

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

**Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»**

**ИЗВЕСТИЯ
ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Выпуск 3

**Тула
Издательство ТулГУ
2022**

Председатель
Кравченко О.А., д-р техн. наук.
Первый заместитель председателя
Воротилин М.С., д-р техн. наук.
Заместитель председателя
Прейс В.В., д-р техн. наук, авторизованный представитель Издательства ТулГУ в РИНЦ.
Ответственный секретарь
Фомичева О.А., канд. техн. наук, авторизованный представитель ТулГУ в РИНЦ.

Члены редакционного совета:

Батанина И.А., д-р полит. наук –
гл. редактор серии «Гуманитарные науки»;
Берестнев М.А., канд. юрид. наук, доц. –
гл. редактор серии «Экономические и юридические науки»;
Борискин О.И., д-р техн. наук –
гл. редактор серии «Технические науки»;
Егоров В.Н., канд. пед. наук – гл. редактор серии

«Физическая культура. Спорт»;

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор
Качурин Н.М., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула);
Заместитель главного редактора
Сарычев В.И., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула);

Члены редакционной коллегии:

Захаров В.Н., академик РАН, д-р техн. наук,
(Институт проблем комплексного освоения недр им.
академика Н.В. Мельникова Российской академии
наук, г. Москва);
Каплунов Д.Р., член-корр. РАН, д-р техн. наук,
(Институт проблем комплексного освоения недр
им. академика Н.В. Мельникова Российской акаде-
мии наук, г. Москва);
Клишин В.И., член-корр. РАН, д-р техн. наук,
(Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН, г. Кемерово);
Опарин В.Н., член-корр. РАН, д-р физ.-мат. наук,
(Институт горного дела им. Н.А. Чинакала СО РАН,
г. Новосибирск);
Струков К.И., д-р техн. наук, президент (ООО «УК
ЮГК», г. Челябинск);
Рыльникова М.В., д-р техн. наук (Институт проблем
комплексного освоения недр им. академика
Н.В. Мельникова Российской академии наук,
г. Москва);
Гендлер С.Г., д-р техн. наук (Санкт-Петербургский
горный университет, г. Санкт-Петербург);
Голик В.И., д-р техн. наук (Геофизический институт
Владикавказского научного центра, г. Владикавказ);
Ефимов В.И., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула);

Заславская О.В., д-р пед. наук –
гл. редактор серии «Педагогика»;
Качурин Н.М., д-р техн. наук –
гл. редактор серии «Науки о Земле»;
Понаморева О.Н., д-р хим. наук –
гл. редактор серии «Естественные науки».

Ответственный секретарь

Стась Г.В., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула).
Авторизованный представитель ТулГУ в РИНЦ
Копылов А.Б., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула).

Жабин А.Б., д-р техн. наук (ТулГУ, г. Тула);
Кавала Р., д-р техн. наук (Фрайбергская горная ака-
демия, Институт материаловедения и изготовления
материалов, Германия, г. Фрайберг);
Казанин О.И., д-р техн. наук (Санкт-Петербургский
горный университет, г. Санкт-Петербург);
Кантович Л.И., д-р техн. наук (Национальный ис-
следовательский технологический университет
(МИСиС), г. Москва);
Козащенко В.И., д-р техн. наук (Российский
государственный университет нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина, г. Москва);
Коришунов Г.И., д-р техн. наук (Санкт-Петербургский
горный университет, г. Санкт-Петербург);
Мельник В.В., д-р техн. наук (Национальный иссле-
довательский технологический университет
(МИСиС), г. Москва);
Мерзляков В.Г., д-р техн. наук (Московский
политехнический университет, г. Москва);
Моркун В.С., д-р техн. наук (Криворожский
национальный университет, Украина, г. Кривой Рог);
Протосеня А.Г., д-р техн. наук (Санкт-
Петербургский горный университет, г. Санкт-
Петербург);

Сборник зарегистрирован в Управлении Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) ПИ № ФС77-75993 от 19 июня 2019 г.

Подписной индекс сборника 41408 по Объединённому каталогу «Пресса России».

Сборник включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук, утвержденный ВАК Минобрнауки РФ, по следующим специальностям: 25.00.00 - Науки о Земле; 05.06.00 - Безопасность деятельности человека.

Сборник зарегистрирован в системе "Web of Science".

ГЕОМЕХАНИКА

УДК 622.414

О ФАКТИЧЕСКИХ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЯХ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК, ПОЛУЧЕННЫХ В ХОДЕ ВОЗДУШНО-ДЕПРЕССИОННЫХ СЪЁМОК НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

Ю.М. Говорухин, А.Н. Домрачев, В.Г. Криволапов, Д.Ю. Палеев

Разработаны критерии-фильтры, по которым выполнена обработка выгружаемых из моделей шахтных вентиляционных сетей аэродинамических коэффициентов α . По результатам обработки получены коэффициенты α , соответствующие реальным выработкам для определенного способа крепления. Приведены графики и получены зависимости $\alpha(S)$ для выработок в широком диапазоне площадей поперечных сечений.

Ключевые слова: компьютерная модель, шахтная вентиляционная сеть, воздушно-депресссионная съёмка, горные выработки, ветвь, критерии-фильтры, коэффициенты аэродинамического сопротивления трения, площадь поперечного сечения.

Компьютерные модели шахтных вентиляционных сетей (ШВС) в программных комплексах «Вентиляция 2.0» и «Аэросеть» создаются посредством последовательного формирования маркшейдерского и аэрологического блоков информации. Аэрологический блок вводится с использованием проектных значений параметров, либо по данным воздушно-депресссионных (ВДС) и газовых съёмок. Использование фактических данных о расходах в ветвях, депрессии выработок, их геометрических параметрах и коэффициентах аэродинамических сопротивлений позволяет повышать степень соответствия модели и реального объекта ведения подземных горных работ. Актуализированная (настроенная) компьютерная модель ШВС позволяет [3 – 7, 9]:

- выполнять расчёты нормального и аварийного воздухораспределения в сети горных выработок, в том числе с учётом газопереноса, наруше-

ния проветривания при разрушениях вентиляционных сооружений, устойчивости проветривания при пожаре;

- производить расчёты вариантов ШВС на перспективное развитие опасных производственных объектов ведения подземных горных работ;

- определять зоны поражения при взрывах метановоздушных смесей и угольной пыли в выработках, разрушение вентиляционных сооружений;

- решать задачи плана ликвидации аварий: поиск кратчайшего пути горнорабочих в аварийной ситуации для выхода на поверхность или на свежую струю; определение рационального маршрута движения отделений ПАСС(Ф) с расчётом времени движения и расходом кислорода; оценка скорости распространения продуктов горения (дыма); движение людей в условиях различной степени задымлённости и другие задачи.

