

УДК 622.257.1

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЗАКЛАДКИ ВЕРТИКАЛЬНЫХ СТВОЛОВ ШАХТ ЦИЛИНДРИЧЕСКИМИ КРУПНОГАБАРИТНЫМИ АВТОКЛАВНЫМИ ШЛАКОБЕТОННЫМИ БЛОКАМИ

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF VERTICAL SHAFT BACKFILLING WITH CYLINDRICAL LARGE-SIZE AUTOCLAVE SLAG BLOCKS

Углиница Андрей Владимирович,
доктор техн. наук, профессор, e-mail: uav@kuzstu.ru

Uglyanitsa Andrey V., Dr. Sc., Professor

Солонин Кирилл Дмитриевич,
аспирант, e-mail: solonin_kirill@mail.ru

Solonin Kirill D., postgraduate

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия, г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennaya st., Kemerovo, 650000, Russia

Аннотация. В статье рассматриваются результаты лабораторных экспериментальных исследований по получению закладочного автоклавного шлакобетона из шлаковых отходов топливо-энергетической промышленности и известки, предложен способ закладки ликвидируемых вертикальных стволов цилиндрическими крупногабаритными автоклавными шлакобетонными блоками и способ их изготовления на поверхности шахты в форме-автоклаве. Разработанный способ закладки позволяет обеспечить экологическую безопасность прилегающих к вертикальному стволу территорий и одновременно утилизировать техногенные шлаковые отходы топливно-энергетических предприятий.

Abstract. The results of laboratory experimental study of the production of the backfill autoclaved slag-concrete made of slag wastes and lime are considered in the article. The article proposes the method of filling the abandoned vertical mine shafts with the cylindrical large-size slag-concrete blocks, and the method of making blocks in the autoclave chamber on the surface of the mine. The developed backfill method allows us to ensure ecological safety of the territories adjacent to the vertical mine shaft and at the same time to utilize technogenic slag waste of the fuel and energy enterprises.

Ключевые слова: закладка вертикальных стволов, автоклавный шлакобетонный блок, автоклавная обработка

Keywords: back filling of vertical mine shafts, autoclave slag-concrete block, autoclave curing.

Реструктуризация угольной промышленности в РФ осуществляется с 1994 г. За годы реструктуризации в России закрыто около 200 шахт в том числе в Кузбассе 43 шахты. Процесс ликвидации нерентабельных шахт и отработавших свой срок эксплуатации вертикальных стволов продолжается.

Согласно требованию нормативных документов вертикальные стволы и шурфы, с неудовлетворительной крепью, пройденные в неустойчивых породах, должны быть полностью заполнены водоупорным безусадочным материалом до уровня земной поверхности [1, 2, 3]. Полученный закладочный массив должен предотвратить гидравлическую связь между водоносными горизонтами, выход рудничных газов на дневную поверхность и образование провалов на прилегающих к вертикальным стволам территориям. Основные требования,

предъявляемые к водоупорному безусадочному закладочному массиву: коэффициент фильтрации массива менее 0,001 м/сут; отсутствие компрессионного сжатия закладочного массива в наиболее нагруженной нижней части ствола [4].

К настоящему времени на закрытых шахтах в России ликвидировано около 500 вертикальных стволов, в том числе в Кузбассе – 157. При этом закладка всех ликвидируемых стволов и шурfov была осуществлена без соблюдения требования о заполнении их водоупорным безусадочным закладочным материалом. На практике все стволы были засыпаны вскрышной или горелой породой до уровня земной поверхности и перекрыты двумя прочными полками из железобетонных или металлических балок. В результате такой ликвидации на прилегающих к ликвидированным горным предприятиям тер-

риториях произошло резкое ухудшение экологической обстановки, выразившееся в просадке земной поверхности, ее подтоплении, загрязнении подземных вод, загазованности помещений загубленных зданий и сооружений и т.п. [5, 6].

В РФ разработаны способы послойной закладки твердеющими смесями вертикальных стволов. Для создания закладочного водоупорного и безусадочного массива в данных способах применяются дорогие цементные бетоны или твердеющие закладочные смеси на основе тонкомолотых горелых пород, содержащие большое количество цементно-известкового вяжущего и специальных добавок [7]. Предложенные способы не нашли практического применения, вследствие высокой стоимости закладочных работ и исчерпания запасов горелых пород на угольных шахтах.

