

УДК 622.268.002.56:658.581

В.Г. Шевченко, д-р техн. наук, ст. науч. сотр.,
М.С. Зайцев, мл. научн. сотр.
(ИГТМ НАН Украины)

**СПОСОБ И УСТРОЙСТВО ОПЕРАТИВНОГО ВИЗУАЛЬНОГО
КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ ВЫРАБОТОК И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
НА ШАХТАХ**

В.Г. Шевченко, д-р техн. наук, ст. науч. співроб.,
М.С. Зайцев, мол. науч. співроб.
(ИГТМ НАН України)

**СПОСІБ І ПРИСТРІЙ ОПЕРАТИВНОГО ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ
СТАНУ ВИРОБОК ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НА ШАХТАХ**

V.G. Shevchenko, D. Sc. (Tech.), Senior Researcher,
V.S. Zaitsev, Junior Researcher
(IGTM NAS of Ukraine)

**METHOD AND DEVICE FOR OPERATIVE VISUAL CONTROL
OF MININGS AND TECHNICAL MEANS ON MINES**

Аннотация. Предложено принципиально новое устройство оперативного контроля состояния выработок и технических средств на шахтах, с использованием современных средств микроэлектроники, для повышения достоверности, оперативности информации, надежности принимаемых решений и безопасности труда горняков. Задачи разработки включают: контроль состояния выработок и технических средств, оперативная регистрация и передача достоверной информации об объектах, обеспечение безопасности ведения горных работ. В процессе визуального бесконтактного контроля вычисляются конкретные количественные параметры исследуемых объектов, на основании обработки изображений даются рекомендации по приведению объектов в нормальное состояние и недопущению нештатных ситуаций. Рекомендованы к применению технологии, усиливающие качество и достоверность фото-видеоинформации - технологии окрашивания объектов, дающие дополнительную информацию об их состоянии. На основании исследований впервые разработан способ оперативного контроля состояния выработок и технических средств на шахтах, повышающий достоверность, оперативность информации и надежности принимаемых решений. Практическое значение заключается в разработке простого и дешевого в применении устройства оперативного контроля состояния выработок и технических средств на шахтах.

Ключевые слова: устройство оперативного контроля, состояние выработок и технических средств на шахтах, повышение достоверности и оперативности информации, безопасность труда.

Одной из основных задач геомеханики и геофизики является повышение достоверности и оперативности информации о параметрах и состоянии горного массива, выработок, шахтной атмосферы и пр.

Своевременное обеспечение такого рода информацией работников шахты увеличивает надежность принимаемых решений, снижает вероятность возможных аварий и повышает эффективность применяемых на практике методик, в целом повышает производительность, качество и безопасность труда на горнодобывающих предприятиях [1].

Актуальность разработки способов, бесконтактных оптоэлектронных устройств и средств измерения геометрических параметров объектов продиктована постоянным совершенствованием методов метрологии, предусматривающей измерение линейных и угловых величин, расчет соотношений между ними, измерение формы объектов и взаимного их расположения. Развитие оптических, оптоэлектронных, лазеросканирующих, мультискановых, телевизионных и видеосканирующих систем выводит на новый уровень решение перечисленных задач в рамках горного производства [2-4].

В Институте геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины проводятся работы по разработке методов и оборудования для видеоконтроля состояния внутренней поверхности скважин, устройств и информационных комплексов для использования в системе контроля производственного процесса на шахтах [5, 6]. На основании накопленного опыта таких работ, предлагается решение задачи повышения достоверности и оперативности информации посредством применения способа и устройства оперативного контроля состояния выработок и технических средств на шахтах.

Область применения способа и устройства – шахты, ведущие разработку угольных, рудных и нерудных месторождений. Способ и устройство могут также быть адаптированы для применения на карьерах и горно-обогатительных комбинатах. Цель разработки - создание принципиально нового устройства оперативного контроля состояния выработок и технических средств на шахтах, с использованием современных средств микроэлектроники, для повышения достоверности, оперативности информации, надежности принимаемых решений и безопасности труда горняков. Назначение разработки – обеспечение оперативного контроля состояния выработок и технических средств для прогнозирования и своевременного реагирования на изменение текущей обстановки при выполнении разного рода технологических процессов и операций. Задачи разработки включают: контроль состояния выработок и технических средств, оперативная регистрация и передача максимально достоверной информации об объектах, обеспечение безопасности ведения горных работ.

