

## **ОТЗЫВ**

официального оппонента, доктора технических наук, профессора  
Сиваченко Леонида Александровича  
на диссертационную работу

Шеремета Евгения Олеговича по теме «Исследование пневмоструйной мельницы для получения микроцемента», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности  
05.02.13. «Машины, агрегаты и процессы» (строительство).

### **Актуальность темы исследования**

Микроцемент – высокотехнологичный материал, который изготавливается на основе широко применяемых цементов путем помола и сепарирования до сверхтонких фракций с добавлением различных добавок. Это существенно меняет его свойства и позволяет применять в отделочных работах, для усиления строительных конструкций, при восстановлении фундаментов, при строительстве подземных сооружений, при проходке скважин и т.п. Как отмечают потребители, микроцемент становится важнейшим и незаменимым компонентом разнообразных строительных смесей, компаундов, суспензий и пр. Одной из основных характеристик микроцемента является тонкость помола, влияющая на затвердевание цемента на ранних сроках схватывания. Отечественное оборудование в большинстве случаев не всегда способно обеспечить необходимую тонкость помола, а иностранные образцы помольных агрегатов, способные её обеспечивать, являются слишком дорогими, а их заявленные характеристики не всегда реализуются на практике. Кроме того, считаю, что отечественное научное направление по струйному измельчению необходимо вернуть на мировой уровень, что в итоге позволяет считать выполненное исследование не только своевременным, но и актуальным.

**Соответствие диссертации специальности и отрасли науки, по которой она представлена к защите.**

Диссертационная работа Шеремета Е.О. направлена на исследование процесса пневмоструйного измельчения материалов и создание высокоэффективной мельницы для получения микроцемента, что полностью соответствует специальности 05.02.13. «Машины, агрегаты и процессы» (строительство).

### **Научная новизна выносимых на защиту результатов, выводов и положений, сформулированных в диссертации**

Научная новизна работы обусловлена следующими составляющими:

- математической зависимости, позволяющей определить максимальную объемную пропускную разгонных трубок для предложенной конструкции мельницы;
- математического выражения для определения установившегося режима работы пневмоструйной мельницы согласованного с устойчивой подачей измельченного материала вибропитающим устройством;
- аналитического описания колебательных движений частицы материала относительно плоскости встречи двух струй в пределах зоны разрушения в помольной камере;
- расчетом времени нахождения частицы в области косых соударений частиц материала с частицами, находящимися во встречной струе в пределах зоны разрушения;
- уравнениями регрессии, позволяющими определить рациональные режимы процесса измельчения в установке предложенной конструкции.

Целостностью диссертационной работы является научное обоснование повышения

эффективности пневмоструйного помола минеральных материалов (цемента) за счет направленного столкновения восьми скоростных потоков с измельчаемым материалом друг с другом в замкнутом стесненном объеме и создания эффективного механизма разрушения частиц с преобладающим истирающим воздействием, что является определяющим фактором сверхтонкого помола.

### **Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Исходные научные гипотезы и обоснования базируются на большом аналитическом материале и анализе технологического использования пневмоструйных мельниц, а выводы, сделанные по результатам теоретических расчетов, в целом возражений не имеют и проверены в ходе экспериментальных исследований и промышленных испытаний.

Разработана и обоснована методика экспериментальных исследований по измельчению микроцемента в пневмоструйной мельнице, а также, представлены устройство и принцип действия экспериментальной установки. Приведены результаты экспериментальных исследований и установлен диапазон факторов, влияющих на эффективность помола в предлагаемой мельнице. Осуществлено промышленное испытание установки и её внедрение в производство.

Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, содержащихся в работе, основана на корректном использовании общепринятых методов научных исследований: обзора литературы и патентного исследования, лабораторных экспериментов и промышленных испытаний, а также на поэтапном сопоставлении полученных результатов с известными и экспериментальными данными.

Обоснованность выводов и рекомендаций диссертации также основана на научных методах исследования, с использованием классических математических и физических законов и закономерностей, методов планирования экспериментальных исследований и статистической обработкой их результатов, использованием современной измерительной аппаратуры и программного обеспечения.