Зачастую возникают ситуации отсутствия фактических данных о сопротивлениях ветвей (например, при проектировании горного предприятия и построении его модели). Табличные же данные коэффициентов сопротивлений α , $\text{Н}\cdot\text{с}^2/\text{м}^4$, в основном получены по результатам практических исследований для выработок до 10 м^2 [1, 8, 10]. Современные выработки проходятся с площадью поперечного сечения до 30 м^2 и более. В связи с этим существует необходимость проведения исследований, направленных на получение коэффициентов аэродинамических сопротивлений трения для больших сечений.

С целью обработки экспериментальных данных, полученных по результатам ВДС (фактические сопротивления выработок) предложено использование актуальных версий моделей ШВС, загруженных в базу данных «Информационно-аналитическая система ВГСЧ» (ИАС ВГСЧ). Версия ИАС ВГСЧ – апрель 2021 года. Данные модели постоянно пополняются по результатам ВДС и замеров маркшейдерских служб горных предприятий. На основе анализа, представленных в ИАС ВГСЧ материалов, отобрано 54 угледобывающих предприятия, обслуживаемые различными подразделениями ПАСС(Ф) и произведён анализ их компьютерных моделей. Общее количество ветвей для обработки составило 157240 шт., из которых 146558 ветвей с площадью поперечного сечения – менее 20 м^2 , 10280 шт. – от 20 до 30 м^2 и 402 шт. – более 30 м^2 .

Обработка данных произведена в два этапа. На первом этапе отсеивание выполнено в соответствии со следующими критериями-фильтрами:

- ветви, с наименованиями «Водоотлив», «Водосборник», «Вентиляционный канал», «Кроссинг», «Поверхностный объект», «Гезенк», «Подготовительная выработка», «Вентиляционная труба», «Скважина», «Вертикальный ствол», «Шурф» и т. п.;

- ветви, для которых не установлены значения контрольного аэродинамического сопротивления R_k (сопротивление геометрически идеальной выработки);

- ветви, для которых $R_v - R_k \leq 0$, где R_v – аэродинамическое сопротивление рассматриваемой горной выработки;

- ветви, с площадью сечения менее 4 м^2 , шириной или высотой менее $1,8 \text{ м}$;

- ветви, по признаку «способ крепления выработки». Отсеяны ветви, не относящиеся к следующим пяти способам крепления из доступного перечня в программе «Вентиляция 2.0»: Незакреплённые; Металлическая арка, между рамами 1 м ; Металлическая арка, между рамами $0,5 \text{ м}$; Неполные рамы из ЖБС при калибре 4 или арка при $L = 1 \text{ м}$ в конвейерной выработке; Металлическая арка, между рамами $0,5 \text{ м}$, с конвейером.

После применения фильтров первого этапа из общей совокупности получены выработки с фактическими сопротивлениями (по результатам ВДС). Всего отобрано 33526 ветвей, или $21,3 \%$ от общего числа выгруженных ветвей (табл. 1).

Таблица 1

Этапы обработки данных по ветвям

№ п/п	Способ крепления выработки	Всего ветвей	I этап обработки, ветвей	II этап обработки, ветвей
1	Выработки, закреплённые анкерной крепью (незакреплённые)	157240	19490 (58,1 %)	3275 (42,2 %)
2	Выработки, закреплённые анкерной крепью (незакреплённые), с конвейерной установкой		4555 (13,6 %)	955 (12,3 %)
3	Выработки, закреплённые рамной металлической крепью (шаг установки элементов крепи 1 м)		2979 (8,9 %)	1126 (14,5 %)
4	Выработки, закреплённые рамной металлической крепью (шаг установки элементов крепи 1 м), с конвейерной установкой		1678 (5,0 %)	429 (5,6 %)
5	Выработки, закреплённые рамной металлической крепью (шаг установки элементов крепи $0,5 \text{ м}$)		3053 (9,1 %)	1534 (19,8 %)
6	Выработки, закреплённые рамной металлической крепью (шаг установки элементов крепи $0,5 \text{ м}$), с конвейерной установкой		1771 (5,3 %)	435 (5,6 %)
Итого			13982 (100 %)	7754 (100 %)

На втором этапе в целях исключения из анализа выработок, сопротивления которых интегрируют в себя местные сопротивления, сопротивления отрицательных регуляторов и лобовые сопротивления, а также захламлённых выработок, выполнено отсеивание ветвей с завышенными значениями α . Для этой цели выбраны минимальные значения α на каждом

интервале величин площади поперечного сечения с отклонением от них не более чем на 10 %. Полученные таким образом коэффициенты α соответствуют реальным выработкам для определенного способа крепления. После второго этапа отсеивания данных отобрано 7754 ветвей или 4,93 % от общего числа выгруженных ветвей.

На каждом этапе обработка выполнена с использованием разработанной на языке C++ (Vim, GCC) программы, с выводом результатов в текстовые файлы и последующим построением графиков зависимостей в программе Microsoft Excel (LibreOffice Calc) [2]. На рис. 1 – 6 приведены регрессионные кривые (полиномиальные зависимости) функции $\alpha(S)$, R^2 – величина достоверности аппроксимации.

