

НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СИСТЕМ ДЕГАЗАЦИИ УГОЛЬНЫХ ШАХТ

В.А. Малашкина

МГИ НИТУ «МИСиС», Москва, Россия, e-mail: Promecolodgy@mail.ru

Аннотация: Обеспечение безопасности труда горнорабочих и безостановочного технологического процесса выемки угля за счет стабильного поддержания величины содержания метана в подземных горных выработках угольных шахт в пределах установленных норм при постоянном росте глубины разработки угольных месторождений и протяженности горных выработок возможно за счет синхронизации работы систем вентиляции, дегазации и газоотсоса. Повышение эффективности систем дегазации возможно за счет: расчета конструктивных параметров дегазационного трубопровода и выбора вакуум-насосов с учетом влияния гидро- и термодинамических особенностей транспортирования каптируемой метановоздушной смеси на режимы работы дегазационной установки; снижения гидравлического сопротивления трубопроводной сети путем применения участковых газопроводов из композитных материалов; обеспечения герметичности подземных вакуумных газопроводов не ниже расчетного норматива для данных условий эксплуатации. Рост эффективности систем газоотсоса возможен за счет: обеспечения работы в устойчивом режиме вентиляторов газоотсасывающих установок, нормированного регулирования подачи воздуха на подсвеживание в смесительную камеру газоотсоса; изменения конструкции смесительной камеры, которая должна обеспечивать качественное смешение каптируемой метановоздушной смеси и воздуха подсвеживания; постоянного контроля в режиме текущего времени за содержанием метана в метановоздушной смеси на выходе из смесительной камеры. Предлагаемые направления по повышению эффективности использования систем дегазации угольных шахт, а также использование новых технических решений по проектированию и эксплуатации подземного вакуумного газопровода позволят обеспечить результативность их работы, соответствующей проектной.

Ключевые слова: дегазация, гидравлическое сопротивление, подземный вакуумный газопровод, метановоздушная смесь, стеклопластиковый трубопровод.

Для цитирования: Малашкина В.А. Направления повышения эффективности использования систем дегазации угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2019. – № 6. – С. 206–214. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-06-0-206-214.

Recent trends in efficiency improvement in application of degasification systems in coal mines

V.A. Malashkina

Mining Institute, National University of Science and Technology «MISIS»,
119049, Moscow, Russia, e-mail: Promecolodgy@mail.ru

Abstract: Safe operation of mine personnel as well as nonstop coal cutting at stable methane content of air in underground coal mines, with set standards at the continuous increase in depth of mining

tion, degasification and gas suction systems. Efficiency of degasification systems can be improved in consequence of: proper design of degassing pipeline and selection of vacuum pumps with regard to hydro- and thermo-dynamic effect of captured methane-and-air mixture flow on degassing plant operation; reduction in hydraulic friction of the pipeline using auxiliary gas conduits made of composite materials; sealing of underground vacuum gas line at not less than designed value for given operation conditions. Efficiency of gas suction systems can elevate through: sustained operation mode of fans, rated fresh air feed in supply air plenum, redesign of supply air plenum to ensure quality mixing of methane-and-air mixture and fresh air, continuous real-time control of methane content of methane-and-air mixture at the outlet of supply air plenum. The proposed trends of improving efficiency of degasification systems in coal mines, as well as new engineering solutions on design and operation of underground vacuum gas line will ensure project effectiveness of the systems.

Key words: degasification, hydraulic friction, underground vacuum gas line, methane-and-air mixture, glass-reinforced plastic pipeline.

Acknowledgements:

For citation: Malashkina V.A. Recent trends in efficiency improvement in application of degasification systems in coal mines. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019;(6):206-214. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-06-0-206-214.

