

А.С. Еспаева¹, З.Н. Алтаева², А.С. Естемесова^{2*}, М.С. Даулетияров³

¹Сатбаев Университет, Алматы, Казахстан

²Международная образовательная корпорация, Алматы, Казахстан

³Южно-Казахстанский Университет имени М. Ауезова, Шымкент, Казахстан

Информация об авторах:

Еспаева Алма Сандыбаевна – кандидат технических наук, ассистент профессора, Сатбаев Университет, Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-9209-5611>, email: eas_kaz@mail.ru@mail.ru

Алтаева Зауре Нурмахамбетовна – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, МОК (кампус КазГАСА), Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0001-9596-0511>, email: zaltaeva@mail.ru

Естемесова Аксая Сансызбаевна – кандидат технических наук, ассоциированный профессор, МОК (кампус КазГАСА), Алматы, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-1499-7994>, email: axaya73@mail.ru

Даулетияров Мухтар Сражевич – кандидат технических наук, доцент, Южно-Казахстанский Университет им. М. Ауезова, Шымкент, Казахстан

<https://orcid.org/0000-0002-9578-8202>, email: Muhtar-66@mail.ru

ЭФФЕКТИВНЫЕ СОВРЕМЕННЫЕ ЛЕГКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ДЕРЕВООБРАБОТКИ

Аннотация. В данной статье рассмотрены три способа получения безобжиговых легких материалов на основе отходов деревообработки, а также пути утилизации отходов деревообработки в легкий заполнитель, оптимальные составы модифицированных связующих и механизм гидратации цемента в присутствии дисперсионных полимерных порошков.

Ключевые слова: отходы деревообработки, гранулирование, легкий заполнитель, модифицированные связующие, дисперсионные полимерные порошки, легкие материалы, способ.

Введение

Проблема малоотходного производства строительных материалов во многих аспектах совпадает с проблемой рационального использования минеральных ресурсов [1].

К числу основных направлений для реализации принципов безотходной технологии в производстве строительных материалов является переработка отходов различных производств, с целью экономии природных ресурсов.

Известны технологии получения легких заполнителей, преимущественно, путем обжига. В связи с удорожанием энергетических ресурсов появилась острая необходимость разработки технологии получения легких заполнителей безобжиговым методом [2, 3].

В данной работе рассматривается способ получения легкого заполнителя на основе отходов деревообработки путем грануляции в тарельчатом грануляторе, представляющем собой тарель с углом наклона в 45° и числом оборотов 17-19 об/мин.

Материалы и методы

Для получения гранулированного легкого заполнителя использовали отходы деревообработки – опилки фракции 1,25 мм и менее.

Отходы деревообработки – опилки фракций 1,25 мм, 0,63 мм. Древесина состоит из следующих веществ: органические, высокомолекулярные вещества: целлюлоза, лигнин, гемицеллюлоза – от 90 до 95%; низкомолекулярные экстрагирующиеся вещества: алифатические углеводороды, кислоты, смолы, эфирные масла, жиры, стеарин – от 5 до 2,5%; минеральные вещества: карбонаты, силикаты, фосфаты, оксиды металлов – от 0,25 до 1,25%.

В химический состав отходов входят: 50,9% углерода, 43% кислорода, 6,4% водорода, 0,1% азота.

Заполнитель – полевошпатовые пески различного месторождения с модулями крупности: Николаевский – 2,05, Капчагайский – 1,4.

Вяжущее – цемент Карагандинского цементного завода. Минералогический состав цемента, масс. %: C_3S – 50; C_2S – 20...30; C_3A = 8, C_4AF – 10...13, остальное стеклофаза.

Добавки: использованы дисперсионные полимерные порошки – тилоза и мовилит.

Мовилит (Mowilith) ДМ 2072 – редиспергируемый в воде, синтетический полимер на основе гомо-, со- и тройных полимеров винилацетата ($CH_3COOCH=CH_2$).

Тилоза (Tylose) МВ 5009 Р2 – выпускается фирмой «Клариант» (Германия) и в составе содержит этилцеллюлозу $[C_6H_7O_2(OH)_{3-v}(OC_2H_5)_v]_n$. Физико-химическими исследованиями выявлено наличие полосы поглощения С-Н, О-Н и С-О – связей. Но в отличие от последней, в ИК-спектре тилозы частота полосы поглощения деформационных колебаний CH_2 - групп соответствует влиянию двойной связи ($=CH_2$), а расщепление полосы поглощения метильной группы характерно для изопропиловой группы $(CH_3)_2 CH$.

Испытания свойств вяжущего проводили по ГОСТ 310.1-4 «Цемент. Методы испытаний».

Песок испытывали по ГОСТ 8735-88 «Песок для строительных работ. Методы испытаний» в соответствии с требованиями ГОСТ 8736-2014 «Песок для строительных работ. Технические условия».

Свойства бетонной смеси определяли по ГОСТ 10181-2014 «Смеси бетонные. Методы испытаний».

