

Мавлянов А.С., Абдыкалыков А.А., Ассакунова Б.Т.

КУРУЛУШ ИНДУСТРИЯСЫНЫН ЖЕРГИЛИКТҮҮ СЫРЬЕ БАЗАСЫНЫН ТҮЗҮЛҮҮСҮ

Мавлянов А.С., Абдыкалыков А.А., Ассакунова Б.Т.

ФОРМИРОВАНИЕ МЕСТНОЙ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ СТРОЙИНДУСТРИИ

A.S. Mavlyanov, A.A. Abdykalykov, B.T. Assakunova

FORMATION OF A LOCAL SOURCE OF RAW MATERIALS OF CONSTRUCTIONAL INDUSTRY

УДК: 666.973

Бул иште рудалык, рудалык эмес материалдарды жана таш көмүрдү казып алуу жана иштеп чыгууда коштоочу калдыктардын эсебинен сырьё базасынын түзүлүшү көрсөтүлгөн.

Физика-механикалык мүнөздөрүнүн сыноо жыйынтыктары жана аларды утилизациялоонун жолдору келтирилди.

Негизги сөздөр: *кошумча азыктар, өзүнөн өзү күйүү, рудалык эмес материалдар, техногендик кум, массивдик текстура, салыштырма бети, материал бетинин морфологиясы, адгезия, генезис, минерализатор, күйүүчү порода, коллоидация, сульфатка туруктуулугу.*

В работе показано формирование блока сырьевой базы за счет отходов, сопутствующих добычу и обработке рудных и нерудных материалов и топлива.

Приведены результаты испытания физико-механических характеристик и пути их утилизации.

Ключевые слова: *побочные продукты, самовозгорание, нерудные материалы, техногенные пески, массивная текстура, удельная поверхность, морфология поверхности, адгезия, генезис, минерализатор, горелая порода, коллоидация, сульфатостойкость.*

The article describes the formation of a source of raw materials block at the expense of accompanying mining and processing of ore and non-ore materials and fuel.

The results of physical-mechanical characteristics tests and the ways of their utilization are given.

Key words: *coproducts, self-ignition, nonmetallic materials, technogenic sand, massive texture, specific surface, surface morphology, adhesion, genesis, mineralizer, burned breed, kolloidation, sulfate resistance.*

Минеральная сырьевая база стройиндустрии складывается из двух блоков сырья: природного и техногенного.

Состояние природной сырьевой базы оценивается по балансу месторождений строительных материалов республики по результатам геологических изысканий.

Природное своеобразие республики это то, что она представляет типичную горную страну, лежащую в пределах высот 5000-7439 м над уровнем моря, и зачастую доступ к некоторым месторождениям затруднен.

Если требования к сырью пересматриваются периодически в сторону ужесточения, то геологические службы дают оценку новых месторождений сырья по-прежнему. Качественным сырьем считае-

тся то, которое без корректировки обеспечивает получение кондиционного продукта. Однако, если рассматриваемое сырьё для одного продукта оказывается некондиционным, то при его корректировке другим и оптимизации состава можно получить продукт требуемого качества, поэтому необходим комплексный подход к изучению природного минерального сырья.

Нерудные полезные ископаемые в зависимости от их состава и свойств, могут использоваться в различных отраслях народного хозяйства. Например, известняк может быть применен в строительстве как бутовый и стеновой камень, а также в производстве цемента и извести, в металлургической промышленности – как флюсы, в химической – для получения хлорной извести, в сельском хозяйстве – для нейтрализации кислых почв и т.д.; глинистые породы можно использовать в 25 отраслях, тогда как у нас рассматривается только как сырьё для керамической и цементной промышленности и для производства легких пористых заполнителей.

Гранит, мраморы, диориты используются в производстве щебня, мраморной крошки, для облицовочных изделий, тогда, как известно более широкое их использование (в 15 отраслях).

Таким образом, одним из важных условий правильной оценки месторождений является всестороннее изучение их состава.

