

4. Светашков А. А., Куприянов Н. А., Манабаев К. К. Эффективные по времени вязкоупругие модули типа Хашина-Штрикмана. // Физическая мезомеханика, 2013. — Т. 16, № 2. — С. 33-39.
5. Алтынбаев А. А., Манабаев К. К. Метод конечных элементов программного комплекса ANSYS // XII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. — Томск, 2014 — Т. 1. — С. 254-255.
6. Светашков А. А., Куприянов Н. А., Манабаев К. К. Новые эффективные по времени характеристики для решения задач линейной вязкоупругости // Известия вузов. Физика : научный журнал. — 2013. — Т. 56, № 7-3. — С. 206–208.
7. Светашков А. А., Куприянов Н. А., Манабаев К. К. Об одной модификации эффективных модулей двухкомпонентного изотропного композита // Известия вузов. Физика: научный журнал. — 2013. — Т. 56, № 7-3. — С. 209–211.

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ВОЗДУХОПОДГОТОВКИ НА ПОДЗЕМНЫХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ В ХОЛОДНОЕ ВРЕМЯ ГОДА

А. В. Николаев, А. В. Вавулин

Научный руководитель профессор Н.И. Алыменко

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
г. Пермь, Россия

В холодное время года Правилами безопасности [14] предписывается подаваемый в шахтные стволы воздух нагревать до температуры не ниже $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$, при этом данному значению температуры должен соответствовать весь объем воздуха поступающего по стволу во всем его сечении. Однако, проведенные в работах [3, 4, 7] исследования показали, что данные требования на практике не соблюдаются. Связано это с тем, что в воздухоподающий ствол поступает два потока воздуха: нагретый в шахтной калориферной установке (ШКУ) подаваемый по калориферному каналу и подсосываемый через надшахтное здание за счет общешахтной депрессии. Вследствие этого на практике поступающий из ШКУ воздух нагревают до гораздо большей температуры, чем требуется, в результате чего в стволе нередко существенно превышает значение температуры установленной Правилами безопасности [4, 10]. При этом в воздухоподающих стволах присутствуют участки, температура воздуха в которых незначительно превышает значение $+2\text{ }^{\circ}\text{C}$, что свидетельствует о низкой эффективности существующего способа управления температурным режимом и о возможности возникновения нештатной ситуации, связанной с его нарушением. Кроме того, повышение температуры подаваемого из ШКУ воздуха выше требуемого значения, приводит к неоправданно высоким затратам энергоресурсов [12], а наличие в стволе зон с различной температурой может привести к возникновению «воздушной пробки» в нем [6].

С целью повышения эффективности воздухоподготовки предложено в воздухоподающем стволе выше сопряжения калориферного канала с ним устанавливать воздушную завесу (рис. 1, а) [8, 13].

