

Чернышева Н.В., канд. техн. наук, доц.

Дребезгов Д.А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

**СВОЙСТВА И ПРИМЕНЕНИЕ БЫСТРОТВЕРДЕЮЩИХ КОМПОЗИТОВ  
НА ОСНОВЕ ГИПСОВЫХ ВЯЖУЩИХ**

chernysheva56@rambler.ru

В статье приведены сведения о применении гипса и строительных материалов на его основе при возведении зданий и сооружений на различных этапах развития цивилизации.

**Ключевые слова:** гипс, «гипсовый цемент», гипсовые строительные материалы

Благодаря доступности, простоте обработки и переработки, низкой цене и эстетическим качествам натуральный гипс во всех своих формах применялся уже на заре цивилизации. Гипсовые строительные материалы традиционно использовались в Древнем Египте, Персии, Риме, Греции при возведении зданий и сооружений, многие из которых сохранились до наших дней [1, 2]. Геологи установили, что гипс начал появляться на поверхности Земли 200...300 миллионов лет назад. Исследования, проводимые археологами, показали, что впервые натуральный гипс начал использоваться около 9 000 г. до н.э. в Анатолии (сегодняшняя Турция).

При археологических раскопках в Израиле, южнее озера Тибериас, были обнаружены полы, покрытые гипсом за 7 тысяч лет до н.э.. Аналогичные находки были сделаны в городе Ерихо, там гипс применяли за 16 тысяч лет до н.э. За 3 тысячи лет до н.э. гипс использовали как строительный материал в Евфрате вблизи города Урук.

Египтяне в 5000...2600 г.г. до н. э. начали первыми применять обожженный гипс, который использовался для приготовления различных видов растворов для каменной кладки, а также для штукатурки и устройства полов и др. Его применяли в облицовочных плитах для связки камней (толщиной около 0,5 мм), заделки швов, а также в качестве своеобразной подушки между камнями, которая предохраняла их кромки от разрушения (рис. 1). Гипс для египетских растворов обжигался слабо и неравномерно (в гончарных печах или на кострах), часто содержал кальцит и песок.

В результате химического анализа многочисленных проб образцов древних растворов, штукатурок и современного египетского гипса было установлено в их составе, наряду с гипсом, содержание переменного количества карбоната кальция и кварцевого песка, что привело к предположению о намеренном добавлении в раствор и штукатурку извести, которая при их твердении постепенно переходит в карбонат.



Рис. 1. Шов между блоками кладки пирамиды Хефрена, сына Хеопса, на Плато Гиза, заполненный оригинальным древним раствором из гипса

Таким образом, в зависимости от количества карбоната кальция и гипса в затвердевшем образце, древнеегипетские растворы и штукатурки изготавливались либо на одной извести,

либо на смеси ее с песком и гипсом. Многие из исследованных гипсовых растворов и штукатурок из пирамид и прилегающих к ним гробниц в Гизе и Саккаре характеризуются повышенными

эксплуатационными характеристиками. Широко поставленное в Древнем Египте производство и применение строительного гипса в растворах и штукатурках каменных сооружений было рационально в техническом отношении и вполне соответствовало экономическим и климатическим условиям страны.

В Индии такой «гипсовый цемент» обнаружен в постройках, относящихся приблизительно к 2000 г. до н. э. Знания о производстве строительного гипса из Египта распространились в Месопотамию, Вавилон, Ассирию, где натуральный гипсовый камень применялся в качестве материала для облицовки полов и стен, а также статуй и стукко.

В Греции (остров Крит, дворец Кнососа 2000...1400 г.г. до н.э.) многие наружные стены были возведены из гипсового камня, а швы в кладке заполнены гипсовым раствором. Из гипса приготавливалась декоративная штукатурка, в которую вдавливались пластинки или полоски различных цветных минералов, создающие геометрический орнамент (ромбы, спирали и т.п.). Цветные орнаменты штукатурки и лепных украшений использовались в течение нескольких тысяч лет и актуальны до настоящего времени.

Далее сведения о гипсе через Грецию пришли в Рим и распространилась в центральной и северной Европе (начиная с 6 века н.э.). После вытеснения римлян из центральной Европы знания о производстве и применении гипса были утрачены во всех регионах севернее Альп.