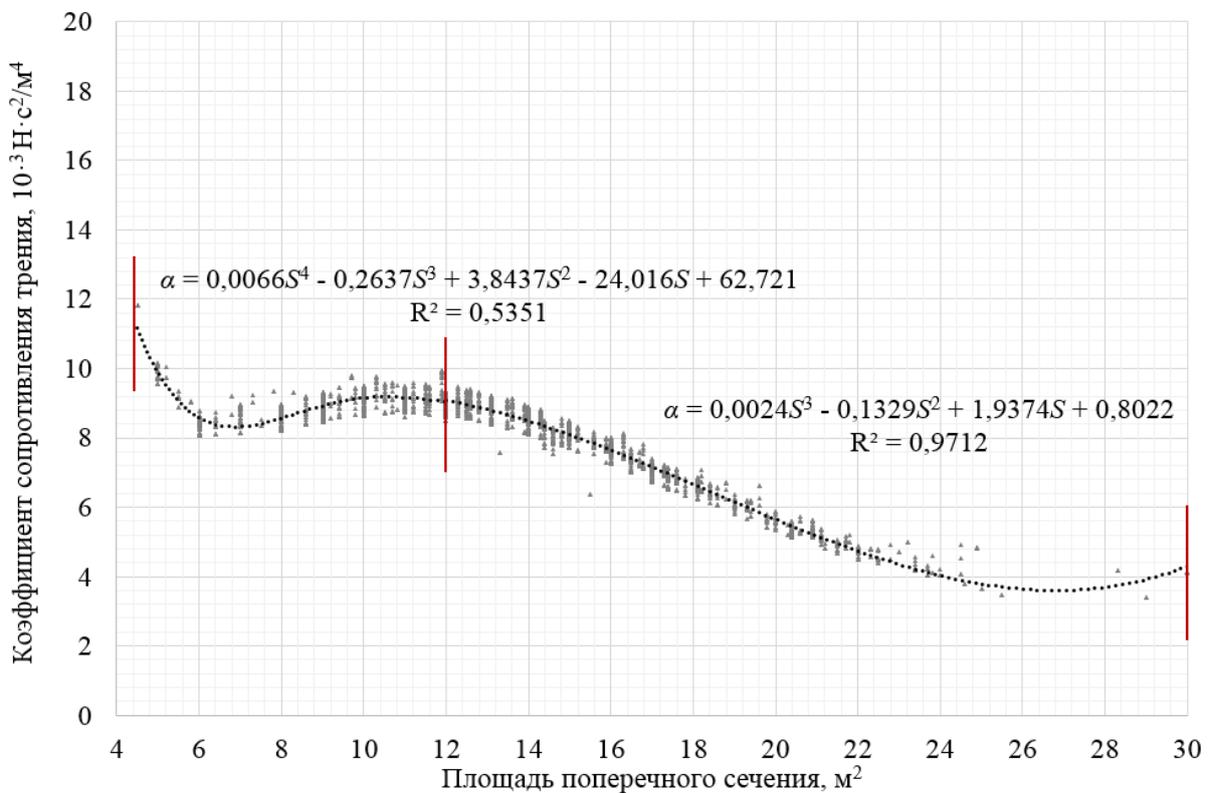


Рис. 1. Зависимость $\alpha(S)$ для анкерного способа крепления горных выработок

В табл. 2 приведены выражения зависимости $\alpha(S)$ для выработок с различным способом крепления, а на рис. 7 – сводный график зависимостей $\alpha(S)$. По результатам анализа зависимостей $\alpha(S)$, приведённых на рис. 1 – 6, а также ввиду того, что в настоящее время новые выработки сечением менее $6,0 \text{ м}^2$ на горных предприятиях не проводятся, а для выработок более $20 - 24 \text{ м}^2$ недостаточно экспериментальных данных, диапазон сечений для всех способов крепления скорректирован до $6...24 \text{ м}^2$. По этой же причине для

зависимости $\alpha(S)$ для выработок, закреплённых арочной крепью с шагом установки элементов крепи 0,5 м, диапазон ограничен до 17 м².

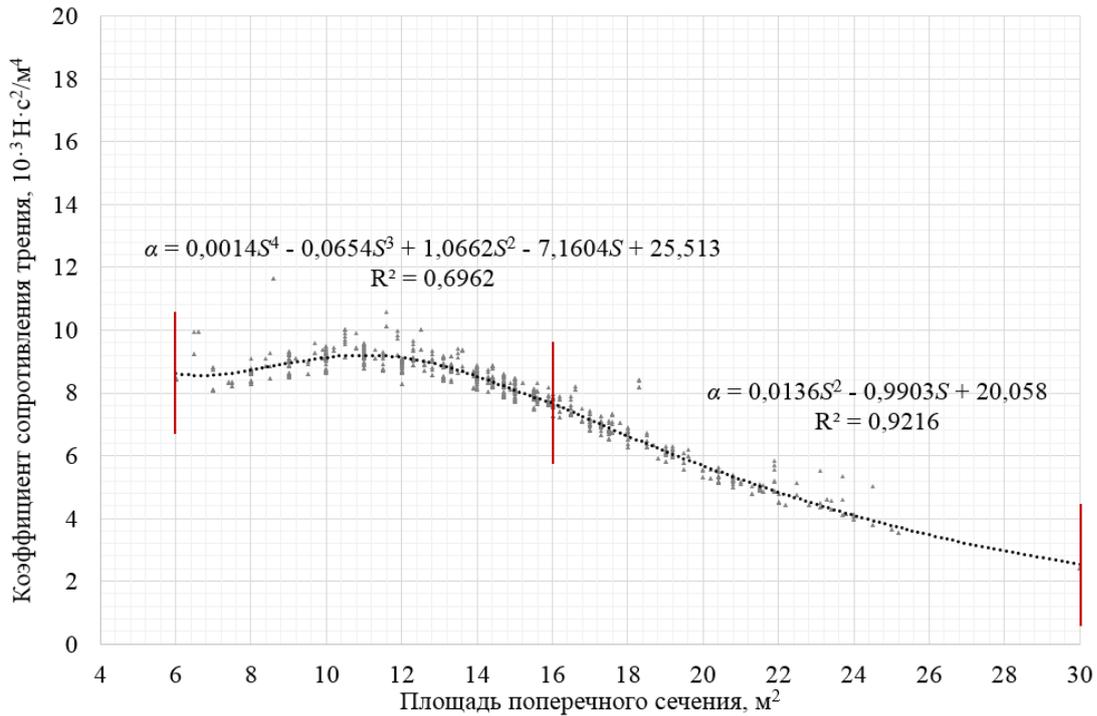


Рис. 2. Зависимость $\alpha(S)$ для анкерного способа крепления горных выработок с конвейером

