

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАРХАННЫХ ПЕСКОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Б.А.Балакирев, А.Т.Туленов, Б.С.Шакиров
ЮКГУ им. М.Ауезова, г. Шымкент

Одной из важнейших проблем экологии в Республике Казахстан является решение вопроса об утилизации мелкодисперсных, пылеватых барханных песков. Вместе с тем, стоящие перед страной задачи по ускорению экономического развития нашего общества должны решаться на основе широкого внедрения научно-технических достижений. Одно из важных направлений развития экономики страны – значительное увеличение объема производства и повышение качества строительных материалов при максимальном использовании местного сырья. В связи с этим необходима разработка оптимальных технологических решений и энергосберегающих технологий строительных материалов, а также техническое перевооружение и реконструкция устаревших предприятий.

Некондиционный сырьевой материал, каким является полиминеральный (барханный) песок, широко распространен в Казахстане и прилегающих регионах. Массивы барханных песков в Казахстане и среднеазиатских республиках занимают площадь около 1 млн. км². Эти мелкодисперсные пески в количестве сотен тысяч тонн ежегодно переносятся ветром на сотни и тысячи километров. Исследования в этом направлении по многочисленным международным программам однозначно показывают, что антропогенные нагрузки на природные системы превысили допустимый уровень, а состояние окружающей среды близко к потере равновесной стабильности.

Одним из путей, который может помочь решить данную проблему, по нашему мнению, является широкое использование барханных песков в производстве строительных материалов, где потребление барханных песков может приобрести массовый характер.

Основными причинами, сдерживающими широкое применение барханных песков в производстве строительных материалов, в частности, бетона, являются значительный перерасход цемента (на 40-60 %) и высокая водопотребность бетонных смесей, что приводит к водоотделению и расслоению смесей, а также образованию микротрещин, обуславливающих понижение прочности и долговечности бетона. Это связано с тем, что барханные пески характеризуются повышенным содержанием фракций менее 0,3 мм, количество частиц мельче 0,15 мм в отдельных случаях достигает 95%. Удельная поверхность песков колеблется в пределах от 130 до 600 см²/г. По минералогическому составу барханные пески содержат значительное количество полевых шпатов, а также слюды, карбонаты, глинистое вещество.

Другим широко распространенным в Казахстане и прилегающих регионах материалом, применяемым в производстве строительных изделий, является лёссовое сырьё. Однако используется оно не всегда достаточно эффективно. Так, в большом количестве это сырьё потребляется промышленностью для получения стеновой керамики. Однако строительный кирпич, выпускаемый в настоящее время из такого сырья, часто характеризуется невысокой прочностью и низкой морозостойкостью. Неудовлетворительное качество этого строительного материала обусловлено не только малой пластичностью лёссового сырья, но и другими его особенностями, такими, как высокое содержание тонкодисперсного карбоната кальция или присутствие крупных известняковых включений.

Вышеизложенное предопределило актуальность разработки экономичных технологий, дающих возможность синтеза лёссовопесчаных материалов и получения на их основе качественных изделий. Для решения этого вопроса разработана структурно-логическая схема исследований и выполнены работы по получению строительных материалов из лёссовопесчаных шихт. Разработанная структурно-логическая схема позволила определить следующие основные задачи исследований: 1 - определение возможности получения на основе низкообоженных лёссовидных пород активного микронаполнителя для песчаных бетонов и установление

оптимальных технологических параметров этого процесса; 2 - разработка составов и изучение свойств песчаных бетонов на барханных песках с микронаполнителем из обожженных лёссовидных пород, при расходах цемента, близких к расходам его в равнопрочных бетонах с крупным заполнителем; 3 - изучение долговечностных параметров полученных песчаных бетонов; 4 - разработка технологии пористого заполнителя на основе полиминеральных песков и лёссовидных пород путем его спекания на агломерационных установках, определение оптимальных составов заполнителя и его свойств; исследование прочностных и деформативных показателей легких бетонов на основе полученного аглопорита; 5 - изучение возможности улучшения свойств аглопорита путем модификации его поверхности. Данные исследования основаны на том, что заполнитель, занимая от 50% до 90% всего объема, оказывает определяющее влияние на свойства бетонных смесей и бетонов. Поэтому придание заданных новых свойств пористому заполнителю может способствовать улучшению качества бетонных смесей и направленному формированию структуры бетона; 6 - разработка оптимальных технологических параметров обработки аглопорита поверхностно-активными веществами. Определение основных свойств модифицированного пористого заполнителя, бетонных смесей и бетонов на его основе; 7 - изучение структурных особенностей бетонов на модифицированном заполнителе, физико-механических и физико-химических свойств контакта заполнитель – цементный камень; 8 - разработка энергосберегающих технологий, способствующих снижению температурных режимов обработки сырьевых шихт и получению качественного мелкого и крупного заполнителя бетона. Изучение технологических параметров процесса твердения и выбор рациональных составов заполнителя. Исследование путей повышения его качества. Изучение прочностных и деформативных свойств бетонов на основе получаемого заполнителя.

