

А.А. Мартынов, В.И. Зазимко, А.К. Яковенко

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ ТЕПЛОВЫХ УСЛОВИЙ В ГЛУБОКИХ ШАХТАХ**

*Представлены возможности и направления практического применения программного обеспечения расчетов температуры рудничной атмосферы при разработке комплекса мероприятий по улучшению тепловых условий в горных выработках глубоких шахт. Предложенная компьютерная программа позволяет оперативно производить оценку по тепловому фактору различных горнотехнических решений и вариантов кондиционирования воздуха на выемочных участках.*

---

### **ЗАСТОСУВАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ КОМПЛЕКСУ ЗАХОДІВ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ ТЕПЛОВИХ УМОВ У ГЛИБОКИХ ШАХТАХ**

*Наведено можливості та напрями практичного застосування програмного забезпечення розрахунків температури рудникової атмосфери при розробці комплексу заходів щодо поліпшення теплових умов у виробках глибоких шахт. Комп'ютерна програма дозволяє оперативно робити оцінку за тепловим фактором різних гірничотехнічних рішень та варіантів кондиціонування повітря на виїмкових ділянцях.*

---

### **SOFTWARE APPLICATION IN DESIGNING OF A SET OF ACTIONS TO IMPROVE THE THERMAL CONDITIONS IN DEEP MINES**

*This article presents the opportunities and developed software applications of mine atmosphere temperature calculations in designing of a set of actions to improve the thermal conditions in mine openings of deep mines. The proposed computer software enables to promptly evaluate various mine engineering solutions according to the thermal factor and air conditioning options in the working areas.*

---

#### **АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ**

Тепловой режим горных выработок глубоких шахт Украинской части Донбасса в настоящее время является сдерживающим фактором развития добычи угля. При ведении горных работ на глубоких горизонтах 1200 – 1350 м возникают ситуации, когда подготовительные работы и очистная выемка становятся практически невоз-

можными в связи с тяжелыми температурными условиями. Температура воздуха в лавах, участковых вентиляционных выработках и подготовительных тупиковых забоях без применения мер по ее снижению может достигать 32 – 34 °С и более.

Горное хозяйство действующих глубоких шахт, которые начинали работать на малых глубинах, складывалось без учета теплового фактора. С углублением горных

работ в таких шахтах возникает необходимость пересмотра ряда традиционных горнотехнических решений и выполнения высокозатратных специальных мер в связи с необходимостью борьбы с высокими температурами рудничной атмосферы.

Исследованиями установлено, что для позитивного решения этой сложной проблемы требуется выполнение целого комплекса горнотехнических и специальных мер по различным направлениям, связанным с регулированием микроклимата рудничной атмосферы, повышением эффективности работы систем и средств искусственного охлаждения воздуха, применением других мер борьбы с высокими температурами рудничной атмосферы в глубоких шахтах.

Фундаментальные исследования тепломассообмена в горных выработках, выполненные основоположниками научной школы горной теплофизики А.Н. Щербанем, О.А. Кремневым, А.Ф. Воропаевым, Ю.Д. Дядькиным, позволили разработать научные основы прогноза и регулирования теплового режима глубоких шахт. За основу тепловых расчетов рудничного воздуха признано решение задачи нестационарной теплопроводности горного массива при теплообмене между вентиляционной струей и стенками выработки. Дальнейшее развитие исследования по проблеме теплового режима шахт получили в ИГТФ и ИГТМ НАН Украины, МакНИИ, ДонНТУ, ДонУГИ и других институтах и организациях. Особенности и причины формирования нагревающего микроклимата, источники тепловыделений, тепломассообменные процессы в выработках глубоких шахт, разработанные и применяемые шахтные холодильные системы и средства изложены в трудах А.Н. Щербаня, О.А. Кремнева, В.П. Черняка, Б.И. Медведева, Ю.А. Цейтлина, В.Я. Журавленко, В.А. Кузина, Л.Б. Зимина, Г.В. Аверина и других ученых. В результате были разработаны различные методики прогнозирования температуры рудничной атмосферы [1 – 3].

