

**INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE**  
on the theme "Architecture is the Abode of Time" which will be held at  
Samarkand State Architecture and Construction University

**INCREASING THE EFFICIENCY OF VERMICULITE CONCRETE BASED ON  
CEMENT WITH LOW WATER DEMAND**

Professor, Samarkand State Architecture and Construction  
University named after Mirzo Ulugbek (SamSACU)  
**Yusupov Xamid Vahobovich**

Docent, Samarkand State Architecture and Construction  
University named after Mirzo Ulugbek (SamSACU)  
**Karimov Gofur Umirkulovich**

Ph.D, doctoral student, Samarkand State Architecture and Construction  
University named after Mirzo Ulugbek (SamSACU)  
**Saidmurodova Sarvara Muzaffarovna**

**Аннотация:** "Создание технологии производства легкобетонных блоков на основе вермикулита" актуален вопрос производства недорогого высококачественного маловодного легкого вермикулитового бетона на основе цемента с энергоэффективными бетонами. Сегодня в нашей республике реализуется множество мер по дальнейшему углублению экономических реформ в отрасли строительных материалов, повышению их экономической эффективности на современном этапе, широкому и эффективному использованию местных источников сырья для производства энергоэффективных материалов и полному использованию отходов, образующихся в различных отраслях промышленности, и достижению определенных результатов. Одной из актуальных проблем является реализация целевых программ по модернизации производственных предприятий, эффективности и снижения ресурсоемкости экономики, поддержка энергосберегающих технологий в производстве, производство высококачественных строительных материалов, их развитие, повышение качества. Одна из таких проблем заключается в том, что сверхлегкая энергия с вермикулитом на основе цементов с низким содержанием воды становится все более важной для производства экономичных, эффективных и высококачественных бетонных блоков.

**Ключевые слова:** инновация, цемент низкой водопотребности, клинкер, инертные минеральные добавки, вермикулит, вермикулит бетон, легкие бетон, объемная масса, огнестойкость, звукопоглощение.

В республике осуществляется широкомасштабная работа по дальнейшему углублению структурных преобразований в промышленности строительных материалов, направленных на обеспечение устойчивых темпов роста производства и экспорта конкурентоспособной продукции, а также модернизацию, техническое и технологическое обновление предприятий.

В экономику Республики Узбекистан и развитию строительства за последние годы существенно возросли потребление и производство цемента в стране. В ней в настоящее время работают 12 цементных заводов суммарной годовой производственной мощностью более 10 млн.тонн.

Для современного строительства необходимы новые эффективные строительные материалы, характеризующиеся высокими физико-химическими и специальными свойствами при низких энергетических и материальных затратах на их производство. Механическое измельчение портландцемента с минеральными добавками в наиболее распространённых помольных агрегатах - шаровых мельницах – приводит к увеличению энергопотребления. Использование современного интенсивного помольного оборудования позволяет существенно ускорить процесс измельчения и снизить энергозатраты. Цемент низкой водопотребности (ЦНВ) обладают огромным потенциалом как с точки зрения цементоемкости, так и по эксплуатационно-техническим свойствам.

В связи с расширением области использования минерального сырья Республике для производства строительных материалов, научно-практический интерес представляет производство композиционных вяжущих, в частности вяжущих низкой водопотребности, с заменой части клинкерной составляющей эффективными породами, изначально обладающими избыточным запасом внутренней энергии и, как следствие, высокой химической активностью. Применение тонкодисперсных зола уноса, микрокремнезем базальтовый шлак и барханный песок для производства ЦНВ также является актуальным, так как позволяет снизить энергозатраты на помол вяжущего, а также решает экономические проблемы по их утилизации. Цементы низкой водопотребности-современные вяжущие вещества, обладающие огромным промышленным физико-механическими и эксплуатационными показателями, несмотря на то что могут содержать до 70% различных по породе и происхождению минеральных наполнителей.

Среди всего разнообразия бетонов особое место занимают легкие бетоны на основе пористых заполнителей. Они отличаются пониженными значениями плотности и теплопроводности. Чаще всего их используют при постройке жилых домов и зданий. Вермикулитобетон – один из популярных представителей этой группы. Заполнитель для вермикулитобетона получают путем обжига вермикулита. Он относится к слюдам – минералам, которые имеют слоистую структуру. За счет этого свойства их можно легко разделять на отдельные пластинки. Слюды применяются в самых разных областях: от изготовления окон до производства электрических приборов.