С XI столетия (романский период) использование гипса вновь стало возрастать. Под влиянием монастырей распространилась технология, по которой пустоты внутри фахверковых зданий заполняли смесью гипса с сеном или конским волосом. Применялись чистые гипсовые растворы, а также смешанные с известью, песком и кирпичной пылью – более половины зданий этого периода в Париже, Кракове (костел Пресвятой Девы Марии) построены на гипсовых растворах,

В раннее средневековье в Германии, особенно в Тюрингии, было известно применение гипса для напольных стяжек, кладочных растворов, декоративных изделий и памятников, отличающихся долговечностью. В Саксен-Анхальте сохранились остатки гипсовых полов XI века. Их прочность сравнима с прочностью нормального бетона. Особенность средневековых гипсовых растворов заключается в том, что вяжущие и наполнители состояли из идентичных материалов. В качестве наполнителей использовали гипсовый камень, измельченный до круглых зерен, не заостренных и не пластинчатых. Приме-

нялся гипс с высокой тониной помола и экстремально низкой водопотребностью. Соотношение воды к вяжущему составляло менее 0,4. Раствор содержал мало воздушных пор, его плотность была примерно равна 2000 кг/м<sup>3</sup>. После твердения раствора образовывалась связанная структура, состоящая только из дигидрата сульфата кальция. Более поздние гипсовые растворы производились с гораздо большей водопотребностью, поэтому их плотность и прочность значительно меньше. Технология изготовления средневековых гипсовых растворов была открыта только в последние годы, сейчас она применяется при реконструкции и реставрации старинных зданий.

В XII...XIV столетиях в Германии, Польше, Италии, Англии с применением гипса выполнялись бесшовные полы и декоративные панели, основы под фрески, стенные штукатурки, гипсовые декорации.

В XV–XVII столетиях в Италии и Испании растворы на основе гипса применяли для станковой живописи и резной лепнины, для массового производства декоративных элементов, для внутренних отделочных работ.

Свидетельство применения гипса с давних времен также было найдено в Азии. В Малой Азии (в городе Катал), гипс использовали как основу для декоративных фресок [3, 4]. В Центральной Азии жженный гипс с натуральной примесью глины и соединений железа – «ранч» – применялся для внутренних и наружных штукатурок, резных декораций (он и в настоящее время применяется многими фирмами). В Средней Азии (в Узбекистане), начиная с VII в. гипсовые вяжущие вещества использовали в качестве штукатурных и отделочных материалов при кладке стен, порталов, сводов, куполов и даже фундаментов величественных архитектурных ансамблей Бухары, Хивы, и Самарканда.

В наши дни известные мировые запасы гипсового камня оцениваются в 3 млрд. т. Более 105...110 млн.т природного гипсового сырья составляет ежегодная добыча [3]. Распределение запасов гипсового сырья по отдельным странам приведено в табл. 1.

Крупнейшими потребителями и производителями природного гипса являются страны Северной Америки, Юго-Восточной Азии и Западной Европы. Три четверти этой добычи относятся к 9 странам: США, Тайланд, Канада, Иран, Китай, Испания, Мексика, Япония и Франция, при этом около 18 % приходится на долю США.

Гипсовая промышленность также развита в Англии, Австралии, Франции, Германии, Польше (рис. 2).