В диссертации соискателем делаются корректные ссылки на источники, откуда заимствуются сведения и научные результаты, принадлежащие другим авторам. Основные научные результаты работы опубликованы в необходимом объеме в научных изданиях. Самостоятельность выполнения диссертационной работы автором сомнений не вызывает.

### **Научная, практическая и экономическая значимость результатов диссертации для науки и производства.**

Изложенные в диссертационной работе результаты теоретических и экспериментальных исследований представляют собой достаточно высокую значимость для науки и производства, связанных с технологией помола при получении микроцемента.

Научная значимость диссертации заключается в том, что получены корректные аналитические зависимости, позволяющие определить рациональные параметры и режимы работы пневмоструйной установки, в т.ч.: максимальную объёмную пропускную способность разгонных трубок, их диаметр и длину, время нахождения частицы в области косых соударений частиц материала с частицами находящимися во встречной струе, описать условия установившегося режима работы мельницы, согласованного с устойчивой подачей материала вибропитателем. Это также дополнительно подкреплено экспериментальными исследованиями и выражается уравнениями регрессии, позволяющими определить рациональные режимы процесса помола в пневмоструйной установке при получении микроцемента. Эти результаты могут быть использованы при проектировании пневмоструйных мельниц различного технологического значения.

Практическая значимость диссертации заключается в разработке патентно-чистой конструкции пневмоструйной мельницы для получения микроцемента, что позволяет повысить её производительность и снизить удельные энергозатраты. Это, в итоге, расширяет аппаратную базу отечественного оборудования и позволяет машиностроительной отрасли России освоить новый вид конкурентной на рынке продукции, а также решить проблему обеспечения расширенного производства микроцемента.

Экономическая значимость диссертации характеризуется получением значительного экономического эффекта при использовании пневмоструйной мельницы в составе оборудования для помола при получении микроцемента для тампонажных работ.

Разработанная автором конструкция пневмоструйной мельницы может быть рекомендована после необходимых стадий НИОКР для освоения её промышленного производства с целью последующего использования на предприятиях стройиндустрии для сверхтонкого помола различных материалов.

### **Оценка содержания диссертации и автореферата**

Диссертация Шеремета Евгения Олеговича представлена на 142 страницах машинописного текста, содержит 60 рисунков и 7 таблиц. Она состоит из введения, пяти глав, заключения, списка сокращений и условных обозначений, списка литературы из 147 наименований и приложений на 8 страницах.

Глава 1. В первой главе соискателем проведен анализ современной техники и технологии измельчения материалов, на основе которого выбраны цель и задачи исследований.

Глава 2. Представлены теоретические исследования пневмоструйной мельницы. Здесь автором определена объёмная производительность разгонной трубки с учетом пропускной способности питающего устройства, а также получены аналитические выражения: для времени нахождения частицы в области косых соударений частиц материала между собой, позволяющие определить рациональные режимы процесса измельчения в экспериментальной установке. Такая совокупность новых знаний получена впервые и является несомненной заслугой соискателя.

Глава 3. В соответствии с поставленными задачами составлена методика проведения экспериментальных исследований по получению микроцемента в пневмоструйной мельнице, приведены физико-механические характеристики измельчаемого материала. Проведено планирование многофакторного эксперимента, изложены необходимые методики для оценки функций отклика и описана экспериментальная установка.

Глава 4. В четвертой главе получены зависимости в виде уравнений регрессии процесса помола микроцемента в пневмоструйной мельнице с рециклом измельчаемого материала, позволяющие установить рациональные значения конструктивно-технологических параметров агрегата для помола.

Глава 5. Приведено описание промышленного комплекта (установки) для помола, выполнен расчёт экономической эффективности, где показана высокая прибыльность созданного оборудования

Все главы диссертации заканчиваются соответствующими выводами, в заключении работы представлены основные выводы и рекомендации. Библиографический список имеет необходимый объем с представительной выборкой и охватом работ в области струйного помола и специфики диссертации.

В приложениях размещены данные по исследуемым материалам, сведения о патенте на полезную модель и акт внедрения результатов работы.

Диссертация Шеремета Е.О. оформлена в соответствии со всеми предъявляемыми требованиями, все ее разделы прошли апробацию и достаточно предметно представлены в опубликованных работах.