Эффективным закладочным материалом для ликвидации вертикальных выработок является автоклавный шлакобетон, полученный на основе золошлаковых отходов топливно-энергетических предприятий и извести. Известно, что при автоклавной обработке шлако-известковой смеси в зависимости от параметров смеси и ее автоклавной обработки можно получить автоклавный шлакобетон с низкой водопроницаемостью и компрессией [8]. Поэтому путем автоклавной обработки шлако-известковой смеси представляется возможным получить водоупорный и безусадочный автоклавный шлакобетон для закладки ликвидируемых вертикальных стволов на более дешевых, содержащих меньшее количество вяжущего и специальных добавок, закладочных смесях. Применение золошлаковых отходов для закладки вертикальных стволов позволит утилизировать эти отходы, что будет благотворно отражаться на экологическом состоянии территорий РФ [9].

В этой связи представляется актуальным разработка технологии закладки ликвидируемых вертикальных стволов автоклавным шлакобетоном.

Выполненные в КузГТУ лабораторные экспериментальные исследования компрессионных и фильтрационных свойств автоклавного шлакобетона показали, что для закладки вертикальных горных выработок можно использовать молотые шлако-известковые смеси автоклавного типа твердения, однако получение водоупорного и безусадочного закладочного массива возможно только при определенных весовых соотношениях компонентов смеси, её химического состава и режимов автоклавной обработки [10,11,12, 13].

В табл. 1 приведены установленные в результате данных исследований составы шлако-известковых смесей и параметры их автоклавной обработки для получения водоупорного и безусадочного шлакобетона.

Коэффициент основности шлако-известковой смеси K_{ocn} зависит химического состава шлака и характеризует способность смеси связываться в моносиликат кальция и рассчитывается по формуле [8]

$$K_{ocn} = \frac{(CaO + 0,93MgO + 0,6K_2O) - (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)}{0,93SiO_2}.$$

При этом доли содержания извести и шлака на единицу массы шлако-известковой сухой смеси определяются из выражений [8]

$$I = (A_{ш} - B_{ш}) (B_{и} - A_{и}) \\ I = 1 - I,$$

где I и I - соответственно доли содержания извести и шлака на единицу массы шлако-известковой сухой смеси;

$$A_{ш} = 0,93SiO_2 \times K_{ocn} + 0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3, \% ; B_{ш} = CaO + 0,93MgO + 0,35K_2O, \% ;$$

$$A_{и} = 0,93SiO_2 \times K_{ocn} + 0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3, \% ; B_{и} = CaO + 0,93MgO + 0,35K_2O, \% ;$$

SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O - процентные содержания окислов в шлаке и извести для расчета значений $A_{ш}$, $B_{ш}$ и $A_{и}$, $B_{и}$.

Для закладки ликвидируемых вертикальных стволов автоклавным шлакобетоном в КузГТУ разработан способ закладки вертикальной выработки цилиндрическими автоклавными шлакобетонными блоками, предварительно изготавливаемыми на поверхности шахты [14].

Закладку вертикального ствола (шурфа) согласно разработанному способу осуществляют следующим образом (см. рис. 1). Производят закладку выработок шахтных горизонтов 1 на участках их сопряжений с вертикальным стволов 2 путем возведения изолирующих бетонных перемычек 3.

На поверхности у устья ствола с помощью формы-автоклава изготавливают цилиндрические автоклавные шлакобетонные блоки 4 и складируют их вблизи устья ствола. Диаметр цилиндрического автоклавного шлакобетонного блока 4 принимают меньше внутреннего диаметра бетонной крепи ствола с учетом неровностей её стенок, из условия, чтобы цилиндрический блок при спуске в вертикальный ствол не заклинил.

Закладку ствола цилиндрическими блоками осуществляют заходками. Опускают проектное количество шлакобетонных блоков в ствол в пределах заходки, затем в ствол опускают тампонажную емкость, из которой подают расчетное количество шлако-известковой смеси в пространство 7 между бетонной крепью ствола 6 и цилиндрическими автоклавными шлакобетонными блоками 4 и тампонируют его. При этом шлако-известковый раствор также затампонирует и горизонтальные щели между уложенными друг на друга цилиндрическими блоками 4. Переходят к закладке цилиндрическими шлакобетонными блоками вышележащей заходки.

Спуск блоков в ствол и тампонажной емкости осуществляют либо стреловым (самоходным или башенным), либо козловым кранами 5.

