

DOI: 10.12737/article\_5926a059b94113.42229526

Уральский В.И., канд. техн. наук, доц.,  
Синица Е.В., канд. техн. наук, доц.,  
Уральская Л.С., ст. преп.,  
Фарафонов А.А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ АГРЕГАТ КОМБИНИРОВАННОГО СПОСОБА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

WIURAL@mail.ru

*В статье представлены научно-технические разработки по созданию центробежного помольного агрегата комбинированного способа измельчения, конструкция которого позволяет повысить качество готового продукта за счет обеспечения сухого и мокрого способа измельчения материала в одном агрегате, а также повысить производительность агрегата за счет обеспечения непрерывного процесса измельчения.*

*Ключевые слова: центробежный агрегат, комбинированный способ, измельчение, сухой способ, мокрый способ, энергосбережение.*

Проведенный нами анализ существующего помольного оборудования малотоннажных технологических комплексов для тонкого и сверхтонкого измельчения материалов показывает, что конструкция основополагающего агрегата-измельчителя, входящего в состав комплекса, должна обеспечивать функциональные возможности организации технологического процесса по различным схемам в зависимости от существующих требований к конечному продукту [1–5].

При данном подходе к созданию технологического комплекса наибольшему числу требований удовлетворяет разработанный нами центробежный агрегат комбинированного способа измельчения, конструкция которого позволяет повысить качество готового продукта за счет обеспечения комбинирования одновременно сухого и мокрого способа измельчения материала в одном агрегате, а также повысить производительность агрегата за счет обеспечения непрерывного процесса измельчения [6].

Недостатками предыдущих агрегатов центробежного типа являются недостаточные производительность и качество готового продукта, отсутствие возможности комбинирования сухого и мокрого способа измельчения, а также реализации мокрого измельчения в непрерывном режиме. Именно поэтому предлагается создать центробежный агрегат комбинированного способа измельчения.

Разработанный центробежный агрегат комбинированного способа измельчения (рис.1) содержит станину 1 с опорными стойками 3, в которых закреплен эксцентриковый вал 4 с противовесами, вертикальные направляющие 2, соединенные через ползуны 7 с рамой 5 и горизонтально расположенные верхнюю 8, среднюю 9 и нижнюю 10 цилиндрические помольные камеры с ограничительными и классификацион-

ными решетками и патрубками. В предложенном решении верхняя 8 (рис. 2) помольная камера имеет классификационные решетки 11, а средняя и нижняя – ограничительные 16, 17, 20, при этом решетки камер соединены на входе с загрузочной 12, 18, 21, на выходе – с разгрузочной переходными камерами 13, 19, 22, а соединяющие их патрубки 23, 24 выполнены жесткими и расположены вертикально, нижняя 10 помольная камера имеет шарнирно установленную заслонку 29 (рис. 3), снабженную регулируемой пружиной 30, на верхней наружной поверхности средней 9 помольной камеры вмонтированы штуцера 25 для подачи жидкости из резервуара 27 с дозатором 28.

За счет того, что смачивание материала происходит в средней камере, осуществляется комбинированный способ измельчения. Образованная суспензия, попадая в третью камеру, задерживается специальной заслонкой на выходе из мельницы.

Сущность конструкции разработанного агрегата заключается в том, что жидкость из предварительно подготовленного резервуара по трубопроводу поступает в начало средней камеры центробежного помольного агрегата, на верхней части которой установлены штуцера. При этом помольные камеры выполнены цилиндрическими и снабжены загрузочными и разгрузочными переходными камерами, а соединительные жесткие патрубки установлены вертикально между разгрузочной и загрузочными переходными камерами. Причём, верхняя помольная камера снабжена классификационными решетками, в средней и нижней помольных камерах размещены ограничительные решетки. Так как в верхней камере осуществляется предварительное измельчение материала, а в средней с добавлением жидкости, это позволяет обеспечить комбинированное измельчение материала: пред-

варительное сухое – в верхней камере агрегата и последующее мокрое – в средней и нижней камерах. Разгрузочная переходная камера нижней

помольной камеры имеет шарнирно установленную заслонку, снабжённую регулируемой пружиной.