Вермикулитовый бетон относится к легким типам смесей, объемная масса которого составляет до 1200 кг. на м<sup>3</sup>, изготавливается из минерала, который образуется в ходе естественных процессов гидратации. Таким образом, его можно отнести к алюмосиликатам, что определяет основные свойства. Легкие бетоны разделяются на теплоизоляционные, плотностью в сухом состоянии менее 500 кг/куб.м. и теплопроводностью до 0,2 Вт/м х град. (класс прочности менее В 2,5), конструкционно-теплоизоляционные, плотностью от 500 до 1400 кг/куб.м. и теплопроводностью до 0,6 Вт/м х град. (класс прочности В 2,5 – В 3,5) и конструкционные, плотностью 1400 – 1800 кг/куб.м. и теплопроводностью более 0,6 Вт/м х град. (класс прочности В 3,5 и более). Снижение объемного веса легкого бетона достигается несколькими методами. Один из них, наиболее технологичный и доступный – введение в состав бетонной смеси пористых заполнителей, таких как вермикулит, керамзит или перлит.

На основе вермикулита и цемента, с добавлением песка (или без него) можно приготовить целый ряд легких и «теплых» бетонов различной рецептуры теплоизоляционного и конструкционно-теплоизоляционного назначения. В настоящее время наиболее широко в строительстве применяются именно такие вермикулитобетоны для устройства выравнивающих стяжек на полы и кровли промышленных, общественных и жилых зданий. Для приготовления таких бетонных смесей применяют цемент М-400, обычный песок, который используется для штукатурных строительных растворов и вермикулит мелкой фракции, от 0,6 до 2,0 мм.

Введение в смесь вспученного вермикулита именно мелких фракций, при прочих равных условиях, дает более однородное распределение пористости по объему бетона, уменьшает размеры пор и, тем самым, снижает теплопроводность бетона (за счет уменьшения конвективного теплообмена в порах), увеличивает прочность и выход объема бетонной смеси. Это происходит за счет меньшего смятия и поломки зерен вермикулита в цементном тесте при приготовлении бетонной смеси. Так как приведенные составы приготавливаются из мелких заполнителей, то они могут быть рекомендованы также в качестве штукатурных для наружного применения. Приготовление вермикулитобетонной смеси следует производить непосредственно на строительной площадке в лопастных, шнековых или гравитационных смесителях.

Последовательность загрузки компонентов следующая: сначала в отмеренные цемент и песок добавляют воду и, после получения смеси однородной консистенции – вермикулит. Количество воды должно быть минимальным, но достаточным для получения удобоукладываемой и пластичной смеси. Приготовленная смесь должна быть использована в течение 30-40 минут после приготовления. Все вермикулитобетонные смеси, приведенные в таблице 1 можно подавать на объект растворонасосами. Укладку смеси ведут вручную с уплотнением площадочными вибраторами.

**Таблица 1**

Цемент: Песок: Вермикулит (в объемных долях)	Цем. кг на 1 куб.м. смеси	Верм. л. на 1 куб.м. смеси	Объем. вес бетона кг/куб.м.	Прочность на сжатие, кг/кв.см	Проч-ность на изгиб, кг/кв.см.	Коэф. Теплопро- водности, Вт/м х град .
--	---------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------	--------------------------------------	--

1 / 0,5 / 2	450	865	300-600	42	24,5	0,35
1 / - / 2,25	420	895	300-700	32,5	-	0,28
1 / 0,75 / 1, 5	400	-	400-700	44,5	18	0,33
1 / - / 2	360	785	400-600	40	-	0,39
1 / - / 1,5	345	-	400-600	46	-	0,41
1 / 0,5 / 2,5	375	640	400-800	50,5	19,5	0,44

Увеличение марки цемента до М-500, приводит к повышению прочности на 12-18%

Твердение смеси должно происходить при положительных температурах. Через семь суток набора прочности, можно приступать к работам по устройству пола.

Поверхность выравнивающих стяжек не требует шлифования и шпатлевки.

Коэффициент теплопроводности вермикулитобетонов в 4-6 раз меньше, чем обычных цементно-песчаных. Поэтому такие полы называют «теплыми».

Первым и важным технологическим этапом получения цементов низкой водопотребности (ЦНВ) является размолоспособность его минеральных компонентов, поскольку между ними есть различие по твёрдости. Базовыми и наиболее распространными на территории Республики Узбекистан минеральными компонентами ЦНВ является барханный песок зола-унос, микрокремнезем, базальтовая шлак. В качестве вяжущего используют портландцементный клинкер.