Второй блок сырьевой базы – это промышленные отходы, источником образования которых являются предприятия энергетики, химии, пищевой, горнодобывающей промышленности и стройиндустрии, получаемые при добыче и переработке минерального сырья. Они не нашли масштабного применения, что обусловлено чрезвычайной пестротой их химического состава, свойств, технологических особенностей, условий образования, неизученностью и т.д.

Поэтому необходима систематизация и исследование свойств промышленных отходов, имеющих на территории Кыргызской Республики с целью утилизации их в производстве строительных материалов.

Боженковым П.И. предложено классифицировать промышленные отходы в момент выделения их из основного технологического процесса на три класса: А; Б; В [1].

Продукты класса А (карьерные остатки и остатки после обогащения на полезное ископаемое) имеют химико-минералогический состав и свойства соответствующих горных пород.

Продукты класса Б – искусственные вещества, полученные как побочные продукты в результате физико-химических процессов, протекающих при обычных или чаще высоких температурах. Диапазон возможного применения этих промышленных отходов шире, чем продуктов класса А.

Продукты класса В образуются в результате физико-химических процессов, протекающих в отвалах. Такими процессами могут быть самовозгорание, распад шлаков и образование порошка. В рамках данной работы рассмотрены отходы, которые сопутствуют добыче топлива и образуются при обработке рудных и нерудных материалов.

Горнодобывающая и металлургическая отрасли являются базовыми в экономике республики и характеризуются высокорентабельным производством, ориентированным на экспортную продукцию. Эти отрасли обеспечивали около 60 процентов всего промышленного производства Кыргызстана и базируются на минерально-сырьевых ресурсах, представленными крупными разведанными запасами золота, вольфрама, олова, сурьмы, ртути, редкоземельных металлов. Горнодобывающие предприятия перерабатывают миллионы тонн различных горных пород, содержащих полезные ископаемые. Масса обогащенной руды составляет в лучшем случае 30%, а остальные в виде хвостов идут в отвалы.

Производство нерудных строительных материалов занимает второе место среди горнодобывающих отраслей и включает минеральное сырье, потребляемое силикатной промышленностью (цементной, керамической, стекольной, камнеобрабатывающей).

Предприятия нерудных строительных материалов перерабатывают изверженные, метаморфические и осадочные породы, при обработке которых образуются техногенные пески.

Отличие техногенных песков от природных обусловлено технологическими операциями, генезисом и составом исходных пород, что формирует их как высокоактивных и энергонасыщенных компонентов твердеющей системы (бетонов).

В таблице 1 приведены физико-механические характеристики техногенных песков, полученных из наиболее используемых в строительстве горных пород при однократном дроблении в щековой дробилке. Для сравнения приведены характеристики природного песка.

При механическом воздействии на породу разрушение в первую очередь происходит по наиболее ослабленным зонам.

Высококачественный техногенный песок образуется при дроблении средне- и крупнозернистых магматических и метаморфических пород равномернозернистой структуры и массивной текстуры. По модулю крупности наиболее крупные пески получаются из прочных пород: базальт ($M_k=4,1$); известняк ($M_k=4,3$).

Таблица 1 - Физико-механические свойства техногенных песков

№ п/п	Наименование материала	$M_{кр}$	$\rho_{нас}, \text{г/см}^3$	$\rho_{ист}, \text{г/см}^3$	Пустотность, %	Удельная поверхность, (S) $\text{см}^2/\text{г}$	Вп, %	Содерж. глины
1	Природный песок	2,3	1,57	2,48	35,9	1180,4	7	16
2	Известняковый песок	4,1	1,49	2,47	39,1	980	5,9	-
3	Волластонитовый	3,47	1,52	2,7	41,5	1102	6,4	-
4	Гранитный песок	3,16	1,46	2,6	42,0	1105	6,1	-
5	Мраморный	2,45	1,55	2,63	42	1050	-	-
6	Сланцевый	3,3	1,5	2,75	41,9	1190	6,7	-
7	Базальтовый песок	4,3	1,45	2,63	34,9	1108	6,0	-

Пески из базальта, гранита (магматической), известняка (осадочной), мрамора (метаморфической) характеризуются физико-механическими свойствами, присущими материнской породе.