Устройство оперативного контроля состояния выработок шахт и технических средств включает:

- микрокомпьютер, обеспечивающий связь между отдельными блоками устройства, удобный интерфейс, оперативное ведение базы данных контролируемых объектов;

- блок видеорегистратора, имеющего собственную систему накопления видеоинформации, способную в требуемое время и нужном качестве вести запись, включающий регулируемые сменные объективы для обеспечения различ-

ного фокусного расстояния (угла захвата изображения или диагонального угла зрения);

- блок проектора;
- блок дальномера;
- блок питания, обеспечивающий непрерывную работу в течение требуемого времени.

Суть способа и работы устройства заключается в следующем. Работник, в обязанности которого входит контроль за состоянием горного массива, выработка, оборудования, механизмов (технических средств) в «ключевых» точках стационарно устанавливает устройство. Затем, средствами интерфейса, выбирает соответствующий режим его работы. Включается блок дальномера, информация с которого, обрабатывается микрокомпьютером, который автоматически регулирует включение и угол развертки блока проектора. При этом, микрокомпьютер включает блок видеорегистратора, с помощью которого определяется степень освещенности исследуемого объекта и регулируется яркость проектора. При этом, проектор проецирует сплошной белый экран, а блоком видеорегистрации производится фотографирование, а микрокомпьютером – сохранение в своей памяти новой фотографии. Затем выбирается предшествующая фотография исследуемого объекта из базы данных микрокомпьютера. Проекция «накладывается» на исследуемый объект и, одновременно с оценкой изменений исследуемого объекта рабочим, производится, снова, фотофиксирование.

Также, при подготовке и анализе фотографий специалистами в стационарных условиях возможно редактирование фотоснимков – использование линейки, прорисовка отметок критического состояния, наложение служебных пометок, например требования уточнения параметров оборудования и пр. Такие пометки существенно облегчают труд рабочего, использующего устройство для контроля, и работу специалистов, обрабатывающих и анализирующих полученную информацию об объекте.

На рис. 1 представлена схема, иллюстрирующая принцип работы устройства. На рис. 1а показано фото крепи, потолочины и защитной сетки. На рис. 1б показан принцип наложения изображения, проецируемого устройством. При этом, меньшее изображение выбирается из памяти устройства, то есть предыдущей съемки. На рис. 1в и 1г показаны варианты проецирования: полное изображение и изображение, содержащее прорисованные специалистами отметки критического состояния, сектора, линейка, служебные пометки.

Изложенный способ предполагает двойное его применение: в подземных условиях и на дневной поверхности. В подземных условиях работник оперативно реагирует на изменение обстановки в «ключевых» точках: это изменение контура выработки, формы забоя, положения крепи, искривления трубопроводов, появления притечек грунтовых вод, оценка вывалообразований и т.п. Также, изменение цвета, связанного с истиранием деталей и узлов оборудования, проскальзывания, проявления химических реакций (коррозия, ржавчина), ветшалости и т.п. На основании этих оперативных данных работник имеет воз-

можность своевременно изменить ход технологического процесса или вовсе его приостановить для обеспечения безопасности и недопущения возникновения нештатной ситуации.

