

ISSN 2221-5182

Импакт-фактор РИНЦ: 0,485

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

№ 1(154) 2024

Главный редактор

Тарандо Е.Е.

Редакционная коллегия:

Воронкова Ольга Васильевна
Атабекова Анастасия Анатольевна
Омар Ларук
Левшина Виолетта Витальевна
Малинина Татьяна Борисовна
Беднаржевский Сергей Станиславович
Надточий Игорь Олегович
Снежко Вера Леонидовна
У Сунцзе
Ду Кунь
Тарандо Елена Евгеньевна
Пухаренко Юрий Владимирович
Курочкина Анна Александровна
Гузикова Людмила Александровна
Даукаев Арун Абалханович
Тютюнник Вячеслав Михайлович
Дривотин Олег Игоревич
Запивалов Николай Петрович
Пеньков Виктор Борисович
Джаманбалин Кадыргали Коныспаевич
Даниловский Алексей Глебович
Иванченко Александр Андреевич
Шадрин Александр Борисович

В ЭТОМ НОМЕРЕ:

МАШИНОСТРОЕНИЕ:

- Технология машиностроения
- Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:

- Математическое моделирование и численные методы
- Информационная безопасность
- Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделий

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ:

- Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства
- Региональная и отраслевая экономика
- Финансы
- Мировая экономика
- Менеджмент

Москва 2024

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

Журнал

«Наука и бизнес: пути развития»
выходит 12 раз в год.

Журнал зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и
охране культурного наследия
(Свидетельство ПИ № ФС77-44212).

Учредитель

МОО «Фонд развития науки и
культуры»

Журнал «Наука и бизнес: пути
развития» входит в перечень ВАК
ведущих рецензируемых научных
журналов и изданий, в которых
должны быть опубликованы
основные научные результаты
диссертации на соискание ученой
степени доктора и кандидата наук.

Главный редактор

Е.Е. Тарандо

Выпускающий редактор

В.С. Солодова

Редактор иностранного
перевода

Н.А. Гунина

Инженер по компьютерному
макетированию

В.С. Солодова

Адрес редакции:

г. Москва, ул. Малая Переяславская,
д. 10, к. 26

Телефон:

89156788844

E-mail:

nauka-bisnes@mail.ru

На сайте

<http://globaljournals.ru>

размещена полнотекстовая
версия журнала.

Информация об опубликованных
статьях регулярно предоставляется
в систему Российского индекса
научного цитирования
(договор № 2011/30-02).

Перепечатка статей возможна только
с разрешения редакции.

Мнение редакции не всегда
совпадает с мнением авторов.

Экспертный совет журнала

Тарандо Елена Евгеньевна – д.э.н., профессор кафедры экономической социологии Санкт-Петербургского государственного университета; тел.: 8(812)274-97-06; E-mail: elena.tarando@mail.ru.

Воронкова Ольга Васильевна – д.э.н., профессор, председатель редколлегии, академик РАЕН, г. Санкт-Петербург; тел.: 8(981)972-09-93; E-mail: nauka-bisnes@mail.ru

Атабекова Анастасия Анатольевна – д.ф.н., профессор, заведующая кафедрой иностранных языков юридического факультета Российского университета дружбы народов; тел.: 8(495)434-27-12; E-mail: aaatabekova@gmail.com.

Омар Ларук – д.ф.н., доцент Национальной школы информатики и библиотек Университета Лиона; тел.: 8(912)789-00-32; E-mail: omar.larouk@enssib.fr.

Левшина Виолетта Витальевна – д.т.н., профессор кафедры управления качеством и математических методов экономики Сибирского государственного технологического университета; 8(3912)68-00-23; E-mail: violetta@sibstu.krasnoyarsk.ru.

Малинина Татьяна Борисовна – д.социол.н., профессор кафедры социального анализа и математических методов в социологии Санкт-Петербургского государственного университета; тел.: 8(921)937-58-91; E-mail: tatiana_malinina@mail.ru.

Беднаржевский Сергей Станиславович – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности Сургутского государственного университета, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, академик РАЕН и Международной энергетической академии; тел.: 8(3462)762-812; E-mail: sbed@mail.ru.

Надточий Игорь Олегович – д.ф.н., профессор, заведующий кафедрой философии Воронежской государственной лесотехнической академии; тел.: 8(4732)53-70-708, 8(4732)35-22-63; E-mail: inad@yandex.ru.