В качестве объектов исследования нами выбраны два вида “кремнеземистых” ЦНВ-50, первый из которых получили путем совместного измельчения портландцементный клинкер и барханного песка с суперпластификатором, а для второго вместо барханного песка было использовано зола-уноса, базальтовый шлак и микрокремнезем образующаяся при сжигании углей. В работе использовали портландцемент ПЦ 500 производства АО “Кизилкумцемент” и суперпластификатор JK-02 в количестве 1% от массы ЦНВ. Измельчения осуществляли в лабораторной вибрационно-шаровой и роликовой мельнице до удельный поверхности  $S_{уд}=6000 \text{ м}^2/\text{кг}$ . Мельнице до удалной поверхности составы портландцемента, наполнителей и ЦНВ определяли помощью лазерного анализатора .

В таблице 1. Приведены основные характеристики вяжущих, использованных в работах.

Состав и свойства ЦНВ приведены в таблице 1

**Составы цементов низкой водопотребности Табл.1**

№	Наименование вяжущего	Содержание компонентов, %					
		П. ц клинкер	зола	Микро- кремнезем	Базальтов. шлак	Бархан песок	Jk-02
1	ЦНВ-70	70	-	10	-	20	0,8
2	ЦНВ-60	60	-	10	30	-	0,8
3	ЦНВ-50	50	20	10	-	20	0,8
4	ПЦ	100	-	-	-	-	0,8

Примечание: В маркировке ЦНВ базовым остаётся расход ПЦ, а содержание МД для каждой марки меняется в соответствии с его процентным содержанием.

**Сравнительные физико-технические характеристики исходного ПЦ и ЦНВ из него Табл-2**

Тип вяжущего	Удельная поверхность $\text{м}^2/\text{кг}$	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, час-мин		Прочность через 28 сут, МПа	
			начало	конец	изгиб	сжатие
ПЦ 500	320	24,7	2-50	3-55	6,1	51,6
ЦНВ-55 (на золе-уноса+ микрокремнезём)	550	17,4	2-55	4-40	6,0	70,8
ЦНВ-55 (бархан песок + микрокремнезём)	600	20,8	3-00	4-10	5,8	59,7

Из табл. видно, что ЦНВ-55 на золе отличается низкой водопотребностью и повышенной прочность в сравнении с другими двумя вяжущими.

Повышения удельная поверхность ЦНВ способна воспринять существенно большее количество суперпластификатора, причём далеко за пределами его оптимальной дозировки. Рекомендуемой для рядовых цементов. Это обстоятельство позволяет получить ЦНВ с качественно новыми свойствами, высокие реологические показатели, рост прочности в два раза

и др. При этом происходит замедления сроков схватывания и водоотделения цементного тесто и не теряется прочность ЦНВ со временем.

Цементов низкой водопотребности является продуктом-полуфабрикатом из группы строительных материалов и занимает важнейшее направление в развитии строительной промышленности и сам процесс производства цемента является капиталоемким и энергозатратным.

## ВЫВОД

В результате проведенных исследований установлено, что описанный технологический приём может быть, рекомендован при производстве цементов низкой водопотребности для снижения общих энергозатрат, увеличения производительности меньше и сокращения времени изготовления. С другой стороны, открывается возможность получения быстротвердеющих вяжущих.

Таким образом, представляется возможным производство широкой номенклатуры производства цементов низкой водопотребности без увеличения производства клинкерной составляющей с использованием в качестве кремносодержащих компонентов техногенного и отходов производство так же природного сырья определенного состава.

Создание прогрессивных технологий с минимальными затратами материальных энергетических средств-одно из главнейших задач строительной индустрии, к которой относится и производство строительных материалов и изделий.

