

УДК 622.413.4



**А. К. ЯКОВЕНКО,**  
канд. техн. наук  
(МакНИИ)



**Н. И. МАЙБЕНКО,**  
инж.  
(МакНИИ)



**О. В. ПЛАКСИЕНКО,**  
инж.  
(МакНИИ)



**А. А. КЛИМОВ,**  
инж.  
(МакНИИ)

## Тепловой режим лав при выемке тонких пластов стругами и пути его регулирования

Предложены технические решения по нормализации теплового режима в лавах глубоких шахт, обрабатывающих тонкие пласты с применением струговой технологии очистной выемки. Обоснованы параметры технологических схем рассредоточенного охлаждения воздуха в горных выработках выемочных участков и непосредственно в лавах на базе установок кондиционирования рудничного воздуха с водоохлаждающими машинами.

**Ключевые слова:** лавы, тонкие пласты, струговая выемка, тепловой режим, охлаждение воздуха.

**Контактная информация:** lab.krv@ukr.net

В результате длительной эксплуатации месторождений угольные пласты средней мощности в Донбассе практически выработаны. Для поддержания стабильного уровня добычи угля требуется переход к разработке тонких пластов, которая на глубоких горизонтах сопровождается формированием неблагоприятных тепловых условий в горных выработках выемочных участков в связи с ограниченной пропускной способностью призабойных рабочих зон лав по воздуху.

Удельный вес добычи угля из тонких пластов, где залегают наиболее ценные сорта энергетических и коксующихся углей, увеличивается благодаря внедрению передовой техники и технологии. Вследствие малоэффективной работы узкозахватных комбайнов в сложных горно-геологических условиях тонких пластов экономически обоснована целесообразность перехода к струговой технологии, которая, однако, сопровож-

дается увеличением энергооборуженности выемочных участков и лав.

Суммарная установленная мощность приводов различного типа на выемочных участках превышает 1000 кВт. Высокая энергооборуженность установок способствует поступлению в призабойные зоны лав интенсивных теплопритоков от работы выемочного и транспортного оборудования, что прежде всего существенно ухудшает тепловые условия в рабочих зонах очистных выработок.

Формирование неблагоприятных тепловых условий в указанных лавах с применением высокоэффективных технологий очистной выемки, – причина поиска и применения эффективных мер локализации тепловыделений и нормализации микроклимата в рабочих зонах лав.

Анализ проведенных исследований показывает, что основные решения по улучшению тепловых условий в горных выработках ориентированы на разра-

## РАЗРАБОТКА ПОДЗЕМНЫМ СПОСОБОМ

Лава	Средняя глубина выемки, м	Мощность пласта, м	Длина забоя, м	Расход воздуха на проветривание выемочного участка, м <sup>3</sup> /с	Нагрузка на забой, т/сут	Средняя температура вмещающих пород, °С	Скорость воздуха в рабочей зоне лавы, м/с	Тепловые условия в лавах	
								на входе	на выходе
								T, °С / φ, %	T, °С / φ, %
13-я лава l <sub>3</sub>	973	0,73	250	7,4	2000	32,0	2,77	27,4/79	34,5/88
25-я лава l <sub>3</sub>	1100	0,74	250	6,2	2000	34,8	2,3	27,8/78	37,1/87
7-я западная лава k <sub>6</sub>	1290	1,08	250	6,2	2310	39,1	1,15	32,3/77	41,4/86

ботку рациональных по тепловому фактору горно-технологических решений разработки угольных пластов и использование искусственного охлаждения воздуха перед поступлением его на проветривание выемочных участков и лав [1 – 4].