Дальнейший технический прогресс в угледобывающей отрасли Российской Федерации связан с освоением новых месторождений и развитием действующих предприятий с безопасными условиями труда. Рост глубины разработки каменноугольных пластов и интенсификация процессов выемки приводят к значительному увеличению выделения метана в горные выработки и выработанные пространства. На большинстве шахт, разрабатывающих метаноносные угольные пласты, вентиляция не обеспечивает допустимые нормы концентрации метана в атмосфере горных выработок. Поэтому еще на этапе проектирования новых и реконструкции действующих угледобывающих предприятий газовый баланс должен быть распределен между системами вентиляции, дегазации и газоотсоса с учетом развития предприятий. До начала разработки месторождения может также применяться заблаговременная и предварительная дегазация, положительный опыт проведения которой имеется [1].

В условиях работы выемочных участков с высокими нагрузками, достигающими 10–35 тыс. т/сутки, существующие средства и способы не в состоянии

обеспечить снижение газовыделения в горные выработки до безопасного уровня, поэтому осуществляется разработка новых способов интенсификации дегазации с целью дальнейшего повышения ее эффективности.

Одним из препятствий безостановочной и интенсивной выемки угля является вынужденная остановка технологического процесса добычи в связи с возрастающей загазованностью выработок и увеличением риска взрыва метана, и как следствие — необходимостью увеличения времени проветривания выработок для разгазирования. Это подтверждает недостаточную эффективность дегазации источников метановыделения и, в первую очередь, — не эффективную работу дегазационных систем (дегазационных и газоотсасывающих установок). Существующая методика расчета технических характеристик и конструктивных параметров дегазационных и газоотсасывающих установок согласно действующим Инструкциям [2] и [3] не учитывает особенности термо- и гидродинамических процессов, влияющих на эффективность их работы, которая даже при их правильной эксплуатации получается значительно меньше проектной.

Одним из направлений повышения эффективности использования систем дегазации угольных шахт является совершенствование способов и средств, увеличивающих их производительность и концентрацию метана в откачиваемом газе [4–7]. Это позволит обеспечить безопасные условия труда шахтеров и рост производственной мощности угольных шахт. Для этого необходимо обеспечить возможность непрерывной, эффективной и устойчивой работы дегазационных систем.

Шахтный метан является ценным химическим сырьем и высококалорийным топливом [8]. Применение эффективных способов дегазации источников газовой выделенности в угольных шахтах позволяет получать метановоздушную смесь на выходе из дегазационных скважин с высокой концентрацией метана (до 92%). Сохранить достигнутый уровень качества каптируемой метановоздушной смеси при ее транспортировании от скважин до вакуум-насосной станции для последующей утилизации пока не представляется возможным [9].

Кроме того, высокий коэффициент дегазации источников метановыделения не является показателем рациональной работы дегазационных и газоотсасывающих систем, так как при этом возможны значительные потери по концентрации метана в метановоздушной смеси при ее транспортировании по подземному вакуумному дегазационному трубопроводу, а потери разрежения в дегазационной системе, как правило, гораздо больше расчетных [4, 10]. Одной из основных причин несоответствия фактической эффективности работы дегазационных систем проектной является расчет конструктивных параметров дегазационного трубопровода и выбор вакуум-насосов и газоотсасывающих вентиляторов без учета влияния гидро и термодинамических особенностей транспортирования каптируемой смеси на их эксплуатацион-

ные режимы. Не обеспечивается работа в устойчивом режиме вентиляторов газоотсасывающих установок [11].

Контроль эффективности дегазации в настоящее время на угольных шахтах РФ производится двумя основными способами [2]: путем контроля величины дебита метана на скважинах и на входе в вакуум-насосную станцию, а также расчета фактических коэффициентов дегазации и сравнения их с проектными значениями; по результатам вакуумно-газовой съемки. Критерием эффективности применения дегазации принято считать снижение метанообильности горных выработок до величины, меньшей ее безопасного значения. При сравнении фактических коэффициентов дегазации с проектными значениями оценивается только степень дегазации источника метановыделения с помощью изолированного отвода метана и не определяется эффективность работы используемой при этом дегазационной и газоотсасывающей установок. При высоком коэффициенте дегазации в целом по шахте каптируемая смесь может иметь низкую концентрацию метана на входе в вакуум-насосную станцию при значительных потерях разрежения в трубопроводной сети [4].