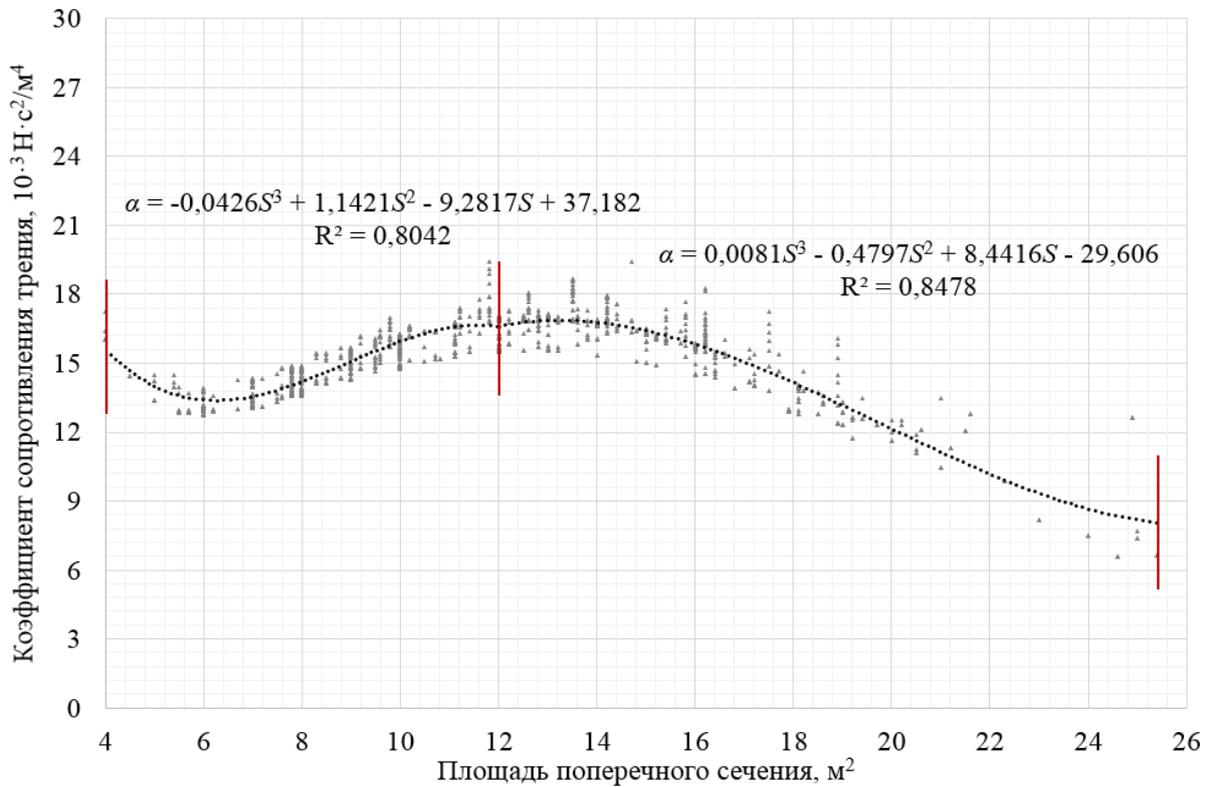


Рис. 3. Зависимость $\alpha(S)$ для выработок, закреплённых арочной крепью с шагом установки элементов крепи 1,0 м

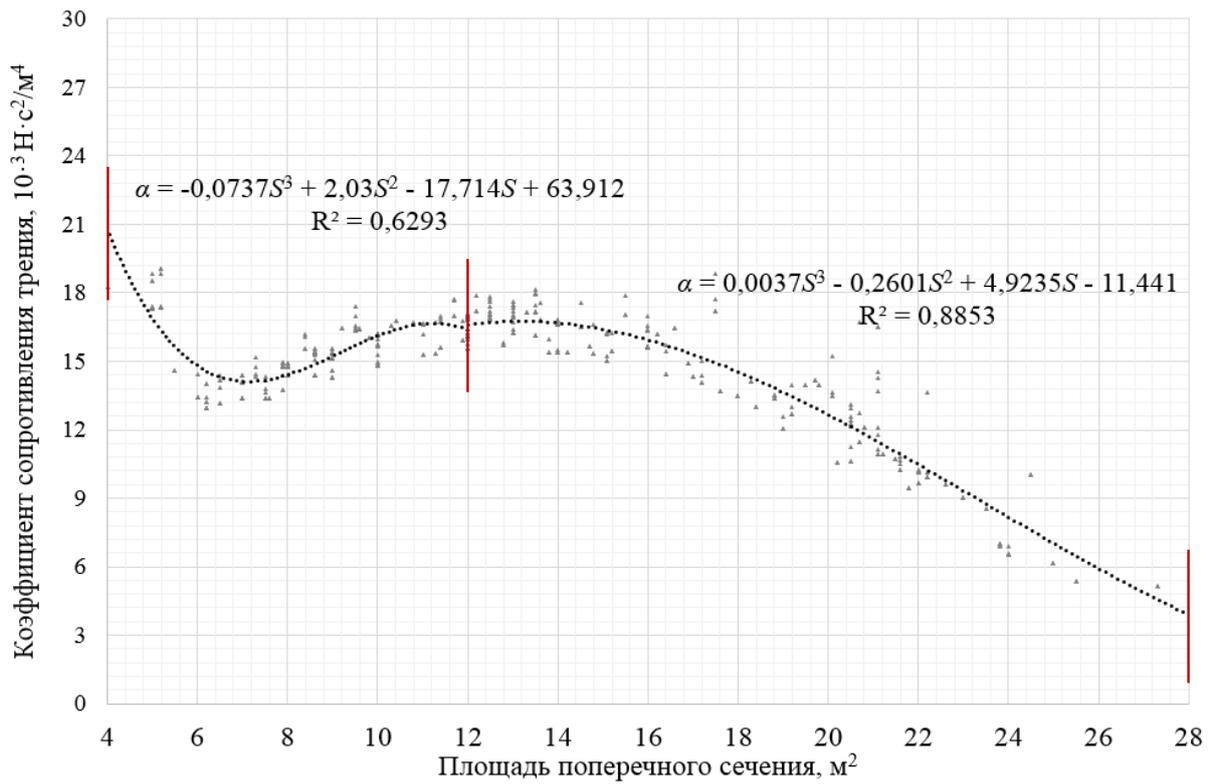


Рис. 4. Зависимость $\alpha(S)$ для выработок с конвейером, закреплённых арочной крепью с шагом установки элементов крепи 1,0 м