Классификацию используемых добавок проводили по ГОСТ 24211-2008 «Добавки для бетонов. Технические условия».

Свойства заполнителей определяли по ГОСТ 9758-2012 «Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний», в соответствии с требованиями СТ РК 948-2002 «Гравий, щебень и песок искусственные пористые. Технические условия».

Испытания и определение свойств бетонов проводили по действующим нормативным документам.

Результаты и обсуждение

Рассмотрим несколько способов для получения гранулированного заполнителя путем грануляции в тарельчатом грануляторе.

Первый способ. Дробленый отход фракции 1,25 предварительно вымачивали в воде для снижения экстрактивных веществ в течение 0,5 – 1 часа. По истечении времени предварительного вымачивания отходы высушивали при температуре 100 °С до влажности 8%. Затем в смесителе отходы тщательно перемешивали с 2...3 частями цемента, постепенно добавляя воду до влажности смеси 25...35%. Приготовленную смесь в количестве 4...5 кг подавали в тарельчатый лабораторный гранулятор. В процессе окатывания образующиеся гранулы опудривали остатками цемента.

Второй способ. Для получения гранулированного заполнителя использовали отходов фракции 0,63 мм. В смеситель загружали отходы деревообработки и 3 части цемента, тщательно перемешивали с последующим добавлением воды до влажности смеси 35...40%. Полученную смесь подавали в количестве 4...5 кг в тарельчатый лабораторный гранулятор с последующим опудриванием окатышей остатками цемента.

Третий способ. По данному способу в смеситель загружают 50 % дробленого отходы фракции 1,25 мм и 50 % фракции 0,63 мм, после тщательного их перемешивания добавляют 2...3 части цемента, 0,5 % полимерной добавки от количества сухой смеси и производят повторное тщательное перемешивание. В смесь добавляется вода с постоянным перемешиванием ее и до достижения влажности 30...35 %. Приготовленная сырьевая смесь в количестве 4...5 кг подается в тарельчатый лабораторный гранулятор для получения окатышей с последующим опудриванием их цементом. В качестве полимерной добавки использовали мовилит и тилозу.

Гранулирование зависит от следующих факторов: влажности смеси, угла наклона гранулятора, степени заполнения тарели и времени гранулирования. Поэтому наряду с изменением гранулометрии смеси время гранулирования варьировали в пределах 7...9 мин.

При введении небольшого количества цемента прочность гранул во всех случаях была низкой, поэтому при подборе оптимального состава расход цемента варьировали в пределах 40 ... 70%. Количество отходов деревообработки и воды соответственно колебалось в пределах: 60...30% и 35...25%. Содержание полимерных добавок для третьего состава варьировалось в количестве: мовилита – 1,5...3% от сухой массы; тилозы – 0,5...1,0% от сухой массы.

При введении 50 % цемента в смесь сырьевая плотность гранул составила 650 г/гран. С введением 70% цемента плотность гранул увеличилась вдвое. Оптимальному составу соответствует расход материалов в следующем количестве: 55% отходов деревообработки, 45% цемента и 30% воды. Наличие полимерной добавки в составе смеси способствует увеличению прочности гранул, чем и объясняется повышение прочности гранулированного заполнителя. Частицы отходов деревообработки при увлажнении смачиваются водным раствором, образуя пленки. Пленки воды под влиянием поверхностного натяжения

соединяются, сближая при этом частички отхода. В результате многократных ударов частички уплотняются, и на поверхности их появляется избыточная вода, которая притягивает новые частички и, одновременно, зерна цемента. При постоянном перекачивании дробленого отхода в грануляторе с зернами цемента гранулы увеличиваются в размере и уплотняются.

При влажности смеси 35% сырцовая плотность гранул составила 450 г/см³, а при 30% влажности составила 580 г/см³, что вполне приемлемо. При введении в смесь 65...45% цемента наблюдается такая же картина. Увеличение количества цемента до определенного предела (70%) улучшает гранулируемость смеси за счет повышения дисперсности массы и взаимодействия цемента с составляющими дробленого отхода.

С увеличением времени гранулирования гранулы уменьшаются в размере, насыпная плотность их повышается. Высокая прочность гранул получена при времени гранулирования 7...9 мин., и это время принимается как оптимальное для всех составов. Увеличение же времени выше оптимального влечет за собой появление трещин.

В таблице 1 представлена зависимость сырцовой плотности гранул и прочности готовой продукции от времени гранулирования. При гранулировании цементно-древесной смеси в течение 3...5 минут гранулы получаются крупными и менее прочными.

Таблица 1 – Влияние времени гранулирования смеси на свойства гравия

Время гранулирования, мин	Сырцовая плотность, г/см ³	Насыпная плотность, кг/м ³	Предел прочности при сдавливании в цилиндре, МПа
3	500	800	1,1
5	450	630	1,5
7	700	880	2,9
9	650	800	2,5
12	750	810	2,1

Соблюдение оптимальных технологических параметров позволило получить гранулированный заполнитель на модифицированном цементе следующего зернового состава (табл. 2). Результаты испытаний показали, что в заполнителе преобладают в основном гранулы фракции 5-10 мм.