Снежко Вера Леонидовна – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой систем автоматизированного проектирования и инженерных расчетов Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева; тел.: 8(495)153-97-66, 8(495)153-97-57; E-mail: VL_Snejko@mail.ru.

У Сунцзе (Wu Songjie) – к.э.н., преподаватель Шаньдунского педагогического университета (г. Шаньдун, Китай); тел.: +86(130)21-69-61-01; E-mail: qdwucong@hotmail.com.

Ду Кунь (Du Kun) – к.э.н., доцент кафедры управления и развития сельского хозяйства Института кооперации Циндаоского аграрного университета (г. Циндао, Китай); тел.: 89606671587; E-mail: tambovdu@hotmail.com.

«НАУКА И БИЗНЕС: ПУТИ РАЗВИТИЯ»

научно-практический журнал

Пухаренко Юрий Владимирович – д.т.н., член-корреспондент РААСН, профессор, заведующий кафедрой технологии строительных материалов и метрологии Санкт-Петербургского государственного архитектурно-строительного университета; тел.: 89213245908; E-mail: tsik@spbgasu.ru.

Курочкина Анна Александровна – д.э.н., профессор, член-корреспондент Международной академии наук Высшей школы, заведующая кафедрой экономики предприятия природопользования и учетных систем Российского государственного гидрометеорологического университета; тел.: 89219500847; E-mail: kurochkinaanna@yandex.ru.

Морозова Марина Александровна – д.э.н., профессор, директор Центра цифровой экономики Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина), г. Санкт-Петербург; тел.: 89119555225; E-mail: marina@russiatourism.pro.

Гузикова Людмила Александровна – д.э.н., профессор Высшей школы государственного и финансового управления Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого, г. Санкт-Петербург; тел.: 8(911)814-24-77; E-mail: guzikova@mail.ru.

Даукаев Арун Абалханович – д.г.-м.н., заведующий лабораторией геологии и минерального сырья Комплексного научно-исследовательского института имени Х.И. Ибрагимова РАН, профессор кафедры физической географии и ландшафтоведения Чеченского государственного университета, г. Грозный (Чеченская Республика); тел.: 89287828940; E-mail: daykaev@mail.ru.

Тютюнник Вячеслав Михайлович – к.х.н., д.т.н., профессор, директор Тамбовского филиала Московского государственного университета культуры и искусств, президент Международного Информационного Нобелевского Центра, академик РАЕН; тел.: 8(4752)50-46-00; E-mail: vmt@tmb.ru.

Дривотин Олег Игоревич – д.ф.-м.н., профессор кафедры теории систем управления электрофизической аппаратурой Санкт-Петербургского государственного университета, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)428-47-29; E-mail: drivotin@yandex.ru.

Запывалов Николай Петрович – д.г.-м.н., профессор, академик РАЕН, заслуженный геолог СССР, главный научный сотрудник Института нефтегазовой геологии и геофизики Сибирского отделения Российской академии наук, г. Новосибирск; тел.: +7(383)333-28-95; E-mail: ZapivalovNP@ipgg.sbras.ru.

Пеньков Виктор Борисович – д.ф.-м.н., профессор кафедры математических методов в экономике Липецкого государственного педагогического университета, г. Липецк; тел.: 89202403619; E-mail: vbpenkov@mail.ru.

Джаманбаалин Кадыргали Коныспаевич – д.ф.-м.н., профессор, ректор Костанайского социально-технического университета имени академика Зулкарнай Алдамжар, г. Костанай (Республика Казахстан); E-mail: pkkstu@mail.ru.

Даниловский Алексей Глебович – д.т.н., профессор кафедры судовых энергетических установок, систем и оборудования Санкт-Петербургского государственного морского технического университета, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)714-29-49; E-mail: agdanilovskij@mail.ru.

Иванченко Александр Андреевич – д.т.н., профессор, заведующий кафедрой двигателей внутреннего сгорания и автоматики судовых энергетических установок Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, г. Санкт-Петербург; тел.: (812)321-37-34; E-mail: IvanchenkoAA@gumrf.ru.

Шадрин Александр Борисович – д.т.н., профессор кафедры двигателей внутреннего сгорания и автоматики судовых энергетических установок Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова, г. Санкт-Петербург; тел.: 321-37-34; E-mail: abshadrin@yandex.ru.

