

А.Ю. ЖИГУЛИНА
Н.Г. ЧУМАЧЕНКО

ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ КОМФОРТА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЛЬЯ

THE SELECTION OF BUILDING MATERIALS TO IMPROVE THE COMFORT AND ECOLOGICAL SAFETY OF CITY HOUSING

Статья посвящена проблемам создания комфортного микроклимата жилых помещений. Определены источники загрязнения, выполнена их оценка. Особое внимание обращено на выбор экологически безопасных строительных материалов. При производстве строительных материалов источниками токсичных компонентов могут быть промышленные отходы, заменяющие природное сырье, и химические добавки, регулирующие свойства. При эксплуатации многих строительных материалов, особенно на основе полимеров, необходимо контролировать выделение токсичных веществ, образующихся в результате деструкции. Для оценки комфортности и экологической безопасности жилья предлагается создавать «Паспорта жилых зданий», в которых должна быть представлена информация об использованных строительных материалах для оценки такого параметра, как экологическая безопасность жилища, включая и химическую безопасность как ее составляющую.

Ключевые слова: микроклимат жилья, токсины, воздушная среда, строительные материалы, экологическая безопасность.

По оценкам экспертов Всемирной организации здравоохранения, городской житель проводит в помещениях почти 80 % своего времени. Результаты различных исследований, в ходе которых сравнивался воздух в квартирах с загрязненным городским воздухом, показали, что воздух в комнатах городских квартир в 4-6 раз грязнее наружного и в 6-8 раз токсичнее [1]. Загрязнения воздуха в помещениях могут вызвать заболевания различных уровней тяжести, начиная от простого недомогания и головной боли и заканчивая тяжелейшими аллергическими реакциями, астматическими проявлениями и даже онкологией.

Основные источники загрязнения воздушной среды помещений предлагается условно разделить на четыре группы:

The article is devoted to problems of creation of comfortable microclimate. Identifies sources of pollution, completed their evaluation. Special attention is paid to the selection of environmentally friendly building materials. In the production of building materials where toxic components can be industrial waste, replacing natural raw materials and chemical additives regulating the properties. In the operation of many building materials, especially those based on polymers, it is necessary to control the release of toxic substances resulting from degradation. For the assessment of comfort and environmental safety of housing is offered to create «Passports of residential buildings», which should be provided with information about construction materials used to evaluate this parameter, environmental home safety, including chemical safety as its component.

Keywords: microclimate of urban housing, toxins, air environment, building materials, ecological safety.

- 1 - вещества, попадающие в помещение с загрязненным воздухом;
- 2 - антропотоксины (токсичные продукты жизнедеятельности человека);
- 3 - продукты бытовой деятельности (бытовая химия, продукты сгорания бытового газа);
- 4 - вещества, выделяющиеся из строительных материалов.

Первая группа относится к внешним источникам, а остальные – к внутренним источникам загрязнения воздушной среды помещения. Источники загрязнений второй и третьей групп могут регулироваться проживающими.

Качество воздушной городской среды определяется многими факторами и зависит от плотности

застройки, загруженности автомобильных дорог и близости их к жилому фонду, возможности попадания загрязненного воздуха от промышленных предприятий.

В сложившейся градостроительной среде основным источником загрязнения являются выхлопные газы от автотранспорта. С увеличением из года в год потока машин данный источник будет наращивать обороты. В этих условиях кардинально изменить ситуацию в настоящее время достаточно сложно.

Следует отметить, что имеется гораздо больше возможностей по снижению загрязнения воздуха при строительстве на новых площадях. В этом случае снижение загрязнения воздуха, попадающего в квартиры извне, может быть достигнуто градостроительными мероприятиями уже на стадии проектирования. К ним относятся грамотное функциональное зонирование города с учетом розы ветров при размещении промышленной и селитебной зон города, обеспечение достаточной аэрации территорий, их озеленения, обводнения и т.п.

Одним из самых мощных внутренних источников загрязнения воздушной среды закрытых помещений могут являться строительные материалы.

Вредные вещества могут содержаться в сырье для производства строительных материалов или образовываться при деструктивных процессах во время эксплуатации.

Если применяются природные строительные материалы (дерево, камень) или для изготовления строительных материалов используется природное сырье (известняки, мел, глина, песок и т.д.), вопросов об их экологической безопасности не возникает, хотя для минерального сырья необходимо контролировать радиационный фон.