Таблица 2 – Зерновой состав гранулированного заполнителя

№ состава	Остатки на ситах, масс. %, фракции, мм								Проход через сито 0,14; %	
	10		5,0		2,5		1,25 и менее			
	част.	полн.	част.	полн.	част.	полн.	част.	полн.	част.	полн.
8	19,81	19,81	47,79	67,9	26,81	94,41	4,19	98,6	1,4	100
9	17,23	17,23	45,82	63,05	28,63	91,68	7,42	99,1	0,9	100
10	18,51	18,51	46,19	64,70	28,01	92,71	6,09	98,8	1,2	100

В таблице 3 представлены основные физико-технические характеристики гранулированного заполнителя составов 8...10. Гранулированный заполнитель

состава 7, содержащий мовилит в количестве 2,25 %, на основе дробленого отхода из фракций 1,25 и 0,63 мм, обладает более высокой насыпной плотностью 1000 кг/м³, чем состава 1, полученного на цементном связующем. В связи с этим марка гранулированного заполнителя на модифицированном цементе (900...1100) соответственно выше, чем на цементе (500,600), прочность гранул у первых колеблется в пределах 4,5...5,2 МПа, а у второго в два с в два с половиной раза ниже (1,7...2,0 МПа), коэффициент водостойкости у первого составляет 1,2...1,7. Низкая водостойкость гранулированного заполнителя составов 8...10 обусловлена содержанием в составе вяжущего дисперсионной полимерной добавки, которая образует своеобразную пленку на поверхности зерен цемента и отхода деревообработки.

Гранулированный заполнитель на модифицированном заполнителе имеет морозостойкость в пределах F35... F50. Все это в целом определяет выбор гранулированного заполнителя на модифицированном цементе, как наиболее эффективного заполнителя для легких бетонов.

Высокие физико-технические свойства гранулированного заполнителя на основе отхода деревообработки, полученного на связующем с содержанием дисперсионных полимерных порошков можно объяснить следующим образом [4...7]. Фаза, содержащая дисперсионный полимерный порошок, в цементном камне образует органическую структуру [8]. Образование вследствие химической реакции более прочной и эластичной структуры [17] достигается за счет гидратных фаз, которые образуют кристаллизационно-коагуляционную структуру, укрепляющаяся в дефектных местах, таких как поры, трещины, полимерная составляющая [9, 19]. Непрерывная полимерная сетка, в этом случае образуется при высоком соотношении полимера к цементу (П/Ц) [8].

Таблица 3 – Физико-технические свойства заполнителя

Основные показатели	Гранулированный заполнитель фракций, мм, составов (№)					
	5		6		7	
	5-10	10-20	5-10	10-20	5-10	10-20
Насыпная плотность, кг/м ³	950	900	1000	950	1100	1000
Прочность гранул при сдавливании (МПа) в состоянии:						
сухом	4,8	4,5	5,1	4,6	5,2	4,9
насыщенном водой	3,9	3,6	4,5	3,9	4,3	4,0
Коэффициент водостойкости	1,2	1,3	1,6	1,7	1,4	1,5
Водопоглощение, %	18,0	19,5	13,7	14,9	16,1	16,0
Межзерновая пустотность, %	33,3	41,2	36,2	39,8	37,4	38,2
Морозостойкость, циклы	40	35	45	50	50	45
Теплопроводность, Вт/м*град	0,11	0,10	0,09	0,09	0,091	0,092

Присутствие дисперсионных полимерных добавок привносит определенные изменения в кинетику гидратации клинкерных минералов. Известно, что протекание химической реакции C₃S в водных растворах с содержанием материалов органического происхождения несколько замедляется [8]. Качественный

состав цементного камня в нашем случае представлен волокнистоподобными гидросиликатами и гидроксидом кальция [17]. При химической реакции, т.е. взаимодействии воды с C_2S присутствие органических материалов не оказывают существенного влияния на образование химических образований, так как белит в начальные сроки характеризуется низкой активностью, а в поздние сроки снижается влияние дисперсионного полимерного порошка [10, 12].

Большее влияние дисперсионные полимерные порошки оказывают на протекание химической реакции C_3A с водным раствором, в этом случае наблюдается изменение не только скорости протекания процесса, но также изменение фазового состава цементного камня. В процессе растворения C_3A и C_3S часть воды связывается в низкоосновные гидроалюминаты и гидросиликаты кальция, и при этом наблюдается частичное удаление воды [14,15]. При последующем повышении концентрации водного раствора наблюдается коагуляция фазы с содержанием дисперсионного полимерного порошка и это способствует образованию мембран между прореагировавшими и исходными частицами цемента и заполнителя [16]. На последующем этапе химической реакции мы наблюдаем прораствание друг в друга двух фаз (неорганической и полимерной), дисперсионный полимерный порошок заполняет пространство пор и образующиеся дефектные места, при этом уплотняя и соединяя дополнительно элементы структуры цементного камня в единое целое [17].