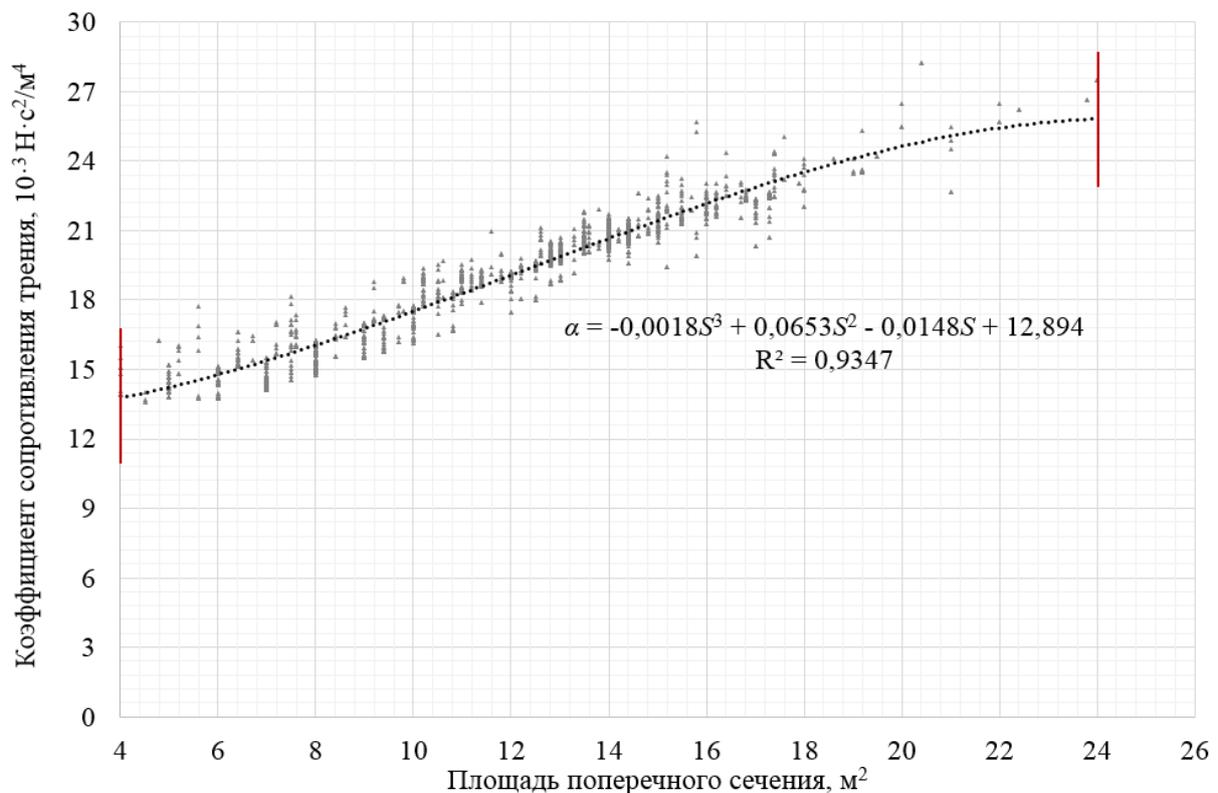


Рис. 5. Зависимость $\alpha(S)$ для выработок, закреплённых арочной крепью с шагом установки элементов крепи 0,5 м

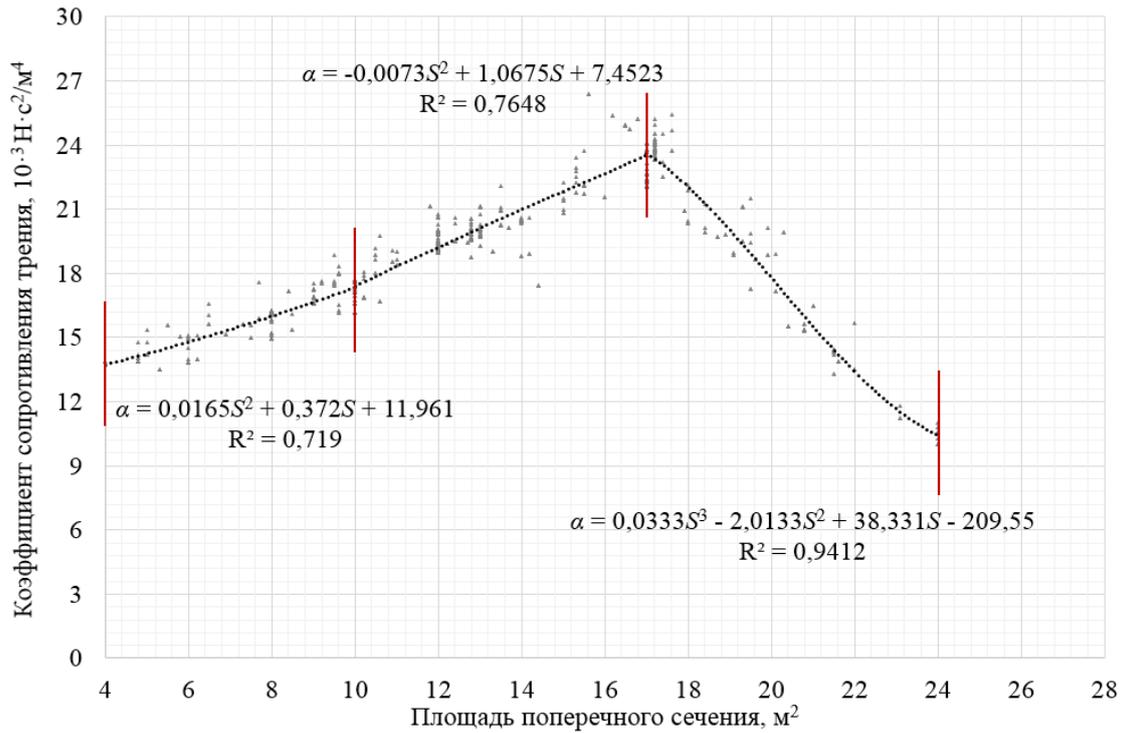


Рис. 6. Зависимость $\alpha(S)$ для выработок с конвейером, закреплённых арочной крепью с шагом установки элементов крепи 0,5 м