В настоящее время основным руководящим нормативным документом для проектных организаций и специалистов угольных шахт, занимающихся вопросами прогноза и регулирования теплового режима горных выработок, является разработанное МакНИИ СОУ-Н 10.1.00174088.027:2011 «Прогнозирование и нормализация тепловых условий в угольных шахтах» [1]. Последнее базируется в основном на ранее изданных отраслевых документах: «Единая методика прогнозирования температурных условий в угольных шахтах» [2]; «Методика прогнозирования температурных условий в выработках вентиляционных горизонтов глубоких шахт» [3].

Для выполнения тепловых расчетов выработок глубоких шахт на основании нормативно-методических документов [2, 3] разработана специальная компьютерная программа [4, 5]. Возможности разработанного программного обеспечения расчета температурных условий в сети общешахтных горных выработок и в выработках выемочных участков, с учетом проведенных исследований в последнее десятилетие по его совершенствованию [6, 7], представлены в настоящей статье.

Целью статьи является ознакомление руководителей, инженерно-технического персонала глубоких шахт и других специалистов, занимающихся вопросами регулирования теплового режима рудничной атмосферы, с возможностями разработанного программного обеспечения тепловых расчетов горных выработок на персональных компьютерах при разработке комплекса мер по улучшению тепловых условий в выработках глубоких горизонтов.

От решения этой весьма актуальной и сложной проблемы борьбы с высокими температурами рудничной атмосферы зависит дальнейшее развитие действующих глубоких шахт Украины.

## ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАСЧЕТОВ ТЕМПЕРАТУРНЫХ УСЛОВИЙ В ВЫЕМОЧКАХ ГЛУБОКИХ ШАХТ

Современный вид и содержание разработанного программного обеспечения расчетов температурных условий в сети общешахтных горных выработок и в выемочках выемочных участков (рис. 1) подробно изложены в опубликованных ранее работах [6, 7]. Программа представлена в среде Delphi v.7.0. Область применения программы тепловых расчетов горных выработок на ПЭВМ распространяется на шахты, разрабатывающие пологие и наклонные угольные пласты.



Рис. 1. Стартовое окно компьютерной программы тепловых расчетов

При выполнении расчетов по конкретному выемочному участку сначала производится выбор модуля, соответствующего применяемой системе разработки угольного пласта и схеме проветривания выемочного участка.

Если требуется определить температуру воздуха в сети подводящих воздухоподающих выработок шахты до конкретного выемочного участка, программа также позволяет это сделать [7]. Последнее крайне необходимо при разработке практических мер для улучшения теплового состояния

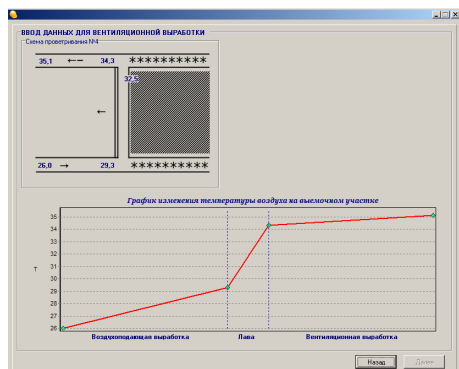
шахтной атмосферы в выемочках выемочных участков глубоких горизонтов.

Программа позволяет с достаточной степенью точности решить следующие задачи: выполнить прогноз температуры воздуха в выемочках выемочного участка при естественном режиме формирования климатических условий (рис. 2, а) и при применении на выемочном участке искусственного охлаждения воздуха (рис. 2, б); определить холодопотребность лавы; рассчитать необходимую холодильную мощность оборудования для нормализации тепловых условий в выемочках в соответствии с требованиями ПБ. Возможно также определить температуру притока воздуха из выработанного пространства лавы при наличии утечек воздуха, рассчитать величины поступления тепла из него непосредственно в лаву и в вентиляционный штрек.

Внедрение компьютерной программы прогноза температурных условий в выемочках выемочных участков обеспечивает возможность оперативной оценки по тепловому фактору горнотехнических решений и параметров разработки угольных пластов на глубоких горизонтах: системы разработки; способа управления горным давлением; схемы проветривания выемочного участка и лавы; способа и средств охраны участков выработок; расхода воздуха на выемочном участке; механизации очистных работ; длины выемочного поля, лавы; нагрузки на очистной забой и др.

Применение компьютерной программы позволяет оперативно рассчитать ожидаемые температурные условия и на их основе разработать целесообразные практические действия шахт по улучшению и нормализации температурных условий в очистных забоях, в том числе при применении искусственного охлаждения воздуха на выемочных участках [6, 7]. При этом определить параметры охлажденного воздуха, необходимую холодильную мощность средств охлаждения и оптимальный вариант размещения воздухоохладителей в воздухоподающих участках штрехах.