Содержание

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Математическое моделирование и численные методы

Галаева Н.Л. Надежность сварных стыковых швов при наличии смещения кромок свариваемых элементов	10
Гумберг Н.С. Модель IDEF0 системы сбора, хранения и анализа данных процессов тестирования обучающихся	15
Евтихов Д.О., Колотовкин Д.Ю. Построение характеристик задачи коши для идеальной пластичности.....	20
Калмыков И.И. Модель IDEF0 информационной системы типографии.....	24
Лаврентьев Д.О., Белаш В.Ю. Разработка кроссплатформенного приложения: основные этапы и используемые программные средства (на примере кроссплатформенного приложения «Электронный журнал»)	29
Лежнев Д.Д. Модель IDEF0 системы информационной поддержки организации и проведения студенческих научно-технических конференций.....	32
Макаров А.В., Смирнов С.А., Гусева Т.А. Анкетирование в IT-компаниях и образовательных учреждениях отрасли связи с целью определения трудоемкости и распределения учебной нагрузки при организации обучения	37
Морозов С.О. Модель IDEF0 информационной системы агентства альтернативной подписки	41
Мугинов А.М., Нафиков И.Р., Конышева А.В., Шинкевич Т.О. Математическое моделирование улавливания частиц в классификаторе	46
Нассими Р.М. Модель IDEF0 информационной системы агрегирования новостей на портале «Яндекс Новости»	50
Пальмов С.В., Салихов Р.Р., Субханкулов А.М. Сравнение методов автоматической и ручной настройки интеллектуальных моделей	55
Пятковский О.И. Аналитическая информационная система оценки деятельности управляющих компаний жилищно-коммунального хозяйства.....	59
Таксимов А.Б., Бейсенбаев А.А. Big Data как инструмент управления Smart City.....	67
Торшина О.А., Светус К.О., Даминева Э.М. Моделирование пространственно-временной динамики вирусных инфекций	76
Чабашвили Л.Г. Модель IDEF0 системы хранения и обработки данных в цифровом двойнике ЮРГПУ (НПИ) им. М.И. Платова	80

Информационная безопасность

- Гришаев Д.А. Актуальные тренды и перспективы использования искусственного интеллекта в обеспечении информационной безопасности..... 85
- Коновалов М.Д., Касаткин А.А., Малахов С.В., Якупов Д.О. Структура операционной системы..... 91
- Солнышкина А.А., Антропова К.С., Малахов С.В., Якупов Д.О. Разработка методов аудита и мониторинга безопасности ядра операционной системы 96

Инженерная геометрия и компьютерная графика. Цифровая поддержка жизненного цикла изделий

- Дианова Ю.В. Креативизация компьютерно-графической подготовки промышленного дизайнера в рамках программ дополнительного образования..... 100

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Технология машиностроения

- Бабюк Г.Ф. Обработка плазменных покрытий методом лазерного переплава..... 105
- Горелик А.В., Ильинов Б.Б., Абросимов Н.М., Любарчук Г.В. Способ обнаружения схода подвижного состава с использованием оптического волокна 109
- Рогов Е.Ю., Овсянников В.Е., Кузнецова Е.М., Некрасов Р.Ю. Технологическое обеспечение точности формы в поперечном сечении деталей при токарной обработке на станках с ЧПУ112
- Шарипов И.И., Лушнов М.А., Зиангиров А.Ф., Салахова Э.И. Система улавливания частиц катализатора в реакторе с псевдоожиженным слоем.....118

Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды

- Попов А.А. Модель вариантов использования для проектирования информационных сервисов при «умном» управлении процессом сбора и транспортировки отходов..... 121
- Савельева Н.Н., Мирошников Д.А., Шипков В.И. Повышение надежности насосных агрегатов на основе предиктивной диагностики и цифровых двойников..... 130

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства

- Абрамов И.Л., Гринюк Н.С. Особенности технологий строительного производства с применением композитной арматуры..... 134

Туманов А.Ю. Метод синтеза ансамбля нейронных сетей для улучшения качества классификации факторов риска в системах обеспечения устойчивости функционирования производственных объектов..... 138

Шестерикова Я.В. Особенности формирования перечня состава работ (услуг) по капитальному ремонту общего имущества в МКД..... 141

Региональная и отраслевая экономика

Кузяшев А.Н., Рахматуллин Ю.Я., Лутфуллин Ю.Р. Принципы формирования бюджетной системы Российской Федерации и ЕС: общее и особенное..... 145