Удельная поверхность, водопотребность дают представление о поведении песков в бетонной смеси.

Удельная поверхность техногенных песков ниже чем природного песка. У гранитного песка ($1105 \text{ см}^2/\text{г}$) выше, чем известнякового ($980 \text{ см}^2/\text{г}$), т.к. они отличаются минеральным составом. При дроблении гранитов образуются полиминеральные пески, а из известняка - мономинеральные.

Сланцевый песок имеет пелитовую структуру с плитовидной плоской формой зерен, что способствует повышению удельной поверхности ($1190 \text{ см}^2/\text{г}$).

Водопотребность техногенных песков ниже водопотребности природных, т.к. последние характеризуются повышенной удельной поверхностью и содержанием глинистых и пылевидных частиц.

В таблице 2 приведена петрографическая характеристика техногенных песков.

Таблица 2 - Петрографическая характеристика песков из различных пород

№ п/п	Наименование материала	Минералогический состав	Содержание, %	Цвет	Структура, текстура, форма зерен
1	Волластонитовая порода	Волластонит Кальцит Полевой шпат Кварц	34,54 54,16 6,23 3,02	Белый, встречаются участки, окрашенные в более темные цвета с карбонатными прожилками	Длинно-призматической, таблитчатой структуры. Имеются игольчатые и шаровидные формы. Шелковистый блеск зерен. Текстура плотная.
2	Известняк	Магнезит Кальцит	4,11 95,21	Серый	Осадочная. Форма зерен плитовидная, ромбовидная, параллелипipedная. Плотной текстуры. Блеска не имеет.
3	Сланец	Глинистые частицы Хлорит Кварц Полевой шпат Кальцит Рудные минералы	70 15 5 2 5 3	Тёмно-серый	Метаморфическая. Структура пелитовая. Текстура плотная сланцеватая. Форма зерен плитовидная, плоская.
4	Базальт	Плагиоклаз Кальцит Пироксен Оливин	40-45 10-15 20-22 10-15	Тёмно-серый с сиреневатым оттенком	Скрыто-кристаллической структуры. Форма зерен таблитчато-шаровидная, ромбовидная
5	Гранит	Кварц Полевой шпат Плагиоклаз Слюда	25-30 35-40 20-25 5-10	Темно-серый с красноватым оттенком	Призматическая, столбчатая, чешуйчатая

Форма, морфология поверхности, адгезия заполнителя определяются генезисом, и, как следствие, структурно-текстурными характеристиками, минералогическим составом. Так, при измельчении полиминеральных пород (гранит) разрушение происходит по контактам минералов; зерна первичных минералов сохраняют форму, близкую к габитусу их кристаллов (призматическую, столбчатую, игловидную, чешуйчатую).

При разрушении мономинеральной породы (мрамор, известняк) форма зерен обусловлена структурно-текстурными особенностями (наличием или отсутствием ориентации зерен в пространстве, минеральным составом, габитусом кристаллов, игловатостью, видом спайности (у волластонита)), типоморфными особенностями (степенью дефектности минеральных агрегатов).

В данной работе исследовались в основном полиминеральные породы (волластонитсодержащая порода, сланец, гранит, базальт), поэтому и техногенные пески образуются полиминерального состава. Анализируя минеральный состав, можно отметить присутствие во всех материалах кальцита, полевых шпатов, кварца в различных количествах, которые практически присутствуют в природных песках. Поэтому рассматриваемые техногенные пески могут быть использованы в качестве мелкого заполнителя в

бетон. Пески из волластонитовой породы отличаются содержанием игловатых частиц, которые могут служить микроармирующим и структурообразующим звеном в бетонах, благодаря сродства волластонита к клинкерным минералам.

Сланцевые пески отличаются пелитовой структурой и высоким содержанием глинистых минералов, плитовидной плоской формой зерен. Испытания их в бетоне показали достаточную адгезионную прочность в контактной зоне с цементом, обусловленную физико-химическими процессами.