Тампонаж пространства между крепью ствола и цилиндрическими шлакобетонными блоками

Таблица 1. Параметры шлакоизвестковых смесей и их автоклавной обработки, при которых образцы не сжимались и являлись водоупорами

Table 1. Parameters of slag-lime mixtures and their autoclave treatment during which the samples didn't shrink and served as confining bed

$K_{осн}$	Фракция шлака и извести	Водо-вяжущее отношение ВВО	Продолжительность предавтоклавной выдержки, час	Продолжительность подъема давления, час.	Продолжительность автоклавной обработки при давлении 0,9 МПа, час	Продолжительность спуска давления, час
0,3	0,08	0,5	4	0,75	6	5
0,5	0,08	0,5	4	0,75	6	5
0,7	0,08	0,5	4	0,75	6	5
0,7	0,16	0,5	4	0,75	6	5

производят шлако-известковым раствором с тем же составом, что и для приготовления цилиндрических шлакобетонных блоков. При этом для улучшения проникающей способности шлако-известкового тампонажного раствора в него дополнительно добавляют 3% силиката натрия (жидкого стекла) от массы извести.

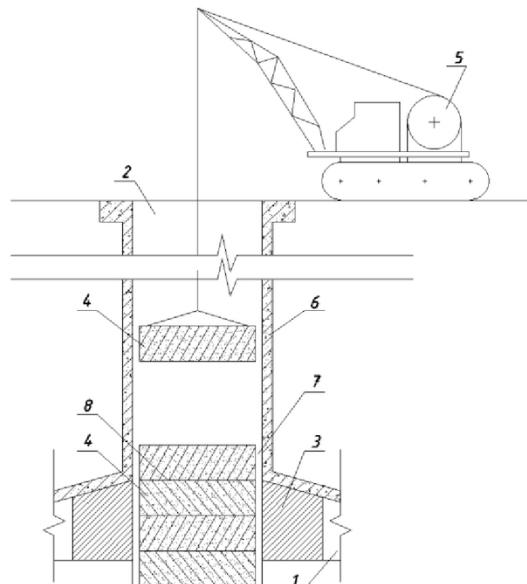


Рис. 1. Схема закладки вертикального ствола (шурфа) крупногабаритными цилиндрическими автоклавными шлакобетонными блоками

Fig. 1. Scheme of backfilling the vertical shaft with large-size cylindrical autoclave slag blocks

Для изготовления цилиндрических крупногабаритных автоклавных шлакобетонных блоков в КузГТУ разработан способ, согласно которому шлакобетонные блоки изготавливают в цилиндрической форме-автоклаве с применением пропарочных скважин [16]. При этом автоклавная обработка бетонной смеси в форме-автоклаве производится как через открытую поверхность бетонной смеси в форме, так и через пропарочные скважины, которые располагаются в бетонной смеси на заданном расстоянии друг от друга. Изготовление блоков со-

гласно разработанному способу производится следующим образом. В металлическую цилиндрическую форму 1 (см. рис. 2), которая выполняет функцию автоклава, на высоту укладки смеси устанавливают вертикальные пропарочные скважины 2, стенки которых выполнены из стальной сетки проницаемой для пара, но непроницаемой для шлакоизвестковой автоклавной смеси, для устойчивости пропарочные скважины соединяют между собой монтажной арматурой 3, производят укладку бетонной смеси 4.

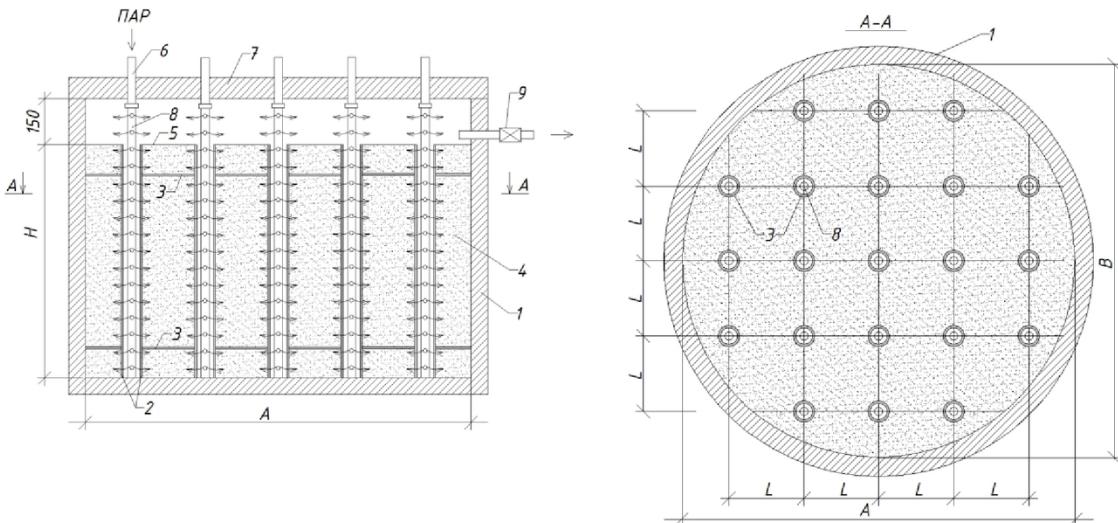
При укладке бетонной смеси между крышкой формы и поверхностью уложенной смеси оставляют зазор шириной 100 мм, предназначенный для создания открытой поверхности 5 бетонной смеси 4 в форме 1. К пароподающим штуцерам 6, расположенным в крышке 7 формы напротив пропарочных скважин 2 присоединяют перфорированные трубы – пароинъекторы 8. Устанавливают крышку 7 на форму 1, при этом пароинъекторы 8 размещаются внутри пропарочных скважин 2 и упираются в дно формы 1.