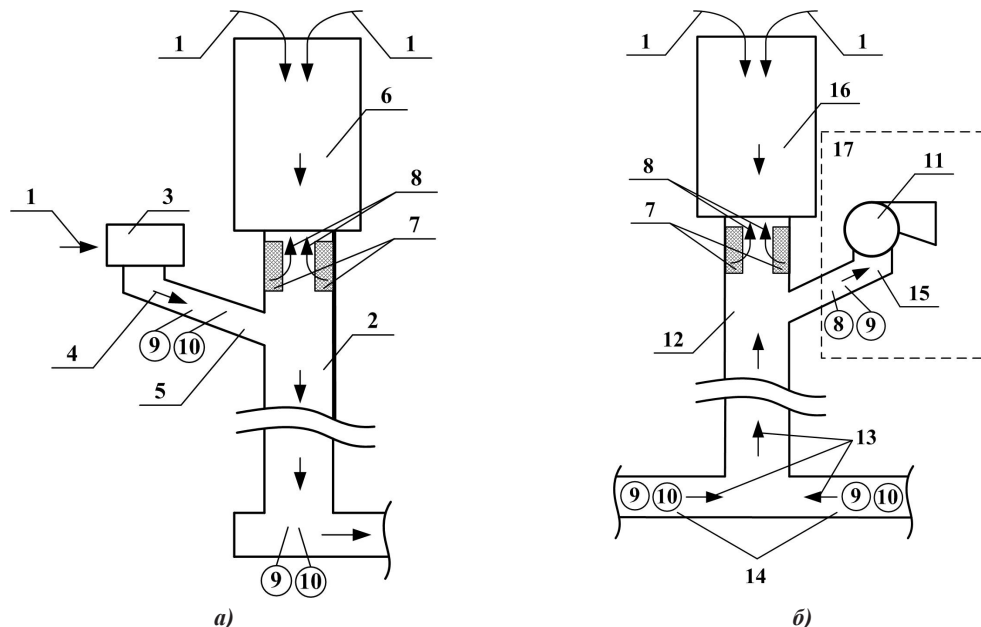


Рис. 1. Осуществление воздухоподготовки по предлагаемому способу:

- а – воздушная завеса в воздухоподающем стволе; б – воздушная завеса в вентиляционном стволе
 1 – наружный воздух (холодный); 2 – воздухоподающий ствол; 3 – ШКУ; 4 – нагретый воздух;
 5 – калориферный канал; 6 – надшахтное здание воздухоподающего ствола; 7 – воздушная завеса; 8 – воздух, выдаваемый из воздушной завесы; 9 – датчик расхода воздуха; 10 – датчик температуры, давления (или плотномер); 11 – ГВУ; 12 – вентиляционный ствол; 13 – исходящий по вентиляционному стволу воздух; 14 – главные вентиляционные выработки; 15 – канал ГВУ; 16 – надшахтное здание вентиляционного ствола; 17 – поверхностный комплекс ГВУ

В этом случае, за счет работы воздушной завесы, в воздухоподающий ствол через надшахтное здание будет

подсасываться меньшее количество холодного наружного воздуха, т.е. процесс смешивания холодного и нагретого (поступающего из ШКУ) потоков воздуха потребует меньших затрат энергоресурсов на воздухоподготовку. Также облегчается процесс управления смешиванием потоков воздуха, в результате чего появляется возможность нормализовать температурный режим в воздухоподающих стволах по всему сечению.

Кроме того при проветривании подземных горнодобывающих предприятий по всасываемому способу возникают поверхностные утечки в поверхностном комплексе главной вентиляторной установки (ГВУ), когда наружный воздух подсасывается через надшахтное здание вентиляционного ствола и снова выбрасывается в атмосферу. В этом случае ГВУ совершает бесполезную работу по перемещению воздуха, подсасываемого через надшахтное здание. Как показали исследования [1, 2, 9, 11] утечки воздуха могут составлять 50% и более от производительности ГВУ. Согласно [5, 11] наилучшим способом снижения поверхностных утечек воздуха является установка воздушной завесы в вентиляционном стволе.

С целью снижения поверхностных утечек воздуха в работе [13] предложено воздушную завесу помимо воздухоподающего размещать в вентиляционном стволе.

В калориферном канале, околоствольном дворе воздухоподающего ствола, а также в главных вентиляционных выработках вентиляционного ствола и поверхностном комплексе ГВУ предложено располагать датчики температуры, давления (или плотномеры) и расхода воздуха (рис. 1), которые предназначены для передачи информации на программируемый микроконтроллер (ПЛК). В зависимости от величины инфильтраций (подсосов) воздуха через надшахтные здания регулируется режим работы воздушных завес и ГВУ, а также теплопроизводительность ШКУ в автоматизированном режиме по алгоритму заложенному в ПЛК.

В теплое время года, при отключении ШКУ, воздушная завеса в воздухоподающем стволе будет находиться в отключенном состоянии, и системой автоматизации будет контролироваться процессы работы воздушной завесы в вентиляционном стволе и управления производительностью ГВУ.