Исследование физико-механических характеристик техногенных песков показывает возможность использования их в составе бетонов, что способствует расширению сырьевой базы для получения изделий с повышенными характеристиками и утилизации отходов камнеобработки.

К этой же группе материалов относятся запасы флюоритовой породы, месторождения: Хайдарканское рудное поле (запасы оценены в 350 тыс. т); Куртка (30,0 тыс. т); Кокомерен (22 тыс. т); Бурунду (200 тыс. т). Попутная его добыча осуществляется только на месторождении Хайдаркан. Однако до настоящего времени он в промышленности не используется.

Химический состав флюоритовой породы Хайдаркана представлен содержанием в (%): СаО 51,21-

51,30; F 48, 43-49, 53; SiO₂ 0,09-0,13; Fe₂O₃ 0,01-0,02; Al₂O₃ 0,03-0,16; H₂O 0,02-0,07. Содержание плавикового шпата (CaF₂) в породе, который является активным минерализатором в процессе клинкерообразования, составляет 16,3-18,0%.

Для получения портландцемента тонкоизмельченную породу в количестве 1,5-6,0% от массы вводят в смесь, что обуславливает наличие в смеси 0,1-0,3% CaF₂. При этом температура обжига сырьевых смесей снижается на 100-150°C, процесс клинкерообразования в смесях, содержащих флюоритовую породу, завершается при температуре 1450°C.

Годовая потребность во флюоритовой породе для Кантского цементного завода составляет 6-8 тыс.т.

Для Кантского цементного завода наибольший интерес представляет месторождение Актюз, где в зоне действующего карьера флюорит идет в отвал. Жилы кварц-кальцитового состава с высоким содержанием флюорита располагаются на незначительном удалении от цементных заводов (Барскаун, Кокомерен) [3].

При использовании флюорита в производстве цемента снижается расход топлива на процесс обжига. Экономический эффект от его применения составляет 150-200 сомов на 1 т клинкера.

Типичными представителями отходов класса «В» являются горелые породы [2].

Свойства горелых пород определяются условиями их формирования: составом минеральной части, температурой. Основная часть терриконника сложена кусками породы, степень обжига которых колеблется от недожога до образования плотного черепка, а иногда и вспученных масс.

Преимущественно открытая пористость, значительная удельная поверхность, наличие активных форм оксидов в горелых породах придает их поверхности повышенную физико-химическую активность.

Горелые породы являются активными компонентами вяжущих, бетонов, так как в процессе обжига каолиниты и гидроалюмосиликаты метаморфизируются, и составляющие их интенсивно взаимодействуют с Ca(OH)₂.

Г.И. Книгиной предложено горелые породы характеризовать величиной адсорбционной активности. Максимальную активность имеют породы, обожженные при 500-600°C. Повышение температуры обжига до 800-1000°C резко снижает их активность. Повышению активности горелых пород способствует наличие микропор и микротрещин.

Активность горелых пород по отношению к извести и гипсу характеризуют величиной глинисто-железистого модуля: $M = \frac{Al_2O_3 + Fe_2O_3}{SiO_2}$, в зависимости от которого горелые породы разделяют на четыре группы (табл. 3).

Таблица 3 - Классификация горелых пород по глинисто-железистому модулю

Группы активности горелых пород	М	Вещественный состав породы
Малоактивные Умеренно активные Активные Высокоактивные	менее 0,2 0,2-0,3 0,3-0,45 более 0,45	Крупнозернистые песчаники, карбонатные сланцы Мелкозернистые песчаники, алевролиты. Алевролиты, аргиллиты Аргиллиты

Горелые породы легко измельчаются, так как им характерно значительное содержание микрошелей, образующихся при пиропроцессах. Кроме того, графит, содержащийся в горелых породах, также способствует интенсификации помола.

При испытании глиежа Сулюктинского месторождения как глинистого сырья, установлено, что пластичность его (П) равна 7,6 и по числу пластичности относится к умеренно пластичному сырью. Дополнительно установлены свойства, приведенные в таблице 4.