Применение дисперсионных полимерных порошков типа «мовилит» повышает адгезию цементного камня к другим материалам [18]. Водные растворы дисперсионных полимерных порошков при введении их в количестве до 3%, повышают пластичность бетонной смеси, ее однородность и удобоукладываемость, одновременно снижая водоотделение [8].

В некоторых системах, содержащих цемент и полимерную добавку, в первую очередь наблюдается «загустевание» раствора, что является основой формирования каркаса цементного камня. В этом случае замедляется твердение бетонной смеси, происходит взаимное проникновение друг в друга двух фаз и это обеспечивает высокие эксплуатационные свойства композиции [19]. Фаза, содержащая в составе полимерную добавку, в цементном камне имеет микрогетерогенное строение, обусловленное агломератами неорганических включений гидратных фаз, негидратированных цементных частиц или тонких фракций заполнителей [20]. Связывание полимерной добавки с бетонной смесью в виде сетки улучшает свойства самой структурной составляющей и системы в целом [8].

Механизм формирования модифицированного активного слоя на гранулах легкого заполнителя из древесных отходов заключается в следующем:

- результат реализации механизма обеспечивает создание защитной гидрофобной полимерной пленки на основе комплексной добавки из мовилита и тилозы, каждая из которых оказывает двойное действие, регулируя водоудерживающую способность и создавая поверхность раздела фаз;

- формирование продуктов гидратации цемента происходит на пленочных поверхностях в виде наноразмерных бездефектных нанокристаллов гидросиликатов, обеспечивающих прочность поверхностной пленки;

- установлено, что водоудерживающая способность дисперсионной полимерной добавки тилозы регулируется микроструктурой целлюлозного волокна, входящего в ее состав.

Изучены прочностные характеристики модифицированного бетона марок 25-75.

Механические свойства модифицированного бетона зависят главным образом от средней плотности. Бетон со средней плотностью 1000 кг/м^3 имеет марки М25, при 1200 кг/м^3 – М35, при 1300 кг/м^3 – М50, при 1500 кг/м^3 – М75. Прочностные характеристики модифицированного бетона соответствуют требованиям нормативов для легкого бетона. Призменная прочность и прочность на растяжение при изгибе для указанных выше марок колеблется соответственно в пределах 2,7 – 7,0 МПа и 0,79 – 1,8 МПа и возрастает с повышением средней плотности модифицированного бетона (табл. 4). Однако коэффициенты прочности уменьшаются с повышением прочности бетона на сжатие.

Цементный бетон третьего тысячелетия – это модифицированный бетон. Особенности механизма протекания химической реакции и твердения в дальнейшем цемента усиливаются за счет действия порошков в бетоне, а именно водоредуцирующего действия, т.е. за счет эффекта понижения количества воды в бетонной смеси [21, 22]. Ускорители цементных бетонов – природные или искусственные химические вещества, которые вводятся в состав бетона при изготовлении, существенно улучшают технологические свойства бетонной смеси, физико-технические показатели бетона, одновременно снижая его стоимость и повышая долговечность [23, 24].

Таблица 4– Прочностные характеристики бетона [12] с содержанием мовилита

Марка бетона	Средняя плотность бетона, кг/м^3	Предел прочности бетона, МПа, при:		
		сжатия, $R_{сж}$	призменная, $R_{пр}$	изгибе, $R_{изг}$
М25	1000	3,5	2,7	0,79
М35	1200	5,0	3,8	1,15
М50	1300	7,5	5,5	1,65
М75	1500	10,0	7,0	1,80

Действие ускоряющей добавки в цементной системе проявляется следующими особенностями: первое – способностью адсорбироваться на границе раздела фаз и второе – участвовать в образовании пространственных коагуляционных структур, как в объеме, так и в поверхностных слоях [25, 26].

В таблице 5 приведены экспериментальные данные по определению степени гидратации портландцемента Карагандинского цементного завода для теста нормальной густоты с полимерной добавкой тилоза в сравнении с бездобавочным цементом. Исследуемые образцы твердели в воде при температуре 20°C .

Таблица 5 – Степень гидратации модифицированного цемента [11].

№ состава	Вид и кол-во добавки, тилоза, %	В/Ц	Химически связанная вода, %, в возрасте, сут.			Степень гидратации цемента, %, в возрасте, сут.		
			7	28	90	7	28	90
			1	-	0,26	12,8	15,5	18,7
2	0,5	0,2	11,0	12,5	15,3	0,45	0,51	0,62

Надо отметить, что наблюдается некоторое снижение количества химически связанной воды и степени гидратации цемента. Изменяющееся распределение дисперсий полимерной добавки – тилозы аддитивно реализуется с активными центрами клинкерных фаз цементных зерен.