Вакуумно-газовая съемка в подземном дегазационном трубопроводе обычно проводится при концентрации метана в отсасываемом газе ниже установленной нормы, а также в тех случаях, когда не обеспечивается расчетная эффективность дегазации [2]. При этом рассчитываются фактические подсосы воздуха в скважины и участки газопровода, потери давления по участкам трубопроводной сети и определяется резерв производительности системы.

К основным особенностям эксплуатации дегазационной установки относятся: необходимость создания и стабильного поддержания требуемой величины разрежения в дегазационной системе для

транспортирования метановоздушной смеси от дегазационных скважин на поверхность или к потребителю с потерями по концентрации метана в капируемой смеси не ниже норм, установленных «Инструкцией по дегазации угольных шахт» [2]; оперативный контроль параметров метановоздушной смеси по длине газопровода и у вакуум-насосов в режиме текущего времени и проведения диагностики функционирования всей дегазационной системы для предотвращения аварий и неэффективной работы установки [4].

К основным особенностям эксплуатации газоотсасывающей установки относятся: отсутствие нормированного регулирования подачи воздуха на подсушивание и автоматического контроля за содержанием метана в метановоздушной смеси на выходе из смесительной камеры, также общепринятой методики обеспечения устойчивого режима работы газоотсасывающих вентиляторов.

Самым слабым звеном дегазационной установки является шахтный подземный вакуумный трубопровод, по которому капируемый шахтный метан транспортируется от скважин на поверхность или к потребителю [4].

Транспортирование влажной метановоздушной смеси по подземному дегазационному трубопроводу имеет ряд особенностей: значительная протяженность подземной трубопроводной сети; движение смеси в условиях вакуума; присутствие в составе капируемой смеси паров воды, капельной жидкости, угольной и породной пыли; наличие подсосов воздуха через неплотности фланцевых соединений труб вакуумного трубопровода внутрь системы по всей его длине. При превышении установленных норм величины удельного объема подсосываемого воздуха наблюдается увеличение удельных потерь давления в трубопроводной сети по сравнению с расчетными вели-

чинами, увеличение дебита метановоздушной смеси с одновременным уменьшением в ней концентрации метана, а в связи с образованием скоплений капельной жидкости в пониженных местах трубопровода — уменьшение гидравлического сечения труб.

В то же время, при любой конструкции системы можно сформировать такой термо- и гидродинамический режим движения смеси от скважин до вакуум-насосной станции, который обеспечивал бы наилучшие в данных условиях и для данной установки показатели концентрации метана и расхода метановоздушной смеси. Это позволит повысить коэффициент дегазации источников метановыделения за счет увеличения дебита отсасываемого метана, обеспечить величину концентрации метана на входе в вакуум-насосную станцию не менее 45% при минимально возможном и стабильном объемном расходе смеси.

Для работы установки с наименьшими потерями по разрежению, создаваемому вакуум-насосами, дегазационная система должна обладать минимальным гидравлическим сопротивлением трубопроводной сети, а в целях исключения подсосов воздуха из атмосферы горных выработок в дегазационную систему — качественной герметизацией всех элементов и узлов системы. Эти факторы являются причиной увеличения затрат электроэнергии на транспортировку метановоздушной смеси по сети дегазационных трубопроводов, уменьшения дебита метана, отсасываемого из скважин, и увеличения абсолютного метановыделения в очистные выработки и выемочные участки.

Во время эксплуатации подземных дегазационных газопроводов не обеспечивается выполнение второго главного к ним требования — максимальной герметичности, которую необходимо постоянно контролировать и при отклонении

ее от нормы своевременно принимать соответствующие меры. Условия монтажа и эксплуатации подземных дегазационных трубопроводов таковы, что через неплотности фланцевых соединений звеньев труб внутрь газопровода проникает воздух из окружающих горных выработок. В результате уменьшается содержание метана в подаваемой на поверхность метановоздушной смеси, снижается эффективность работы дегазационной установки и процесса дегазации в целом.