Финансы

Богомолова А.В., Степанова А.Д. Роль проектного управления в создании и развитии бренда компании..... 149

Бытдаев А.Х., Леонтьев Д.Н. Современные проблемы распоряжения имуществом Санкт-Петербурга..... 153

Моторин Ф.В., Гончаров Г.А. Золотодобывающая промышленность: состояние, особенности функционирования рынка золота, альтернативы развития 156

Мировая экономика

Ревунов С.В. Циркуляционная экономика: социо-эколого-экономический аспект генезиса..... 167

Фейгин Г.Ф. Диалоги и конфликты культур в меняющемся мире (по материалам XXI Международных Лихачевских научных чтений) 171

Менеджмент

Насонова Е.Е., Жабер Зулфикар Управление проектом разработки маркетинговой кампании организации..... 176

Пашковский Д.А. Методологический подход к классификации рисков бизнес-процессов вертикально интегрированных нефтегазовых компаний 180

Чередниченко А.В. Специфика поведения потребителей на рынке недвижимости в условиях санкций и ее влияние на инвестиционную политику строительных организаций 185

Якубова Т.Н., Аствацатурянц В.В. Факторы, влияющие на развитие бренда в условиях цифровой трансформации экономики 190

Contents

INFORMATION TECHNOLOGY

Mathematical Modeling and Numerical Methods

Galaeva N.L. Reliability of Welded Butt Joints in the Presence of Offset Edges of Welded Elements	10
Gumberg N.S. The IDEF0 Model of a System for Collecting, Storing and Analyzing Data from Student Testing	15
Evtikhov D.O., Kolotovkin D.Y. Construction of Characteristics of the Cauchy Problem for Ideal Plasticity	20
Kalmykov I.I. The IDEF0 Model for Printing House Information System	24
Lavrentiev D.O., Belash V.Yu. Cross-Platform Application Development: The Main Stages and Software Tools (Using the Example of the Cross-Platform Application "Electronic Journal")	29
Lezhnev D.D. The IDEF0 Model of an Information Support System for Organizing and Conducting Student Scientific and Technical Conferences	32
Makarov A.V., Smirnov S.A., Guseva T.A. A Survey in IT Companies and Educational Institutions of the Communications Industry to Determine the Complexity and Distribution of the Academic Load in the Organization of Training	37
Morozov S.O. The IDEF0 Model of Alternative Subscription Agency Information System.....	41
Muginov A.M., Nafikov I.R., Konysheva A.V., Shinkevich T.O. Mathematical Modeling of Particle Trapping in a Classifier.....	46
Nassimi R.M. The IDEF0 Model of an Information System for News Aggregation on the Yandex News Portal	50
Palmov S.V., Salikhov R.R., Subkhankulov A.M. The Comparison of Automatic and Manual Tuning Methods for Intellectual Models.....	55
Pyatkovsky O.I. The Analytical Information System for Evaluating the Activities of Housing and Communal Services Management Companies.....	59
Taximov A.B., Beisenbayev A.A. Big Data as a Smart City Management Tool	67
Torshina O.A., Svetus K.O., Damineva E.M. Modeling Spatio-Temporal Dynamics of Viral Infections	76
Chabashvili L.G. The IDEF0Model of Data Storage and Processing System in the Digital Twin of SRSPU (NPI).....	80

Information Security

- Grishaev D.A.** Current Trends and Prospects for the Use of Artificial Intelligence in Information Security 85
- Konovalov M.D., Kasatkin A.A., Malakhov S.V., Yakupo D.O.** Operating System Structure... 91
- Solnyshkina A.A., Antropova K.S., Malakhov S.V., Yakupov D.O.** Development of Methods for Auditing and Monitoring the Security of the Operating System Kernel 96

Engineering geometry and computer graphics. Digital life support product cycle

- Dianova Yu.V.** Creativization of Computer-Graphic Training of an Industrial Designer within the Framework of Additional Education Programs..... 100

MECHANICAL ENGINEERING

Engineering Technology

- Babyuk G.F.** Treatment of Plasma Coatings by Laser Remelting 105
- Gorelik A.V., Ilinov B.B., Abrosimov N.M., Lyubarchuk G.V.** Method for Detection of Rolling Stock Derailment Using Optical Fiber 109
- Rogov E.Yu., Ovsyannikov V.E., Kuznetsova E.M., Nekrasov R.Yu.** Technological Support of Shape Accuracy in Cross Section of Parts during Turning on CNC Machines.....112
- Sharipov I.I., Lushnov M.A., Ziangirov A.F., Salakhova E.I.** The System for Trapping Catalyst Particles in a Fluidified Bed Reactor118