Химическая реакция растворения цемента в водной среде сопровождается обменными процессами, которые происходят по донорно-акцепторному механизму. Прочность и трещиностойкость бетона существенно повышается. В этом случае наблюдается эффект ближнего порядка избирательного действия ускорителя образования структуры цементной матрицы с максимальным техническим и технологическим действием. Этот процесс связан растворением полимерного дисперсионного порошка «тилозы» водой затворения и последующим образованием жидкой фазы с пониженным поверхностным натяжением, проявлением расклинивающего эффекта Дерягина-Ребиндера по дефектным центрам поверхности цементных зерен.

При формировании наноструктуры модифицированного бетона следует отметить эффективную роль полимерного дисперсионного порошка. Чтобы выделить элементы единства в механизме активного формирования столь разнообразных структурных исходных фаз цементного камня и бетона, резкое изменение реологических свойств цементной пасты и бетонной смеси достигалось существенным изменением количества распределения дисперсных частиц в объеме дисперсионной среды. Полимерный дисперсионный порошок вводился в цементное тесто и бетонную смесь в сухом состоянии.

Заключение

1. Показан эффективный способ получения гранулированного заполнителя на основе модифицированного цементного связующего с оптимальным составом: 40...60% отхода деревообработки, 60...40% цемента, 25...32% воды и времени гранулирования – 7...9 минут.

2. Представлен гранулированный заполнитель с насыпной плотностью 550...900 кг/м³ с пределом прочности гранул при сдавливании в цилиндре – 1,7...4,1 МПа, морозостойкостью F35...F50.

3. Фаза, содержащая в составе полимерную добавку, в цементном камне имеет микрогетерогенное строение, обусловленное агломератами неорганических включений гидратных фаз, негидратированных цементных частиц или тонких фракций заполнителей [20]. Связывание полимерной добавки с бетонной смесью в виде сетки улучшает свойства самой структурной составляющей и системы в целом [8].

4. Механизм формирования модифицированного активного слоя на гранулах легкого заполнителя из древесных отходов заключается в следующем:

- результат реализации механизма обеспечивает создание защитной гидрофобной полимерной пленки на основе комплексной добавки из мовилита и тилозы, каждая из которых оказывает двойное действие, регулируя водоудерживающую способность и создавая поверхность раздела фаз;

- формирование продуктов гидратации цемента происходит на пленочных поверхностях в виде наноразмерных бездефектных нанокристаллов гидросиликатов, обеспечивающих прочность поверхностной пленки;

- установлено, что водоудерживающая способность дисперсионной полимерной добавки тилозы регулируется микроструктурой целлюлозного волокна, входящего в ее состав

Литература:

1. Ласкоркин Б.Н., Барский Л.А., Персиц В.З. Безотходная технология переработки минерального сырья. Системный анализ. М.: «Недра», 1984, 334 с.
2. Проблемы и достижения переработки растительного сырья. М.О. Шевчук и др. Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. Химическая технология. Охрана труда. 2017, 11, 95-102.
3. Grinshpan D. Good real world example of wood-based sustainable chemistry. D. Grinshpan, T. Savitskaya, N. Tsygankova, S. Makarevich, I. Kimlenka, O. Ivashkevich Sustainable Chemistry and Pharmacy. 2017, 5., 1-13. doi.org/10.1016/j.scp.2016.11.001
4. Продукты для промышленности строительных материалов. Реклам. проспект фир. «Клариант». М., 1999, 11 с.
6. Методы исследования цементного камня и бетона. Под ред. З.М. Ларионовой. М.: «Стройиздат», 1970, 159 с.
7. Литвяк В.В. Атлас: морфология полисахаридов. В.В. Литвяк, Г.Х. Оспанкулова, Д.А. Шаймерденова, Н.К. Юркитович, С.М. Бутрим, Ю.Ф. Росляков. Астана: ТОО «EDIGE», 2016, 335 с.
8. Medvedeva G.A., Lifantyeva A.F. The research of multilayer outer fencing including materials using ash and slag waste of thermal power plants. Construction Materials and Products. 2020, 3 (2). P. 29 – 35. DOI: 10.34031/2618-7183-2020-3-2-29-35
9. Lesovik V.S., Absimetov M.V., Elistratkin M.Yu., Pospelova M.A., Shatalova S.V. For the study of peculiarities of structure formation of composite binders for non-autoclaved aerated concrete. Construction Materials and Products. 2019, 2, 3, 41 – 47.
10. Bessmertny V.S., Kochurin D.V., Bragina L.L., Varfolomeeva S.V. A block of thermal insulation materials with protective and decorative coatings. Construction Materials and Products. 2019, 2, 1, 4 – 10.
11. Орендлихер Л.П., Соболева Г.Н. Безобжиговый композиционный пористый заполнитель из влажных асбестоцементных отходов и лёгкие бетоны на его основе. Строит. материалы. 2000, 7, 18-20.
12. Bondarenko N.I., Bondarenko D.O., Kochurin D.V., Bragina L.L., Varfolomeeva S.V. Technology of plasma metallization of the wood and fibrous board. Construction Materials and Products. 2018, 1, 3, 4 – 10.
13. Bessmertny V.S., Kochurin D.V., Bondarenko D.O., Bragina L.L., Yalovenko T.A. Vitreous protective and decorative coverings on wood particle board. Construction Materials and Products. 2018, 1, 4, 4 – 12.