В ходе численных расчетов было установлено, что в предлагаемом способе (на примере рудника БКПРУ-2 ПАО «Уралкалий») затраты энергоресурсов на воздухоподготовку снизятся примерно на 18%, а электроэнергии на работу ГВУ на 23%. В условиях принято, что производительность воздушной завесы составляет 15,5% от поступающего в воздухоподающий ствол и от производительности ГВУ.

Литература

1. Алыменко Н.И., Каменских А.А., Николаев А.В., Николаев В.А., Петров А.И. Внешние утечки воздуха на калийных рудниках ВКМКС // Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горношахтного и нефтепромышленного оборудования. 2016. № 1. С. 194-201.
2. Алыменко Н.И., Минин В.В. Вентиляторные установки и их применение / УрО РАН. Екатеринбург, 1999. 224 с.
3. Алыменко Н.И., Николаев А.В., Каменских А.А., Петров А.И. Результаты математического моделирования смешивания холодного и теплого потоков воздуха в воздухоподающем стволе рудника // Горное оборудование и электромеханика. 2014. № 12. С. 31–33.
4. Алыменко Н.И., Николаев А.В., Каменских А.А., Тронин А.П. Результаты исследования системы вентиляции рудника БКПРУ-2 в холодное время года // Вестник Пермского университета. Геология. 2011. № 3. С. 89–96.
5. Каменских А.А. Разработка методов контроля и снижения поверхностных утечек воздуха на рудниках // : автореферат дисс. ... канд. техн. наук / Горн. ин-т. УрО РАН. Пермь, 2011. 19 с.
6. Николаев А.В. Управление тепловыми депрессиями в системах вентиляции калийных рудников: автореферат дисс. канд. техн. наук / Перм. национал. исслед. политех. ун-т. Пермь, 2012. 20 с.
7. Николаев А.В. Расчет величины тепловой депрессии, возникающей при работе калориферной установки / Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2012. № 1. С. 27-33.
8. Николаев А.В., Алыменко Н.И., Каменских А.А., Николаев В.А., Петров А.И. Повышение эффективности процесса воздухоподготовки за счет использования воздушной завесы в воздухоподающем стволе /
9. Актуальные проблемы повышения эффективности и безопасности эксплуатации горношахтного и нефтепромышленного оборудования. 2016. № 1. С. 209-213.
10. Николаев А.В., Алыменко Н.И., Садыков Р.И. Расчет величины поверхностных утечек воздуха на калийных рудниках // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. 2012. № 5. С. 115-121.
11. Николаев А.В., Алыменко Н.И., Седуниев А.М. Автоматизированная ресурсо- и энергосберегающая система воздухоподготовки шахтного воздуха // Горное оборудование и электромеханика. 2013. № 11. С. 14–18.
12. Николаев А.В., Гаврилов В.М. О возможности использования тепловой депрессии, возникающей при работе нагревателей, расположенных в устье вентиляционного ствола, для снижения поверхностных утечек / Молодой ученый. Чита, 2011. №6. С. 85–89.
13. Николаев А.В., Постникова М.Ю., Мохирев Н.Н. Сравнительный анализ потребления тепло- и энергоресурсов шахтными калориферными установками // Вестник ПГТУ. Геология, геоинформационные системы, горно-нефтяное дело, 2010. № 5. С. 95–102.
14. Пат. 2601342 Россия, МПК E21F1/08; E21F3/00. Способ проветривания подземного горнодобывающего предприятия. Николаев А.В., Алыменко Н.И., Николаев В.А., Каменских А.А. Заявлено. 22.09.2015; Опубл. 10.11.2016, Бюл. № 31. – 12 с.: ил.
15. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила безопасности при ведении горных работ и переработке твердых полезных ископаемых». Серия 03. Вып. 78. М.: ЗАО «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2014. 276 с.