Таблица 2

Зависимости $\alpha(S)$ для горных выработок

№ п/п	Способ крепления	Зависимость $\alpha(S)$
1	2	3
1	Выработки, закреплённые анкерной крепью (незакреплённые)	$\alpha = 0,0066S^4 - 0,2637S^3 + 3,8437S^2 - 24,016S + 62,721$ (для $S=6-12 \text{ м}^2$) $\alpha = 0,0024S^3 - 0,1329S^2 + 1,9374S + 0,8022$ (для $S=12-24 \text{ м}^2$)
2	Выработки, закреплённые анкерной крепью (незакреплённые), с конвейерной установкой	$\alpha = 0,0014S^4 - 0,0654S^3 + 1,0662S^2 - 7,1604S + 25,513$ (для $S=6-16 \text{ м}^2$) $\alpha = 0,0136S^2 - 0,9903S + 20,058$ (для $S=16-24 \text{ м}^2$)
3	Выработки, закреплённые рамной металлической крепью (шаг установки элементов крепи 1 м)	$\alpha = -0,0426S^3 + 1,1421S^2 - 9,2817S + 37,182$ (для $S=6-12 \text{ м}^2$) $\alpha = 0,0081S^3 - 0,4797S^2 + 8,4416S - 29,606$ (для $S=12-24 \text{ м}^2$)
4	Выработки, закреплённые рамной металлической крепью (шаг установки элементов крепи 1 м), с конвейерной установкой	$\alpha = -0,0737S^3 + 2,03S^2 - 17,714S + 63,912$ (для $S=6-12 \text{ м}^2$) $\alpha = 0,0037S^3 - 0,2601S^2 + 4,9235S - 11,441$ (для $S=12-24 \text{ м}^2$)
5	Выработки, закреплённые рамной металлической крепью (шаг установки элементов крепи 0,5 м)	$\alpha = -0,0018S^3 + 0,0653S^2 - 0,0148S + 12,894$ (для $S=6-17 \text{ м}^2$)

Окончание табл. 2

1	2	3
6	Выработки, закреплённые рамной металлической крепью (шаг установки элементов крепи 0,5 м), с конвейерной установкой	$\alpha = 0,0165S^2 + 0,372S + 11,961$ (для $S=6-10 \text{ м}^2$) $\alpha = -0,0073S^2 + 1,0675S + 7,4523$ (для $S=10-17 \text{ м}^2$) $\alpha = 0,0333S^3 - 2,0133S^2 + 38,331S - 209,55$ (для $S=17-24 \text{ м}^2$)