Таблица 4 - Характеристика глиежа

Свойства	Значения
Суммарная емкость обмена, Мг-экв/100г	26,84
Состав обменных катионов, Мг-экв/100г	18,10
Ca ²⁺	5,07
Mg ²⁺	3,03
Na ²⁺	2,61
Истинная плотность	40
Набухаемость, %	40

Рассматриваемая горелая порода характеризуется достаточно высокой суммарной емкостью объемом 26,84 Мг-экв/100 г, что показывает высокую адсорбционную способность породы. Причем в составе обменных катионов преобладает Ca²⁺(18,10 $\frac{\text{Мг-экв}}{100\text{г}}$); Mg²⁺(5,07 Мг-экв/100г), а обменный ион Na⁺(3,09 Мг-экв/100 г).

С использованием глиежа были разработаны известково-глиежевые вяжущие вещества, прочность которых возрастает с увеличением количества извести, так как в процессе твердения увеличивается количество новообразований (гидросиликатов). Так, при содержании извести до 30% максимальная прочность (22,1 МПа) достигается в 28-сут. возрасте, что соответствует М200. При добавке 5-10% портландцемента в глиежеизвестковые вяжущие прочность повышается до 26,21 -37,61 МПа.

Гипс играет роль химического активатора глиежа, т.к. железистые цемянки с относительно высоким содержанием Al₂O₃ и SiO₂ особо чувстви-

тельна к гипсам. При добавке гипса материалы твердеют интенсивнее и прочность образцов повышается, особенно после гидротермальной обработки. Составы, в которых гипс содержится до 10%, характеризуются прочностью (18,02-21,82 МПа). Однако увеличение гипса до 20% приводит к резкому снижению прочности.

Составы глинисто-зольных вяжущих с добавкой золы в количестве 10-20% характеризуются прочностью 18,45-20,01 МПа.

При использовании глиежа в качестве активной минеральной добавки водопотребность цементов повышается, что можно объяснить высокой адсорбционной способностью добавки. Наблюдается некоторое ускорение начала схватывания, обусловленное высокой активностью глиежа. Удлинение сроков схватывания можно объяснить тем, что поглощенная в первые минуты вливания вода, со временем выходит в жидкую фазу твердеющей массы, тем самым увеличивая период ее коллоидации на некоторое время. Повышается сульфатостойкость цементов.

Наибольшая прочность характерна цементам с содержанием глиежа до 20% (41,1 МПа). По мере увеличения количества глиежа до 30% марка цемента снижается на порядок (29,1 МПа), а при 40% - на два порядка (23,6 МПа). Получены вяжущие М200-300.

Толщи глиежей встречаются на угольных месторождениях Кавакского бурогоугольного бассейна, на Таш-Кумырском, Кызыл-Кийском, Сулюктин-

ском угольных месторождениях, которые могут найти применение в силикатной промышленности (цементной, керамической).

Выводы:

- Изучены механогенные отходы при разработке и обработке наиболее широко применяемых горных пород для производства техногенных песков;
 - Рекомендовано использование флюоритовой породы в качестве минерализатора в производстве ПЦ, которая снижает температуру обжига на 100-150°C, снижает расход топлива и себестоимость продукции с экономическим эффектом 150-200 сом на 1 т клинкера;

- Исследованы местные месторождения глиежей, с использованием которых разработаны известково-глиежевые, золо-глиежевые вяжущие М200-300. Установлено, что глиежи могут быть использованы в цементной, керамической промышленности как добавки.

Литература:

1. Боженев П.И., Глибина И.Г., Григорьев Б.А. Строительная керамика из побочных продуктов промышленности - М.: Стройиздат.-1986г.-144с.
2. Книгина Г.И. Строительные материалы из горелых пород. – М.: Изд-во литературы по стр., 1966 г.
3. Ассакунова Б.Т. Использование местных сырьевых материалов в качестве минерализующих добавок в производстве цемента. Инф. Л. №93 (7200). Бишкек: Кыргыз НИИНТИ, 1995 г.

Рецензент: д.т.н., профессор Сеитов Б.М.