Methods and Instruments for Monitoring and Diagnostics of Materials, Products, Substances and the Natural Environment

- Popov A.A.** Use Case Model for Designing Information Services for “Smart” Management of Waste Collection and Transportation Process 121
- Saveleva N.N., Miroshnikov D.A., Shipkov V.I.** Increasing the Reliability of Pumping Units Based on Predictive Diagnostics and Digital Twins 130

ECONOMIC SCIENCES

Product Quality Management. Standardization. Organization of Production

- Abramov I.L., Grinyuk N.S.** Features of Construction Production Technologies Using Composite

Reinforcement	134
Tumanov A.Yu. The Method of Ensemble Synthesis of Neural Networks to Improve the Quality of Classification of Risk Factors in Systems to Ensure the Sustainability of the Operation of Production Facilities.....	138
Shesterikova Ya.V. Features of the Formation of the List of Works (Services) for the Overhaul of Common Property in the Apartment Building	141

Regional and Sectoral Economics

Kuzyashev A.N., Rakhmatullin Yu.Ya., Lutfullin J.R. General and Special Principles of Formation of the Budget System of the Russian Federation and the EU	145
--	-----

Finance

Bogomolova A.V., Stepanova A.D. The Role of Project Management in the Creation and Development of a Company Brand.....	149
Bytdaev A.Kh., Leontiev D.N. Modern Problems of Property Disposal of Saint Petersburg	153
Motorin F.V., Goncharov G.A. Gold Mining Industry: State, Features of the Functioning of the Gold Market, Development Alternatives.....	156

World Economic

Revunov S.V. Circular Economy: Socio-Ecological-Economic Aspect of Genesis	167
Feygin G.F. Dialogues and Conflicts of Cultures in a Changing World (Based on the Materials of the 21st International Likhachev Scientific Conference).....	171

Management

Nasonova E.E., Jaber Zulfiqar Project Management of the Development of an Organization's Marketing Campaign.....	176
Pashkovsky D.A. Methodological Approach to Risk Classification of Business Processes of Vertically Integrated Oil and Gas Companies.....	180
Cherednichenko A.V. The Specifics of Consumer Behavior in the Real Estate Market under Sanctions and Its Impact on the Investment Policy of Construction Organizations.....	185
Yakubova T.N., Astvatsaturyants V.V. Factors Influencing Brand Development in the Context of Digital Transformation of the Economy.....	190

УДК 66.074.2

А.М. МУГИНОВ¹, И.Р. НАФИКОВ², А.В. КОНЫШЕВА¹, Т.О. ШИНКЕВИЧ¹¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»;²ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет», г. Казань

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УЛАВЛИВАНИЯ ЧАСТИЦ В КЛАССИФИКАТОРЕ

Ключевые слова: математическое моделирование; мультивихревой классификатор; статистический классификатор; центробежный классификатор.

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема фракционирования силикагеля. Для решения проблемы предложен мультивихревой классификатор. Целью работы является исследование влияния конструктивного параметра аппарата на его эффективность. Проведено математическое моделирование в *Ansys Fluent*. Установлено, что классификатор работает наилучшим образом при диаметре круглых отверстий, равном 5 мм, т.к. достигается более резкий рост эффективности.

На нефтехимических предприятиях для осушки и очистки природного газа используют различные адсорбенты. Среди них наиболее широко применяется силикагель [1]. При производстве силикагеля важной задачей является контроль его размерности, т.е. получение порошка на основе силикагеля требуемой дисперсности. Для решения такой задачи в технологической линии предприятия используются классификаторы – аппараты, применяемые для фракционирования материалов по крупности и плотности [2].

В данной работе рассмотрен разработанный ранее мультивихревой классификатор для разделения сыпучего сырья на основе силикагеля крупностью от 10 до 40 мкм [3]. Устройство демонстрирует собой аппарат вида «труба в трубе». Разделение частиц от газа осуществляется за счет центробежных и гравитационных сил. Классификатор позволяет улавливать частицы размером более 40 мкм и пропускать

частицы размером менее 40 мкм [4]. Очевидно, что на размер улавливаемых частиц будут влиять как технологические, так и конструктивные параметры.