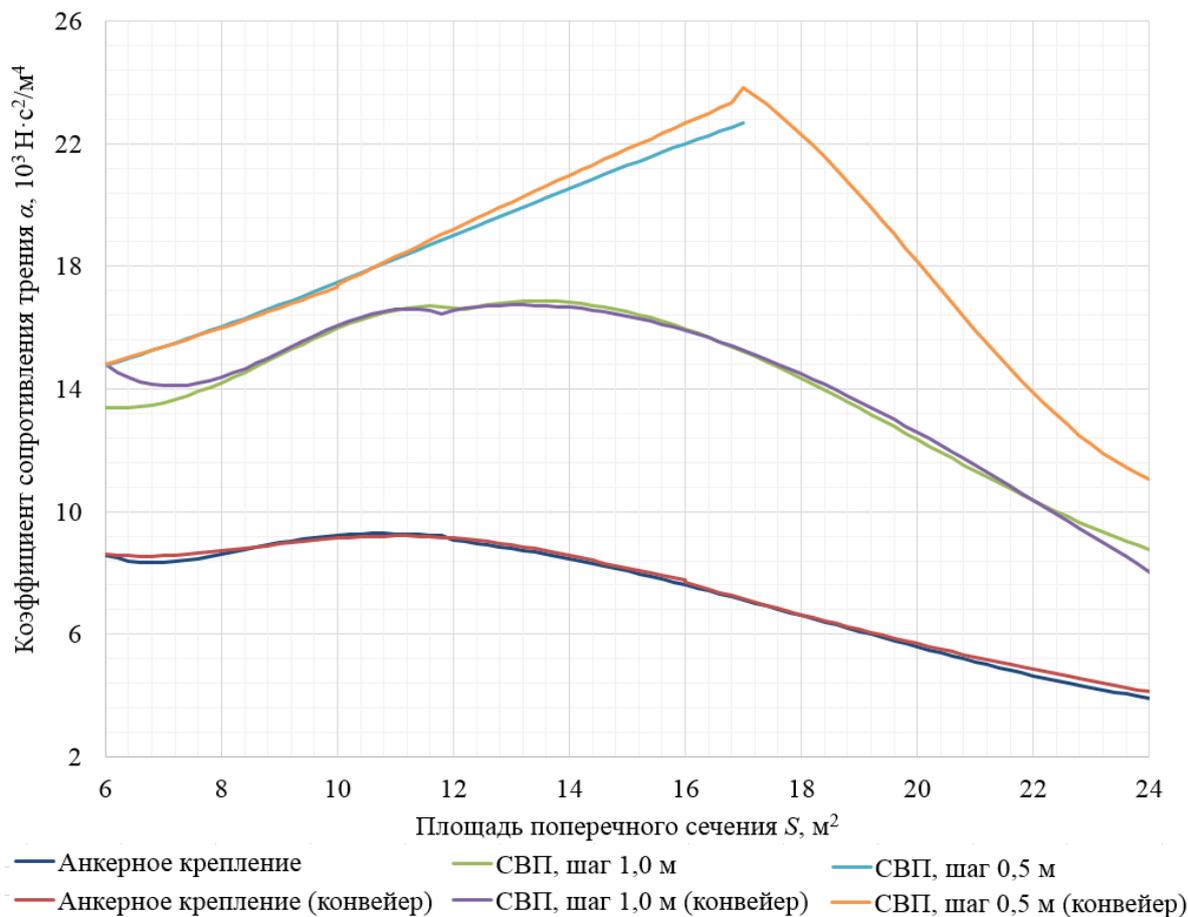


Рис. 7. Сводный график зависимостей $\alpha(S)$ для различных способов крепления горных выработок

В результате анализа обработанных данных по фактическим коэффициентам сопротивления трения α и графиков зависимости $\alpha(S)$ (рис. 1 – 7) установлено, что для выработок сечением более 20 м^2 , в том числе закреплённых рамной металлической арочной крепью, существует недостаток информации по их аэродинамическим свойствам. В связи с этим необходимо проведение дополнительных исследований аэродинамических параметров таких горных выработок.

Список литературы

1. Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт. Макеевка-Донбасс: МакНИИ, 1989. 319 с.
2. Злобин Г.Г., Костюк Д.А. и др. Программирование на языке С++ в среде Qt Creator / Е.Р. Алексеев [и др.]. М.: ALT Linux, 2015. 448 с.
3. Говорухин Ю.М., Бородкин К.Ю., Зенгер Е.Ю. Программный комплекс «Вентиляция» как составная часть учебной дисциплины «Геоинформационные системы» // Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых / под общ. ред. В.Н. Фрянова. 2008. С.136-139.
4. Говорухин Ю.М., Домрачев А.Н. Разработка и внедрение в учебный процесс системы поддержки принятия решений при разработке технологической схемы очистного участка // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2018. Вып. 1. С.159-165.
5. Программа расчёта вентиляции выемочных участков / Ю.М. Говорухин, В.Г. Криволапов, А.Н. Домрачев, О.Ю. Лукашов // Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2016. № 3. С.445-448.
6. Повышение качества и оперативности выполнения инженерных расчётов при ведении горноспасательных работ / Ю.М. Говорухин, В.Г. Криволапов, Д.Ю. Палеев, А.Н. Домрачев // Научно-технические технологии разработки и использования минеральных ресурсов. 2019. № 5. С.450-453.
7. О методе оценки объёмов загазования взрывоопасной метановоздушной смесью горных выработок угольных шахт / Ю.М. Говорухин, А.Н. Домрачев, В.Г. Криволапов, Д.Ю. Палеев // Сб. науч. тр. III Междунар. науч.-практич. конф. «Безопасность технологических процессов и производств». Екатеринбург, 2021. С.13-18.
8. Рудничная вентиляция: справочник / Н.Ф. Гращенков [и др.]; под ред. К.З. Ушакова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Недра, 1988. 440 с.
9. Компьютерные технологии для решения задач плана ликвидации аварий / Д.Ю. Палеев [и др.]. М.: Изд-во «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2011. 160 с.
10. Аэрология горных предприятий: учебник для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. / под ред. К.З. Ушакова [и др.]. М.: Недра, 1987. 421 с.

Говорухин Юрий Михайлович, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., govorukhin_ym@mail.ru, Россия, Новокузнецк, Национальный горноспасательный центр,

Домрачев Алексей Николаевич, д-р техн. наук, проф., aleksejdomrachev21@gmail.com, Россия, Новокузнецк, Сибирский государственный индустриальный университет; научный сотрудник, Новокузнецк, Национальный горноспасательный центр,

Криволапов Виктор Григорьевич, канд. техн. наук, вед. науч. сотр., vic_49@mail.ru, Россия, Новокузнецк, Национальный горноспасательный центр,

Палеев Дмитрий Юрьевич, д-р техн. наук., нач. науч.-исслед. отдела, pal07@rambler.ru, Россия, Новокузнецк, Национальный горноспасательный центр, ведущий научный сотрудник, Россия, Пермь, Горный институт УрО РАН

ABOUT ACTUAL AERODYNAMIC RESISTANCE OF MINE WORKINGS OBTAINED DURING AIR-DEPRESSION SURVEYS IN COAL MINES

Yu.M. Govorukhin, A.N. Domrachev, V.G. Krivolapov, D.Yu. Paleev

In this paper filters criteria are developed, according to which the processing of aerodynamic coefficients α unloaded from the models of mine ventilation networks is carried out. As a result coefficients α for conditions of real mine workings with a certain method of supporting are obtained. Graphs are given and dependencies $\alpha(S)$ are obtained for mine workings in a wide range of cross-sectional areas.

Key words: computer model, mine ventilation network, air-depression surveys, mine workings, branch, filters criteria, coefficients of aerodynamic friction drag, cross-sectional area.

Govorukhin Yuri Mikhailovich, candidate of technical sciences, leading researcher, govorukhin_ym@mail.ru, Russia, Novokuznetsk, National Mine Rescue Center,

Domrachev Alexey Nikolaevich, doctor of technical sciences, professor, aleksejdomrachev21@gmail.com, Russia, Novokuznetsk, Siberian State Industrial University, researcher, Russia, Novokuznetsk, National Mine Rescue Center,

Krivolapov Viktor Grigorievich, candidate of technical sciences, leading researcher, vic_49@mail.ru, Russia, Novokuznetsk, National Mine Rescue Center,

Paleev Dmitry Yurievich, doctor of technical sciences, head of research department, pal07@rambler.ru, Russia, Novokuznetsk, National Mine Rescue Center, leading researcher, Russia, Perm, Mining Institute, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences

Reference

1. Guide to the design of ventilation of coal mines. Number of authors. Makeyevka-Donbass: MakNII, 1989. 319 p
2. , Zlobin G.G., Kostyuk D.A., etc. Programming in C++ in the Qt Creator environment / E.R. Alekseev [et al.]. Moscow: ALT Linux, 2015. 448 p.
3. Govorukhin Yu.M., Borodkin K.Yu., Zenger E.Yu. The program complex "Ventilation" as an integral part of the academic discipline "Geoinformation systems" // Unconventional and intensive technologies for the development of mineral deposits; under the general editorship of V.N. Fryanov. 2008. pp.136-139.
4. Govorukhin Yu.M., Domrachev A.N. Development and implementation of the decision support system in the educational process during the development of the technological scheme of the treatment site // Proceedings of Tula State University. Earth sciences. 2018. Issue 1. pp.159-165.