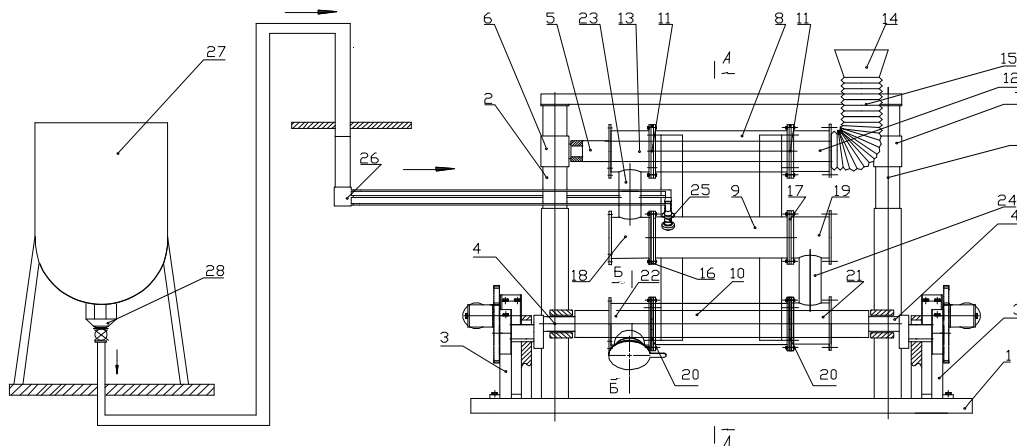


Рис. 1. Схема центробежного агрегата комбинированного способа измельчения

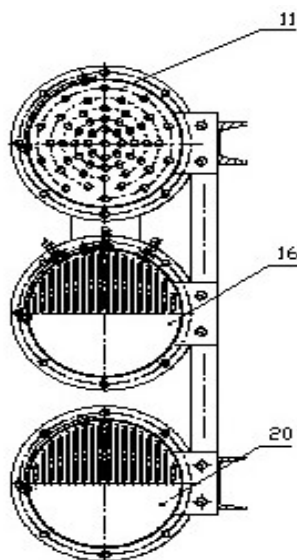


Рис. 2. Конструкции помольных камер с ограничительными решетками

Исходный материал в первую очередь подвергается интенсивному ударному воздействию мелющих тел в верхней камере агрегата при сухом измельчении, в результате чего в частицах материала активно образуются микротрещины. Процесс образования микротрещин с дальнейшим соединением измельчаемого материала с жидкой фазой в последующих камерах агрегата способствует существенному увеличению удельной поверхности, а, следовательно, и качества готового продукта. Возможность непрерывного комбинированного измельчения материала при обеспечении его перемещения вдоль камер и регулируемой выгрузки готового материала значительно повышает производительность агрегата.

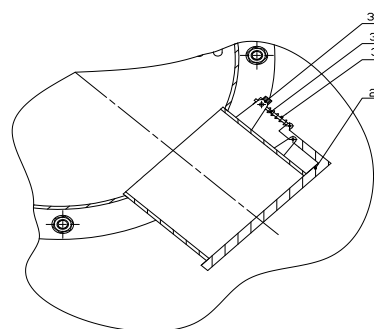


Рис.3. Механизм заслонки нижней разгрузочной камеры

Центробежный агрегат комбинированного способа измельчения работает следующим образом.

В сухом виде исходный материал, например кварцитопесчаник, подается в загрузочный бункер 14 и с помощью гибкого патрубка 15 материал последовательно поступает в помольные камеры 8, 9 и 10. В верхнюю 8 помольную камеру материал поступает через загрузочную переходную камеру 12 и классификационную решетку 11. Движение материала в верхней 8 помольной камере, осуществляется в вертикальном направлении, так как она закреплена в верхней точке рамы 5, и поступательно за счет соединения рамы сверху с ползунами 6 и 7, закрепленных на вертикальных направляющих 2. Поэтому мелющим телам сообщается высокая энергия, способствующая их интенсивному ударному воздействию на материал. При этом классификационные решетки 11 способствуют удержанию мелющих тел внутри помольной камеры 8. Перемещение материала внутри верхней 8 помольной камеры обеспечивается в процессе измельчения за счет подпора загружаемым ма-

териалом. Помольная верхняя 8 камера предназначена для предварительного сухого измельчения материала. Далее материал через классификационную решетку 11 поступает в разгрузочную переходную камеру 13 и попадает в загрузочную переходную камеру 18 средней 9 помольной камеры, через жесткий патрубок 23, а оттуда через ограничительную решетку 16 в рабочее пространство средней 9 камеры.

Средняя 9 камера движется по эллипсоидной траектории, так как она закреплена в средней части рамы 5, которая соединена с эксцентриковым валом 4, имеющим противовесы и размещенным в опорных стойках 3, которые в свою очередь закреплены на станине 1. В этой камере к материалу добавляется жидкость из резервуара 27 через трубопровод 26 и штуцера 25. Необходимое количество жидкости обеспечивается объемным дозатором 28. При смешении в средней 9 помольной камере предварительно измельченного материала и жидкости образуется суспензия требуемого состава. Смоченный материал измельчается и через ограничительную решетку 17 поступает в разгрузочную переходную камеру 19 и далее через жесткий патрубок 24 – в загрузочную переходную камеру 21 и через ограничительную решетку 20 – в нижнюю помольную камеру 10, где материал под действием мелющих тел при круговом движении камеры подвергается интенсивному истиранию. Выход материала из нижней 10 помольной камеры происходит через ограничительную решетку 20 расположенную на выходе в разгрузочную переходную камеру 22. Установка ограничительных решеток на входе и выходе средней и нижней камер способствует улучшению измельчения за счет удержания необходимого уровня воды внутри камер. Образо-

ванная суспензия, попадая в разгрузочную камеру 22, задерживается специальной шарнирной заслонкой 29, состоящей из пружины 30, штифта 31 и регулировочной гайки 32. Заслонка 29 автоматически открывается при накоплении в разгрузочном патрубке 22 определенного количества суспензии, что обеспечивается путем расчета усилия сжатия пружины 30 с учетом количества массы удерживаемого материала.