Водяной пар под давлением подают в пароинъекторы 8 и производят автоклавную обработку бетонной смеси 4 через её открытую поверхность 5 и пропарочные скважины 2. В процессе автоклавной обработки пароконденсат удаляется через продувочный кран 9.

После автоклавной обработки бетонной смеси 4 и остывания шлакобетона с формы 1 снимают крышку 7 и извлекают из нее сформованный бетонный блок. Пропарочные скважины 2 в блоке бетонируют.

Расстояние между пропарочными скважинами L в форме принимают в зависимости от величины радиуса распространения автоклавной обработки от пропарочной скважины в шлакоизвестковую смесь.

Для выполнения исследований по установлению зависимости между радиусом распространения автоклавной обработки шлакоизвестковой автоклавной смеси от пропарочной скважины, параметрами шлакоизвестковой автоклавной смеси и ее автоклавной обработки была разработан экспериментальный лабораторный радиальный автоклав.



*Рис. 2. Форма-автоклав для производства крупногабаритных шлакобетонных блоков
Fig. 2. A form autoclave for production of large-size autoclave slag stones for backfilling the vertical mine shafts*

На рис. 3 представлена конструкция экспериментального лабораторного радиального автоклава.

Лабораторный экспериментальный радиальный автоклав представляет собой сборную металлическую конструкцию, выполненную в виде сектора с углом при вершине 30° (см. рис. 3), состоящую из рамы 1, двух крышек из листового проката 2, толщиной 8 мм каждая. В целом рама 1 и две ее крышки 2 образуют радиальную автоклавную камеру, которая заполняется шлако-известковой автоклавной смесью 3. Нижняя крышка является несъемной, соединена с рамой сварным соединением по внутреннему контуру. Верхняя крышка выполнена съемной для непосредственной укладки закладочного материала в радиальную автоклавную камеру. Для обеспечения герметичности автоклавной камеры в рабочем состоянии верхняя крышка соединяется с рамой болтовыми соединениями 4. Между рамой и крышкой укладывается паронитовая прокладка на высокотемпературный герметик 5. В верхней крышке расположены одиннадцать колодцев 6 для размещения термометров. Расстояние между термометрами – 100 мм. Перед установкой в колодцы спиртовых термометров в них заливали глицерин.

Пропарочная скважина 7 диаметром 76 мм выполнена в виде сектора с углом при вершине 30° . Радиальная стенка пропарочной скважины изготовлена из стальной сетки 8. Размер ячейки стальной сетки при применении шлака и извести с тонкостью помола «– 0,16» равен 2,0 мм, а при применении шлака и извести с тонкостью помола «– 0,08», равен 0,8 мм. Это обусловлено тем, что зерна шлака и извести с тонкостью помола «– 0,16» после их затворения водой не проникают через сетку с размером ячеек $\leq 2,0$ мм, а зерна шлака и извести с тонкостью помола «– 0,08» через сетку с

размером ячеек $\leq 0,8$ мм.

Удаление пароконденсата (воды) из пропарочной скважины 7 в процессе автоклавной обработки производится самотеком в емкость сбора пароконденсата 9, оборудованную сливным краном 10.

Подачу водяного пара под давлением в пропарочную скважину радиальной автоклавной камеры производили парогенератором ПГЭ-15МД. Для измерения давления водяного пара парогенератор оснащен манометром.