14. Abramyan S.G., Burlachenko O.V., Oganesyanyan O.V. The use of composite materials in the reconstruction of floors of industrial buildings. *Construction Materials and Products*. 2019, 2, 3, 58 – 64.
15. Tolstoy A.D. Fine-grained high-strength concrete. *Construction Materials and Products*. 2020, 3 (1), 39 – 43. DOI: 10.34031/2618-7183-2020-3-1-39-43
16. Иванова В.Н. и др. Переработка волокнистых полуфабрикатов высокого выхода. *ИВУЗ Лесн. журн.* 2017, 6, 15-17.
17. Иванова В.Н., Махотина Л.Г. Перспективы использования товарных видов целлюлозы для производства продуктов с высокой добавленной стоимостью. *Химические волокна*. 2018, 4, 25-26.
18. Хвилюзов С.С., Боголицын К.Г., Гусакова М.А., Зубов И.Н. Оценка содержания лигнина в древесине методом ИК-спектроскопии. *Фундаментальные исследования*. 2015, 9, 1. 87-90.
19. Shapovalova I., Vurasko A., Petrov L., Kraus E., Leicht H., Heilig M., Stoyanov O., Hybrid composites based on technical cellulose from rice husk. *Journal of Applied Polymer Science*. 2018, 135, 5, 45796.
20. Смолин А.С., Комаров В.И. Роль лигнина в технологии материалов для гофрокартона. *Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов: Мат. IV Междунар. научн.-техн. конф. – Архангельск: Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова*, 2017, 29-34.
21. Gavshina O.V., Yashkina S.Yu., Yashkin A.N., Doroganov V.A., Moreva I.Yu. Study of the effect of particulate additives on the setting time and microstructure of high-alumina cement. *Construction Materials and Products*. 2018, 1, 4, 30 – 37.
22. Aymenov A.Zh., Khudyakova T.M., Sarsenbayev B.K. Studying the mineral additives effect on a composition and properties of a composite binding agent/ *Oriental journal of chemistry*. G.A.Iqbal. 2018, 34, 4, 1945-1955.
23. Sarsenbayev B.K. Development and testing of low-energy-intensive technology of portlandcement». *Eurasian chemico-technological journal*. 2017, 19, 4, 347-355.
24. A.Zh. Aymenov, N.B. Sarsenbayev, T.M. Khudyakova, B.K. Sarsenbayev, B.T.Kopzhassarov. Effect of additive of polymetallic ores' tailings on properties of composite cements. *Eurasian chemico-technological journal*. 2016, 153-160.
25. Kozhukhova N.I., Strokhova V.V., Kozhukhova M.I., Zhernovsky I.V. structure formation in alkali activated aluminosilicate binding systems using natural raw materials with different crystallinity degree. *Construction Materials and Products*. 2018, 1, 4, 38 – 43.
26. Gavshina O.V., Yashkina S.Yu., Yashkin A.N., Doroganov V.A., Moreva I.Yu. Study of the effect of particulate additives on the setting time and microstructure of high-alumina cement. *Construction Materials and Products*. 2018, 1, 4., 30 – 37.
27. Elistratkin M.Yu., Minakov S.V., Shatalova S.V. Composite binding mineral additive influence on the plasticizer efficiency. *Construction Materials and Products*. 2019, 2, 2, 10 – 16.

References:

1. Laskorkin B.N., Barsky L.A., Persits V.Z. (1984) Bezothodnaya tehnologiya pererabotki mineralnogo syrya. *Sistemnyiy analiz [Waste-free technology for processing mineral raw materials. System analysis]* – M.: Nedra, 334. (in Russ.)
2. M.O. Shevchuk and others (2017) Problems and achievements in the processing of vegetable raw materials. *Bulletin of the Polotsk State University. Series B. Industry. Applied Science. Chemical Technology. Occupational Safety and Health*. 11, 95–102. (in Russ.)
3. Grinshpan D., Savitskaya T., Tsygankova N., Makarevich S., Kimlenka I., Ivashkevich O. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*. 2017. 5, 1, 13. (in Russ.) doi.org/10.1016/j.scp.2016.11.001