а



б

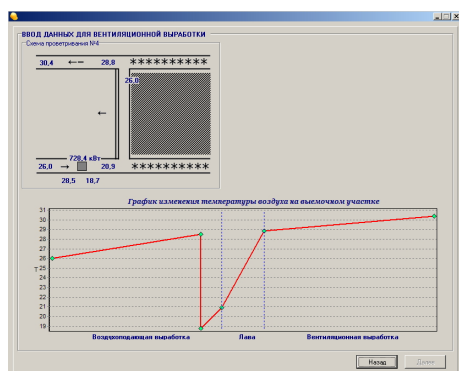


Рис. 2. Иллюстрация результатов теплового расчета выработок выемочного участка: а – при естественном режиме формирования температурных условий; б – при применении искусственного охлаждения воздуха

Из специальных мер программа позволяет для конкретных условий произвести оценку осушения участков воздухоподводящих выработок, уменьшения (локализации) выноса тепла утечками воздуха из зоны выработанного пространства и ряда других мероприятий.

Разработанная компьютерная программа достаточно широко апробирована на глубоких шахтах Донецкого бассейна. Результаты практического использования компьютерной технологии на ряде шахт с глубиной разработки угольных пластов более 1000 м показали ее надежную рабо-

тоспособность, точность и достоверность выполняемых прогнозных тепловых расчетов.

Программа проста в использовании, не требует от потребителя специальных навыков и знаний сложной теории тепломассообменных процессов в горных выработках. При выполнении тепловых расчетов с использованием данной программы на ПЭВМ требуется лишь правильный выбор и ввод исходных данных, характерных для шахты, выемочного участка и конкретных горных выработок (рис. 3).

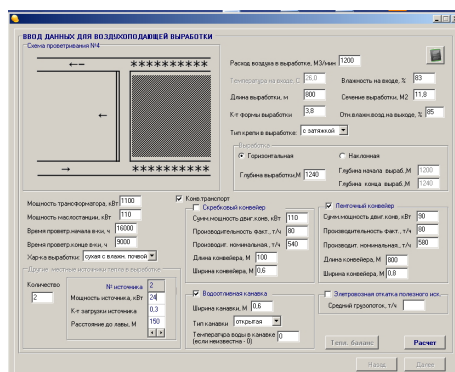


Рис. 3. Панель ввода исходных данных для участкавой воздухоподводящей горной выработки

Положительные результаты использования компьютерной программы и наличие разрешения Госгорпромнадзора на ее применение позволяют рекомендовать ее для широкого применения работниками угольной промышленности, занимающихся решением проблемы борьбы с высокими температурами воздуха в глубоких шахтах.

## НАПРАВЛЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОМПЛЕКСА ГОРНТЕХНИЧЕСКИХ МЕР

При всем многообразии выполненных исследований по проблеме теплового режима глубоких шахт систематизированной завершенной методологии регулирования

микроклимата в очистных забоях до настоящего времени не разработано. Решения по нормализации тепловых условий в очистных и подготовительных тупиковых выработках принимаются шахтами на основании специальных проектов, в основу которых закладываются горнотехнические способы регулирования тепловых условий и средства искусственного охлаждения шахтного воздуха.

Основным направлением и первоочередным шагом улучшения тепловых условий в шахтах является снижение нагрева воздуха, поступающего на проветривание горных выработок глубоких горизонтов, за счет применения горнотехнических мероприятий.

Наличие сложной вентиляционной сети, большая суммарная протяженность воздухоподающих выработок, обводненность и малый (недостаточный по тепловому фактору) расход воздуха, подаваемого на проветривание выемочных участков и подготовительных выработок, обуславливают существенный нагрев и увлажнение воздуха, в том числе и при сравнительно невысокой температуре горного массива.