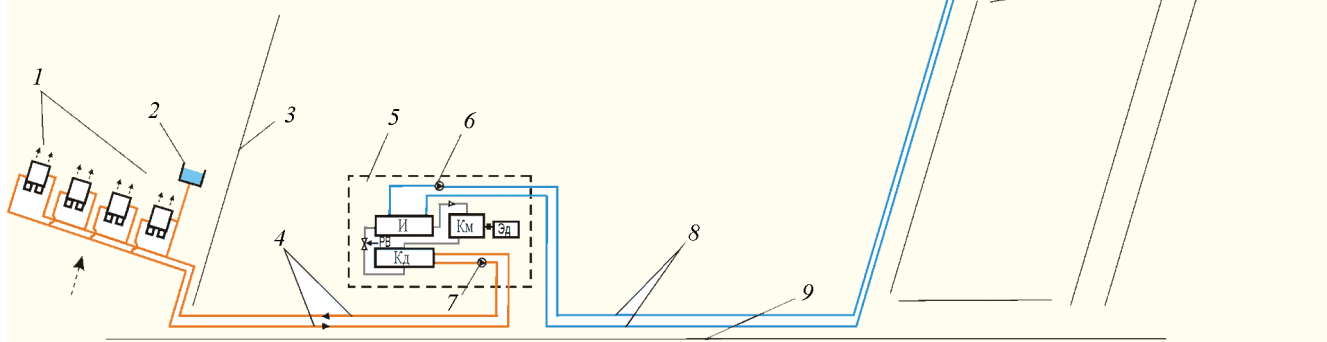
Цель статьи – обоснование параметров технологических схем охлаждения воздуха в лавах со струговой технологией очистной выемки, отрабатывающих тонкие пласты на глубоких горизонтах, на примере сложных горно-геологических условий работы глубоких шахт Восточного Донбасса.

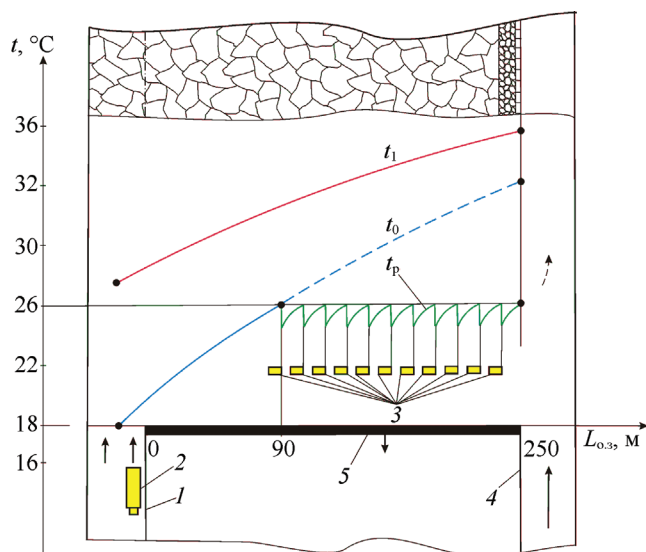
Отработка тонких антрацитовых пластов мощностью 0,7 – 1,1 м на шахте «Должанская-Капитальная» ООО «ДТЭК Свердловантрацит» согласно проекту ПАО «Луганскгипрошахт» предусмотрена на

глубинах 900 – 1300 м, а механизация очистной выемки при отработке тонких пластов – с применением высокоэффективных струговых установок OSTROJ PL630, оснащенных на концевых участках лав двумя приводными электродвигателями мощностью по 160 кВт.

Уголь транспортируется скребковыми конвейерами OSTROJ DN-622, оборудованными электродвигателями мощностью по 200 кВт на концевых участках лав. Призабойное пространство лав крепится механизированной крепью OSTROJ 65/14, гидросистема которой подсоединена к насосной станции СНТ32-20, а суммарная мощность электродвигателей составляет 113 кВт. Из лавы уголь поступает на перегружатель OSTROJ DH-726S, оборудо-

**Рис. 1.** Принципиальная схема охлаждения воздуха в 13-й лаве пласта l<sub>3</sub> установкой кондиционирования с водоохлаждающей машиной МХРВ-1 и оборотной схемой водоснабжения конденсатора: 1 – водоохлаждающие модули; 2 – расширительная емкость; 3 – наклонный конвейерный квершлаг пластов l<sub>6</sub> – k<sub>6</sub>; 4 – трубопроводы конденсаторной воды; 5 – холодильная машина; 6 – насос хладоносителя; 7 – насос конденсаторной воды; 8 – трубопроводы хладоносителя; 9 – сборный конвейерный штрек пласта l<sub>3</sub>; 10 – вентиляционный уклон № 13 пласта l<sub>3</sub>; 11 – штрековый воздухоохладитель; 12 – к средствам рассредоточенного охлаждения воздуха в лаве; 13 – 13-я лава пласта l<sub>3</sub>; 14 – конвейерный уклон № 13 пласта l<sub>3</sub>; И – испаритель; РВ – регулирующий вентиль; Кд – конденсатор; Км – холодильный компрессор; Эд – электродвигатель.