Таблица 1

## Добыча гипса в зарубежных странах с уровнем добычи свыше 100 тыс. т /год

Страны	Добыча по годам, тыс. т		
	1990	2000	2010
Европа	13970	7194	22600
Австрия	662	722	349
Болгария	–	401	156
Великобритания	3630	3540	2000
Венгрия	–	117	190
Германия	1434	2619	1240
Греция	35	500	692
Ирландия	149	326	400
Испания	2140	7469	7477
Италия	1197	1297	2000
Латвия	–	–	117
Молдова	–	–	158
Польша	399	1097	1028
Португалия	54	351	450
Румыния	–	1597	215
Франция	3700	5602	5000
Чехия	211	774	650
Швейцария	94	227	300
Прочие страны	265	555	178
Азия	3431	29110	36603
Индия	397	1424	2090
Индонезия	–	–	400
Иордания	–	85	190
Ирак	399	354	430
Иран	499	6677	8300
Кипр	–	33	234
Китай	609	8074	7800
Пакистан	99	404	550
Саудовская Аравия	–	375	363
Сирия	14	179	330
Таиланд	–	4549	8858
Турция	–	231	700
Япония	755	6260	5371
Прочие страны	119	498	987
Африка	898	2696	4062
Египет	550	1337	1839
Ливия	–	181	160
Марокко	25	454	450
Тунис	15	100	700
Южная Африка	196	372	250
Прочие страны	112	252	663
Америка	15334	29407	36558
Аргентина	110	513	600
Бразилия	200	789	1264
Венесуэлла	–	222	135
Канада	4730	8814	8503
Колумбия	70	307	450
Куба	45	258	125
Мексика	–	2649	5869
США	8911	14869	18600
Уругвай	–	145	145
Чили	36	316	398
Ямайка	225	94	164
Прочие страны	1007	431	305
Австралия	584	1600	2100
Мировая добыча	34217	90007	101923

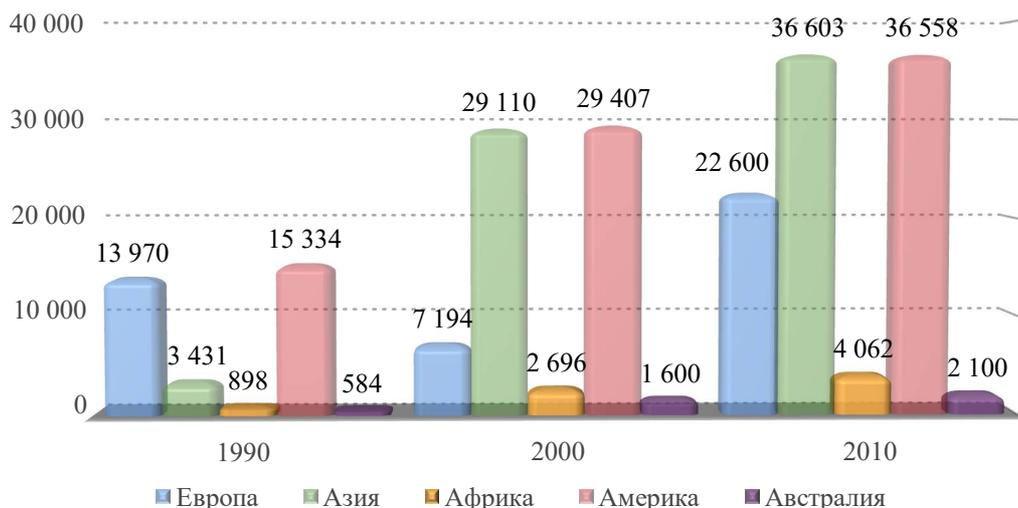


Рис. 2. Добыча гипса в зарубежных странах, тыс. т в год

В мировой практике строительства темпы выпуска разнообразных видов строительных материалов высокого качества на основе гипсовых вяжущих растут. Значительная часть добываемого гипса используется для производства гипсовых вяжущих и только небольшая часть на другие виды продукции [4].

Для внутренних стен из литых гипсовых смесей с добавлением целлюлозного волокна в Англии производят плиты Ballrock, а также плиты повышенной влагуостойчивости с добавлением битумной эмульсии для наружных стен.

Для наружных стен малоэтажных домов в Нидерландах выпускают пустотелые гидрофобизированные гипсовые камни, пустоты которых заполняются во время кладки бетонной смесью. За счет этого стена сразу после заливки в пустоты камней бетонной смеси способна нести ненагруженное перекрытие

В Австралии, Ираке, Египте, Судане и других странах при строительстве дачных домов используют гипсобетонные панели высотой на этаж, имеющие шероховатую поверхность с наружной стороны, на которую для повышения водостойчивости наносится облицовочный слой. Для повышения водостойкости в гипсобетон добавляют от 12 до 40 % извести, а поверхность обрабатывают ортофосфорной кислотой, также применяют двузамещенный фосфорнокислый алюминий или алюминиевые соли полимеризованных жирных кислот.

В Германии разработан способ производства методом прессования гипсовых камней повышенной плотности – 1600...1800 кг/м<sup>3</sup> и огнестойкости, предназначенных для возведения и отделки внутренних и наружных стен. Для повышения прочности изделий на изгиб (до 90 %)

применяется добавка стекловолокна (1 % от массы вяжущего) длиной 12 мм [16].

