

МЕХАНОАКТИВАЦИЯ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ В КАЧЕСТВЕ ТОНКОДИСПЕРСНОЙ АКТИВНОЙ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ В СТРОИТЕЛЬНЫХ РАСТВОРАХ

Рахимов Рахимбой Атажанович

докт. тех. наук, профессор

Марупова Гулмира, Рахимов Ферузбек

докторанты (PhD)

Сабирова С., Рахимова Т., Валиева О., Рузметова Ш.

магистры Ургенчского государственного университета

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7446778>

***Аннотация.** Во многих рисопроизводящих странах мира, в том числе в Узбекистане, направленные на использование золы рисовой шелухи в качестве тонкодисперсной активной минеральной добавки в строительные растворы. Методом лазерной гранулометрии исследовали состав золы и установили значения показателей, характеризующих дисперсность ее частиц до и после механоактивации. Также было проведено сравнение пуццоланической активности золы рисовой шелухи, золы-уноса и микрокремнезема методом поглощения извести из раствора активной минеральной добавкой.*

***Ключевые слова:** рисовая шелуха, зол, тонкодисперсный, добавка, растворы, строительный, лазерная гранулометрия.*

MECHANICAL ACTIVATION OF RICE HUSK AS A FINE ACTIVE MINERAL ADDITIVE IN BUILDING SOLUTIONS

***Abstract.** In many rice-producing countries of the world, including Uzbekistan, they are aimed at using rice husk ash as a finely dispersed active mineral additive in building mortars. The composition of the ash was studied by the method of laser granulometry and the values of the indicators characterizing the dispersion of its particles before and after mechanical activation were determined. A comparison was also made of the pozzolanic activity of rice husk ash, fly ash and microsilica by the method of absorbing lime from a solution with an active mineral additive.*

***Keywords:** rice husk, ash, fine, additive, solutions, construction, laser granulometry*

При всём многообразии свойств кладочного раствора и стенового материала, ключевым, с точки зрения прочности, надёжности и безопасности кладки, является удельная сила сцепления между ними.

Слабым местом растворов, используемых на практике, является применяющийся в качестве основного вяжущего портландцемент. Совокупность его свойств плохо соотносится с требуемыми для достижения высокой эффективности кладочных растворов. Низкая удельная поверхность, оптимальная для бетонов, имеющих в качестве приоритетного свойства прочность - не обеспечивает нужной водоудерживающей способности и скорости твердения; высокая активность - не позволяет получать низкомарочные растворы с достаточным содержанием минерального клея, без неоправданного перерасхода дорогостоящего вяжущего и т.п.

Минеральные и полимерные добавки, вводимые для придания требуемых свойств, чаще всего лишь устраняют «узкие места», присущие портландцементу, плохо

приспособленному для растворов, а не способствуют раскрытию его потенциала. Использование минеральных тонкодисперсных компонентов, например, извести, при определённом улучшении адгезии, приводит к существенному падению прочности, повышению усадки и высолообразованию, снижению морозостойкости и падению многих других показателей.

В связи с этим, повышение надёжности и безопасности каменной кладки не целесообразно без пересмотра сырьевой базы кладочных растворов. Наиболее гибкой минеральной системой, обладающей огромным адаптационным потенциалом, являются композиционные вяжущие. Они позволяют, за счёт изменения соотношения между клинкерной составляющей и минеральной добавкой, варьирования состава последней, введения химических модификаторов и изменения режимов обработки, придавать им разнообразные свойства, необходимые для решения конкретной задачи.

Утилизация рисовой лузги на сегодняшний день является весьма актуальным вопросом. Первые публикации о составе, свойствах и возможном использовании лузги появились более 100 лет назад - в 1871 г. Затем работы на эту тему публиковались в книгах, научных и производственных журналах, издававшихся, по меньшей мере, на десяти языках, не считая английского. Неорганические компоненты обычно определяют в золе, которая составляет от 13,2 до 29,0% массы лузги. Однако минеральный состав часто указывают по отношению к массе лузги. Высокое содержание кремнезема в поверхностном слое лузги обуславливает устойчивую влажность и большую твердость (5,5-6,5 по шкале Мооса) Согласно литературным данным известны способы удаления кремнезема из лузги, заключающиеся в обработке ее щелочью. К наиболее используемым активным минеральным компонентам для цементов, бетонов и растворов относятся метаксаолин, микрокремнезем, золы и шлаки теплоэлектростанций, зола рисовой шелухи (ЗРШ) и др. [1-2]. Исходя из вышеизложенного, проблема вовлечения отходов, получаемых при переработке риса, В странах-производителях риса процесс его переработки сопровождается огромным количеством отходов в виде соломы, отрубей и шелухи (более 1 т рисовой соломы и шелухи на 1 т зерна), поэтому существует серьезная проблема их утилизации [3-5]. Сухая шелуха обрабатывается по особой технологии в специальных высокотемпературных печах, после чего она превращается в эффективный сорбент (впитывающее вещество). 1 г способен поглощает до 6 г нефти, при этом она достаточно долго сохраняет хорошую плавучесть, что облегчает ее сбор с поверхности воды. Технология сбора разлившихся нефтепродуктов с помощью шелухи гречихи и риса уже была опробована в Хорезмском крае. Ввиду того, что рисовая шелуха вследствие высокого количества кремнийорганического полимера растительного происхождения, плохо горит и не гниет, а также доступна и дешева, необходимого для биодеградациии нефтепродуктов.