Автоклавная обработка шлако-известковой смеси в радиальной автоклавной камере и определение эффективного радиуса распространения автоклавной обработки от пропарочной скважины проводилось следующим образом. В лабораторном турбулентном смесителе приготавливали автоклавную шлако-известковую смесь требуемого состава. Полученной шлако-известковой смесью заполняли автоклавную камеру экспериментального лабораторного радиального автоклава (см. рис. 3), на раму автоклавной камеры укладывали паронитовую прокладку, смазанную высокотемпературным герметиком, устанавливали верхнюю крышку и притягивали ее к раме болтами. Подсоединяли к радиальной пропарочной камере пароподающий шланг высокого давления и устанавливали в колодцы верхней крышки термометры. После окончания режима предавтоклавной выдержки шлако-известковой смеси в радиальной автоклавной камере включали парогенератор и производили в соответствие с заданными режимами автоклавную обработку смеси. Подъем и спуск давления пара регулировали парогенератором. Максимальное давление пара в пропарочной скважине P_{\max} устанавливали с помощью образцового манометра и контролировали по температуре пара в пропарочной скважине. Эффективный радиус распространения автоклавной обработки шлако-из-

вестковой смеси от пропарочной скважины определяли по изменению температуры шлако-известковой смеси в радиальной автоклавной камере по мере удаления от пропарочной скважины.

Существует зависимость между давлением

пара и температурой бетонной смеси в замкнутой системе при автоклавной обработке. Минимальному значению давления водяного пара 0,9 МПа, при котором происходит автоклавный синтез закладочной смеси, соответствует температура

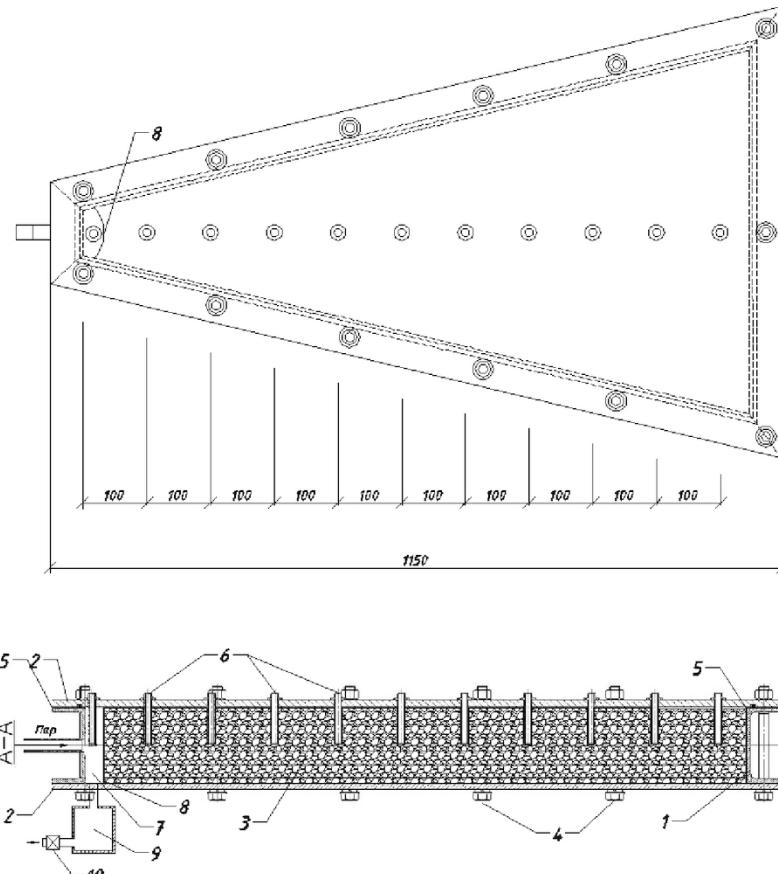


Рис. 3. Лабораторный экспериментальный радиальный автоклав
 Fig. 3. Laboratory experimental radial autoclave