## Использованная литература:

1. Указ Президента Республики Узбекистан УП-6119 от 27.11.2020 г. «Об утверждении Стратегии модернизации, ускоренного и инновационного развития строительной отрасли Республики Узбекистан на 2021-2025 годы».
2. Постановлении Президента Республики Узбекистана ПП-4335 23.05.2019
3. ГОСТ 12865-67 Вермикулит вспученный от 12 апреля 1967.
4. Баулин Д.К. Междуетажные перекрытия из легких бетонов. М., Стройиздат, 1974, 216 с.
5. Бурлаков Г.С “Технология, изделий из лёгкого бетона”. М., 1986. Бужевич Г. А легкие бетоны на пористых заполнителях. Москва 1970 г.
6. Матёкубов, Б. П., & Saidmuradova, С. М. (2022, August). КАМ СУВ ТАЛАБЧАН БОГЛОВЧИ АСОСИДАГИ ВЕРМИКУЛИТЛИ ЕНГИЛ БЕТОНЛАР ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ҚЎЛЛАНИЛИШИ. In *INTERNATIONAL CONFERENCES* (Vol. 1, No. 15, pp. 103-109).
7. Matyokubov, B. P., & Saidmuradova, S. M. (2022). METHODS FOR INVESTIGATION OF THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF UNDERGROUND EXTERNAL BARRIER STRUCTURES OF BUILDINGS. *RESEARCH AND EDUCATION*, 1(5), 49-58.
8. Pulatovich, M. B., & Muzaffarovna, S. S. (2022). METHODS FOR INVESTIGATION OF THERMOPHYSICAL CHARACTERISTICS OF UNDERGROUND EXTERNAL BARRIER STRUCTURES OF BUILDINGS. *ISSN 2181-3191 VOLUME 1, ISSUE 5 AUGUST 2022*, 202259.
9. Karimov, G. U. (2021). Energy efficient binder of low water demand with modified mineral additives based on local available components. In *Euro-Asia Conferences* (Vol. 4, No. 1, pp. 106-109).
10. Karimov, G. U. (2021). Energy efficient binder of low water demand with modified mineral additives based on local available components. In *Euro-Asia Conferences* (Vol. 4, No. 1, pp. 106-109).
11. Yusupov, H. V., Karimov, G. U., Saidmurodova, S. M., & Mukhammadiev, I. (2023). IMPROVING THE EFFICIENCY OF CEMENT WITH LOW WATER DEMAND. *JOURNAL OF ENGINEERING, MECHANICS AND MODERN ARCHITECTURE*, (2), 155-160.
12. Yusupov, X. V., Karimov, G., Saidmurodova, S. M., & Zayniyevich, I. F. (2024). KAM SUV TALABCHAN SEMENLARNING ZAMONAVIY MUAMMOLARI. *Miasto Przyszlosci*, 44, 231-234.
13. Karimov, G., & Bakhrayev, N. (2018). RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF ENERGY-EFFICIENT BINDERS FOR MODERN CONSTRUCTION. *Problems of Architecture and Construction*, 1(2), 61-63.
14. Turakulovna, E. M. U., & Pulatovich, M. B. (2023). DEVORLARNING ISSIQLIKKA CHIDAMLILIGINI OSHIRUVCHI MATERIALLARNING XUSUSIYATLARI. *JOURNAL OF ENGINEERING, MECHANICS AND MODERN ARCHITECTURE*, 765-768.
15. Turakulovna, E. M. U., Baxodirovna, R. D., & Pulatovich, M. B. (2024). CLIMATE AND BUILDING ENERGY EFFICIENCY. *Научный Фокус*, 1(11), 386-389.

16. Turakulovna, E. M. U., & Pulatovich, M. B. (2024). Characteristics of Materials that Increase the Heat Resistance of Walls. *Innovative: International Multidisciplinary Journal of Applied Technology* (2995-486X), 2(2), 36-39.
17. Turakulovna, E. M. U., & Pulatovich, M. B. (2024). Characteristics of Materials that Increase the Heat Resistance of Walls. *Innovative: International Multidisciplinary Journal of Applied Technology* (2995-486X), 2(2), 36-39.
18. Nosirova, S., & Matyokubov, B. (2023). WAYS TO INCREASE THE ENERGY EFFICIENCY OF EXTERNAL BARRIER CONSTRUCTIONS OF BUILDINGS. *Евразийский журнал академических исследований*, 3(3), 145-149.
19. Egamova, M., & Matyokubov, B. (2023). Improving the energy efficiency of the external walls of residential buildings being built on the basis of a new model project. *Евразийский журнал академических исследований*, 3(3), 150-155.
20. Matyokubov, B. P., & Rustamova, D. B. PERSPECTIVE CONSTRUCTIVE SOLUTIONS OF MODERN COMPOSITE EXTERNAL WALLS OF SANDWICH TYPE. *International Journal For Innovative Engineering and Management Research*.