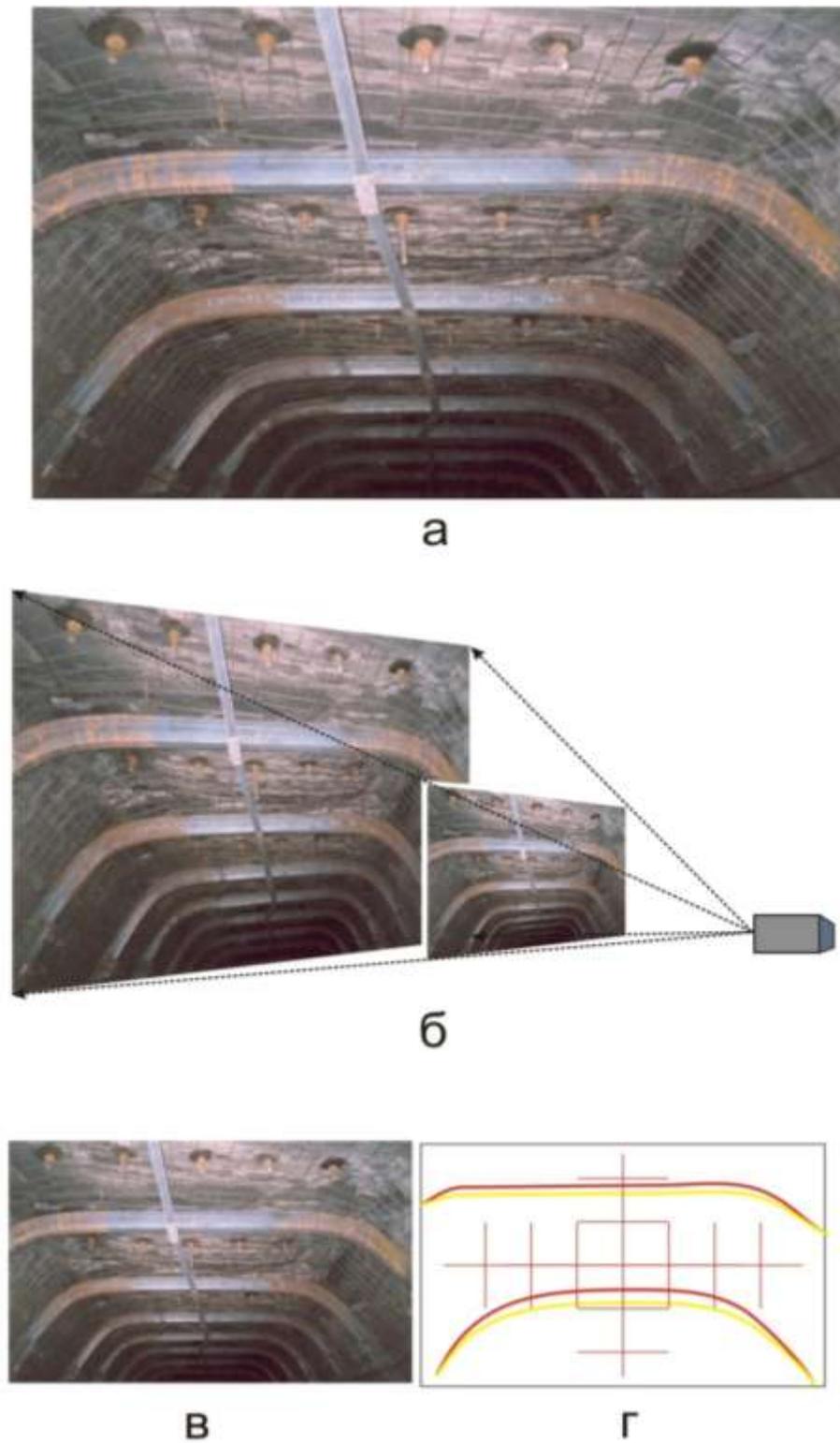


Рисунок 1 - Схема, иллюстрирующая принцип работы устройства

На дневной поверхности специалистами в стационарных условиях оцениваются полученные фотоснимки и делаются выводы об общем состоянии выработок, оборудования и механизмов, также производятся долговременные прогнозы на основании исследования динамики изменений параметров и свойств исследуемых объектов, выявленных в процессе контроля за их состоянием.

В процессе визуального бесконтактного контроля также вычисляются конкретные количественные параметры исследуемых объектов, например, объем и масса вывала и как, следствие, намечаются работы, необходимые для обеспечения безопасности и его ликвидации.

Также, при исследовании особо важных элементов выработок или узлов механизмов, авторами рекомендуется применять технологии, усиливающие качество и достоверность фото-видеоинформации, это - технологии окрашивания объектов.

