

DOI: 10.12737/article_5a27cb8c4e8d85.63043917

Уральский В.И., канд. техн. наук, доц.,
Синица Е.В., канд. техн. наук, доц.,
Уральский А.В., канд. техн. наук, доц.,
Сажнева Е.А., аспирант

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ*

Alexx_1984.10@mail.ru

Одним из способов обеспечения высокого качества тонкодисперсного порошка является организация замкнутого цикла измельчения. В то же время возникает необходимость повышения эффективности помольного оборудования, в том числе за счет совершенствования конструкции рабочих органов агрегатов.

В статье представлены научно-технические разработки по совершенствованию конструкции помольных камер центробежного измельчителя.

Ключевые слова: технологический модуль, измельчение, замкнутый цикл, диффузор, конфузор.

Одним из способов повышения эффективности помольных агрегатов вибрационно-центробежного типа является организация процесса измельчения по замкнутому циклу [1].

Разработанная схема замкнутого цикла измельчения с применением центробежного помольного агрегата (рис.1) позволяет обеспечить требуемое качество готового продукта исключить недостатки, присущие многокамерным мельницам замкнутого цикла измельчения [2–4].

Технологический модуль замкнутого цикла измельчения содержит центробежный помольный агрегат с тремя камерами помола и центробежный воздушно-проходной сепаратор с двумя зонами разделения.

Особенность представленной конструкции технологического модуля заключается в том, что материал проходит три стадии помола с различными режимами работы в одной мельнице с тремя камерами помола. При этом после каждой камеры помола проходит классификация в центробежном воздушно-проходном сепараторе. Это дает большую гарантию одинаковой дисперсности материала, что достигается за счет обеспечения непрерывного вывода готового продукта на различных стадиях процесса и возврата недоизмельченного материала на дальнейшее измельчение до состояния готового продукта.

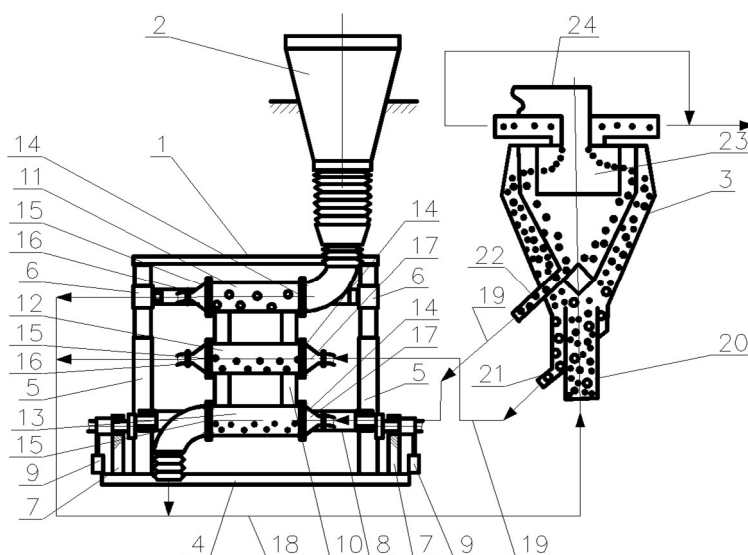


Рис. 1. Технологический модуль замкнутого цикла измельчения с центробежным помольным агрегатом:
1 – центробежный помольный агрегат; 2 – бункер; 3 – центробежный воздушно-проходной сепаратор;
4 – станина; 5 – вертикальная стойка; 6 – ползун; 7 – опора вала; 8 – эксцентриковый вал; 9 – противовес;
10 – рама; 11, 12, 13 – помольные камеры; 14 – ограничительная решетка; 15 – классификационная решетка;
16 – конфузор; 17 – диффузор; 18, 19 – газоходы; 20 – загрузочный патрубок; 21, 22 – разгрузочные патрубки;
23 – радиальные лопасти; 24 – выходной патрубок

Разработанный технологический модуль, конструкция которого позволяет выводить из всех рабочих камер агрегата частицы материала с характеристиками, соответствующими готовому продукту, предотвращает его переизмельчение, а, следовательно, обеспечивает требуемое качество готового продукта и снижение энергозатрат на измельчение, тем самым повышает эффективность помола.

Кроме этого, для уменьшения энергозатрат, связанных с обеспечением движения газоматериального потока в помольных камерах агрегата, необходимо установить рациональные конструктивные параметры входных и выходных патрубков помольных камер, позволяющие уменьшить сопротивление движению потока и, в то же время, создающие завихрения в камерах, необходимые для перемешивания материала.