Во Франции для повышения теплоизоляционных свойств (в 4 раза) стен зданий разработаны способ их изготовления из затвердевшего гипсового теста на растительной основе (сухой травы или пучков соломы).

В зарубежной практике повышению водостойкости гипсовых вяжущих уделялось мало внимания. В связи с этим стеновые материалы на их основе применяются в основном для внутренних конструкций зданий.

Запасы гипса в странах СНГ составляют около 14 % мировых запасов. Наиболее крупными из них обладают Республика Украина (около 450 млн.т) и Республика Казахстан (около 250 млн.т.).

В Украине разработаны трехслойные гипсобетонные стеновые камни прочностью на сжатие до 6 МПа, средней плотностью изделий на топливном шлаке – 1330... 1460 кг/м<sup>3</sup>, на отходах известняка – 1360...1480 кг/м<sup>3</sup>, которые применяют в малоэтажном строительстве.

В Белоруссии получен широкий ассортимент стеновых высокопрочных материалов на основе гипсоцементного вяжущего (марок Г-4...Г-7), со специальными микроармирующими и пластифицирующими добавками.

Координацию и проведение совместных научно-исследовательских работ в области гипса в Европе с 1961 г. осуществляет общество "Еврогипс".

Для России широкое использование гипсовых материалов в строительстве особенно актуально, так как половина запасов мировых разведанных месторождений гипса (более 300 млн.т) находится на ее территории (табл. 2) [3].

Имеются неограниченные запасы гипсосодержащих отходов (фосфогипса, цитрогипса и др.), кремнеземсодержащих техногенных отходов (золошлаковых смесей, керамзитовой пыли, отходов горнорудного производства КМА – отсева дробления кварцитопесчанника и отходы мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов), а также бетонный лом, которые могут

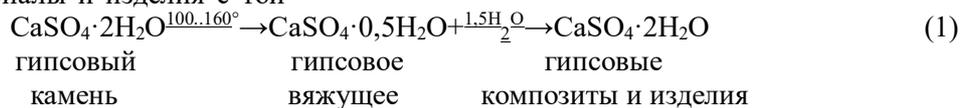
быть успешно использованы для повышения рентабельности гипсовых композиционных материалов. Создание в 50-х годах прошлого столетия гипсоцементно-пуццолановых вяжущих повышенной водостойкости, позволило значительно расширить область их применения в современном строительстве [3].

Таблица 2

### Распределение месторождений и запасов гипсового сырья по федеральным округам

Федеральный округ	Количество месторождений, шт.		Запасы	
	всего	эксплуатируемые	млн. т	доля от запасов России, %
Центральный	6	1	1850,7	56,5
Северо-Западный	3	-	47,1	1,4
Южный	20	6	308,6	9,4
Приволжский	38	12	851,8	26,0
Уральский	4	1	35,3	1,1
Сибирский	11	3	163,4	5,0
Дальневосточный	4	1	19,0	0,6
Россия	86	24	3275,9	100

Из-за уникального химического превращения гипсового сырья ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) получают гипсовые вяжущие, материалы и изделия с той



Гипс – безопасный, экологически чистый строительный материал. Он не токсичен, регулирует влажность и микроклимат окружающего воздуха, имеет низкую удельную эффективную активность естественных радионуклидов и ряд других, положительных и защитных свойств, обеспечивающих этим комфортные условия в помещении для здоровья человека. На его основе получают композиционные материалы, не внося помех в естественный круговорот веществ.