Для обеспечения транспортирования метановоздушной смеси от скважин к потребителю или на поверхность с минимальными потерями по концентрации метана, прежде всего, необходимо выполнять рекомендации по монтажу и правильной эксплуатации соединений звеньев труб, а также необходимо иметь нормативные показатели негерметичности, учитывающие все условия (конструктивные и эксплуатационные) для каждого конкретного газопровода [2, 4]. В режиме текущего времени необходимо следить за потерями давления и изменения расхода и состава (имеется в виду концентрация метана) метановоздушной смеси, транспортируемой по негерметичному вакуумному трубопроводу и производить коррекцию режимов работы вакуум-насосов и всей системы дегазации.

Инструкцией по дегазации [2] предложено нормативным допустимым показателем считать прирост расхода воздуха в расходе метановоздушной смеси не более 1 м³/мин на 1 км длины газопровода. В таком виде этот показатель не учитывает параметры и состояние соединений звеньев труб каждого конкретного подземного дегазационного газопровода и величину разрежения в нем.

Инструкцией [2] допускается использование для подземных дегазационных газопроводов труб из других материалов, но отсутствуют рекомендации по их выбору материала в зависимости от условий эксплуатации и конструктивных параметров. Это имеет особое значение в тех случаях, когда отдельные участки газопровода собраны из звеньев труб из различных материалов. При использовании стеклопластиковых трубопроводов в системах дегазации процесс транспортирования метановоздушной смеси от скважин на поверхность имеет ряд особенностей, которые необходимо учитывать при выборе режимов работы дегазационных установок.

Используемые в настоящее время в системах дегазации некоторых угольных шахт РФ стеклопластиковые трубы имеют отличающиеся от стальных труб гидравлические характеристики, которые оказывают существенное влияние на термо- и гидродинамические режимы

Типичные значения шероховатости (чистоты обработки) поверхности и теплопроводности для основных материалов труб в системах дегазации
Typical values of roughness of the surface and heat conductivity for basic materials of the pipes of the degassing

Трубы (материал) / состояние		Шероховатость, мм	Теплопроводность, Вт/(м · К)
Сталь	цельнотянутая новая	0,02 – -0,1	37–64
	электросварная новая	0,05 – -0,1	
	б/у очищенная	0,15 – -0,2	
	слегка ржавая	0,1 – -0,4	
	очень ржавая	0,4 – 3	
	ржавые	1 – 2	
Стеклопластик		0,0001–0,0015	0,75–0,9

движения метановоздушной смеси по подземному вакуумному газопроводу.

Характеристики труб стальных и из стеклопластика, имеющих существенно меньшую шероховатость (таблица) внутренней поверхности, чем стальные, показывают, что используя их для монтажа участков газопроводов можно обеспечить значительное снижение сопротивления трубопроводной сети, особенно на действующих установках при наращивании длины газопровода, и тем самым уменьшить потери разрежения по длине газопровода, а также образование конденсатных пробок в пониженных местах газопровода. Эти мероприятия значительно уменьшат эксплуатационные расходы.

Средняя скорость перемещения влажной газовой смеси по вакуумному подземному дегазационному трубопроводу является параметром, характеризующим эффективность функционирования дегазационных установок, и не превышает 20–25 м/с [2]. Величина средней скорости движения влажной метановоздушной смеси зависит от объемного расхода смеси и гидравлического диаметра трубопровода, что определяет силы инерции, действующие в движущемся потоке. Давление в начале и конце участков трубопровода является важным показателем, характеризующим состояние трубопровода, его гидравлическое сопротивление и наличие в нем водяных пробок, ненормируемых подсосов воздуха из атмосферы горных выработок в дегазационную систему или мест с другими отклонениями от рационального режима работы, а также пропускную способность трубопроводной сети.

Вопрос ранжирования причин потерь давления по длине вакуумного подземного дегазационного трубопровода вследствие изменения его гидравлического сопротивления является актуальным как для стальных так и для стеклопластико-

вых газопроводов. В большинстве случаев разность давлений на вакуум-насосной станции и у устья удаленной скважины превышает допустимую расчетную величину, и для создания у скважины необходимого разрежения вводят в эксплуатацию большее количество вакуум-насосов. Это влечет за собой увеличение количества потребляемой электроэнергии и снижение эффективности работы вакуум-насосной станции. При этом ожидаемого увеличения объема капируемого метана не происходит, в то время как возрастают подсосы воздуха в трубопроводную сеть, приводя к увеличению ее сопротивления. Очевидно, что с уменьшением сопротивления трубопровода потери давления по длине снижаются, и для формирования величины разрежения в устье удаленной скважины, необходимой для отсоса расчетного количества метана, возможно использование меньшего числа вакуум-насосов.