4. *Products for the building materials industry (1999) Reklam. fir avenue. - "Clariant". - M., 11. (in Russ.)*
5. *Methods for the study of cement stone and concrete (1970) Ed. Z.M. Larionova. M.: Stroyizdat, 159. (in Russ.)*
6. *Litvyak V.V. (2016) Atlas: morphology of polysaccharides. V.V. Litvyak, G.Kh. Ospankulova, D.A. Shaimerdenova, N.K. Yurkshtovich, S.M. Butrim, Yu.F. Roslyakov. – Astana: EDIGE LLP, 335. (in Russ.)*
7. *Medvedeva G.A., Lifantyeva A.F. (2020) The research of multilayer outer fencing including materials using ash and slag waste of thermal power plants. Construction Materials and Products. 3 (2), 29 – 35. (in Russ.) DOI: 10.34031/2618-7183-2020-3-2-29-35*
8. *Lesovik V.S., Absimetov M.V., Elistratkin M.Yu., Pospelova M.A., Shatalova S.V. (2019) For the study of peculiarities of structure formation of composite binders for non-autoclaved aerated concrete. Construction Materials and Products. Volume 2. Issue 3. P. 41 – 47. (in Russ.)*
9. *Bessmertny V.S., Kochurin D.V., Bragina L.L., Varfolomeeva S.V. (2019) A block of thermal insulation materials with protective and decorative coatings. Construction Materials and Products. 2019. Volume 2. Issue 1. P. 4 – 10. (in Russ.)*
10. *Orentlicher L. P., Soboleva G. N. (2000) Non-firing composite porous aggregate from wet asbestos-cement waste and lightweight concrete based on it. Stroit. materials. No. 7. P. 18–20. (in Russ.)*
11. *Bondarenko N.I., Bondarenko D.O., Kochurin D.V., Bragina L.L., Varfolomeeva S.V. (2018) Technology of plasma metallization of the wood and fibrous board. Construction Materials and Products. 2018. Volume 1. Issue 3. P. 4 – 10. (in Russ.)*
12. *Bessmertny V.S., Kochurin D.V., Bondarenko D.O., Bragina L.L., Yalovenko T.A. (2018) Vitreous protective and decorative coverings on wood particle board. Construction Materials and Products. Volume 1. Issue 4. P. 4 – 12. (in Russ.)*
13. *Abramyan S.G., Burlachenko O.V., Oganesyanyan O.V. (2019) The use of composite materials in the reconstruction of floors of industrial buildings. Construction Materials and Products. Volume 2. Issue 3. P. 58 – 64. (in Russ.)*
14. *Tolstoy A.D. (2020) Fine-grained high-strength concrete. Construction Materials and Products. 3 (1). P. 39 – 43. (in Russ.) DOI: 10.34031/2618-7183-2020-3-1-39-43.*
15. *Ivanova V.N. () et al. Переработка волокнистых полуфабрикатов высокого выхода. [Processing high-yield fibrous semi-finished products] Lesn. zhurn. = Chemical fibers. 2017, 6, 15-17. (in Russ.)*
16. *Ivanova V.N., Makhotina L.G. Pererabotka voloknistykh polufabrikatov vyisokogo vyihoda [Prospects for the use of marketable types of cellulose for the production of products with high added value] Lesn. zhurn. = Chemical fibers. 2018, 4, 25-26. (in Russ.)*
17. *Khviyuzov S.S., Bogolitsyn K.G., Gusakova M.A., Zubov I.N. Perspektivyi ispolzovaniya tovarnykh vidov tsellyulozyi dlya proizvodstva produktov s vyisokoy dobavlennoy stoimostyu [xEstimation of lignin content in wood by IR spectroscopy] Himicheskie volokna = Fundamental Research. 2015, 9, 1, 87-90. (in Russ.)*
18. *Shapovalova I., Vurasko A., Petrov L., Kraus E., Leicht H., Heilig M., Stoyanov O. Otsenka sodержaniya lignina v drevesine metodom IK-spektroskopii Hybrid composites based on technical cellulose from rice huskъ Journal of Applied Polymer Science = Fundamentalnyie issledovaniya. 2018, 135, 5, 45796. (in Russ.)*
19. *Smolin A.S., Komarov V.I. Rol lignina v tehnologii materialov dlya gofrokartona. Problemyi mehaniki tsellyulozno-bumazhnykh materialov [The role of lignin in the technology of materials for corrugated cardboard. Problems of the mechanics of pulp and paper materials] Mat. IV Mezhdunar. nauchn.-tehn. konf = Proceedings of the IV International Scientific and Technical Conference. - Arkhangelsk: Northern (Arctic) Federal University. 2017, 29-34. (in Russ.)*
20. *Gavshina O.V., Yashkina S.Yu., Yashkin A.N., Doroganov V.A., Moreva I.Yu. (2018) Study of the effect of particulate additives on the setting time and microstructure of high-alumina cement. Construction Materials and Products. 2018, 1, 4, 30 – 37. (in Russ.)*