В связи с этим требуется разработка эффективных быстротвердеющих строительных материалов, получаемых с применением новых видов доступных сырьевых материалов, обладающих повышенными эксплуатационными характеристиками. Применение водостойких и морозостойких гипсовых композиционных материалов, позволит заменить энергоёмкие цементные бетоны, сократить сроки строительства, а также уменьшить негативное воздействие на окружающую среду по сравнению с традиционно применяемым портландцементом

В России востребован строительный гипс различных марок, на долю которого приходится более 94 % общего объема производства гипсового вяжущего. Объемы импорта и экспорта невелики и не оказывают существенного влияния на объем внутреннего потребления этого материала. В 2009 году было выпущено порядка 3,5 млн. тонн гипсового вяжущего, спад относи-

же химической формулой, которая заложена в самом гипсовом камне:

тельно предыдущего года оказался на уровне 20 %. По мере увеличения потребности в материалах, в 2011...2012 годах рост объемов выпуска гипсового вяжущего достиг 12...16 % в год. Более половины общероссийского объема выпуска гипса обеспечивают заводы группы Кнауф (около 60 %). Крупнейшими являются заводы корпорации Волма, Самарский гипсовый комбинат, Пешеланский завод «Декор1», компания «Гипсополимер» и др. (рис. 3).

Основной объем гипсового вяжущего в строительстве используется не в первоначальном виде, а подвергается дальнейшей переработке. В 2010 году примерно около 84 % гипсового вяжущего заводы – производители использовали для собственного производства сухих строительных смесей, блоков и перегородочных материалов, порядка 14 % поставлялось на заводы стройматериалов, не имеющих собственного производства гипсового вяжущего, около 2 % было реализовано через торговые компании или напрямую строителям в виде фасованного алебаstra для ремонтно-отделочных работ и декоративных изделий, а также формовочного и медицинского гипса.

Среди субъектов Федерации наибольшее потребление гипса приходится на регионы, где сосредоточены крупные производственные мощности по выпуску строительных гипсовых материалов, в частности, гипсокартонных и гип-

соволокнистых листов, пазогребневых плит и сухих строительных смесей (рис. 4).

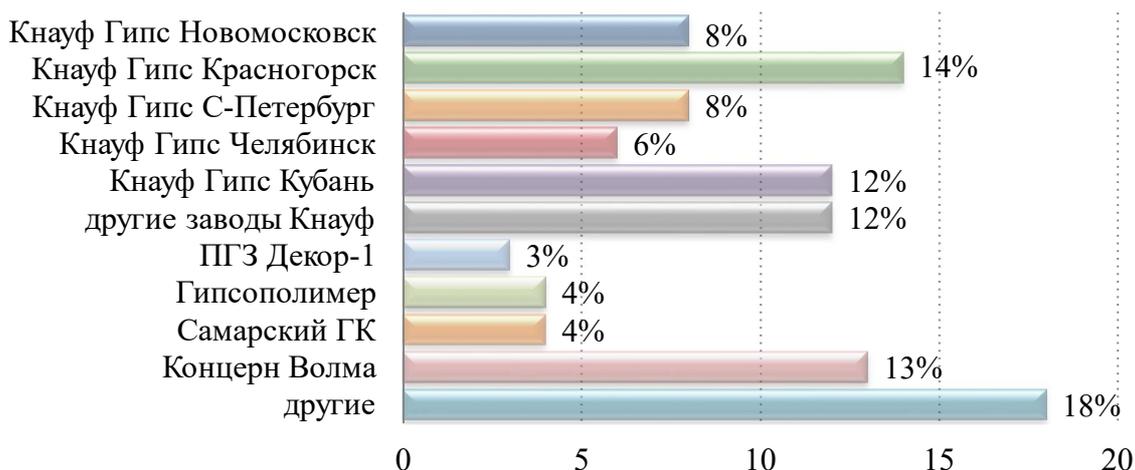


Рис. 3. Доля наиболее крупных предприятий в выпуске гипсового вяжущего, в натуральном выражении, 2010 г., %