**Рис. 2.** Изменение температуры  $t$  воздуха вдоль очистного забоя 13-й лавы пласта  $l_3$  в зависимости от длины очистного забоя  $L_{o,з}$ :  $t_1$  – без охлаждения;  $t_0$  – при охлаждении воздуха в штрековом воздухоохладителе перед лавой;  $t_p$  – при рассредоточенном охлаждении воздуха вдоль очистного забоя; 1 и 5 – уклоны 13-й лавы пласта  $l_3$  вентиляционный и конвейерный; 2 и 3 – воздухоохладители штрековый и лавный; 4 – 13-я лавы пласта  $l_3$ .

ванные электродвигателями мощностью 250 кВт, и далее по ленточному конвейеру, размещенному в выработке с подсвежающей струей воздуха, – на транспортную цепочку шахты, оборудованную ленточными конвейерами 2ЛТ100У и 1Л1000. Энерговооруженность выемочных участков превышает 1000 кВт.

Горнотехнологические условия отработки тонких пластов в струговых лавах на шахте «Должанская-Капитальная», а также прогнозные значения тепловых параметров воздуха приведены в таблице.

Из данных таблицы следует, что температура воздуха на выходе из лав, обрабатывающих тонкие пласты при струговой технологии очистной выемки, составит 34,5 – 41,4 °С. Это превышает ее регламентируемые [5, 6] значения на 9,6 – 15,4 °С. В ремонтно-подготовительные смены температура воздуха на выходе из указанных лав составит соответственно 28, 29,3 и 33,1 °С, что превышает ее регламентируемые значения на 2 – 8,1 °С.

Анализ теплового баланса 13-й лавы пласта  $l_3$  при нагрузке на очистной забой 2000 т/сут и скорости вентиляционной струи вдоль очистного забоя 2,77 м/с показывает, что основной нагрев воздуха вдоль очистного забоя происходит под влиянием тепловыделений от работы струговой уста-

новки и скребкового конвейера. Воздействие тепловыделений окружающего горного массива и транспортируемого угля на формирование тепловых условий в лаве незначительно. Это обусловлено сравнительно низкой температурой вмещающего горного массива (32 °С) и, как следствие, незначительным температурным перепадом между поступающим на проветривание лавы воздухом и горным массивом (4,3 – 4,6 °С). По мере увеличения глубины очистной выемки влияние тепловыделений горного массива будет возрастать, что вызовет дальнейшее ухудшение тепловых условий в лаве.

Аналогичные закономерности формирования микроклимата наблюдаются и в других лавах, обрабатывающих тонкие пласты при струговой технологии очистной выемки.

Нормализация температурных условий вдоль очистных забоев с помощью штрековых воздухоохладителей, размещаемых в участковых воздухоподающих выработках перед лавами, невозможна даже при понижении температуры поступающего в лавы воздуха до минимально допустимых значений.

Согласно прогнозным данным при охлаждении воздуха штрековыми воздухоохладителями перед лавами до минимально допустимых значений [5, 6] поддержание регламентируемой температуры воздуха вдоль очистных забоев обеспечивается на отрезках длиной: 90 м – в 13-й лаве пласта  $l_3$ ; 50 м – в 25-й лаве пласта  $l_3$ ; 40 м – в 7-й западной лаве пласта  $k_6$ .

На примере 13-й лавы пласта  $l_3$  (рис. 1) показана принципиальная технологическая схема подземной установки кондиционирования воздуха на базе выпускаемого в Украине шахтного холодильного оборудования – водоохлаждающей машины МХРВ-1, штрекового воздухоохладителя ОВ-190Ш и водоохладителя ОКВ 1350Ш с четырьмя водоохлаждательными модулями ОКВШ 325.

