

СЫРЬЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПОРИСТЫХ ЗАПОЛНИТЕЛЕЙ ДЛЯ БЕТОНА

Столевич И.А. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры*)

Приведены силикатный состав и химические характеристики илистых грунтов и известняков-ракушечников, физико-механические параметры пористого заполнителя – кералита и карбонатного песка

В настоящее время одним из основных направлений развития строительства является снижение трудоемкости и материалоемкости при использовании строительных материалов и конструкций, уменьшение энергоемкости и использование местных материалов.

Ресурсосбережение признано важной социально – экономической задачей.

Легкий бетон на пористых заполнителях представляет собой универсальный строительный материал, позволяющий при его рациональном использовании решать многие актуальные задачи современного строительства и одновременно решать экологические, ресурсосберегающие и экономические проблемы за счет технологических и техногенных отходов при применении и изготовлении местных пористых заполнителей.

Ведущее место в общем объеме выпуска пористых заполнителей (около 75%) в стройиндустрии пока продолжает занимать высокоэнергоемкий керамзит, требующий расширения разработок карьеров глинистого сырья и тем самым непоправимо нарушая природный ландшафт и сохранность окружающей среды.

Между тем, одним из главных девизов третьего тысячелетия является сохранение окружающей среды. Основное внимание должно быть уделено ресурсосбережению, экономии сырья и материалов, затрат труда.

Последнее предопределяет стремление сохранить ресурсы природных материалов, а для этого существенно сократить или совсем исключить разработку карьеров глинистого сырья для производства керамзита (как это имеет место сейчас в странах Западной Европы), сократить разработку горных массивов для производства плотного за-

полнителя при замене его высокопрочным пористым. Будут использоваться заполнители из побочных продуктов или отходов различных производств (металлургии, энергетики и др.).

В портах Черноморского и Азовского бассейнов Украины объем дноуглубительных работ составляет более 10 млн. м³ в год. Эти грунты, представленные до 80% типичными илами, сбрасываются на прибрежные подводные свалки (дампинг), что приводит к нарушению биологического равновесия в экосистеме "море - суша". Попытка переноса дампинга на большие глубины значительно увеличивает затраты на дноуглубительные работы и не снижает ущерба от загрязнения моря.

В мировой практике нет опыта оптимальной переработки и рационального использования в строительстве вынутых при дноуглублении илистых грунтов.

Разработанная и внедренная технология утилизации грунтов при дноуглублении решает актуальную задачу производства новых строительных материалов – гравия, щебня, песка из бросовых грунтов в современных условиях дефицита сырьевых ресурсов. Впервые получены опытно – промышленные партии качественного вспученного пористого заполнителя путем обжига илистого сырья в более короткий период и при более низкой температуре (1150...1170°С) по сравнению с легкоплавкими глинами.

В южных регионах Украины широко распространены низкопрочные карбонатные породы (пористые известняки и известняки-ракушечники), которые являются местным материалом и составляют основную часть каменных пород. При одновременном дефиците в качественном кварцевом песке имеются огромные количества (до 70% объема разрабатываемой горной массы) технологические отходы (песок, штыб, мелкие и крупные куски камня), которые можно успешно применять в качестве мелкого заполнителя в легких бетонах.

Суглинистые и глинистые илы имеют широкое распространение практически во всех прибрежно лимано – морских речных (устья) отложениях.

Содержание основных химических составляющих в сырье оценивают по количественному составу диоксида кремния, оксидов алюминия, железа, кальция, магния, калия, натрия, соединений серы в перерасчете на SO₃, органических соединений и других химических составляющих.

Следует обратить внимание на то, что грунты, вынутые при дноуглублении, можно рассматривать с позиции использования их в качестве сырья при строгом соблюдении условия экологически чистой сис-

темы "береговой отвал – сырье – производство – продукт – изделие".

По химическому составу илы отнесены к группе алюмосиликатов с достаточным содержанием кремнезема и глинозема ($Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot nH_2O$), основных компонентов формирования внутренней структуры керамики при термообработке.