Суть технологии окрашивания заключается в следующем. В местах выработок, склонных к выбросам (для угольных шахт) или вывалам, меняющим нагрузку от воздействия окружающих пород (например, контакт «забой-штрек») и т.п., но не допускающим истирания, наносится красящий состав, например анилиновая краска. В процессе изменения напряженного состояния, и, как следствие, деформаций, на поверхности исследуемого (контролируемого) объекта, происходят необратимые изменения высушенного красящего состава – это проявление утолщения/уплощения, вплоть до образования трещин. При соответствующей подсветке изменение цвета состава будет видно при компьютерной обработке получаемых фотографий. При этом, специалисты смогут оперативно отреагировать на изменение ситуации - перераспределения деформаций, и, как следствие, поля напряжений.

Также, нанесение линий под различными углами, а потом последующий анализ изменения их цвета друг относительно друга, поможет специалистам определить и направление изменения деформаций, и, как следствие, направление основного вектора напряженности.

Для облегчения проводимых исследований рядом с измерительными линиями ставится базовая метка, относительно которой и производятся замеры цветности.

На рис. 2 изображен пример обработки изображений при помощи устройства визуального контроля. На примере схематично показана обработка результатов исследований, проводимых по ряду визуальных параметров:

- изгиб верхняка трапециевидной крепи вниз;
- отрыв части потолочины, удерживающейся защитной сеткой;
- искривление оси выработки;
- ржавчина на участках трапециевидной крепи;
- дополнительно: концевики анкерной крепи полностью в ржавчине, участок защитной сетки также.

Исходя из вышперечисленного, первичный анализ ситуации на этом участке выработки свидетельствует о следующем: изменение напряженно-

деформируемого состояния на участке привело к локальному трещинообразованию до слоя надлежащих водоносных горизонтов; также, локальное изменение направления выработки, по отношению к собственной оси, также свидетельствует об изменении напряженно-деформируемого состояния надлежащих пород.



Рисунок 2 - Пример обработки фотоизображения с помощью методики визуального контроля

В качестве выводов-рекомендаций по приведенному примеру можно предложить следующее: уточнить динамику изменений деформаций потолочины для прогноза возможных обрушений; определить известными методами, в том числе визуальным контролем, направление и величину главных напряжений в массиве, и динамику их изменения; определить уровень дебита флюидов в выработку и их динамику.

В процессе реализации этих рекомендаций удастся предотвратить возможные аварийные ситуации и тем самым обеспечить безопасность и эффективность ведения горных работ.

Разработанный способ и устройство в комплексе с методиками исследований, представляется авторам, дешевым к применению, достаточно информативным, и рекомендуется к использованию на горнодобывающих предприятиях.

Предложенный способ и устройство оперативного контроля состояния выработок шахт и технических средств представляется перспективным направле-

нием разработок, а их применение позволит существенно увеличить объем и быстроту решаемых исследовательских и практических задач горного производства, что, в свою очередь, обеспечит повышение безопасности и производительности труда шахтеров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Галузева программа поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на підприємствах ПЕК на 2007-2011 роки. Електронний ресурс. Режим доступу до документу: <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/doccatalog/document?id=106168>.
2. ВБН В.2.5-78.11.01-2003 «Інженерне обладнання будинків і споруд. Системи сигналізації охоронного призначення» (МВС України). Електронний ресурс. Режим доступу до документу: normativ.com.ua/types/tdoc796.php.
3. «Порядок проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань аварій на виробництві» Затверджено Постановою Кабінету Міністрів України від 30 листопада 2011 р. N 1232. Електронний ресурс. Режим доступу до документу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1232-2011>.
4. Игорь Осколков. Реальности: виртуальная, дополненная и суженная - CHIP UA Online / Игорь Осколков // Электронный ресурс. Режим доступа к документу: <http://www.chip.ua/stati/go-digital/2011/03/realnosti-virtualnaya-dopolnennaya-i-suzhennaya>.
5. Исследование динамики деформаций образца балки при изгибе с использованием методик визуального внутрискважинного контроля (ВБК) / В.Г. Перепелица, М.С. Зайцев, Р.А. Дякун, В.Н. Светличный // Геотехнічна механіка. – 2010. – Вып. 89. – С. 203-210.
6. Шевченко В.Г. К разработке устройств и информационного комплекса наложенной виртуальной реальности для урановых шахт / В.Г. Шевченко, Ю.И. Кияшко, М.С. Зайцев // Геотехнічна механіка. – 2012. – Вып. 107. – С. 41-51.