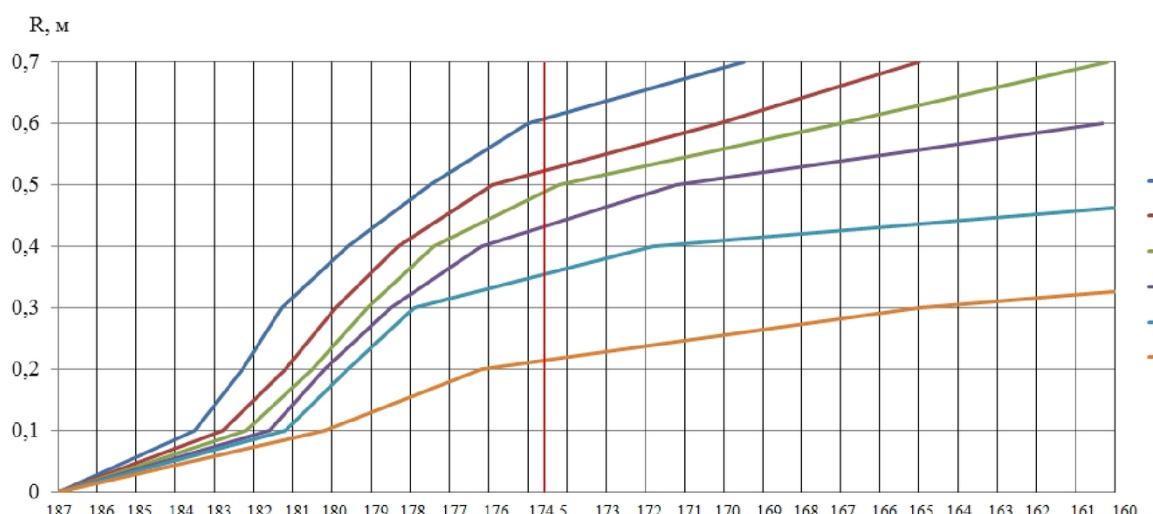


Рис. 4. Радиусы эффективной автоклавной обработки шлако-известковых смесей от пропарочной скважины

Fig. 4. Radiiuses of effective autoclave processing of the slag-lime mixtures from steam curing hole
 кривая 1 - $K_{och} = 0,3$; $BBO = 0,5$; фракция шлака и извести – «-0,16»; кривая 2 - $K_{och} = 0,3$; $BBO = 0,5$; фракция шлака и извести – «-0,08»; кривая 3 - $K_{och} = 0,5$; $BBO = 0,5$; фракция шлака и извести – «-0,16»; кривая 4 - $K_{och} = 0,5$; $BBO = 0,5$; фракция шлака и извести – «-0,08»; кривая 5 - $K_{och} = 0,7$; $BBO = 0,5$; фракция шлака и извести – «-0,16»; кривая 6 - $K_{och} = 0,7$; $BBO = 0,5$; фракция шлака и извести – «-0,08».

174,5°C, а давлению водяного пара 1,2 МПа соответствует температура 187,0°C [8]. Поэтому в исследованиях за границу эффективного радиуса распространения автоклавной обработки от пропарочной скважины принимался радиус, при котором происходит автоклавный синтез шлако-известковой смеси, то есть радиус удаления от пропарочной скважины, при котором температура смеси в радиальной автоклавной камере составляла $\approx 174,5^{\circ}\text{C}$, что соответствует давлению 0,9 МПа.

Максимальное давление нагнетания водяного пара в исследованиях принято равным $P_{\max} = 1,2$ МПа, поскольку известно, что при давлении выше 1,2 МПа эффективность автоклавного синтеза снижается, при этом температура в пропарочной скважине радиального автоклава при $P_{\max} = 1,2$ МПа составляла $\approx 187,0^{\circ}\text{C}$ [8].

Температуру шлако-известковой смеси измеряли в пропарочной скважине по длине радиальной автоклавной камеры термометрами, расположенными на расстоянии 100 мм друг от друга. Показания термометров фиксировали в конце режима автоклавной обработки - «выдержка при максимальном давлении водяного пара в пропарочной скважине P_{\max} ». Поскольку термометры по длине радиальной автоклавной камеры располагались через 0,1 м, то величину эффективного радиуса автоклавной обработки R между термометрами определяли интерполяцией.

Составы шлако-известковых смесей и их автоклавной обработки при исследовании эффективных радиусов распространения автоклавной обработки от пропарочной скважины приведены в табл. 1. Кроме этого, с целью изучения влияния состава шлако-известковых смесей на радиус распространения автоклавной обработки от пропарочной скважины, дополнительно были выполнены опыты с фракцией шлака и извести «-0,16» и $K_{\text{осн}} = 0,3$ и 0,5.

Количество одинаковых экспериментов было определено на основе предварительных экспериментов равным 5 [16]. Результаты экспериментальных

исследований представлены в табл. 2 и на рис. 4.

В табл. 2 жирным шрифтом выделены эксперименты, в которых при заданных составах шлако-известковой смеси и ее автоклавной обработки формировался водоупорный и безусадочный автоклавный шлакобетон для закладки вертикальных стволов.

В результате выполненных исследований установлены соотношения значений радиуса распространения эффективной автоклавной обработки за кладочной смеси от пропарочной скважины в зависимости от параметров шлако-известковой смеси и ее автоклавной обработки. Как следует из табл. 2 максимальный радиус автоклавной обработки шлако-известковой смеси, равный $R = 0,53$ м, при котором получается водоупорный и безусадочный автоклавный шлакобетон для закладки вертикальных стволов, достигается при $K_{\text{осн}} = 0,3$, фракции шлака и извести «-0,08», водовяжущем отношении смеси ВВО=0,5 и режиме автоклавной обработки «средний».