Содержание автореферата соответствует основным положениям, изложенным в тексте диссертации. Выводы автореферата соответствуют общим выводам диссертации. Все материалы исследований описаны технически грамотным языком и хорошо иллюстрированы.

### **Замечания по диссертации**

1. В работе недостаточно полно представлен теоретический и, главное, технологический опыт создания и использования струйных мельниц и отсутствует сопоставительный анализ технических характеристик такого оборудования различных производителей.

2. Исходную модель разрушения частиц цемента при косых соударениях в области встречных струй, описываемая в рамках «неоднородного Марковского процесса», принятую из источника [37], вряд ли можно считать обоснованной, т.к. она относится к другому объекту, не в полной мере соответствует физическому механизму разрушения, а в последующем расчетов на её основе не проводилось.

3. Проводимые в главе 4, раздел 4.2, графические зависимости исследования парного влияния изменяемых факторов на эффективность помола перегружают работу и делают ее трудно воспринимаемой. Здесь было бы целесообразно эти графики упростить, а полный материал перенести в приложения.

4. Процесс струйного измельчения характеризуется большим разнообразием явлений, изменениями свойств материалов, характера их поведения, влияния внешних факторов и т.д., что требует принятия большого количества допущений, однако не все из них достаточно четко аргументированы и обоснованы.

5. Высокая энергоёмкость процесса струйного помола при получении микроцемента, что закономерно при сверхтонком помоле, вызывает необходимость его обоснования и, как следствие, сопоставления с другими способами помола, например, в машинах шарового типа, в дезинтеграторах, ударно-центробежных и других.

6. Свойства порошка микроцемента, полученного в исследуемой мельнице, будет отличаться от аналогичного продукта, полученного другими способами. Диссертационная работа имела бы значительно большую ценность при проведении ряда анализов дисперсного состава материала в процессе помола, формы зерен, состояния поверхности, а также изучения закономерности образования цементного камня в бетонируемых объектах.

7. Некоторое усложнение конструкции новой пневмоструйной мельницы за счет увеличения количества образующих её элементов (разгонных трубок, подающих трубопроводов, эжекторных узлов и др.) приведет к снижению надежности и ухудшит ремонтпригодность, но это в работе не отражено.

В целом высказанные замечания и выявленные недостатки не снижают общей научной и практической значимости выполненного исследования и общего ее положительного восприятия, а саму работу следует охарактеризовать как квалифицированную авторскую разработку, обеспечивающую решение актуальной научно-практической задачи.

### **Заключение по диссертации**

Диссертация Шеремета Е.О. является законченной квалификационной работой, которая направлена на решение актуальной научно-практической задачи

совершенствования существующего оборудования для помола в пневмоструйной мельнице при получении микроцемента. Проведенные автором теоретические и экспериментальные исследования обладают научной новизной и выполнены на достаточно высоком научном уровне. Результаты теоретических и экспериментальных исследований в необходимой степени опубликованы в печатных изданиях и представлены научной общественности и имеют перспективы широкого использования в современных технологиях производства строительных материалов.

Работа соответствует критериям, установленным п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденных постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, которому должна отвечать диссертационная работа на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 05.02.13 «Машины, агрегаты и процессы» (строительство).

Считаю, что диссертация на тему «Исследование пневмоструйной мельницы для получения микроцемента» удовлетворяет требованиям ВАК РФ, а её автор Шерemet Евгений Олегович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.02.13. «Машины, агрегаты и процессы» (строительство).

Официальный оппонент:

доктор технических наук по специальности  
05.04.09 «Машины и агрегаты нефтеперера-  
батывающих и химических производств»,  
профессор, профессор кафедры  
«Транспортные и технологические машины»  
Белорусско-Российского университета  
[E.mail-2128011@mail.ru](mailto:E.mail-2128011@mail.ru)  
тел.моб. +375 44 7928683  
212000, г. Могилев, пр. Мира, 43



Л.А. Сиваченко

Подпись Сиваченко Л.А. заверяю:

Проректор по научной работе  
Белорусско-Российского университета  
доктор технических наук, профессор



В.М. Пашкевич