REFERENCES

1. Sectoral program for improving safety, health and working environment for enterprises TAC for 2007-2011, Electronic resources, access to the document: <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/doccatalog/document?id=106168>.
2. VBN V.2.5-78.11.01-2003 "Engineering equipment of buildings and structures. Alarm systems guard" (MIA of Ukraine), Electronic resources, access to the document: normativ.com.ua/types/tdoc796.php.
3. "The procedure of investigation and registration of accidents, occupational diseases accidents at work" approved by the Cabinet of Ministers of Ukraine of 30 November 2011 N 1232, Electronic resources, access to the document: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1232-2011>.
4. Igor Oskolkov, (2011), Reality: virtual, augmented and neck - CHIP UA Online, Electronic resource, access to the document: <http://www.chip.ua/stati/go-digital/2011/03/realnosti-virtualnaya-dopolnennaya-i-suzhennaya>.
5. Perepelitsa V.G., Zaitsev M.S., Dyakun R.A. and Svetlichny V.N. (2010), Study the dynamics of the deformation of the sample beam bending using visual methods of downhole control (VDC), Geo-technical mechanics, vol. 89, pp. 203-210.
6. Shevchenko V.G., Kiyashko U.I. and Zaitsev M.S. (2012), To the development of devices and information systems overlays virtual reality for uranium mine, Geo-technical mechanics, vol. 107, pp. 41-51.

Об авторах

Шевченко Владимир Георгиевич, доктор технических наук, старший научный сотрудник, ученый секретарь института, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАНУ), Днепропетровск, Украина, V.Shevchenko@nas.gov.ua.

Зайцев Максим Сергеевич, младший научный сотрудник отдела Механики эластомерных конструкций горных машин, Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова Национальной академии наук Украины (ИГТМ НАН Украины), Днепропетровск, Украина mazay_2004@inbox.ru.

About the authors

Shevchenko Vladimir Georgievich, D. Sc., Senior Researcher, Scientific Secretary of the Institute, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, V.Shevchenko@nas.gov.ua.

Zaitsev Maxim Sergeevich, junior researcher at the Department of Elastomeric Component Mechanics in Mining Machines, M.S. Polyakov Institute of Geotechnical Mechanics under the National Academy of Science of Ukraine (IGTM, NASU), Dnepropetrovsk, Ukraine, mazay_2004@inbox.ru.

Анотація: Запропоновано принципово новий пристрій оперативного контролю стану виробок і технічних засобів на шахтах з використанням сучасних засобів мікроелектроніки для підвищення достовірності, оперативності інформації, надійності прийнятих рішень та безпеки праці гірників. Завдання розробки включають: контроль стану виробок і технічних засобів, оперативна реєстрація й передача достовірної інформації про об'єкти, забезпечення безпеки ведення гірничих робіт. У процесі візуального безконтактного контролю обчислюються конкретні кількісні параметри досліджуваних об'єктів, на підставі обробки зображень даються рекомендації із приведення об'єктів у нормальний стан і недопущенню позаштатних ситуацій. Рекомендовані до застосування технології, що підсилюють якість і достовірність фото-відеоінформації - технології фарбування об'єктів, які дають додаткову інформацію про їхній стан. На підставі досліджень уперше розроблено спосіб оперативного контролю стану виробок і технічних засобів на шахтах, що підвищує достовірність, оперативність інформації та надійності прийнятих рішень. Практичне значення полягає в розробці простого і дешевого в застосуванні пристрою оперативного контролю стану виробок і технічних засобів на шахтах.