Конструктивно входные патрубки камер выполнены в виде расширяющихся усеченных конусов – диффузоров, выходные патрубки – в виде сужающихся усеченных конусов – конфузоров [5]. Применяя диффузоры и конфузоры с различными параметрами можно изменять скорость газоматериального потока, тем самым изменяя эффективность помола.

Для исследования влияния конструктивных параметров патрубков использовался программный продукт SolidWorks в модуле FlowSimulation, который позволяет сделать расчет потоков газа(воздуха) в камерах помола. Для расчета была выбрана модель камеры помола в реальных размерах (рис. 2), содержащая цилиндрический корпус 1, ограничительные решетки 2, патрубки входа 3 и выхода 4 газоматериального потока. Для расчетов применялись патрубки входа 3 и выхода 4 соответственно с диффузорами и конфузорами конусностью $\alpha=20^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ и 90° .

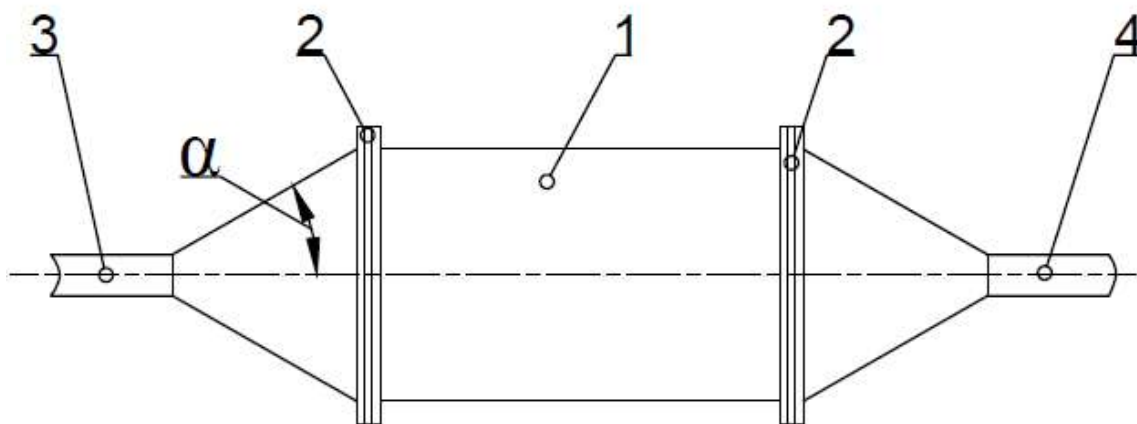


Рис. 2. Схема камеры помола

Результатами расчётов являются изменение скорости потоков воздуха на входе и выходе камеры помола, представленные в таблице и на графиках (рис. 3). Для моделирования более реальной картины движения потока были добавлены мелющие тела в хаотическом порядке, как при помоле в верхней камере центробежного помольного агрегата.

Таблица 1

Потери скоростей % при различных параметрах патрубков

	Конфузор, °				
	20	30	45	90	
Диффузор, °	20	7	14	13	49
	30	5	12	14	60
	45	9	15	18	31
	90	22	25	31	60

Программный продукт SolidWorksFlowSimulation позволяет теоретически ознакомиться с процессами, происходящими в камере помола в статическом состоянии, при продувании ее потоком воздуха. Кроме этого, возможно определение изменения скоростей по всей длине камеры, а также минимальных потерь скоростей и установление рациональных значений углов диффузора и конфузора.

В результате проведенных расчетов определена минимальная потеря скоростей в камерах при значениях углов в диффузоре и конфузоре $\alpha = 20^\circ, 30^\circ, 45^\circ$ и 90° .

Потеря скорости обуславливается множественными завихрениями при прохождении диффузора и сопротивлением при прохождении конфузора. На рис. 4,5,6,7 можно визуальнo сравнить результаты, полученные в SolidWorksFlowSimulation.