На отрезках лав со струговой технологией отработки, где нормализации температурных условий при работе штрековых воздухоохладителей ОВ-190Ш достигнуть невозможно, предусмотрено рассредоточенное охлаждение воздуха непосредственно в призабойных рабочих зонах лав. Средства для рассредоточенного охлаждения воздуха (лавные воздухоохладители) в Украине не разработаны, несмотря на возрастающую потребность в них, в том числе для лав с комбайновой технологией очистной выемки на глубинах 1000 – 1400 м.

Подземные установки кондиционирования воздуха на период работы струговых лав укомплектованы на основе лавных воздухоохладителей типа SPK холодильной мощностью 24 кВт, разработанных фирмой WAT (Германия).

Лавные воздухоохладители подсоединяют к системе хладоносителя установки кондиционирования воздуха.

Степень охлаждения, на которой обеспечивается поддержание вдоль очистного забоя предельно регламентируемой [5, 6] температуры воздуха 26 °С (согласно прогнозным данным, полученным по методике [7, 8]) для 13-й лавы пласта  $l_3$  составила 14,5 м. Характер изменения температуры в этой лаве при рассредоточенном охлаждении пласта  $l_3$  в пределах выемочного участка показан на рис. 2.

В других лавах значение ступени охлаждения, на которой обеспечивается поддержание предельно допустимой температуры воздуха при использовании таких же лавных воздухоохладителей в зависимости от состояния проветривания и других теплотехнических параметров призабойных зон составило 9 – 13 м.

Лавные воздухоохладители в призабойных пространствах лав размещают в соответствии с требованиями поставщика с учетом обеспечения допустимых зазоров для передвижения горнорабочих и поддержания регламентируемой температуры воздуха в пределах ступени охлаждения.

**Выводы.** При струговой технологии выемки тонких пластов определяющий фактор нагрева воздуха в лавах – тепловыделение выемочного и транспортного оборудования, а на глубоких горизонтах также тепловыделение горного массива и транспортируемого ископаемого.

Нормализация тепловых условий в лавах, отработывающих тонкие пласты, возможна только на

основе локализации тепловыделений в рабочих зонах лав и рассредоточенного охлаждения воздуха с использованием водоохлаждающих машин и лавных воздухоохладителей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Лунев С. Г.* Повышение безопасности и комфортности труда при разработке уклонных полей глубоких шахт / С. Г. Лунев, А. А. Мартынов, А. Н. Распопов, А. К. Яковенко // Тез. докл. 9-й сессии Международ. бюро по горной теплофизике «ІВТМ-2000», 18 – 22 сент. 2000 г. – Гливице (Польша), 2000. – С. 297 – 305.
2. *Мартынов А. А.* Горнотехнологические основы комплексного регулирования теплового режима глубоких шахт с теплоизоляцией горного массива в выработках / А. А. Мартынов // Наук. праці ДонНТУ. – 2004. – Вип. 72. – С. 121 – 128.
3. *Яковенко А. К.* К вопросу нормализации тепловых условий в лавах глубоких антрацитовых шахт / А. К. Яковенко, А. А. Климов, О. В. Плаксиенко // Способы и средства создания безопасных и здоровых условий труда в угольных шахтах: сб. науч. тр. МакНИИ. – 2006. – Вып. 18. – С. 115 – 120.
4. *Мартынов А. А.* Способы и направления улучшения температурных условий в глубоких шахтах / А. А. Мартынов, Н. В. Малеев, А. К. Яковенко, В. А. Орищак // Уголь Украины. – 2010. – № 5. – С. 20 – 26.
5. *Державні санітарні правила та норми. Підприємства вугільної промисловості: ДСП 3.3.1.095-2002.* – К., 2003. – 37 с.
6. *Правила безпеки у вугільних шахтах: НПАОП 10.0-1.01-10.* – К.: Госгорпромнадзор Украины, 2010. – 432 с.
7. *Руководство по применению установок по кондиционированию воздуха в глубоких шахтах.* – Макеевка: МакНИИ, 1980. – 298 с.
8. *Кузин В. А.* Методика расчета ступенчатого охлаждения воздуха в лавах // Борьба с высокими температурами рудничного воздуха: сб. науч. тр. МакНИИ. – Макеевка, 1980. – С. 50 – 53.