Ключові слова: пристрій оперативного контролю, стан виробок і технічних засобів на шахтах, підвищення достовірності та оперативності інформації, безпека праці.

Abstract. A fundamentally new device is proposed for on-line monitoring of tunnel and equipment state in the mines with the help of up-to-date microelectronic facilities. The device shall improve validity and timeliness of information, reliability of decisions made and safety of miners. Tasks for the design include: monitoring of tunnel and facility state and agile registration and transfer of accurate information concerning safety of objects and mining operations. In the process of visual noncontact control, specific quantitative parameters of the objects are processed and, basing on the image processing, recommendations are made of how to reinstate a normal operation of the objects and prevent emergency. Such technologies as object coloring are recommended for use as they provide additional information about the object state and improve quality and accuracy of photo and video information. Basing on this research, it is the first time when a method has been designed for on-line monitoring of tunnel and equipment state in the mines, which improves validity and timeliness of information and reliability of decisions made. Practical importance of the research is a simple and economically-priced design of the device for on-line monitoring of tunnel and equipment state in the mines.

Keywords: device for on-line monitoring, tunnel and equipment state in the mines, improving validity and timeliness of information, work safety.

Статья поступила в редакцию 12.02. 2013

Статья рекомендована к печати д-ром техн. наук В.П. Надутым

УДК 622.653-097

А.И. Волошин, чл.- кор. НАН Украины, д-р техн. наук, профессор,**А.В. Жевжик**, канд. техн. наук, доцент
(ИГТМ НАН Украины)**В.Н. Горячкин**, канд. техн. наук, доцент,**И.Ю. Потапчук**, магистр
(ДНУЖТ)**ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ ЧАСТИЦ
УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ В ПРЯМОТОЧНОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОМ КАНАЛЕ
РЕАКТОРА ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ТОПЛИВА****О.І. Волошин**, чл.- кор. НАНУ, д-р техн. наук, професор,**О.В. Жевжик**, канд. техн. наук, доцент
(ИГТМ НАН України)**В.М. Горячкин**, канд. техн. наук, доцент,**І.Ю. Потапчук**, магістр
(ДНУЗТ)**ДОСЛІДЖЕННЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ЧАСТИНОК
ВУГЛЬНОГО ПИЛУ У ПРЯМОТОЧНОМУ ГОРИЗОНТАЛЬНОМУ КА-
НАЛІ РЕАКТОРА ТЕРМОХІМІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ПАЛИВА****A.I. Voloshin**, Cor. Member NASU, D. Sc. (Tech.), Professor,**A.V. Zhevzhik**, Ph.D. (Tech.), Associate Professor
(IGTM NAS of Ukraine)**V.N. Goriachkin**, Ph.D. (Tech.), Associate Professor**I. Yu. Potapchuk**, M.S (Tech.)
(DNURT)**STUDY UNEVEN CONCENTRATION OF COAL DUST PARTICLES IN
CONTINUOUS-FLOW HORIZONTAL CHANNEL OF THERMOCHEMI-
CAL FUEL PREPARATION REACTOR**

Аннотация. Целью исследований является определение изменения распределения частиц угольной пыли в сечении прямоточного горизонтального цилиндрического канала реактора термохимической подготовки топлива вследствие действия силы тяжести. Для этого на основе анализа сил, действующих на частицу, составлена методика расчета концентрации частиц и определено влияние их оседания на распределение в поперечном сечении канала реактора по его длине; определена доля частиц, выпадающих на стенки канала, в зависимости от температуры и расхода потока аэросмеси. Определено, что повышение температуры потока аэросмеси способствует уменьшению доли частиц, оседающих на нижнюю образующую канала, что приведет к уменьшению степени шлакования. Полученные результаты могут быть использованы для математического моделирования и оптимизации работы аппаратов термохимической подготовки и газификации твердого топлива.

Ключевые слова: термохимическая подготовка топлива, движение частиц, угольная пыль, концентрация частиц, прямоточный канал

© А.И.Волошин, А.В. Жевжик, В.Н. Горячкин, И.Ю. Потапчук, 2013