Рисовую солому используют в основном для сельскохозяйственных нужд (на корм животным идет до 70 % ее количества). Рисовые отруби, и мучка являются побочными продуктами, образующимися из верхнего слоя зерновки шелушенного риса в процессе его шлифования. В строительстве ее применяют в качестве отделочных и кровельных материалов (до 5 %), остальную солому сжигают непосредственно на полях (до 15 %) или просто оставляют там и в местах обмолота риса для естественного разложения (до 10 %). В настоящее время основное направление утилизации рисовой соломы — выпуск целлюлозы и ее производных продуктов [6]. Рисовую шелуху используют для получения кремнезема в кристаллической и аморфной формах [9], с последующим применением аморфного кремнезема в технологии строительных материалов.

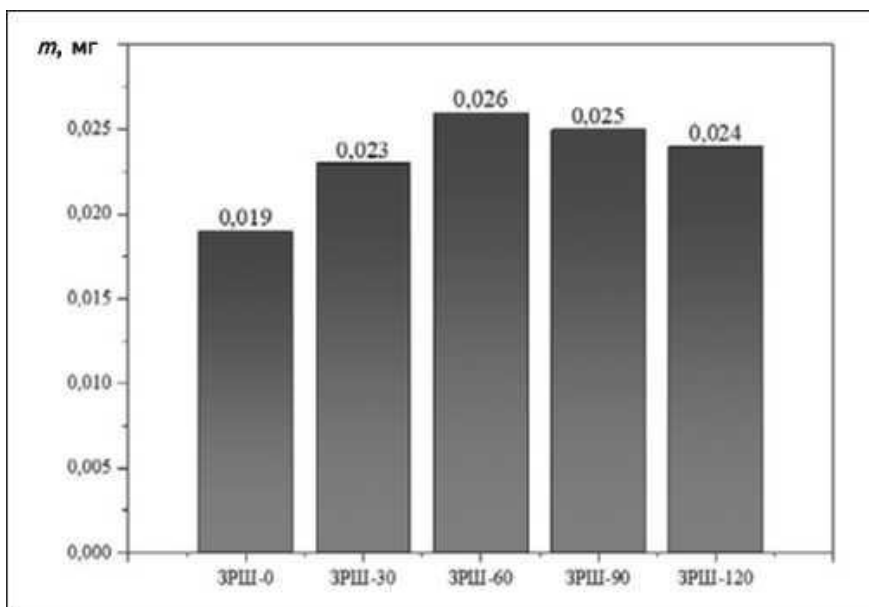


Рис. 1. Масса растворенного оксида кремния, мг, в образцах золы рисовой шелухи с различной продолжительностью механоактивации

Как показал анализ химического состава ЗРШ, приведенный в работах [7], зола имеет кислый характер и в основном состоит на 80—90 % из диоксида кремния. Кроме того, в ней содержатся в небольших количествах оксиды щелочных и щелочноземельных металлов, а также некоторые другие оксиды. При этом для ЗРШ характерно высокое содержание аморфного кремнезема и большая удельная поверхность.

Полученную из отходов обработки риса, выращенного Хорезмского региона, рисовую шелуху сушили и затем сжигали в лабораторной печи при температуре 650 °С [8] с последующим быстрым охлаждением, потом измельчали в вибрационной мельнице в течение от 30 до 120 мин для получения механоактивированной ЗРШ в виде тонкого порошка.

Эффективность механоактивации золы рисовой шелухи в зависимости от продолжительности помола с точки зрения повышения ее пуццоланической активности можно оценить совокупностью влияния двух факторов: *экстенсивного*, т. е. увеличением площади удельной поверхности частиц ЗРШ, и *интенсивного*, или ростом растворимости в воднощелочной среде содержащегося в ней аморфного кремнезема.