В результате проведенных исследований была обоснована возможность получения активного микронаполнителя для песчаных бетонов из низкообоженных лёссовидных пород и определены оптимальные технологические режимы. При этом установлена аналитическая зависимость процесса диссоциации карбоната кальция от технологических параметров и составлена расчетная формула:

$$C = 0,04 t - 23,9,$$

где C – количество выделившегося CaO , %; t – температура обжига (интервал 800-950 °C).

Установлена возможность изготовления цементнопесчаных бетонов марок 150-200 на основе сверхмелких барханных песков и активных лёссовых микронаполнителей при расходах цемента, на 5-10% превышающих нормы расхода его в обычных бетонах с крупным заполнителем. Определены оптимальные составы лёссовопесчаных бетонов и разработан расчетно-экспериментальный способ подбора состава песчаных бетонов с лёссовым микронаполнителем и предложена математическая зависимость между размером зерен заполнителя - призмной и кубиковой прочностью песчаных бетонов:

$$\lim_{\delta \rightarrow 0} R_{\text{пр}} / R_{\text{к}} = 1,$$

где δ – средний размер зерен заполнителя.

Такая зависимость полно определяет влияние крупности заполнителя на прочностные параметры бетона.

Изучен фазовый состав новообразований, возникающих при гидратации цемента в присутствии повышенных количеств лёссового микронаполнителя, установлено образование дополнительного количества низкоосновных гидросиликатов и гидроалюминатов кальция, содержание же высокоосновных гидросиликатов кальция, в частности, C_2SH_2 , снижается.. Разработана технология и оптимальные составы для получения на основе полиминеральных (барханных) песков пористого заполнителя бетона – аглопорита. Изучены свойства полученного заполнителя. Установлена зависимость, связывающая технологические параметры процесса агломерации, а именно, температуру зажигания шихты и выход получаемого аглопорита и предложена следующая формула:

$$B_a = 56,6 + 29,7 \operatorname{th} (0,0088 t - 7,196),$$

где B_a - выход аглопорита, %; th - гиперболический тангенс (аргумент в дуговых единицах); t - температура зажигания шихты (интервал 800-1300 °С).

Показано, что оптимальные составы лёссовопесчаных шихт должны соответствовать показателям агломерации, большим 0,2. Разработан способ модификации поверхности аглопорита гидрофобными ПАВ. Установлены оптимальные технологические параметры обработки поверхности легкого заполнителя поверхностно-активными веществами. При этом определено, что рациональной является технология, при которой охлаждение спекшегося коржа до температур 250-350 °С производится водой, а последующее охлаждение дробленого аглопорита осуществляется с помощью раствора гидрофобизатора Г36-141. Изучены основные свойства модифицированного пористого заполнителя и бетонов на его основе. Показано, что прочность бетонов на гидрофобизированном аглопорите на 10-17 % выше по сравнению с бетоном на обычном заполнителе, что дает возможность при сохранении заданной прочности снижать расход цемента на 8-13 %. Модификация поверхности аглопорита способствует снижению усадочных деформаций как по величине – на 22 %, так и по времени. При этом достигается и улучшение деформативных свойств бетонов.

Разработана энергосберегающая технология, дающая возможность получения прочного цементнопесчаного и лёссовопесчаного заполнителей и установлены оптимальные технологические параметры процесса. Определены физико-механические свойства получаемых заполнителей, установлено, что для сохранения в процессе приготовления бетонных смесей 90-100 % неразрушенных гранул заполнителя необходима их прочность в 1,1-1,3 МПа. Установлен механизм действия добавок-ускорителей твердения на прочность лёссовопесчаного заполнителя.

Установлены оптимальные технологические параметры получения бетонов на основе этих заполнителей и их прочностные и деформативные свойства. При этом прочность полученных бетонов достигает 37 МПа; оптимальная концентрация заполнителя в бетоне 0,8-0,9 м³/м³; модуль упругости бетонов на безобжиговом заполнителе соответствует такому же для керамзитобетонов; усадка бетонов составляет от 0,72 мм/м до 0,81 мм/м.

Проведенные таким образом исследования позволили разработать технологии, дающие возможность синтеза лёссовопесчаных материалов и получения разнообразных качественных строительных изделий и, очевидно, показали один из путей решения проблемы, связанной с распространением барханных песков.

Қорытынды

Жұмыста барханды құмдарды құрылыс материалдар өндірісінде, комплексті колданудың бағыты анықталған. Қазақстан мен Орта Азияда көп тараған, қазіргі бар құжаттардың талап – тілектерін қанағаттандырмайтын барханды құмдар мен сары топырақты таужартастарының құрылыс материалдарды өндіруге анықталған.

Summary

This scientific research work has dealing with the solution or answer to the problem of the complex - usage (utilization) of the sand – dune and loess layers in prodction of constryction materials. It is shown also the possibility of manufacture of high – quality and hight – efficient construction materials in Kazakhstan and in the Rtpublics of Central Asia on the basis of unstandard materials which are widespread on the territori of these republics.