21. *Ayumenov A.Zh., Khudyakova T.M., Sarsenbayev B.K. (2018) Studying the mineral additives effect on a composition and properties of a composite binding agent. Oriental journal of chemistry. G.A.Iqbal. 2018, 34, 4, 1945-1955. (in Eng.)*
22. *Sarsenbayev B.K.(2017) Development and testing of low-energy-intensive technology of portlandcement. Eurasian chemico-technological journal. 2017, 19, 4, 347-355. (in Eng.)*
23. *A.Zh. Ayumenov, N.B. Sarsenbayev, T.M. Khudyakova, B.K. Sarsenbayev, B.T.Kopzhassarov (2016) Effect of additive of polymetallic ores' tailings on properties of composite cements. Eurasian chemico-technological journal. 2016, 153-160. (in Eng.)*
24. *Kozhukhova N.I., Strokhova V.V., Kozhukhova M.I., Zhernovsky I.V. (2018) structure formation in alkali activated aluminosilicate binding systems using natural raw materials with different crystallinity degree. Construction Materials and Products. 2018, 1, 4, 38 – 43. (in Eng.)*
25. *Gavshina O.V., Yashkina S.Yu., Yashkin A.N., Doroganov V.A., Moreva I.Yu. (2018) Study of the effect of particulate additives on the setting time and microstructure of high-alumina cement. Construction Materials and Products. 2018, 1, 4, 30 – 37. (in Eng.)*
26. *Elistratkin M.Yu., Minakov S.V., Shatalova S.V. Composite binding mineral additive influence on the plasticizer efficiency. Construction Materials and Products. 2019, 2, 2, 10 – 16. (in Eng.)*

А.С. Еспаева¹, З.Н. Алтаева², А.С. Естемесова^{2*}, М.С. Даулетияров³

¹Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан

²Халықаралық білім беру корпорациясы, Алматы, Қазақстан

³М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан

Авторлар туралы мәліметтер:

Еспаева Алма Сандыбаевна – техника ғылымдарының кандидаты, профессор ассистенті, Сәтбаев университеті, Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-9209-5611>, email:eas_kaz@mail.ru@mail.ru

Алтаева Зәуре Нұрмахамбетовна – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, ХОК (ҚазБСҚА), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0001-9596-0511>, email:zaltaeva@mail.ru

Естемесова Ақсая Сансызбаевна – техника ғылымдарының кандидаты, доцент, ХОК (ҚазБСҚА), Алматы, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-1499-7994>, email:axaya73@mail.ru

Даулетияров Мұхтар Сражұлы – техника ғылымдарының кандидаты, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университетінің доценті, Шымкент, Қазақстан

<https://orcid.org/0000-0002-9578-8202>, email:Muhtar-66@mail.ru

АҒАШ ӨНДЕУ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ НЕГІЗІНДЕГІ ТИІМДІ ЗАМАНАУИ ЖЕҢІЛ МАТЕРИАЛДАР

Аңдатпа. *Аталған мақалада ағаш өңдеу қалдықтары негізінде күйдірілмеген жеңіл материалдарды алудың үш әдісі, сонымен қатар ағаш өңдеу қалдықтарын жеңіл толтырғышқа қайта өңдеу жолдары, модификацияланған байланыстырғыштардың оңтайлы құрамдары және дисперсиялық полимер ұнтақтарының қатысуымен цементті гидратациялау механизмі қарастырылған.*

Түйін сөздер: *ағаш өңдеу қалдықтары, түйіршіктеу, жеңіл толтырғыш, модификацияланған байланыстырғыштар, дисперсиялық полимер ұнтақтары, жеңіл материалдар, әдіс.*

A.S. Espayeva¹, Z.N. Altaeva², A.S. Yestemessova^{2*}, M.S. Dauletiyarov³

¹Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

²International Educational Corporation, Almaty, Kazakhstan

³South Kazakhstan University named after M.Auezov, Shymkent, Kazakhstan

Information about authors:

Espayeva Alma Sandybaevna – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor, Satbayev University, Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0002-9209-5611>, email: eas_kaz@mail.ru

Altayeva Zaure Nurmahambetovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, IOC (KazGASA), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0001-9596-0511>, email: zaltaeva@mail.ru

Yestemessova Axaya Sansyzbaevna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, IOC (KazGASA), Almaty, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0002-1499-7994>, email: axaya73@mail.ru

Dauletiyarov Mukhtar Srazhevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, South Kazakhstan University. M.Auezova, Shymkent, Kazakhstan

<https://orcid.org/0000-0002-9578-8202>, email: Muhtar-66@mail.ru

**EFFECTIVE MODERN LIGHT MATERIALS BASED
ON WOODWORKING WASTE**

Abstract. *Three methods for obtaining non-firing lightweight materials based on wood-working waste, while suggesting ways to utilize woodworking waste into a light aggregate, optimal compositions of modifying bonding agents and the mechanism of cement hydration in the presence of dispersed polymer powders are taken into account in the given article.*

Keywords: *woodworking waste, granulation, light aggregate, modified binders, dispersion polymer powders, light materials, method.*