5. The program for calculating ventilation of excavation sites / Yu.M. Govorukhin, V.G. Krivolapov, A.N. Domrachev, O.Yu. Lukashov // High-tech technologies for the development and use of mineral resources. 2016. № 3. pp.445-448.

6. Improving the quality and efficiency of engineering calculations when conducting mine rescue operations / Yu.M. Govorukhin, V.G. Krivolapov, D.Yu. Paleev, A.N. Domrachev // High-tech technologies of development and use of mineral resources. 2019. No. 5. pp.450-453.

7. On the method of estimating the volumes of gasification by explosive methane-air mixture of coal mine workings / Yu.M. Govorukhin, A.N. Domrachev, V.G. Krivolapov, D.Yu. Paleev // Sb. nauch. tr. III international scientific-practical conference. Safety of technological processes and productions. Yekaterinburg. 2021. pp.13-18.

8. Mine ventilation / N.F. Grashchenkov [et al.]. Handbook; edited by K.Z. Ushakov. 2nd ed., reprint. and additional M.: Nedra, 1988. 440 p.

9. Computer technologies for solving the problems of the accident prevention plan / D.Y. Paleev [et al.]. M.: Publishing house "Mining" LLC "Kimmeriyskiy center", 2011. 160 p.

10. Aerology of mining enterprises: textbook for universities. 3rd ed., reprint. and add.; edited by K.Z. Ushakov [et al.]. M.: Nedra, 1987. 421 p.

УДК 504.55.054:622(470.6)

К МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ ПРОЦЕССОВ УТИЛИЗАЦИИ ХВОСТОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗИСТЫХ КВАРЦИТОВ

В.И. Голик

Анализируется состояние железорудной базы России. Сформулирована проблема полного извлечения ценных попутных металлов из комплексных руд с использованием методов механохимической активации процессов выщелачивания металлов в скоростной мельнице-дезинтеграторе. Приведены результаты извлечения железа из хвостов обогащения хранилища Лебединского ГОК. Обобщены результаты исследования прочности твердеющих смесей на основе механоактивированных хвостов обогащения. Показано, что проблема обеспечения сырья для изготовления твердеющих смесей при переходе на подземный способ разработки решается комбинированием технологий выщелачивания и активации хвостов обогащения.

Ключевые слова: железистые кварциты, хвосты обогащения, твердеющие смеси, активация, металл, дезинтегратор.

Введение

Россия обладает 15,6...26 % мировых запасов руд железа, но по-прежнему экспортирует не металлы и изделия из них, а концентраты. Развитие горного производства сдерживается невысоким содержанием железа в рудах и сложными горно-геологическими условиями локализации месторождений. Выходом из сложившегося положения может быть

<i>Голик В.И., Кожиев Х.Х., Качурин Н.М., Шамрин М.Ю.</i> История и перспективы развития ресурсной базы.....	121
<i>Клюев Р.В., Босиков И.И., Гаврина О.А., Тилов А.И.</i> Статистическое исследование электропотребления карьера горно-металлургического комбината.....	133
<i>Криницын Р.В.</i> Влияние тектонического нарушения на вторичное поле напряжений горизонтальной выработки.....	146
<i>Овчинников Н.П., Зырянов И.В.</i> Пути устойчивого функционирования водоотливного хозяйства рудника «Удачный».....	161
<i>Соловьёв Г.И., Нефёдов В.Е., Малышева Н.Н.</i> Учёт угла падения пород при моделировании численным методом.....	171
<i>Стадник Д.А., Стадник Н.М., Лопушняк Е.В.</i> К вопросу разработки методических основ информационного моделирования горных предприятий.....	187
<i>Талалаева В. М.</i> Схемы и расчет параметров искусственных оснований фундаментов в гидроактивизированных грунтах.....	200
<i>Чебан А.Ю.</i> Технология ведения отвалообразования с применением усовершенствованного отвального перегружателя.....	210
<i>Шулюпин А. Н., Любин А. А., Варламова Н. Н.</i> Об управлении парлифтной добычей при разработке Мутновского геотермального месторождения (Камчатка).....	220
<i>Ногин С.А.</i> Методические вопросы обработки данных о процессе сдвижения на рудных месторождениях.....	234
<i>Еланцева Л. А., Фоменко С. В.</i> Повышение фильтрационной устойчивости бортов карьера им. В. Гриба.....	242

ГЕОМЕХАНИКА

<i>Говорухин Ю.М., Домрачев А.Н., Криволапов В.Г., Палеев Д.Ю.</i> О фактических аэродинамических сопротивлениях горных выработок, полученных в ходе воздушно-депресссионных съёмки на угольных шахтах.....	251
--	-----

Научное издание

**ИЗВЕСТИЯ
ТУЛЬСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Выпуск 3

Редактор Н.М. Качурин

Компьютерная правка и верстка Г.В. Стась

Учредитель:

ФГБОУ ВО "Тульский государственный университет"
300012, г. Тула, просп. Ленина, 92

Изд. лиц. ЛР № 020300 от 12.02.97

Подписано в печать 12.09.22 Дата выхода в свет 26.09.22

Фотмат бумаги 70×100 1/8. Бумага офсетная

Усл. печ. л. 62,8.

Тираж 500 экз. Заказ 106

Цена свободная

Адрес редакции и издателя
300012, г. Тула, просп. Ленина, 95
Отпечатано в Издательстве ТулГУ
300012, г. Тула, просп. Ленина, 95