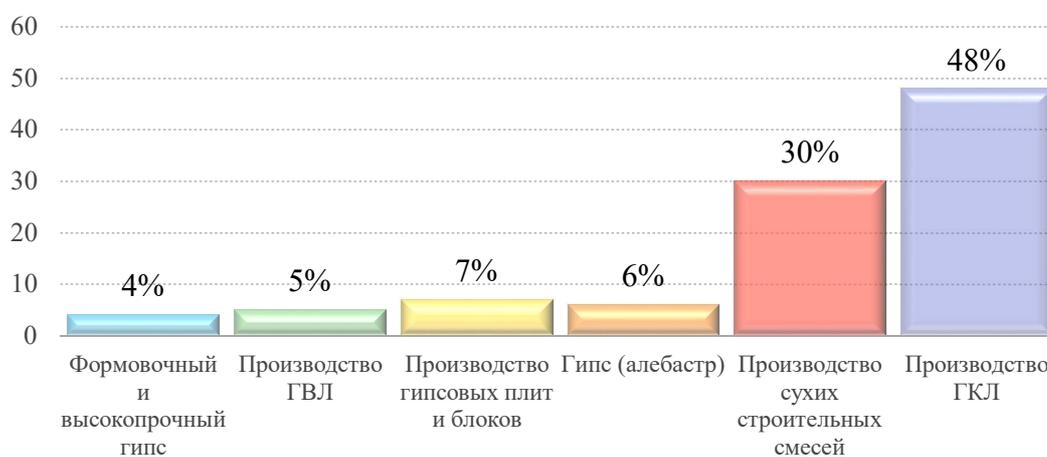


Рис. 4. Структура потребления гипса по областям применения, %

Однако, несмотря на многовековой опыт использования и высокие потребительские свойства наиболее доступного в России гипсового вяжущего, материалы и изделия на его основе имеют ограниченное применение в строительстве из-за низкой водостойкости, высокой водопотребности, низкой прочности, малой морозостойкости и др. Как правило, коэффициент размягчения для таких составов не превышает 0,4, а прочность при сжатии 4...6 МПа. Низкая водостойкость материалов на основе гипсовых вяжущих определяется, прежде всего, достаточно хорошей растворимостью двуводного гипса в воде, а также значительной пористостью затвердевших растворов и бетонов на основе гипсовых вяжущих. Исходя из этого, основными направлениями повышения водостойкости данных составов является снижение растворимости двуводного гипса и пористости материала с одновременным закрытием пор для предотвращения доступа воды внутрь материала. Поэтому при проектировании состава гипсового вяжущего используют компоненты, обеспечивающие

максимально возможную водостойкость без снижения других строительно-технологических характеристик. Это достигается, в первую очередь, применением в качестве вяжущего ангидрита,  $\alpha$ -полугидрата или совместного использования смеси ангидрита и  $\alpha$ -полугидрата. Такой выбор связан с более плотной структурой и более низкой водопотребностью данных гипсовых вяжущих по сравнению с гипсом –  $\beta$ -полугидратом. Правильно подобранный гранулометрический состав заполнителей и наполнителей также способствует снижению пористости затвердевшего раствора. Более плотная структура материала достигается и при использовании суперпластификаторов и пеногасителей, а использование гидрофобизирующих добавок и редицергируемых порошков сополимеров винилацетата и акрилата препятствует распространению воды через поры.

Для снижения растворимости гипса используют добавки, при взаимодействии с которыми гипс образует соединения с более низкой растворимостью, чем у двуводного гипса. В каче-

стве таких добавок производители чаще всего используют вещества, имеющие общий ион с сульфатом кальция, либо гидравлические вяжущие совместно с активными минеральными добавками. При правильном проектировании состава удается существенно повысить водостойкость материалов на основе гипсовых вяжущих и довести коэффициент размягчения до 0,6.

Одним из путей повышения прочности и водостойкости композитов является использование специально обработанных и оптимизированных по составу модификаторов гипсовых вяжущих серии МГ, разработанных в лаборатории «Новых строительных материалов и технологий» в МГСУ [5]. Составы на основе модифицированных гипсовых вяжущих (МГ) сохраняют хорошие санитарно-гигиенические свойства гипсовых материалов и высокую скорость набора прочности, но при этом они обладают достаточной водостойкостью и хорошими прочностными характеристиками, ранее присущими только материалам на основе портландцемента, что позволяет использовать их не только в тепло- и звукоизоляционных конструкциях полов, стен и внутренних перегородок, но и открывают перспективы их применения в несущих конструкциях.

Учитывая ситуацию, складывающуюся в цементной промышленности, рост цен на портландцемент и возможный дефицит его поставок, применение КГВ может стать своевременным решением в выборе материала для широкого круга строительных конструкций. Широкое использование водостойких композиционных гип-

совых вяжущих (КГВ) при возведении ограждающих малоэтажных зданий уже сейчас может создать реальный вклад в реализацию национальной программы «Доступное и комфортное жилье». Прежде всего, это значительное снижение стоимости квадратного метра жилья за счет эффективной механизации работ и применения местных строительных материалов, к которым относятся гипсовые вяжущие и минеральные добавки в составе КГВ.