Однако современное состояние природной сырьевой базы таково, что, с одной стороны, происходит истощение кондиционного сырья, а с другой – постоянно увеличиваются объемы техногенных образований при добыче сырья. Практика показывает возможность эффективного использования техногенного сырья в стройиндустрии [2-20]. Значительными ресурсами для промышленности строительных материалов являются промышленные отходы.

Развитие промышленности в нашей стране привело к образованию большого количества отходов, вредное воздействие которых на биосферу не вызывает сомнений. Поэтому разработка новых экономически оправданных методов их утилизации является весьма актуальной проблемой. Отрасль же, производящая строительные материалы, обладает практически неограниченными возможностями использования отходов.

К числу первых промышленных отходов,шедших применение в производстве строительных материалов, были золы и шлаки. Вопросами изучения свойств отходов, теоретическими и практическими решениями на протяжении нескольких десятилетий занимались известные научные школы материаловедов Москвы, Санкт-Петербурга, Пензы, Казани, Новосибирска, Самары и др.

Самарская школа материаловедов не осталась в стороне от этой проблемы [4]. Первый обобщенный материал по свойствам отходов, образующихся при переработке сланцев, нашел свое отражение в монографии А.А. Новопашина [5].

В период с 1970 по 1995 гг. сотрудниками кафедры «Строительные материалы» Самарского государственного архитектурно-строительного университета были изучены свойства и условия образования промышленных отходов практически всех промышленных предприятий Самарской области, разработаны составы и технологии производства строительных материалов общестроительного (бетонов, растворов, керамического и силикатного кирпича, керамзитового гравия, вяжущих, сухих строительных смесей и др.) и специального назначения с использованием их в качестве основного сырья или корректирующих добавок. Результаты работы были опубликованы в обзорах и монографиях [6-13].

Полученные результаты подтверждают перспективность применения промышленных отходов при производстве строительных материалов. Однако важно не только утилизировать отходы и получить экономию природного сырья

В настоящее время минеральная сырьевая база стройиндустрии складывается из двух блоков сырья: природного и техногенного (промышленных отходов). По каждому блоку имеются свои проблемы. Разработаны принципы формирования местной сырьевой базы стройиндустрии и новые подходы к проблеме утилизации отходов [14].

Самарской школой материаловедов предложено рассматривать природное и техногенное сырье как единую сырьевую базу стройиндустрии [15-17].

Но необходимо учитывать, что утилизация отходов может считаться эффективной, если будут приниматься во внимание не только технико-экономические показатели материалов, производимых с использованием отходов, но и их экологические, токсичные свойства. Это позволит избежать повторного вредного воздействия отходов на человека.

При определении выбора направления использования промышленных отходов не осталась без внимания ученых оценка по токсичности. Она проверяется на первом (из шести) уровней оценки.

Предлагается оценивать токсичность отхода путем сравнения состава с предельно допустимыми концентрациями (ПДК) канцерогенных (токсичных) веществ и элементов. При этом возможны три варианта:

1) отход содержит значительное количество токсичных веществ, концентрация которых превышает ПДК;

2) в отходе небольшое количество тяжелых металлов;

3) отход не содержит вредные вещества.

В первом случае отход без специальных мер очистки не может быть использован при производстве строительных материалов и должен быть направлен на захоронение. При наличии в составе отхода примесей тяжелых металлов можно рекомендовать использовать его в обжиговых технологиях при условии образования в массе достаточного для консервации (капсулирования) тяжелых металлов расплава. В этом случае обеспечивается не только надежное захоронение, но и значительное повышение прочности керамического материала за счет выполнения примесями тяжелых металлов роли гетерогенных катализаторов, способствующих кристаллизации расплава и, соответственно, повышению прочности. В случае отсутствия токсичных элементов рассматриваемый отход рекомендуется ко второму уровню оценки. После многоуровневой оценке отход приобретает определенный статус [18-20].