Результатом проведенных комплексных исследований является разработка и создание новой конструкции центробежного помольного агрегата комбинированного способа измельчения (рис. 4), технические характеристики которого представлены в табл. 1.



Рис. 4. Общий вид центробежного помольного агрегата комбинированного способа измельчения

Данный агрегат позволяет измельчать сыпучие материалы различной прочности такие как кварцевые породы, отходы перлитового и вермикулитового производств, стеклобой и др. до удельной поверхности  $S_{уд} = 600\text{--}800 \text{ м}^2/\text{кг}$ .

Таблица 1

### Технические характеристики

№ п/п	Характеристики	Размерность	Обозначение	Значение		
1.	Диаметр камеры помола	м	$D_{вн}$	$280 \cdot 10^{-3}$		
2.	Длина камеры помола	м	$L_k$	$500 \cdot 10^{-3}$		
3.	Коэффициент загрузки камер		$\psi$	0,25–0,35		
4.	Производительность	кг/ч	$Q$	50–250		
5.	Частота вращения эксцентрикового вала	мин <sup>-1</sup>	$n$	350–420		
6.	Величина эксцентриситета	м	$e$	$20 \cdot 10^{-3}$		
7.	Мощность привода	кВт	$P_{\Sigma дв}$	2,2		
8.	Габаритные размеры:	м	$L$	$2340 \cdot 10^{-3}$		
	-длина				$B$	$1400 \cdot 10^{-3}$
	-ширина				$H$	$1286 \cdot 10^{-3}$
9.	Масса	кг	$m$	950		

Использование разработанного измельчителя в различных технологических линиях может сократить энергозатраты на 15-20 %, а также позволяет улучшить физико-механические свойства конечного продукта.

Простота конструкции позволяет осуществлять быструю замену рабочих элементов помольных камер и существенно сокращает затраты при простоях машины во время ремонта или технического обслуживания.

Разработанная нами конструкция центробежного агрегата комбинированного способа измельчения является базовой основой для реализации в нем и других технологических операций.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пат. 2277973 Российская Федерация, В 02 С 17/08. Помольно-смесительный агрегат / Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Сеница Е.В.; заявитель и патентообладатель ООО «ТК РЕЦИКЛ». №2005118705/03, заявл. 24.06.05; опубл. 20.06.06, Бюл. №17. с. 8.

2. Пат. 2381837 Российская Федерация, В 02 С 17/08. Помольно-смесительный агрегат / Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Уральский А.В., Сеница Е.В.;

заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова, ООО «ТК РЕЦИКЛ». - №2008109444/03, заявл. 11.03.08; опубл. 20.02.10, Бюл. №5. – с. 11.

3. Гридчин А.М., Севостьянов В.С., Лесовик В.С., Уральский В.И., Сеница Е.В., Уральский А.В. Энергосберегающие помольные комплексы для получения механоактивированных композиционных смесей // Известия вузов. Строительство. 2009. №5. С. 68–79.

4. Сеница Е.В., Уральский А.В., Плетнев А.В. Влияние движения мелющей загрузки на динамику центробежного помольно-смесительного агрегата // Научные исследования, наносистемы и ресурсосберегающие технологии в стройиндустрии: сб. докладов Международной научно-практической конференции. – Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2007. С. 188–192.

5. Уральский А.В., Севостьянов В.С. Многофункциональный центробежный агрегат с параллельными помольными блоками // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2010. №1. С. 106–112.

6. Уведомление о приеме и регистрации заявки, дата поступления 16.12.2016; входящий № 079862, регистрационный № 2016149707.

---

**Uralskiy V.I., Sinitza E.V., Uralskaya L.S., Farafonov A.A.**

### CENTRIFUGAL UNIT OF COMBINED METHOD OF MILLING

*The article presents scientific and technical developments on the creation of a centrifugal grinding unit of the combined grinding method, whose design allows to improve the quality of the finished product by providing a dry and wet method of grinding the material in one unit, and to increase the productivity of the unit by providing a continuous grinding process.*

**Key words:** centrifugal aggregate, combined method, grinding, dry method, wet method, energy saving.

---

**Уральский Владимир Иванович**, кандидат технических наук, профессор кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: WIURAL@mail.ru

**Сеница Елена Владимировна**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: evsinica@gmail.com

**Уральская Любовь Сергеевна**, старший преподаватель кафедры начертательной геометрии и графики.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Фарафонов Александр Александрович**, аспирант кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.