На основании количественной оценки факторов, влияющих на формирование тепловлажностных параметров рудничной атмосферы, установлены основные горнотехнические меры по улучшению тепловых условий в выработках действующих глубоких шахт. Наиболее оперативно реализуемыми из них в практике действующих шахт являются следующие:

- увеличение расхода воздуха, подаваемого на проветривание конкретной лавы, без изменения схемы проветривания выемочного участка (до значений с достижением скорости воздуха в лаве не менее 4 м/с);

- предупреждение влагонасыщения рудничной атмосферы в сети воздухоподающих выработок лавы;

- увеличение расхода и снижение температуры воздуха, подаваемого на проветривание конкретного выемочного участка, за счет изменения схемы вентиляции шахты;

- увеличение расхода и снижение температуры воздуха, подаваемого на проветривание конкретного выемочного участка, за счет подачи свежего воздуха по специально пройденным из-за температурного фактора новым (восстановленным) горным выработкам;

- переход на применение рациональной по тепловому фактору системы разработки пласта и схемы проветривания выемочного участка;

- переход на применение обоснованных с учетом теплового фактора параметров ведения горных работ (длина лавы, максимальная длина выемочных штреков);

- уменьшение влияния на формирование микроклимата лавы от нагрева свежего воздуха от местных источников тепловыделений;

- снижение утечек воздуха через выработочное пространство действующей лавы.

Применение рациональных по тепловому фактору горнотехнических решений (мероприятий) может обеспечить снижение температуры воздуха в рабочих забоях глубоких шахт на 2 – 3 °С, а в отдельных случаях, в зависимости от горнотехнических и горно-геологических условий разработки пластов, на 4 – 6 °С.

Нормальные температурные условия в горных выработках при комплексном применении этих мер в соответствии с требованиями ПБ могут быть обеспечены на шахтах Донбасса с глубиной ведения горных работ до 800 – 900 м. На более глубоких шахтах, а также на участках с высоким уровнем концентрации ведения добычных и горнопроходческих работ нормализация температурных условий может быть обеспечена только путем искусственного охлаждения воздуха. Однако и в этом случае регулирование тепловых условий в выработках должно выполняться с максимальным использованием горнотехнических мероприятий по снижению нагрева воздуха, поступающего на проветривание выемочных участков и подготовительных тупиковых выработок глубоких горизонтов.

Ниже приведены некоторые результаты аналитических и экспериментальных исследований, выполненных авторами, по ряду горнотехнических направлений для улучшения климатических условий в выработках глубоких шахт.

#### ПРАКТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ОТ УВЕЛИЧЕНИЯ СКОРОСТИ ВОЗДУХА В ЛАВАХ ДО 4 м/с

Одним из наиболее доступных способов улучшения тепловых условий в горных выработках является увеличение количества воздуха, подаваемого на их проветривание как за счет увеличения подачи воздуха в шахту, так и за счет перераспределения его по выработкам.

Увеличение количества воздуха, проходящего по выработке в единицу времени, способствует снижению прироста температуры свежей струи, так как тепловой поток, поступающий из вмещающих горных пород, распределяется на больший объем воздуха. Несмотря на то, что с увеличением скорости движения воздуха возрастает теплоотдача стенок горных выработок и повышается суммарное поглощение тепловой мощности воздухом, при всех прочих равных условиях, прирост его температуры по длине выработки будет меньше. При этом с увеличением расхода воздуха увеличивается интенсивность образования охлаждающей зоны в породах вокруг горных выработок, которая является термическим сопротивлением для теплопритока из глубины горного массива.

К внутренним непрерывно распределенным утечкам воздуха относятся утечки через выработанное пространство действующих лав. В пределах выемочных участков эти утечки могут достигать 50% от подаваемого на участок количества воздуха. Пройдя выработанное пространство и восприняв тепло от обрушенных горных пород, утечки воздуха в зависимости от схемы проветривания выемочного участка поступают в лаву или участковую вентиляционную выработку, существенно ухудшая теп-

ловое состояние рудничного воздуха.

Повышение скорости воздуха в призабойных пространствах лав сопровождается значительным снижением прироста его температуры. В связи с этим в призабойных пространствах лав наиболее глубоких шахт, обрабатывающих пологие и наклонные пласты, из-за температурного фактора рекомендуется поддерживать максимально допустимую «Правилами безопасности ...» скорость воздуха 4 м/с, а в высокопроизводительных комплексно-механизированных лавах с повышенной естественной влажностью угольного массива (свыше 80%), с разрешения органов Госгорпромнадзора, – более 4 м/с.

В табл. 1 приведены результаты фактических замеров (числитель) и прогнозных расчетов (знаменатель) температуры воздуха в лавах глубоких шахт при увеличении скорости воздуха в последних до 4 м/с.