Особое внимание в настоящее время необходимо уделить особенностям проектирования и эксплуатации газоотсасывающих установок, которые предназначены для снижения газообильности выемочных участков и устранения местных и слоевых скоплений метана на сопряжениях очистных и вентиляционных выработок в угольных шахтах, опасных по газу и пыли путем отсасывания метановоздушных смесей из выработанного пространства и отвода их по жестким трубопроводам на поверхность [3, 12].

Выбор конструктивных параметров и технических характеристик газоотсасывающих установок без учета особенностей транспортирования влажной метановоздушной смеси через смесительную камеру влечет за собой несоответствие ожидаемого и формируемого при последующей эксплуатации термо- и гидродинамического режима движения капируемой метановоздушной смеси,

поэтому в настоящее время эффективность работы газоотсасывающих установок угольных шахт значительно меньше проектной. Конструктивные параметры смесительной камеры сейчас определяются не расчетом, а в соответствии с рекомендациями Инструкции [3]. Такой подход не позволяет обеспечить работу газоотсасывающих вентиляторов в устойчивом режиме. Объем каждой смесительной камеры должен определяться расчетным путем исходя из ее пропускной способности. Содержание метана в смеси, поступающей в камеру смешения, может изменяться от 0 до 10%, а на выходе из камеры должно быть не более 2–3%.

Снижение концентрации метана в смеси производится за счет подсыживания атмосферным воздухом горных выработок через нерегулируемую шиберную задвижку. Номинальная подача вентиляторов типа УВЦГ-7, 9 и 15, применяемых в газоотсасывающих установках составляет от 9 до 38 м³/с. Следовательно, время прохождения через камеру газовой смеси может изменяться от 0,7 до 3 с, что является недостаточным для качественного смешения транспортируемой метановоздушной смеси с воздухом подсыживания [3, 11]. При дальнейшем транспорте по вертикальному газопроводу процесс смешения практически не происходит. Это не дает возможности говорить о достоверности измерения содержания метана в смеси на выходе из камеры смешения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сластунов С. В., Каркашадзе Г. Г., Коликов К. С. Современные проблемы метанобезопасности при высокопроизводительной отработке угля // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2011. — СВ 1. — С. 202–210.
2. Инструкция по дегазации угольных шахт. Серия 05. Вып. 22. — М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2012. — 250 с.
3. Инструкция по применению схем проветривания выемочных участков угольных шахт с изолированным отводом метана из выработанного пространства с помощью газоотсасывающих установок. Приказ Минприроды РФ № 325 от 08.10.2009 г.
4. Малашкина В. А. Дегазационные установки: Учебное пособие. 2-е изд. — М.: Изд-во МГГУ, 2012. — 190 с.

Необходимо включить в Инструкцию [3] методику регулирования режимов работы газоотсасывающих вентиляторов (в автоматическом режиме в зависимости от изменяющегося во времени количества транспортируемой метановоздушной смеси), обеспечивающих их устойчивую работу.

Выводы

Для обеспечения условий безопасной работы шахтеров и безостановочного процесса работы угледобывающего оборудования необходимо, чтобы управление газовой выделением в газовых угольных шахтах осуществлялось за счет согласованной работы систем вентиляции, дегазации и газоотсоса, то есть уже на стадии проектирования они должны рассматриваться как единая вентиляционно-дегазационная система. В настоящее время каждая из этих систем проектируется, сооружается и эксплуатируется как отдельный комплекс, так как отсутствуют общие показатели эффективности работы всей системы, отражающие взаимное влияние составных частей в режиме текущего времени. Для повышения эффективности работы системы дегазации угольных шахт, в том числе и выработанного пространства, необходимо уделить внимание особенностям проектирования и эксплуатации дегазационных и газоотсасывающих установок, обеспечению их устойчивой и надежной работы с высокими показателями соответствующими расчетным.