На основе выполненных исследований разработаны «Рекомендации по закладке ликвидируемых вертикальных стволов автоклавными шлакобетонными блоками» [17], применение которых позволит обеспечить экологическую безопасность прилегающих к ликвидированному вертикальному стволу территорий при минимальных трудовых и материальных затратах и одновременно утилизировать техногенные шлаковые отходы топливно-энергетических предприятий.

Исследования выполнены в рамках НИР по гранту Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ-Сибирь № НК 13-05-98025/13) на тему: «Обоснование и разработка технологии экологической ликвидации вертикальных вскрывающих горных выработок шахт Кузбасса водоупорным и безусадочным закладочным материалом на основе шлаковых отходов топливно-энергетических предприятий».

Таблица 2. Радиусы распространения автоклавной обработки от пропарочной скважины в зависимости от составов смеси и параметров автоклавной обработки

Table 2. Radiiuses of autoclave processing from steam curing hole depending on compositions of mixtures and parameters of autoclave processing

Радиус автоклавной обработки, м	$K_{\text{осн}}$	Фракция шлака и извести	Водовяжущее отношение ВВО	Режим автоклавной обработки «средний», час
0,61	0,3	(-0,16)	0,5	4+0,75+6+5
0,53	0,3	(-0,08)	0,5	4+0,75+6+5
0,49	0,5	(-0,16)	0,5	4+0,75+6+5
0,34	0,5	(-0,08)	0,5	4+0,75+6+5
0,42	0,7	(-0,16)	0,5	4+0,75+6+5
0,21	0,7	(-0,08)	0,5	4+0,75+6+5

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с использованием недрами. РД 07-291-99 / Федеральный горный и промышленный надзор России. – М. : ГУП "НТЦ "Промышленная безопасность", 2002. – 17 с.
2. «Эталона проекта ликвидации шахты» утвержденного приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 01.11.2001 г.
3. Отраслевая инструкция о порядке ликвидации и консервации предприятий по добыче угля (сланца) / И. Ф. Петров, В. С. Зимич, А. М. Навитний и др. – М. : ИПКОН РАН, 1997. – 27 с.
4. Закладочные работы в шахтах : справочник / Д.М. Бронников [и др.]; под редакцией Д.М. Бронникова, М.Н. Цигалова.- М.: Недра, 1989.- 400 с.
5. Лудзиш В. С. Гидрогеологические проблемы ликвидации шахт Кузбасса и пути их решения / ЭКО-буллетень ИнЭкА № 6 (137), ноябрь 2009/январь 2010 г. – Новокузнецк : ООО «ИнЭкА-консалтинг» – С. 44-47.
6. Ликвидации опасного производственного объекта ООО «Шахта Тырганская» Общая пояснительная записка : проектная документация : ПД79-2009/П-Г / Том 1 / гл. инж. А. А. Бычковский. – Кемерово : ООО «Сибгеопроект», 2010. – 238 с.
7. Корнеева Е. В. Композиционное бесцементное вяжущее из промышленных отходов и закладочная смесь на его основе / Е. В. Корнеева, С. И. Павленко. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2009. – 139 с.
8. Боженов П. И. Технология автоклавных материалов. – Л. : Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1978. – 368 с.
9. Доклад вице-президента «Национальной ассоциации производителей и потребителей ЗШМ» О.А. Новоселова на круглом столе «Обращение с отходами производства и потребления: проблемы и решения», Совет Федерации Федерального Собрания, 15.11.13 г.
10. Исследование зависимости компрессионных свойств автоклавных закладочных материалов на основе топливных шлаков от параметров закладочной смеси/ Исаенко А. В., Углиница А. В. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2011. № 1. С. 34 – 37.
11. Исследование зависимости компрессионных свойств автоклавных закладочных материалов на основе топливных шлаков от параметров параметров автоклавной обработки / Исаенко А. В., Углиница А. В. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2011. № 2. С. 15 – 19.
12. Исследование зависимости фильтрационных свойств закладочных автоклавных материалов на основе топливных шлаков от параметров параметров закладочной смеси / Углиница А. В., Хмеленко Т.В., Солонин К.Д. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № ?. С. 59 – 62.
13. Исследование зависимости фильтрационных свойств закладочных автоклавных материалов на основе топливных шлаков от параметров параметров автоклавной обработки / Углиница А. В., Хмеленко Т.В., Солонин К.Д. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 3. С. 63 – 67.
14. Способ закладки вертикальной выработки. Патент № 2449129. Опубл. 27.04. 2012. Бюл. №12. Авторы: Исаенко А.В., Углиница А.В., Хмеленко Т.В, Гладких Л.Н.
15. Способ производства крупногабаритных бетонных блоков в форме-автоклаве. Патент № 2562307. Опубл. 10.09.2015. Бюл. №25. Авторы: Углиница А.В., Солонин К.Д., Струкова Е.А
16. Ашмарин, И. П. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов / И. П. Ашмарин, И. Н. Васильев, В. А. Амбросов. – Л. : ЛГУ, 1975. – 76 с.
17. Рекомендации по закладке ликвидируемых вертикальных стволов автоклавными шлакобетонными блоками / Сост.: А.В. Углиница, К.Д. Солонин; ГБОУ ВО КузГТУ. – Кемерово, 2017. – 49 с.