Известно, что традиционные кладочные растворы на основе минеральных компонентов имеют ограниченный потенциал наращивания основных показателей, в

частности адгезии к различным видам стеновых материалов. Это связано с большим количеством негативных побочных явлений, вызываемых вводимыми в них тонкодисперсными компонентами, перекрывающими основной положительный эффект. Использование золы рисовой шелухи в качестве тонкодисперсной активной минеральной добавки в строительные растворы, хорошо зарекомендовавших себя в сухих строительных смесях различного назначения, не популярно ввиду значительного удорожания строительного раствора при его высоком расходе - в толстошовной кладке растворные швы могут формировать до 20% от общего объёма конструкции.

Решением, не применявшимся ранее, является разработка композиционных вяжущих, обеспечивающих средство растворов к основным типам применяемых стеновых материалов, с целью повышения сцепления между элементами кладки, её надёжности и безопасности.

Доказано, что высокие эксплуатационные характеристики кладки на разработанных растворах объясняются микроструктурой оптимизированного камня, которая отличается однородностью, существенно меньшим размером новообразований, их равномерным распределением, полиминеральным составом, повышенной плотностью и степенью гидратации клинкерных минералов. Четкой границы контактной зоны со стеновым материалом не просматривается за счёт средства структур элементов многослойной системы. Гармонизация тепловых и влажностных деформационных показателей предопределяет долговечность конструкции.

Выводы

Механоактивация золы рисовой шелухи в течение 60 мин путем помола в вибрационной мельнице оптимальная по совокупности влияния экстенсивного и интенсивного факторов повышения ее пуццоланической активности, так как экспериментальным путем установлено, что именно такая продолжительность механоактивации приводит одновременно к получению наиболее дисперсных частиц золы и к максимальной растворимости содержащегося в ней аморфного кремнезема.

REFERENCES

1. Зырянов М. С., Ахметжанов А. М., Манушина, Потапова Е. Н. Определение пуццолановой активности метакаолина // Успехи в химии и химической технологии. 2016. Т. XXX. № 7. С. 44-46.
2. Zyryanov M. S., Akhmetzhanov A. M., Manushina S., Potapova Ye. N. Determination of the puzzolanic activity of metakaolin. *Uspekhi v khimii i khimicheskoy tekhnologii*, 2016, vol. XXX, no. 7, pp. 44-46. (In Russian).
3. Pontes J., Santos Silva A, Faria P. Evaluation of pozzolanic reactivity of artificial pozzolans [Оценка пуццолановой реакционной способности искусственных пуццоланов]. *Materials Science Forum*, 2013, vol. 730-732, pp. 433-438.
4. Tang Van Lam, Ngo Xuan Hung, Bulgakov B. I., Aleksandrova O. V., Larsen O. A. et al. The use of ash and slag waste as an additional cementing material. *Vestnik BGTUim. V. G. Shukhova*. 2018, no. 8, pp. 10-18. Available at: https://doi.org/10.12737/article_5b6d58455b5832.12667511 (accessed 11.07.2019). (In Russian).
5. Bazhenov Yu. M., Pham Toan Duc. Improving the water resistance of concrete in humid hot climates. *Stroitel'-nyye materialy*, 2007, no. 7, pp. 21. (In Russian).

6. Вураско А. В., Минакова А. Р., Гулемина Н. Н., Дрикер Б. Н. Физико-химические свойства целлюлозы, полученной окислительно-органо-растворителем способом из растительного сырья // Леса России в XXI веке: материалы I Междунар. науч.- практ. интернет-конф. (июнь 2009 г.). СПб, 2009. С. 127-131.
7. Vurasko A. V., Minakova A. R., Gulemina N. N., Driker Physico-chemical properties of cellulose obtained by the oxidative-organosolvent method from vegetable raw materials. Lesa Rossii v XXI veke: mat. pervoy Mezhdunar. nauch.-prakt. internet-konf. [Forests of Russia in the XXI century: mat. First Int. scientific- practical internet conf., June 2009]. St. Petersburg, 2009, pp. 127-131. (In Russian)
8. Bui Danh Dai. Influence of rice husk ash on the properties of mortar and concrete [Влияние золы рисовой шелухи на свойства раствора и бетона]. Joint international scientific symposium "Scientific Achievements in Research on New Modern Building Materials". Hanoi, 2006, pp.32-38.