5. Малашкина В. А. Особенности проектирования газоотсасывающих установок угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2018. — СВ 32. — С. 33–40.
6. Карпов Е. Ф., Рязанов А. В. Автоматизация и контроль дегазационных систем. — М.: Недра, 1983. — 190 с.
7. Junjie Chen, Deguang Xu Ventilation air methane of coal mines as the sustainable energy source // American Journal of Mining and Metallurgy. 2015. Vol. 3. Iss. 1. Pp. 1–8.
8. Şuvar M. C., Lupu C., Arad V., Cioclea D., Păsculescu V. M., Mija N. Computerized simulation of mine ventilation networks for sustainable decision making process // Environmental Engineering and Management Journal. 2014. Vol. 13. No. 6. Pp. 1445–1451.
9. Малашкина В. А. Исследование факторов, влияющих на качество метано-воздушной смеси, подаваемой от скважин на поверхность угольной шахты по газопроводу из композитного материала // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2015. — № 8. — С. 234–242.
10. Krings T., Gerilowski K., Buchwitz M., Hartmann J., Sachs T., Erzinger J., Burrows J., Bovenmann H. Quantification of methane emission rates from coal mine ventilation shafts using airborne remote sensing data // Atmospheric Measurement Techniques. 2013. Vol. 6. Pp. 151–166.
11. Малашкина В. А. Исследование влияния гидро и термодинамических процессов в дегазационных газопроводах на качество метановоздушной смеси, извлекаемой из угольных шахт // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2014. — № 5. — С. 221–229.
12. Ушаков К. З., Малашкина В. А. Гидравлика. Учебник. — М.: изд-во МГТУ, изд-во «Горная книга», 2009. — 414 с. **ГЛАС**

REFERENCES

1. Slastunov S.V., Karkashadze G.G., Kolikov K.S. Modern problems of methane safety in high-performance coal mining. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2011. Special edition 1, pp. 202–210. [In Russ].
2. *Instruktsiya po degazatsii ugol'nykh shakht*. Seriya 05. Vyp. 22 [Instructions for the degassing of coal mines. Series 05. Issue 22], Moscow, ZAO NTTs PB, 2012, 250 p.
3. *Instruktsiya po primeneniyu skhem provetrivaniya vyemochnykh uchastkov ugol'nykh shakht s izolirovannym otvodom metana iz vyrabotannogo prostranstva s pomoshch'yu gazootsasyvayushchikh ustanovok*. Prikaz Minprirody RF № 325 ot 08.10.2009 g. [Instructions for use schemes of airing of excavation sites of coal mines with isolated removal of methane from out space with gazootsasyvajushchih plants. Order of the Ministry of natural resources № 325 from 08.10. 2009]
4. Malashkina V.A. *Degazatsionnye ustanovki*: Uchebnoe posobie. 2-e izd. [Degassing unit. Educational aid. 2nd edition], Moscow, Izd-vo MGGU, 2012, 190 p.
5. Malashkina V.A. Features of design gazootsasyvajushchih plants coal mines. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2018. Special edition 32, pp. 33–40. [In Russ].
6. Карпов Е. Ф., Рязанов А. В. *Avtomatizatsiya i kontrol' degazatsionnykh sistem* [Automation and control of degassing systems], Moscow, Nedra, 1983, 190 p.
7. Junjie Chen, Deguang Xu Ventilation air methane of coal mines as the sustainable energy source. *American Journal of Mining and Metallurgy*. 2015. Vol. 3. Iss. 1. Pp. 1–8.
8. Şuvar M. C., Lupu C., Arad V., Cioclea D., Păsculescu V. M., Mija N. Computerized simulation of mine ventilation networks for sustainable decision making process. *Environmental Engineering and Management Journal*. 2014. Vol. 13. No. 6. Pp. 1445–1451.
9. Malashkina V.A. Study of factors affecting the quality of the methaneair mixture flowing from the wells to the surface coal mine by pipeline of composite material. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2015, no 8, pp. 234–242. [In Russ].
10. Krings T., Gerilowski K., Buchwitz M., Hartmann J., Sachs T., Erzinger J., Burrows J., Bovenmann H. Quantification of methane emission rates from coal mine ventilation shafts using airborne remote sensing data. *Atmospheric Measurement Techniques*. 2013. Vol. 6. Pp. 151–166.
11. Malashkina V.A. Study of the effect of hydro and thermodynamic processes in the degassing pipelines on the quality of a methane-air mixedsi extracted from coal mines. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2014, no 5, pp. 221–229. [In Russ].
12. Ushakov K. Z., Malashkina V. A. *Gidravlika*. Uchebnik [Hydraulics. Textbook], Moscow, izd-vo MGGU, izd-vo «Gornaya kniga», 2009, 414 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Малашкина Валентина Александровна — д-р техн. наук, профессор,
МГИ НИТУ «МИСиС», e-mail: Promecolodgy@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