Вызывает опасения, в частности, растущая химизация технологии производства бетонов, растворов и др. Введение таких добавок с технической и технологической точки зрения оправдано и подтверждается многочисленными исследованиями. Однако экологические аспекты новых составов и материалов до конца не изучены. Результатом бесконтрольного с точки зрения экологии и гигиены применения различных модифицирующих добавок в бетоны, используемых для жилищного строительства может явиться ухудшение микроклимата жилых помещений за счет выделения газообразных токсинов или появление «контактной» токсичности поверхности конструкций. Начиная с 50-х гг. прошлого столетия, зафиксировано немало случаев выделения токсичных веществ из материалов и конструкций, что вызывало массовые отравления и негативно сказывалось на здоровье людей. Ярким примером является история «фенольных домов».

Еще одним источником загрязнения являются полимеры. Если в состав строительных материалов входят полимеры, то возможность развития деструктивных процессов при их эксплуатации может привести к ухудшению микроклимата в помещении. Номенклатура полимерных материалов, используемых в

строительстве, насчитывает более 100 наименований. Полимеры применяют в производстве напольных покрытий, отделочных стеновых материалов, теплоизоляционных материалов, гидроизоляционных материалов, герметиков, облицовочных панелей, изготовления оконных и дверных блоков и т.п. Интенсивность выделения из них летучих токсинов зависит от микроклиматических условий их эксплуатации – температуры, влажности, кратности воздухообмена, времени эксплуатации. С увеличением насыщенности помещений полимерными материалами в воздушной среде жилых и общественных зданий закономерно повышаются концентрации формальдегида, фенола, ксилола, толуола, бензола, этилбензола, этилацетата, бутилакрилата и других токсичных веществ.

Ученые ЦНИИЭП жилища, предлагают следующее определение экологичного жилища. Это жилище вместе с прилегающими участками, в котором формируется благоприятная среда обитания (микроклимат, защищенность от шума и загрязнений, обеспечение социально-здоровых условий жизни, применение химически и физически безвредных материалов в строительстве и т. п.), которое обеспечивает человеку контакты с природой, не оказывает негативных воздействий на городскую и природную среду, энерго-экономично и использует возобновляемые источники энергии [21, 22]. В данном определении отмечается, что фактором благоприятной среды обитания является безвредность строительных материалов, т.е. эколого-гигиеническая безопасность жилища. Это может быть достигнуто только применением строительных материалов и конструкций с минимальными или полностью отсутствующими выделениями токсичных веществ на протяжении цикла строительство – эксплуатация – утилизация.

Основными критериями выбора строительных материалов для жилья должны стать их природное происхождение, отсутствие негативного влияния на здоровье человека и пригодность для повторного использования.

Экологическая безопасность подразумевает учет химического и биологического аспектов безопасности жилища. Под химической безопасностью подразумевается состояние воздушной среды, контролируемое, в том числе, и по выделениям вредных веществ из строительных материалов. Под биологической безопасностью подразумевается отсутствие очагов биоповреждений материалов и конструкций плесневыми грибами, поражения насекомыми и грызунами, а также отсутствие потенциальной возможности образования таких очагов [23].

К сожалению, экологическая безопасность жилища в области применения строительных мате-

риалов существующими нормативными документами практически не регламентируется. Исключение составляет ГОСТ 30108-94* «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов», контролирующей радиоактивность техногенных отходов и выделения радона из строительных материалов.

На стадии принятия проектных решений Госэкспертиза контролирует только прочность конструкций. Стройнадзор если и контролирует строительные материалы, то только по сертификатам соответствия. Микроклимат помещений *может быть* проконтролирован на стадии сдачи жилья в эксплуатацию. При этом нормативные ПДК определяются по каждому веществу отдельно без учета сочетания источников загрязнения. Поэтому часто возникает ситуация, что при наличии гигиенических сертификатов соответствия на все строительные материалы качество воздуха в помещениях оставляет желать лучшего.

Для того чтобы дать возможность гражданам обладать полной информацией о своем жилище, а строительным организациям подтвердить качество производимого жилья, необходимо создание «Паспортов жилых зданий», в которых наряду с наличием инфраструктуры и удобством планировочных и конструктивно-технических решений необходимо оценивать и такой параметр, как экологическая безопасность жилища, включая и химическую безопасность как ее составляющую.