Натурные наблюдения и лабораторные исследования полностью подтвердили достаточную долговечность конструкций из различных КГВ композитов при длительной эксплуатации. Эффективно применение стеновых изделий на основе КГВ с заполнителями, в том числе из промышленных отходов, при строительстве и реконструкции малоэтажных и высотных зданий, полученных различными способами: литьем, вибропрессованием, экструзией и др. [3].

Большое применение в строительстве нашли сухие строительные смеси различного назначения на основе гипсового и композиционного гипсового вяжущих [6]. Для индивидуального строительства жилых домов и различных сельскохозяйственных построек применяют легкие КГВ бетоны (керамзитобетон и др.) Если принять за 100 % энергозатраты на производство 26 шт. керамического кирпича, который воспринимается сегодня как наиболее «престижный» стеновой материал, то сопоставимые затраты электроэнергии на производство стеновых камней такого же объема из керамзитобетона составят 0,69 (табл. 3).

Таблица 3

#### Сравнительные энергетические характеристики стеновых изделий

Вид стенового материала	Энергозатраты, кВт ч/%
Керамический кирпич	2504/100
Силикатный кирпич	405/19,8
Вибропрессованные бетонные стеновые камни	105/4,2
Блоки стеновые из автоклавного чистого бетона	381/15,2
Камни стеновые из бетона на КГВ	17,5/0,69

Широко применяют в качестве стеновых материалов для ограждающих конструкций блоки строительные замковые (ТУ 21-53-02066523-98), которые формуют из подвижных бетонных смесей в металлопластиковых кассетных формах размером 400x800x150 мм. Время формования одной формы (на 10 блоков) – 45...60 мин. В качестве стеновых материалов эффективно использование прессованного кирпича из КГВ бетона, более легкого по сравнению с силикатным кирпичом и не требующего после формования тепловой обработки, при этом происходит

снижение трудозатрат и экономия энергоресурсов.

КГВ используется как основной материал при монолитном возведении жилых и общественных зданий с применением несъемной опалубки с эффективным утеплителем. Для изготовления малых архитектурных форм и отделки фасадов используются материалы, обладающие высокими физико-механическими свойствами на основе гипса и акриловых полимеров. На основе КГВ производят конструкционные изделия (воздушные коридоры, лифтовые шахты, санитарно-технические кабины, вентиляци-

онные блоки, мусоропроводы и др.) для индустриального строительства [7].

Для выполнения внутренних работ в настоящее время применяются сухие строительные смеси различного назначения: штукатурки и шпатлевки, гипсовые клеи для монтажа гипсобетонных блоков, самовыравнивающиеся (наливные) полы и др. [8...11]. Растворы на основе сухих гипсовых смесей обладают рядом преимуществ: высокой текучестью, за счет чего равномерно распределяются по поверхности материала, быстро твердеют и набирают требуемую прочность, что позволяет производить дальнейшие отделочные работы без существенных перерывов (по сравнению с цементными штукатурными растворами). Их особенность заключается в пониженном расходе материала, что позволяет снижать трудозатраты и получить оштукатуренную площадь больше, чем в 2 раза.

С целью занять достойное место композиционных гипсовых материалов и изделий на их основе в реализации национального проекта «Доступное жилье» и программы «Жилище» в нашей стране в 2005 году была создана «Российская гипсовая ассоциация».

Опыт производства изделий из гипсовых композиционных материалов для малоэтажного

строительства имеется и в Белгородской области [12...15]. На основе гипсового и гипсоцементно-пуццоланового вяжущего разработана вакуумная технология производства ячеистого гипсобетона и ГЦП бетона, что позволило рекомендовать их в качестве стеновых материалов в виде стеновых блоков для строительства одноэтажных двухквартирных жилых домов.