Из представленных примеров по конкретным шахтам видно, что при увеличении скорости воздуха в лавах до 4 м/с снижение температуры воздуха на выходе из лав может составить 1,4 – 2,0 °С и более.

Низкая пропускная способность призабойных пространств лав ограничивает возможность увеличения расхода воздуха в воздухоподающих выработках выемочных участков. В связи с этим для снижения нагрева воздуха в таких выработках за счет увеличения его скорости и расхода при выборе и проектировании схем проветривания выемочных участков должны прорабатываться решения по выпуску части подаваемого свежего воздуха, минуя лаву. Рекомендации по реализации на практике таких технических решений содержатся, например, в отраслевом СОУ [1].

Снижение утечек воздуха в пределах выемочных участков, а, следовательно, повышение его расхода для проветривания лав должно обеспечиваться за счет качественного содержания вентиляционных сооружений (вентиляционных дверей, перемычек и др.). Снижение утечек воздуха через выработанные пространства лав долж-

но обеспечиваться путем возведения в участках штреках со стороны выработанного пространства чураковых перемычек на глиняном или цементном растворе, специальных поддерживающих литых полос, обеспечивающих надежную изоляцию выработанного пространства по мере подви-

жения очистного забоя при управлении кровлей полным обрушением. Целесообразной с точки зрения уменьшения утечек воздуха в пределах выемочного участка и снижения нагрева воздуха является полная или частичная закладка выработанного пространства.

*РЕЗУЛЬТАТЫ ФАКТИЧЕСКИХ ЗАМЕРОВ И ПРОГНОЗНЫХ РАСЧЕТОВ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА В ЛАВАХ ГЛУБОКИХ ШАХТ (ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ СКОРОСТИ ВОЗДУХА В ЛАВАХ ДО 4 м/с)*

*Таблица 1*

Наименование шахты, лавы	Средняя глубина очистных работ, м	Средняя температура горных пород, °С	Скорость воздуха в лаве, м/с	Температура (t) и относительная влажность (φ) воздуха в лаве			
				в начале		в конце	
				t <sub>1</sub> , °С	φ <sub>1</sub> , %	t <sub>2</sub> , °С	φ <sub>2</sub> , %
«Красноармейская-Западная №1», 3-я северная лава блока №3	672	29,3	2,7	29,9/	85/	32,8/	93/
			4,0	29,9	85	31,4	93
3-я южная лава блока №10	763	31,9	2,4 4,0	25,4/ 24,6	92/ 92	31,1/ 30,1	92/ 92
«Красный партизан», лава №73	1210	37,3	2,3	28,3/ 28,1	77/ 77	34,8/ 33,0	87/ 87
			4,0	30,0/ 26,0	66/ 84	34,4/ 33,3	74/ 88
«Прогресс», 9-я южная лава	1100	39,3	2,7 4,0	31,0/ 29,0	85/ 85	32,5/ 30,4	90/ 90
«Должанская-Капитальная», лава №13	973	32,2	2,8	27,4/ 27,2	79/ 79	34,5/ 32,9	88/ 88
			4,0				
«Шахтерская-Глубокая», 6-я западная лава ЦБ	1314	45,5	3,0 4,0	31,7/ 30,5	38/ 38	35,6/ 34,2	45/ 45

**ОБОСНОВАНИЕ ТЕПЛОВЫМИ РАСЧЕТАМИ ПРИМЕНЕНИЯ ШАХТНОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

Программное обеспечение предусматривает выполнение расчетов температуры воздуха в выработках выемочных участков

при применении различных систем и средств искусственного охлаждения рудничной атмосферы.

Процедуры расчета холодопотребности лавы и мощности воздухоохлаждающего устройства позволяют определить необходимую температуру в начале лавы для того,

чтобы обеспечить заданную температуру воздуха в конце лавы. Исходным условием при этом является то, что на участке предусматривается установка воздухоохладителя (воздухоохладителей, кондиционеров) в участковой воздухоподающей выработке на некотором расстоянии от окна лавы.

В качестве исходных данных задаются удаление воздухоохладителя от лавы, количество воздуха, которое проходит через него, максимально-допустимая (прогнозируемая) температура воздуха на выходе из лавы. Последняя должна соответствовать нормам, регламентируемым Правилами безопасности в угольных шахтах.