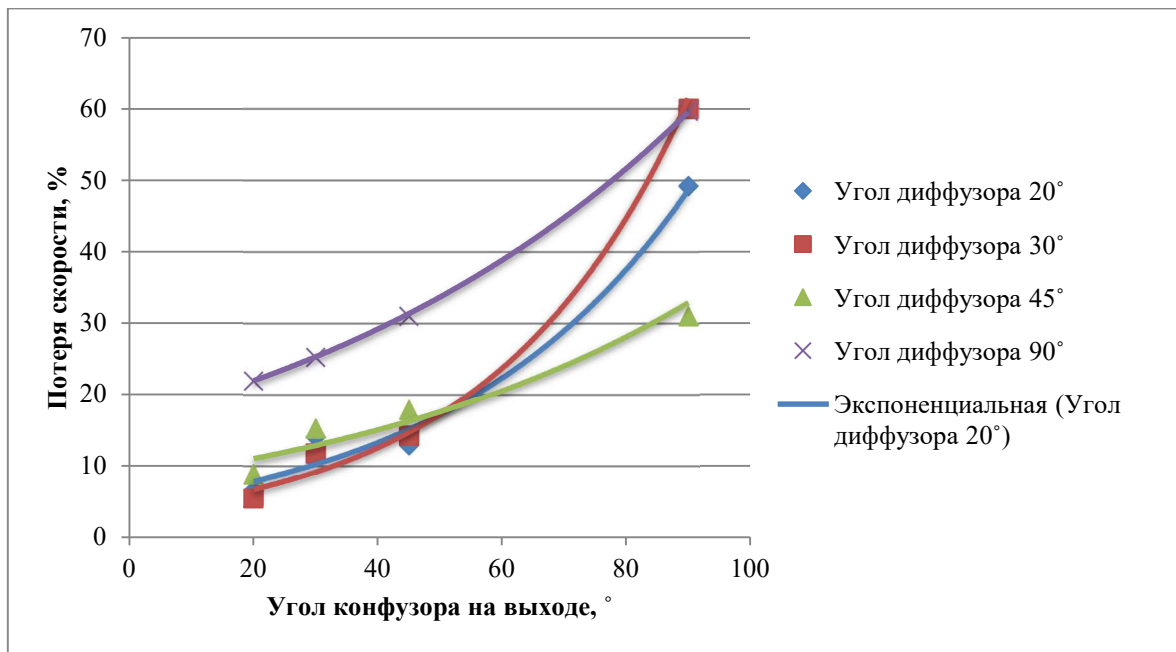


Рис. 3. Экспоненциальная зависимость потерь скоростей в зависимости от величин углов диффузора и конфузора

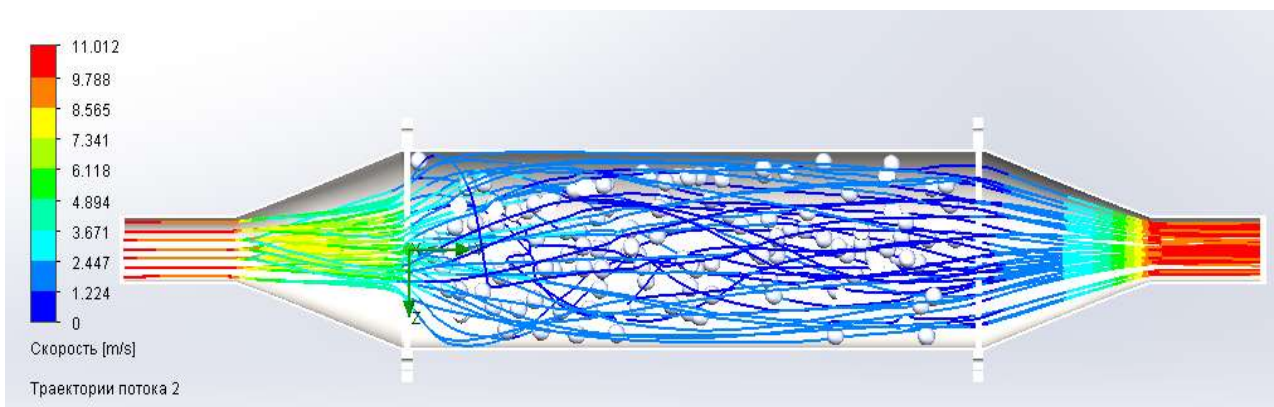


Рис. 4. Визуальное представление траекторий потока при диффузоре и конфузоре с углами 20° (цветовая гамма- изменение скорости)