У обитателей городского жилья выбор экологичных материалов ограничивается, как правило, материалами для внутренней отделки. Поэтому в «Паспорте...» для покупателей жилья в качестве рекомендательного предлагается ввести раздел «Отделочные материалы», в котором должна быть представлена информация о составе отделочных материалов, токсичных выделениях из них и предельно допустимых концентрациях выделяющихся веществ в воздухе жилых помещений.

Нами была собрана и систематизирована информация об основных строительных материалах, выделениях из них и предельно допустимых концентрациях вредных веществ в воздухе жилых помещений. Собранные данные сгруппированы по разделам «Конструкционные материалы», «Теплоизоляционные материалы», «Отделочные материалы», «Материалы окон и дверей». Отделочные материалы соответственно сгруппированы как отделка стен, потолка и пола. Отказ от использования неэкологичных строительных и отделочных материалов очень трудно осуществить практически. По крайней мере, на основе предоставленной информации возможно будет производить выбор наименее токсичных материалов [24, 25].

В ходе дальнейших работ планируется исследовать изменения количества токсичных выделений и их интенсивности во времени, возникающие в результате деструкции и старения материалов, а также интегральное загрязнение помещений. При этом должно учитываться, что нормативные ПДК определяются по каждому веществу отдельно без учета сочетания источников загрязнения.

Проблему снижения загрязнения воздуха городских квартир необходимо решать в том числе и на стадии выбора объемно-планировочного решения жилых домов, которое должно обеспечивать человеку не только достаточную площадь, но и необходимый объем воздуха. По оценкам гигиенистов для формирования здоровой среды обитания высота жилых помещений должна быть не менее 3 м. Определяется это следующим расчетом.

Воздух, загрязненный антропогенными, выделениями от бытовой химии и синтетических отделочных материалов, концентрируется под потолком. Толщина загрязненного слоя воздуха может достигать 0,75 м. Учитывая это, определить минимально допустимую высоту помещения возможно следующим образом: 1,7 м (средний рост человека) + 0,75 м (толщина загрязненного слоя) + 0,5 м (расстояние между головой и слоем загрязненного воздуха) = 2,95 м [26]. Применение промышленных конструкций диктует практически возможную высоту – 3 м.

Нормативная высота жилых комнат 2,5 м, установленная в 1957 г. как временная, к сожалению, до настоящего времени является действующей. В существующие нормы проектирования внесены поправки лишь для некоторых климатических районов, но и они не соответствуют гигиеническим показателям. В СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные» указано, что «высота (от пола до потолка) жилых помещений и кухни (кухни-столовой) в климатических районах IА, IБ, IГ, IД и IVА должна быть не менее 2,7 м, а в других климатических районах – не менее 2,5 м».

Поэтому актуальной является корректировка существующих норм проектирования. В них должно быть сформулировано требование о том, что для обеспечения оптимального с санитарно-гигиенической точки зрения удельного объема воздуха и снижения концентрации антропогенных выделений от синтетических материалов необходимо проектировать и строить жилье с высотой помещений не менее 3 м.

Инженерно-техническим методом улучшения микроклимата жилых помещений может стать обеспечение эффективной вентиляции при сохранении теплозащитных свойств конструкций. Увеличение количества токсичных веществ при неизменном

объеме помещения требует увеличения кратности воздухообмена. Загрязненный воздух при недостаточной вентиляции или ее отсутствии становится фактором, оказывающим негативное влияние на здоровье городского жителя. Изучению этой проблемы посвящены работы сотрудников СГАСУ [27-29].

Выводы. 1. Определены основные источники загрязнения воздушной среды помещений, которые разделены на четыре группы: 1 – вещества, попадающие в помещение с загрязненным воздухом; 2 – антропогенные; 3 – продукты бытовой деятельности; 4 – вещества, выделяющиеся из строительных материалов.

2. Одним из самых мощных внутренних источников загрязнения воздушной среды закрытых помещений могут являться строительные материалы. Токсичные компоненты могут быть введены в состав строительных материалов при их производстве за счет частичной или полной замены природного минерального сырья промышленными отходами, а также за счет использования химических добавок. При эксплуатации многие строительные материалы, особенно на основе полимеров, могут выделять токсичные вещества в результате деградации.

3. В целях экологической безопасности предлагается для принятия решения по использованию промышленных отходов в производстве строительных материалов обязательно проводить оценку токсичности отхода.