На основании этих данных и результатов расчета воздухоподающей выработки и лавы при применении на участке искусственного охлаждения воздуха устанавливается необходимая мощность воздухоохладителя для обеспечения заданной температуры воздуха на выходе из лавы и температуры воздуха на входе и выходе из воздухоохладителя на входе в лаву.

Панель ввода исходных данных для определения холодопотребности лавы и представления результатов теплового расчета выработки выемочного участка при охлаждении воздуха в участковой воздухоподающей выработке, например, в 100 м от окна лавы, показана на рис. 4.

По результатам такого вида тепловых расчетов проектными организациями разрабатывается технико-экономическое обоснование по применению на шахте на конкретном выемочном участке тех или иных известных систем и средств искусственного охлаждения воздуха [8, 9].

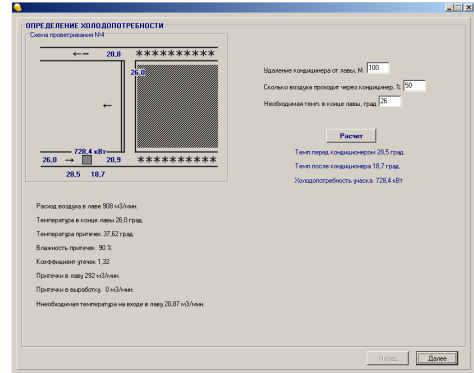


Рис. 4. Панель ввода исходных данных для определения холодопотребности лавы и представления результатов теплового расчета выработок выемочного участка при охлаждении воздуха

Для иллюстрации на рис. 5 и 6 показан внешний вид соответственно шахтной водоохлаждающей холодильной машины типа МХРВ и шахтного передвижного кондиционера типа КПШ 300 производства ПАО «Холодмаш» (г. Одесса). Такое оборудование поставлено на шахты им. Скопинского, им. Калинина (ГП «ДУЭК»), им. Бажанова (ГП «Макеевуголь»), «Щегловская-Глубокая» (Шахтоуправление «Донбасс»), «Шахтерская-Глубокая» (ГП «Шахтерскантрацит») и др.

Аналогичные холодильные машины и кондиционеры для глубоких шахт производства зарубежных фирм представлены в табл. 2. Некоторые из них (единичные образцы) используются в шахтах Украины (им. А.Ф. Засядько, «Красный Партизан»).



Рис. 5. Водоохлаждающая холодильная машина типа МХРВ



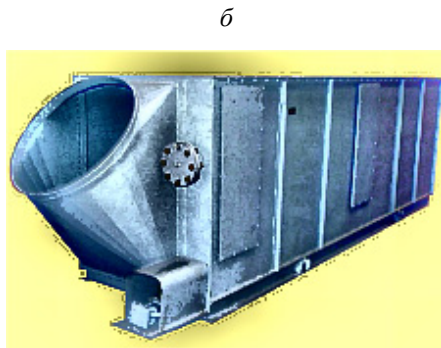
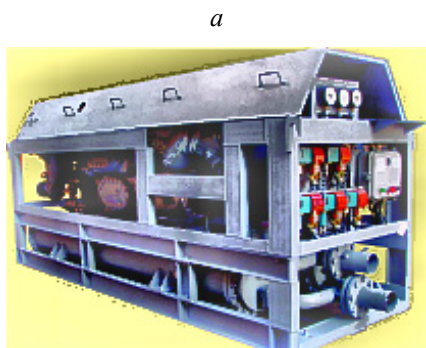


Рис. 6. Кондиционер передвижной шахтный КПШ 300: а – компрессорно-конденсаторный блок; б – воздухообрабатывающий блок

*ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИН,  
ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ КОНДИЦИОНИРОВАНИИ ВОЗДУХА В ГЛУБОКИХ ШАХТАХ*

Таблица 2

Тип холодильной машины	Холодильная мощность, кВт	Основная область применения холодильной машины	Страна изготовитель
<b>Водоохлаждающие машины</b>			
МХРВ-1	1000	Охлаждение воды, используемой в системах кондиционирования воздуха на выемочных участках глубоких шахт	Украина
КМ 1000	1030		Германия
КМ 2000	2040		Польша
GMC 1000	1108		
GMC 2000	2000		
<b>Машины непосредственного охлаждения воздуха</b>			
КПШ 130-2-0	130	Охлаждение воздуха в тупиковых выработках глубоких шахт	Украина
КПШ 300	300		
DV 150	155		Германия
DV 200	225		
DV 250	300		
DV 350	350		
DV 400	450		
GMC 350	395		Польша

**ВЫВОДЫ**

Представленная программа выполнения тепловых расчетов позволяет оперативно рассчитывать температуру рудничной атмосферы, необходимую для обоснования и разработки комплекса горнотехнических, технологических и специальных мер по регулированию тепловых условий в очистных забоях при планировании ведения горных работ на больших глубинах.

