что возможны ссылки и на классические работы, однако не следует забывать, что наука всегда развивается поступательно вперед и незнание авторами последних достижений в области исследований может привести к дублированию результатов, ошибкам в постановке задачи исследования и интерпретации данных.

**ВНИМАНИЕ! С 1 января 2014 г. изменены требования к оформлению статей. Обязательно ознакомьтесь с требованиями на сайте издательства в разделе «Авторам»!**

Статьи, направляемые для опубликования, должны оформляться в соответствии с техническими требованиями изданий:

- текст статьи должен быть набран в редакторе Microsoft Word и сохранен в формате \*.doc или \*.rtf и не должен содержать иллюстраций;
- графический материал (графики, схемы, чертежи, диаграммы, логотипы и т. п.) должен быть выполнен в графических редакторах: CorelDraw, Adobe Illustrator и сохранен в форматах \*.cdr, \*.ai, \*.eps соответственно. Сканирование графического материала и импорт его в перечисленные выше редакторы недопустимо;
- иллюстративный материал (фотографии, коллажи и т. п.) необходимо сохранять в формате \*.tif, \*.psd, \*.jpg (качество «8 – максимальное») или \*.eps с разрешением не менее 300 dpi, размером не менее 115 мм по ширине, цветовая модель CMYK или Grayscale.

Материал, передаваемый в редакцию в электронном виде, должен сопровождаться: рекомендательным письмом руководителя предприятия (института); лицензионным договором о передаче права на публикацию; **распечаткой, лично подписанной авторами**; рефератом объемом до 500 знаков на русском и английском языках; подтверждением, что статья предназначена для публикации в журнале «Строительные материалы»®, ранее нигде не публиковалась и в настоящее время не передана в другие издания; сведениями об авторах с указанием полностью фамилии, имени, отчества, ученой степени, должности, контактных телефонов, почтового и электронного адресов. Иллюстративный материал должен быть передан в виде оригиналов фотографий, негативов или слайдов, распечатки файлов.

В 2006 г. в журнале «Строительные материалы»® был опубликован ряд статей «Начинающему автору», ознакомиться с которыми можно на сайте журнала [www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf](http://www.rifsm.ru/files/avtoru.pdf)

**Подробнее можно ознакомиться с требованиями на сайте издательства <http://www.rifsm.ru/page/7>**