V.A. Malashkina, Dr. Sci. (Eng.), Professor, e-mail: Promecolodgy@mail.ru,
Mining Institute, National University of Science and Technology «MISiS»,
119049, Moscow, Russia.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КРЕПЛЕНИЯ ОЧИСТНОГО ЗАБОЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА БОЛЬШИХ ГЛУБИНАХ

(2019, СВ 1, 20 с.)

Турбор Ирина Александровна¹ — соискатель,

Шурыгин Дмитрий Николаевич¹ — канд. техн. наук, доцент, e-mail: shurygind@mail.ru,

¹ Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова.

Установлены зависимости взаимовлияния горно-геологических и горнотехнических факторов на напряженно-деформированное состояние массива, разработаны рекомендации по снижению непроизводительных затрат времени в процессе крепления и управления кровлей очистного забоя. Предложена комбинированная схема передвижки секций механизированной крепи, обеспечивающая увеличение скорости перемещения процессов крепления и управления кровлей вдоль очистного забоя до трех раз и снимающей ограничение на скорость перемещения операций по выемке угля в очистном забое. Применение схемы в очистном забое уменьшает величину конвергенции вмещающих пород на 25—30%. В ходе хронометражных наблюдений в лаве фиксировались следующие показатели: скорость перемещения комбайна при выемке угля, длительность передвижки секций механизированной крепи, длительность концевых операций при самозарубке комбайна в нишах, длительность простоев очистного забоя по причине нештатных ситуаций, порядок и качество передвижки секций механизированной крепи.

Ключевые слова: горный массив, очистной забой, упругопластическая модель, реакция крепи.

SUBSTANTIATION OF TECHNOLOGY OF FASTENING OF A CLEARING FACE OF COAL SEAMS AT BIG DEPTHS

I.A. Turbor¹, Applicant,

D.N. Shurygin¹, Cand. Sci. (Eng.), Assistant Professor, e-mail: shurygind@mail.ru,

M.I. Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), 346428, Novocherkassk, Russia.

The dependences of the mutual influence of geological and mining factors on the stress-strain state of the massif were established, which made it possible to develop recommendations to reduce the waste of time in the process of fixing and managing the roof of the treatment face. Determination of rock fracture parameters in the area of treatment is performed on the basis of analytical studies of the processes of displacement and destruction of rock masses, involving a joint analysis of the equations of mechanics of the deformable solid and the equations of the. The proposed combined scheme of shifting sections of powered support, providing an increase in speed of processes of mounting and control roof along the stope up to three times and removing the limit on the speed of the operations for the seizure of coal in the breakage face. The use of scheme in a breakage face reduces the magnitude of the convergence of the host rocks by 25—30%. In the course of time-lapse observations in the lava recorded the following indicators: the speed of movement of the combine during coal mining, the duration of shifting sections of powered roof supports, the duration of end of operations for combine in the niches, the duration of downtime stope by reason of contingencies, the organization and quality of shifting sections of powered roof supports.

Key words: rock mass, stope, elastic-plastic model, the response of the lining.