Данное программное обеспечение расчетов параметров микроклимата в глубоких шахтах может эффективно использоваться инженерно-техническим персоналом угольных предприятий, проектных предприятий и организаций, специалистами, занимающихся решением вопросов борьбы с высокими температурами воздуха в глубоких шахтах, а также в учебных процессах подготовки бакалавров, специалистов, магистров в высших учебных заведениях горного профиля и в программах

переподготовки и повышения квалификации горных инженеров предприятий по добыче угля подземным способом.

При заинтересованности в приобретении данного программного обеспечения и

его внедрении на предприятии, в организации или учебном заведении следует обращаться в ГП «Донецкий ЭТЦ»

(e-mail: office@detc.dn.ua;  
aviner.martynov@gmail.com)



## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СОУ-Н 10.1.00174088.027:2011. Прогнозирование и нормализация тепловых условий в угольных шахтах, 2011.

2. Единая методика прогнозирования температурных условий в угольных шахтах. – Макеевка-Донбасс, 1979.

3. Методика прогнозирования температурных условий в выработках вентиляционных горизонтов глубоких шахт. – Макеевка-Донбасс, 1984.

4. Бобров А.И. Компьютерная технология выбора рациональных по тепловому фактору технологических решений разработки пологих пластов глубоких шахт / А.И. Бобров, А.А. Мартынов, С.Б. Тулуб // Горная промышленность на пороге XXI века: XVI Всемирный горный конгресс: доклады. – София, Болгария, 1994. – Т. 4. – С. 119 – 124.

5. Мартынов А.А. Рациональные по тепловому фактору технологические схемы разработки пластов и компьютерная технология их выбора для конкретных условий глубоких шахт / А.А. Мартынов, А.К. Яковенко, Р.М. Саноцкий // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: сб. науч. тр. МакНИИ, 1996. – С. 107 – 116.

6. Мартынов А.А. Программное обеспечение расчета температуры воздуха на выемочных участках глубоких шахт / А.А. Мартынов, Н.В. Малеев, А.К. Яковенко // Уголь Украины. – 2011. – № 3. – С. 34 – 36.

7. Малеев Н.В., Мартынов А.А., Яковенко А.К. Расчеты температуры воздуха в сети подводящих выработок и на выемочных участках глубоких горизонтов шахт на ПЭПМ / Н.В. Малеев, А.А. Мартынов, А.К. Яковенко // Розробка родовищ: щорічний наук.-техн. зб. – Д.: ЛізуновПрес, 2014. – С. 423 – 429.

8. Способы и направления улучшения температурных условий в глубоких шахтах / А.А. Мартынов, Н.В. Малеев, А.К. Яковенко [и др.] // Уголь Украины. – 2010. – № 5. – С. 20 – 26.

9. Мартынов А.А. Комплексный подход в решении проблемы высоких температур воздуха в выработках глубоких шахт / А.А. Мартынов, Н.В. Малеев, А.К. Яковенко / Школа подземной разработки: материалы VI междунар. науч.-практ. конф. – Д.: ЛізуновПрес, 2012. – С. 39 – 47.

## ОБ АВТОРАХ

Мартынов Ави́нер Анато́льевич – к.т.н., начальник научно-исследовательского отдела промышленной безопасности и охраны труда ГП «Донецкий экспертно-технический центр Госпромнадзора Украины».

Зазимко Вита́лий Ива́нович – к.т.н., начальник ГП «Донецкий экспертно-технический центр Госпромнадзора Украины».

Яковенко Анато́лий Кири́ллович – к.т.н., с.н.с. лаборатории кондиционирования рудничного воздуха Государственного Макеевского научно-исследовательского института по безопасности работ в горной промышленности (МакНИИ).