В илах встречаются морские и лиманские соли, повышающие прочность керамики ($NaCl$, KCl , $NaNO_3$, KNO_3 , Na_2SO_4). Железо в илах, повышающее пиропластические качества шихты, находится в оксидных и закисных соединениях.

В современных илистых осадках имеются в достаточном количестве для создания структуры керамических материалов и изделий, оксиды кальция (CaO), калия (K_2O), натрия (Na_2O), титана (TiO_2) и др.. Их количественный состав колеблется в широких пределах (% по массе): SiO_2 – 50...70; Al_2O_3 – 12...27; $Fe_2O_3 + FeO$ – 1,5...14; CaO – 2...6 и т.д. Химические составляющие почти всех исследованных проб находятся в пределах нормативных требований к традиционному глинистому сырью.

Результаты химического анализа илистых отложений акваторий и береговых отвалов ряда портов приведены в табл. 1.

Таблица 1
Результаты химического анализа илистых грунтов(силикатный состав)

Наименование химических составляющих (результаты рентгено-спектрального анализа)	Место отбора проб илистых грунтов и содержание основных химических составляющих, % по массе					Требование к глинистому сырью ГОСТ 9757 – 90 ТУ 21 – 0284739 – 12 - 90
	п.Южный (Аджал.лиман)	п.Николаев (вост.набер.)	п.Белгород – Днестровский (берег.отвал)	п.Усть – Дунайск (эсп.свалка)	п.Мариуполь (акватория и подходной канал)	
SiO_2	59,2	71,3	64,2	53,0	69,2	≤ 70
$Al_2O_3 + TiO_2$	17,3	15,6	12,7	15,8	7,4	10 -25
$Fe_2O_3 + FeO$	5,2	2,8	5,0	7,0	3,6	2,5 – 12,0
CaO	5,5	2,5	7,5	5,0	7,0	$\leq 6,0$
MgO	3,0	1,2	2,1	3,0	1,3	$\leq 4,0$
SO_3	1,3	0,5	1,0	2,4	1,0	$\leq 1,5$
$K_2O + Na_2O$	3,2	1,5	3,0	10,0	3,1	1,5 – 6,0

Полученные результаты генезиса и свойств илов показали, что со-

временные донные отложения практически всех месторождений по своему гранулометрическому, минералогическому и химическому составу очень близки к составу легкоплавких глин – традиционному сырью для производства строительной керамики табл. 1.

Илистые грунты, послойно уложенные и просушенные до формовочной влажности в картах намыва, имеют свои специфические особенности (однородность состава, высокая пластичность и др.), исключая процессы сложной переработки (гомогенизация) и позволяющие отнести их к ценному алюмосиликатному сырью.

Наиболее близкой для производства кералита, путем переработки и обжига илистых грунтов, является силикатная технология (реакция спекания керамики), для которой характерны физико-химические процессы, протекающие в кристаллической и жидкой (расплав) фазах при сравнительно высоких температурах термоподготовки и обжига.

По своим физико-механическим характеристикам (плотность, прочность, водопоглощение, морозостойкость и др.), приведенным в табл.2, полученный материал соответствует стандарту на пористые заполнители первой и высшей категории качества.

Таблица 2

Физико-механические свойства заводских проб кералита

Наименование показателя	Фракция, мм		Значение по ГОСТ 9757 - 90
	5 - 10	10 - 20	
Насыпная плотность, кг/м ³	350 - 540	300 - 500	250 - 600
Содержание фракции, %	36,5	61,5	-
Прочность при сжатии (сдавливании в цилиндре), МПа	2,5 – 3,3	2,0 – 2,5	0,8 – 2,5 и более
Водопоглощение, %	7 - 9	9 - 11	Не более 30
Влажность, %	0,1 – 0,4	0,2 – 0,5	Не более 5,0
Коэффициент формы зерен	1,3 – 1,4	1,3 – 1,5	Не более 2,5
Коэффициент вспучивания	2,5 – 3,0	2,5 – 5,0	-
Содержание размолотых зерен, %	3	4	Не более 15
Морозостойкость (25 циклов), %	Нет потерь	Нет потерь	Не более 8
Потеря в массе при кипячении, %	3,2	3,2	Не более 5
Содержание водорастворимых сернистых и сернокислых соединений, %	0,02	0,02	Не более 1

В соответствии с СН 483-76 такой кералитовый гравий может быть рекомендован для получения конструкционных кералитобетонов

прочностью 10...25 МПа и выше.