Целью данной работы является математическое моделирование влияния диаметра круглых отверстий на эффективность улавливания частиц.

Исследования проводились в программном комплексе *Ansys Fluent*. При математическом моделировании задавали граничные условия. В частности, на входе в аппарат задавалась скорость от 8 до 16 м/с с шагом 4 м/с. На выходе из аппарата задавалось давление 10^5 Па. Плотность частиц задавалась равной $1\,075\text{ кг/м}^3$. Для исследований было создано три трехмерные модели классификатора, которые отличались друг от друга размером круглых отверстий в пластине, находящейся в межтрубном пространстве аппарата. Их диаметр варьировался от 5 до 10 мм.

В ходе исследований было установлено, что использование центробежного классификатора позволяет эффективно разделять частицы на фракции. В частности, с помощью данного аппарата возможно фракционировать силикагель с крупностью граничного зерна 30–40 мкм. При улавливании частиц размерностью до 30 и до 40 мкм максимальная эффективность классификатора составляет 0,8 и 1,9 % соответственно. Конструктивные параметры центробежного классификатора и входная скорость потока оказывают незначительное влияние на эффективность улавливания частиц сыпучего материала размерностью до 40 мкм. Влияние этих параметров на изменение эффективности составляет менее 1,2 %. Таким образом, центробежных сил для отделения мелкодисперсных частиц от запыленной среды размерностью до 40 мкм не-

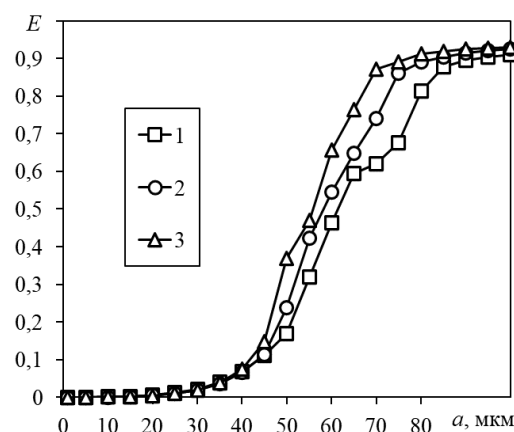


Рис. 1. Зависимость эффективности классификатора от размера частиц при разной входной скорости газа на входе W , м/с: 1 – 8; 2 – 12; 3 – 16. Диаметр круглых отверстий $d = 9$ мм

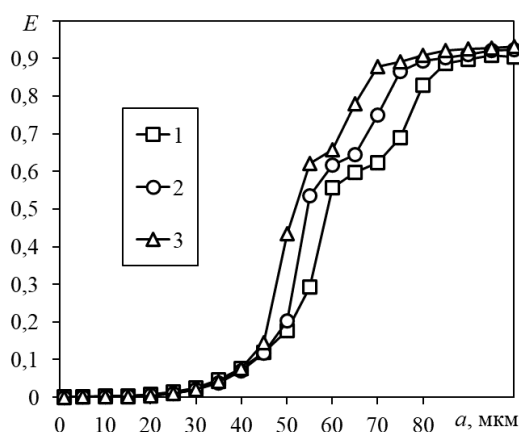


Рис. 2. Зависимость эффективности классификатора от размерности частиц при разной скорости газа на входе W , м/с: 1 – 8; 2 – 12; 3 – 16. Диаметр круглых отверстий $d = 5$ мм

достаточно (рис. 1–3).

Из результатов исследования найдено, что гидравлическое сопротивление Δp варьируется от 294,8 до 1448,4 Па. Сопротивление аппарата в большей мере зависит от такого параметра, как входная скорость потока. При изменении конструктивного параметра d в диапазоне 5–10 мм гидравлическое сопротивление центробежного классификатора Δp варьируется от 295 до 375 Па ($W = 8$ м/с), от 627 до 824 Па ($W = 12$ м/с) и от 1 118 до 1 448 Па ($W = 16$ м/с) соответственно.

Эффективность классификатора при фракционировании частиц размерностью до 40 мкм составляет 1,61, 1,63 и 1,65 % при входной скорости потока 8, 12 и 16 м/с соответствен-

но. Резкий рост эффективности классификатора наблюдается при размере силикагеля более 40 мкм. Так, при входной скорости газа 8, 12 и 16 м/с эффективность равна 56, 61 и 63 % соответственно (рис. 1).