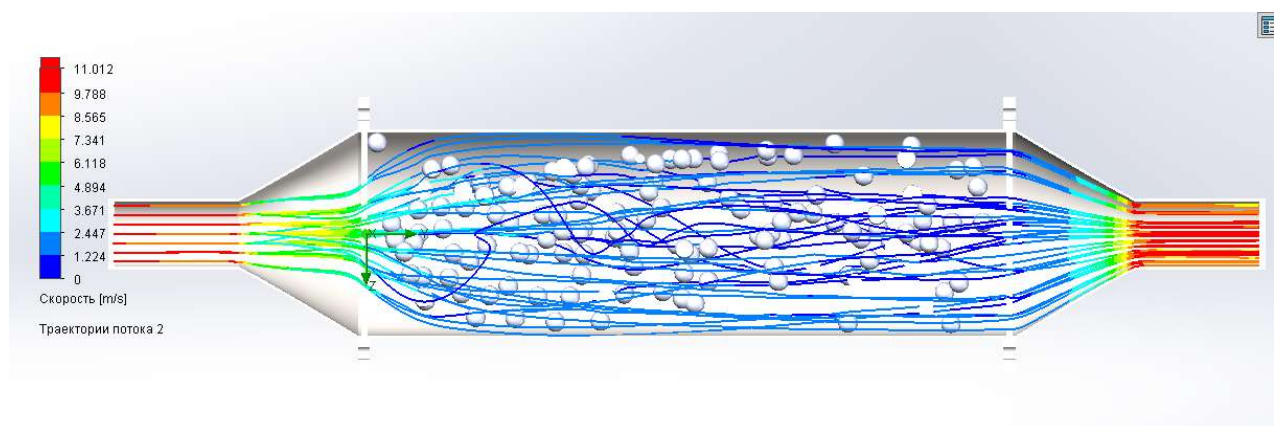


Рис. 5. Визуальное представление траекторий потока при диффузоре и конфузоре с углами 30° (цветовая гамма- изменение скорости)

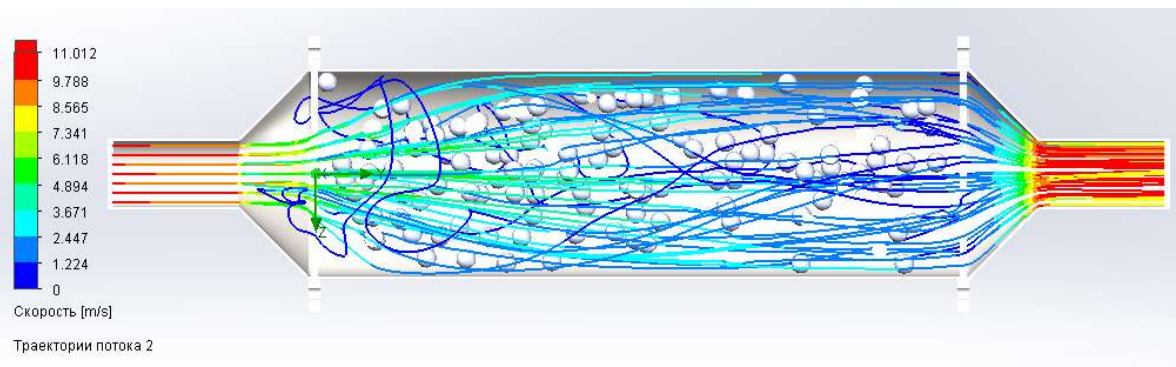


Рис. 6. Визуальное представление траекторий потока при диффузоре и конфузоре с углами 45° (цветовая гамма- изменение скорости)