В качестве мелкого заполнителя применяли карбонатный песок Орловского местонахождения Одесской области, полученный путем дробления и отсева отходов камнепиления и кусков низкопрочного известняка – ракушечника. Применение такого песка в качестве мелкого заполнителя для различных бетонов, в том числе и для легкого бетона, регламентировано РСТ УССР 5014-82 [88] и подтверждено многочисленными исследованиями.

Химический состав известняков-ракушечников указанного месторождения и усредненные данные по месторождениям Украины приведены в табл.3.

Таблица 3

Химический состав известняков-ракушечников, % по массе

Месторождение	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Потери при прокаливании
Орловское	3,36	2,68	0,82	51,0	1,34	0,07	40,7
Главанское	4,2	2,82	0,9	50,2	1,0	0,06	41,8
Усредненное по Украине	1,7	1,21	1,21	53,3	0,92	0,67	42,4

По химическому составу известняки-ракушечники Орловского месторождения можно отнести к чистым известнякам. Полученные из них карбонатные пески не содержат вредных примесей: они чисты и годны к применению.

Сопоставление химического состава известняков-ракушечников месторождений Украины показывает их незначительное отличие. Учет этого обстоятельства в сочетании с имеющимися данными о мощности Орловского месторождения, а также реальными возможностями промышленной поставки карбонатного песка из этого месторождения обосновывает его использование при производстве кералитобетона.

Как показывали исследования, карбонатный заполнитель не является инертным материалом, а вступает в активное физико-химическое взаимодействие с клинкерным цементом. Это положительное свойство карбонатных заполнителей дополняется их способностью создавать эффект самовакуумирования, что приводит к увеличению прочности в бетоне, как самого песка, так и контактного слоя с цементным камнем. Кроме того, следует отметить, что карбонатная пыль фракции (< 0,14 мм) играет роль микрозаполнителя цемента, так как имеет с ним не

только химическое сходство, но и близка по размеру частиц.

Учет этого обстоятельства позволяет снизить расход цемента в равнопрочных бетонах, способствует улучшению удобоукладываемости бетонной смеси и повышению водонепроницаемости бетона.

Основные физико-механические характеристики карбонатного песка определены по ГОСТ 8735-88. Прочность песка при сжатии в цилиндре определены по РСТ УССР 5014 – 82. Перед испытанием отсеивалась фракция более 5 мм, содержание которой составляло в среднем 4% массы.

Вывод. Усредненные результаты испытаний партий карбонатного песка, приведенные в табл. 4, показали, что такой песок удовлетворяет требованиям ГОСТ 8736-85 и РСТ УССР 5014-82 и может быть использован для получения кералитобетонных прочностью до 30 МПа.

Таблица 4

Основные физико-механические характеристики карбонатного песка Орловского месторождения

Гранулометрический состав		Прочность исходной породы Рисх.п., МПа	Прочность песка при сдавливании в цилиндре Рц, МПа	Насыпная плотность рнас, кг/м ³	Плотность в цементном тесте рц.т., кг/м ³	Пустотность П, %	Водопоглощение W, %	Модуль крупности Мк	Удельная плотность руд, г/см ³	Содерж. отдельно глинистых частиц, %
Частные остатки на контрольных ситах %										
17,4	2,5	0,9	1,6	1160	2390	42	5,4	2,38	2,99	0,48
12,4	1,25									
17,0	0,63									
15,7	0,315									
17,4	0,14									
	менее									
19,8	0,14									

Литература

1. Чуприн В.Н. и др. Сырьевая смесь для изготовления кералита. // А.С.1698212. БИ №46 – М., 1991.
2. Яворский А.К. Применение мелких карбонатных заполнителей в керамзитобетоне / Обзорная информация: Сер.3: Промышленность сборного железобетона, вып.2. – М., 1980. – 52 с.