Увеличение диаметра круглых отверстий приводит к понижению эффективности центробежного классификатора для частиц любых размеров. Эффективность устройства для мелкодисперсных частиц размерностью до 40 мкм составляет 1,67, 1,5 и 1,7 % для 8, 12 и 16 м/с соответственно. Для частиц размером более 40 мкм эффективность в среднем равна 57, 63 и 68 % для входной скорости потока 8, 12 и 16 м/с соответственно (рис. 1).

Уменьшение диаметра круглых отвер-

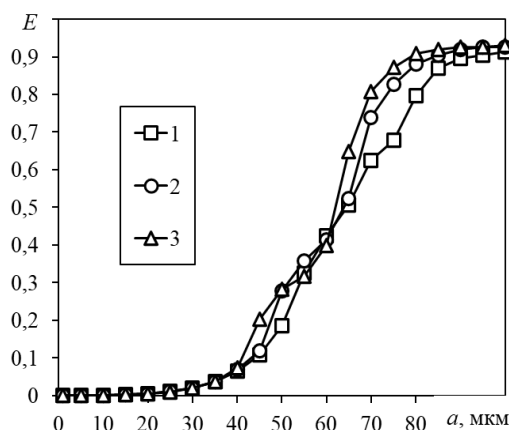


Рис. 3. Зависимость эффективности классификатора от размера частиц при разной скорости газа на входе W , м/с: 1 – 8; 2 – 12; 3 – 16. Диаметр круглых отверстий $d = 10$ мм

стей способствует повышению эффективности для любого размера частиц. Так, эффективность при входной скорости 8, 12 и 16 м/с для частиц менее 40 мкм составила 2, 1,6 и 1,7 % соответственно. При рассмотрении установлено, что для мелкодисперсных частиц более 40 мкм эффективность в среднем равна 58, 64 и 70 % при скорости 8, 12 и 16 м/с соответственно (рис. 2).

Поскольку диаметр круглого отверстия на рис. 3 больше других (рис. 1 и рис. 2) и равен 10 мм, значение эффективности фракционирования частиц любого размера принимает наименьшие значения. Для частиц размерностью

до 40 мкм эффективность составляет 1,6 % для скоростей 8, 12 и 16 м/с. Для силикагеля размером более 40 мкм она равна в среднем 56, 61 и 63 % для 8, 12 и 16 м/с соответственно (рис. 3).

Таким образом, предлагаемый мультивихревой классификатор может быть использован при производстве сыпучего материала на основе силикагеля для его фракционирования. Результаты исследований показали, что классификатор работает наилучшим образом при диаметре круглых отверстий, равном 5 мм, т.к. достигается более резкий рост эффективности.

Список литературы

1. Опимах, Е.А. Применение силикагеля / Е.А. Опимах, О.Н. Каныгина // Точная наука. – 2018. – № 21. – С. 11–13.
2. Zinurov, V.E. Numerical simulation of pressure loss in a classifier with coaxial pipes / V.E. Zinurov, V.V. Kharkov, I.N. Madyshev // Mining Informational and Analytical Bulletin (Scientific and Technical Journal). – 2022. – No. 10-1. – P. 173–181.
3. Zinurov, V.E. Numerical Study of Vortex Flow in a Classifier with Coaxial Tubes / V.E. Zinurov, V.V. Kharkov, E.V. Pankratov, A.V. Dmitriev // Int. J. Eng. Technol. Innov. – 2022. – V. 12. – No 4 – P. 336–346.
4. Сергина, Н.М. Повышение эффективности систем пылеулавливания в гипсовом производстве / Н.М. Сергина, И.Д. Махов, В.Н. Рубцова // Инженерный вестник Дона. – 2023. – № 7(103). – С. 325–332.

References

1. Opimakh, Ye.A. Primeneniye silikagelya / Ye.A. Opimakh, O.N. Kanygina // Tochnaya nauka. – 2018. – № 21. – S. 11–13.
4. Sergina, N.M. Povysheniye effektivnosti sistem pyleulavlivaniya v gipsovom proizvodstve / N.M. Sergina, I.D. Makhov, V.N. Rubtsova // Inzhenernyy vestnik Dona. – 2023. – № 7(103). – S. 325–332.

© А.М. Мутинов, И.Р. Нафиков, А.В. Коньшева, Т.О. Шинкевич, 2024