Стремительно входящее в моду в нашей стране «зеленое» строительство диктует совершенно новые требования к качеству жизни населения и организации окружающей среды. Положительные свойства гипса (экологическая чистота, быстрый набор прочности, хорошие тепло- и звукоизолирующие свойства, отсутствие усадочных деформаций, хорошая теплоизоляционная и звукопоглощающая способность, огнестойкость, положительное влияние на здоровье людей путем создания в помещениях благоприятного микроклимата и др.) позволяют сохранять и повышать эксплуатационные качества зданий из композиционных гипсовых материалов и комфорт их внутренней среды, что является основной целью «зеленого» строительства, а получаемые на его основе строительные материалы относятся к «зеленым» материалам (рис. 5).



Рис. 5. Оценка производства и применения КГВ, материалов и изделий на их основе на окружающую среду и человека на всем жизненном цикле

Таким образом, экологические и технико-экономические аспекты производства гипсовых композиционных материалов указывают на возможности их широкого применения в традиционных, а также новых перспективных областях современного строительства. Решающим фактором является качество и стоимость материала, скорость возведения объектов, расширение архитектурно-строительных решений. Поэтому совершенствование технологии производства гипсовых композиционных материалов, улучшение

их функциональных и эксплуатационных свойств является важнейшим направлением научных исследований.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колмыков А.Н. Строительство в Древнем Египте. Комплексное строительно-техническое и трасологическое исследование // Архитектура и строительство России. 2010. С. 18-26.

2. Рахимов Р.З. Рахимова Н.Р. Строительство и минеральные вяжущие прошлого, настоящего, будущего // Строительные материалы. 2013. № 5. С. 57-59.
3. Ферронская А.В. Справочник. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение) М.: Изд-во АВС, 2004. 485 с.
4. Гончаров Ю.А., Бурьянов А.Ф. Ключевые факторы успешного развития отрасли гипсовых материалов // Строительные материалы. 2013. № 2. С.70–72.
5. Пустовгар А.П., Бурьянов А.Ф., Василик П.Г. Особенности применения гиперпластификаторов в сухих строительных смесях // Строительные материалы. 2010. № 12. С. 62–65.
6. Чернышева Н.В., Лесовик В.С. Быстро-твердеющие композиты на основе водостойких гипсовых вяжущих. Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. 124 с.
7. Шамис, Е.Е. Строительство XXI – инновационные идеи совершенствования промышленных методов // Технический университет Молдовы, 2010. 262 с.
8. Баженов Ю.М., Коровяков В.Ф., Денисов Г.А. Технология сухих строительных смесей. М. 2003. 96 с.
9. Клименко В.Г., Погорелова А.С., Хлыповка П.П. Двухфазовые гипсовые вяжущие для сухих смесей на основе техногенного гипса // Известия вузов. Строительство. 2005. № 3. С. 51–55.
10. Халиуллин М.И., Алтыкис М.Г, Рахимов Р.З. Эффективные сухие гипсовые смеси с добавками полимерных волокон // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2004. №3. С. 33–37.
11. Чернышева Н.В., Муртазаев С.-А.Ю., Аласханов А.Х. Сухие строительные смеси на основе КГВ // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в промышленности строительных материалов (XIX научные чтения): материалы Международной научно-практической конференции. Белгород: Изд-во БГТУ. 2010. Ч. 3. С. 288–292.
12. Лесовик В.С., Чернышева Н.В., Клименко В.Г. Процессы структурообразования гипсосодержащих композитов с учетом генезиса сырья // Известия ВУЗов. Строительство. 2012. №4. С. 3–11.
13. Чернышева Н.В., Агеева М.С., Эльян Исса Жамал Исса, Дребезгова М.Ю. Влияние минеральных добавок различного генезиса на микроструктуру гипсоцементного камня // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2013. №4. С. 12–18.
14. Лесовик В.С., Погорелов С.А., Строкова В.В. Гипсовые вяжущие материалы и изделия. Белгород, 2000. 224 с.
15. Войтович Е.В., Айзенштадт А.М. Проектирование составов композиционного гипсового вяжущего с применением наноструктурированного кремнеземного компонента: термодинамический аспект // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №5. С. 26–30.

---

**Chernysheva N.V. Drebezgov D.A**

**PROPERTIES AND APPLICATIONS OF REACTIVE COMPOSITES  
ON THE BASIS OF GYPSUM BINDERS**

*The article presents information on the use of gypsum and construction materials based in the construction of buildings and structures at various stages of the development of civilization.*

**Key words:** *gypsum, gypsum cement, gypsum building materials.*