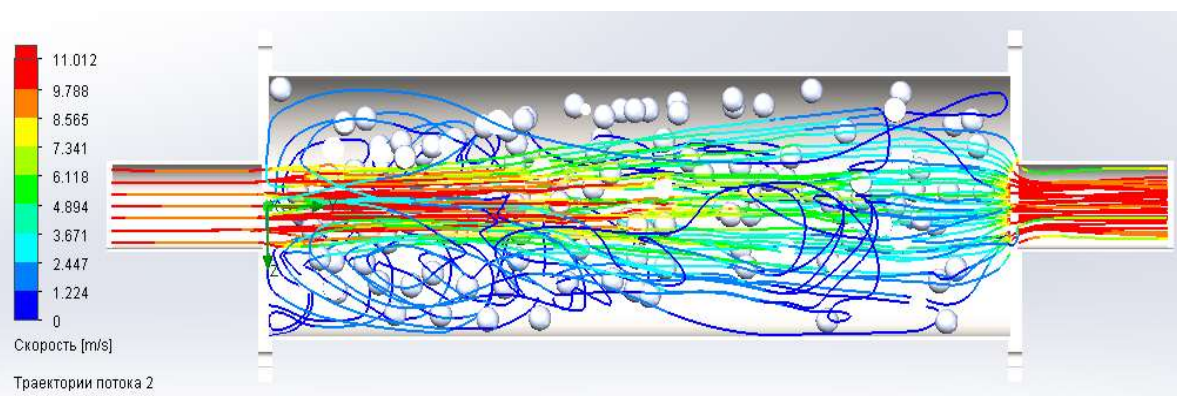


Рис. 7. Визуальное представление расчета траекторий потока при диффузоре и конфузоре с углами 90° (цветовая гамма- изменение скорости)

Из рис. 4 видно, как газ (воздух) входит в камеру помола через диффузор конусностью 20° , проходит сквозь ограничительную решетку, после которой начинаются незначительные завихрения. Так же проходит через мелющие тела, сквозь ограничительную решетку и плавно проходит через конфузор на выход.

На рис. 7 видно, что после прохождения воздуха через диффузор конусностью 90° наблюдается потеря скорости и обратное течение, появляется множество завихрений.

В данном случае завихрения играют значительную роль при классификации материала. При уменьшении скорости поток захватывает самые мелкие частицы. А при закручивании потока крупные частицы откидываются к стенке с помощью центробежных сил и домалываются дальше. Это дополнительная нагрузка на измельчаемый материал позволяет повысить эффективность измельчения.

Проведенные расчеты и позволяют существенно упростить определение конструктивных параметров помольных камер, обеспечивающих необходимый режим измельчения материала в центробежном агрегате по замкнутому циклу измельчения.

**Работа выполнена в рамках Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.*

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Дешко Ю.И., Креймер М.Б., Крытхин Г.С. Измельчение материалов в цементной промышленности. М.: Стройиздат, 1966. 275с.
2. Заявка 2017118016 Российская Федерация, Технологический модуль и способ замкнутого цикла измельчения / Уральский В.И., Севостьянов В.С., Сеница Е.В., Уральский А.В., Сажнева Е.А., Фарафонов А.А., заявитель ФГБОУ БГТУ им. В.Г. Шухова; приоритет 23.05.2017.
3. Пат. 2277973 Российская Федерация, В 02С 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»; опубл. 20.06.06, Бюл. №17.
4. Уральский В.И., Сеница Е.В., Уральский А.В., Сажнева Е.А. Технологический модуль замкнутого цикла измельчения // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №10. С. 144–148.
5. Идельчик И.Е., Штейнберга М.О. Справочник по гидравлическим сопротивлениям // Машиностроение. 1992. №3. 672 с.

Информация об авторах

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

E-mail: wiural@mail.ru.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

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

E-mail: evsinica@mail.ru.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Уральский Алексей Владимирович, кандидат технических наук, доцент кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

E-mail: Alexx_1984.10@mail.ru.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Сажнева Екатерина Александровна, аспирант кафедры технологических комплексов, машин и механизмов.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова,
Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

Поступила в сентябре 2017 г.

© Уральский В.И., Синица Е.В., Уральский А.В., Сажнева Е.А., 2017

Uralskiy V.I., Sinitza E.V., Uralskiy A.V., Sazhneva E.A.

IMPROVEMENT OF EFFICIENCY OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR A CLOSED CIRCULATION CYCLE

One way to ensure the high quality of fine powder is to organize a closed grinding cycle. At the same time, there is a need to increase the efficiency of grinding equipment, including by improving the design of the working parts of the units.

The article presents scientific and technical developments on the improvement of the design of grinding chambers of a centrifugal shredder.

Keywords: *technological module, grinding, closed cycle, diffuser, confuser.*

Information about the authors

Uralskiy Vladimir Ivanovich, PhD., Assistant professor.

E-mail: wiural@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Sinitza Elena Vladimirovna, PhD., Assistant professor.

E-mail: evsinica@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Uralskiy Alexey Vladimirovich, PhD., Assistant professor.

E-mail: Alexx_1984.10@mail.ru.

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Sazhneva Ekaterina Aleksandrovna, Postgraduate student.

Belgorod State Technological University named after V.G.Shukhov.
Russia, 308012, Belgorod, st. Kostyukova, 46.

Received in September 2017

© Uralskiy V.I., Sinitza E.V., Uralskiy A.V., Sazhneva E.A., 2017