4. Улучшить комфорт и экологическую безопасность городского жилья можно, если:

- проектировать и строить жилье с высотой помещений не менее 3 м для обеспечения оптимального объема воздуха на человека и снижения концентрации антропогенных и вредных веществ, выделяемых строительными и отделочными материалами;

- обеспечивать в помещениях эффективную вентиляцию. Интегральное загрязнение помещения требует увеличения кратности воздухообмена;

- создавать «Паспорта жилых зданий», в которых должна быть представлена информация об использованных строительных материалах для оценки такого параметра, как экологическая безопасность жилища, включая и химическую безопасность, как ее составляющую.

5. Создание безопасной воздушной среды жилых зданий – задача, решение которой требует комплексного подхода с использованием градостроительных, конструктивно-планировочных и инженерных методов и, разумеется, выбор экологичных строительных материалов – это один из ключевых моментов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. <http://www.my-ecodom.ru/vsya-pravda-ob-iskusstvennyx/> (дата обращения: 15.05.2015).
2. Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г. Экологические проблемы больших городов и промышленных регионов // Материалы Международной конференции по управлению отходами: Waste Tech-99 "Abstracts and Catalogue of the International Conference 8c Exhibition on Waste Management". М., 1999. С. 101.
3. Арбузова Т.Б., Чумаченко Н.Г. Проблемы стройиндустрии и возможные варианты решений // Известия вузов. Строительство. 1995. № 3. С. 37-40.
4. Научные труды Самарской школы материаловедов // Вестник СГАСУ. Вып. 3 / СГАСУ. Самара, 2006. 136 с.
5. Новопашин А.А. Минеральная часть поволжских сланцев. Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство, 1973. 120 с.
6. Применение промышленных отходов в производстве керамзита: Обзор. информ. / А.А. Новопашин, Т.Б. Арбузова, С.Ф. Коренькова, Н.Г. Чумаченко. М.: ВНИИЭСМ. Сер. 4. Промышленность керамических стеновых материалов и пористых заполнителей. 1987. Вып. 3. 42 с.
7. Арбузова Т.Б., Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г. Применение шламоподобных отходов в производстве строительных материалов // Экспресс-информация. Сер. 11. Использование отходов, попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий. Охрана окружающей среды. М.: ВНИИЭСМ, 1988. Вып. 4. С. 5-12.
8. Использование осадков сточных вод в производстве строительных материалов: Обзор. информ. / Т.Б. Арбузова, С.Ф. Коренькова, Н.Г. Чумаченко. М.: ВНИИЭСМ. Сер. 11. Использование отходов, попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий. Охрана окружающей среды. Вып. 2. 1989. 46 с.
9. Арбузова Т.Б. Утилизация глиноземсодержащих осадков промстоков / Изд-во Саратовского университета, Самарский филиал. Самара, 1991. 136 с.
10. Арбузова Т.Б., Шабанов В.А., Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г. Стройматериалы из промышленных отходов. Самара: Кн. изд-во, 1993. 96 с.
11. Чумаченко Н.Г., Тюрников В.В., Баннова С.Е., Кириллов Д.В. Перспективы формирования сырьевой базы стройиндустрии с использованием техногенного сырья из отвалов Кашпирского рудника Самарской области / СГАСУ. Самара, 2006. 225 с.
12. Хлыстов А.И., Чумаченко Н.Г., Пастушков С.В., Власов А.В. Применение высокоглиноземистых шламов в технологических процессах производства безобжиговых огнеупоров и клинкерных керамических материалов // Огнеупоры и техническая керамика. М., 2011. № 7-8. С. 47-50.
13. Коренькова Е.А. Перспективы использования техногенного сырья в производстве керамического кирпича // Строительство: новые технологии – новое обрудование. 2013. № 10. С. 26-27.
14. Арбузова Т.Б., Чумаченко Н.Г. Принципы формирования местной сырьевой базы стройиндустрии // Известия вузов. Строительство. 1994. № 12. С. 87-90.

15. Соломатов В.И., Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г. Новый подход к проблеме утилизации отходов в стройиндустрии // Строительные материалы XXI века. 2000. № 1. С. 28-29.

16. Чумаченко Н.Г. Природная и техногенная сырьевая база стройиндустрии // Гидротехника и гидроэнергетика: проблемы строительства, эксплуатации, экологии и подготовки специалистов: Сборник трудов Международной научно-технической конференции / СамГАСА. Самара, 2002. С. 187-192.

17. Чумаченко Н.Г. Современный подход к сырьевой базе стройиндустрии / Экологическая культура Самарского региона: Труды Самарского отделения Общероссийской общественной организации «Общественная Российская экологическая академия». Вып. 1 / СГАСУ. Самара, 2008. С. 72-77.

18. Соломатов В.И., Коренькова С.Ф., Чумаченко Н.Г. Новый подход к проблеме утилизации отходов в стройиндустрии // Строительные материалы XXI века. 2000. № 2. С. 28-29.

19. Чумаченко Н.Г. Критерии оценки промышленных отходов с целью использования их в стройиндустрии // Экология и здоровье человека: Труды VII Всероссийского конгресса. Самара, 2001. С. 201-203.

20. Чумаченко Н.Г. Ресурсосберегающий подход к сырьевой базе стройиндустрии // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2011. № 1. С. 112-116.

21. Сорокова И.В. Исследование характеристик комфортности и экологичности жилых зданий: современный российский опыт // Аспирантский Вестник Поволжья. Самара, 2004. № 2. С. 60-62.

22. Проблемы экологичного жилища // Сборник научных трудов. М.: ЦНИИЭП жилища, 1991. С. 112.

23. Чумаченко Н.Г., Жигулина А.Ю. Жилье должно быть не только доступным, но и комфортным // Жилищное строительство. 2011. № 4. С. 21-23.

24. Жигулина А.Ю. Экологические аспекты выбора материалов для внутренней отделки жилых помещений // Сборник трудов 69-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2011. С. 10-12.

25. Жигулина А.Ю. Методы улучшения качества воздушной среды городского жилья // Градостроительство. 2013. № 6. С. 36-38.

26. Румянцев Е.Е., Губернский Ю.Д., Кулакова Т.Ю. Экологическая безопасность строительных материалов, конструкций и изделий: Учебное пособие. М.: Университетская книга, 2005. 200 с.

27. Вытчиков Ю.С. О нормировании теплозащитных характеристик оконных конструкций // Проблемы энергосбережения и экологии в промышленном и жилищно-коммунальном комплексах: Сборник статей IX Международной научно-технической конференции. Пенза, 2008. С. 85-87.

28. Вытчиков Ю.С., Черенева А.В. Исследование эффективности работы вентиляции в многоэтажном жилом здании // Проблемы энергосбережения и экологии в промышленном и жилищно-коммунальном комплексах: Труды XI Международной научно-технической конференции. Пенза, 2010. С. 45-47.

29. Вытчиков Ю.С., Бакрунов Г.А., Черенева А.В. Проблемы обеспечения комфортности проживания в многоквартирных энергоэффективных зданиях // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: Материалы 67-й Всероссийской научно-технической конференции / СГАСУ. Самара, 2010. С. 101-103.

© Жигулина А.Ю., Чумаченко Н.Г., 2015

Об авторах:

ЖИГУЛИНА Анна Юрьевна

кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных материалов, изделий и конструкций Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846)242-37-02
E-mail: auzhigulina@mail.ru

ЧУМАЧЕНКО Наталья Генриховна

доктор технических наук, профессор, заведующая кафедрой производства строительных материалов, изделий и конструкций Самарский государственный архитектурно-строительный университет
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846)242-37-02
E-mail: uvarovang@mail.ru

ZHIGULINA Anna

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Building Materials, Products and Structures Department Samara State University of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846) 242-37-02
E-mail: auzhigulina@mail.ru

CHUMACHENKO Natalya

Doctor of Engineering Science, Professor, Head of the Building Materials, Products and Structures Department Samara State University of Architecture and Civil Engineering 443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846) 242-37-02

Для цитирования: Жигулина А.Ю., Чумаченко Н.Г. Выбор строительных материалов для улучшения комфорта и экологической безопасности жилья // Вестник СГАСУ. Градостроительство и архитектура. 2015. № 4 (21). С. 94-99.

For citation: Zhigulina A.Yu., Chumachenko N.G. On building materials to improve the comfort and ecological safety of housing// Vestnik SGASU. Town Planning and Architecture. 2015. № 4 (21). Pp. 94-99.