REFERENCES

1. Instrukciya o poryadke vedeniya rabot po likvidacii i konservacii opasnyh proizvodstvennyh objectov , svyazanniyh s polzovaniem nedrami. RD 07-291-99 / Federalniy gorniy I promishlennyi nadzor Rossii. – M. : GUP "NTC "Promishlennaya bezopasnost", 2002. – 17 s.
2. Otraslevaya instrukciya o poryadke likvidacii i konservacii predpriyatiy po dobyschi yglyya (slanca)/ I. F. Petrov, V. S. Zimich, A. M. Navitny. – M.: IP-KON RAN, 1997. - 27 s.
3. Ludzish V. S. Gidrogeologicheskie problemy likvidacii shaht Kuzbassa i puti ih resheniya / EKO-bjulleten' InEkA № 6 (137), 2009.Novokuzneck : ООО «InEkA-konsalting»,S. 44-47.
4. Korneeva E. V. Kompozicionnoe bescementnoe vyazhushhee iz promyshlennyh othodov i zakladochnaya smes' na ego osnove / E. V. Korneeva, S. I. Pavlenko. □ M. : Izdatel'stvo Asso-ciaciis stroitel'nyh vuzov,

2009., 139 s.

5. Likvidacii opasnogo proizvodstvennogo objekta OOO «Shahta Tyrganskaya» Obshaya poyasnitel'naya zapiska : proektnaya dokumentaciya : PD79-2009.P-G / Tom 1 / gl. inzh. A. A. Bychkovskiy. – Kemerovo : OOO «Sibgeoproekt», 2010. – 238 s.
6. Zakladochye raboty v shahtah: spravochnik / D.M. Bronikov [i dr.]; pod redakciei D.M. Bronikova, M.N. Cigalova.- M.: Nedra, 1989.- 400 s.
7. Bozhenov P. I. Tehnologiya avtoklavnyh materialov. □ L. : Strojzdat, Leningr. otd-nie, 1978. - 368 s.
8. Doklad vice-prezidenta «Nacional'noy associacii proizvoditeley i potrebiteley ZShM» O.A. Novoselova na krugлом stole «Obrashhenie s othodami proizvodstva i potrebleniya: problemy i resheniya», Sovet Federacii Federal'nogo Sobraniya, 15.11.13.
9. Isaenko A. V., Ugljanica A. V. Issledovanie zavisimosti kompressionnyh svojstv avtoklavnyh zakladochnyh materialov na osnove toplivnyh shlakov ot parametrov zakladochnoy smesi [Vestnik KuzGTU]. 2011. № 1. S. 34 – 37.
10. Isaenko A. V. , Ugljanica A. V. Issledovanie zavisimosti kompressionnyh svojstv avtoklavnyh zakladochnyh materialov na osnove toplivnyh shlakov ot parametrov ih avtoklavnoy obrabotki [Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta]. 2011. № 2. S. 15 – 19.
11. Ugljanica A. V., Hmelenko T.V., Solonin K.D. Issledovanie zavisimosti fil'tracionnyh svojstv zakladochnyh avtoklavnyh materialov na osnove toplivnyh shlakov ot parametrov zakladochnoj smesi. [Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta]. 2012. № 3. S. 59 – 62.
12. Ugljanica A. V., Hmelenko T.V., Solonin K.D. Issledovanie zavisimosti fil'tracionnyh svojstv zakladochnyh avtoklavnyh materialov na osnove toplivnyh shlakov ot parametrov avtoklavnoj obrabotki [Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta]. 2012. № 3. S. 63 – 67.
13. Sposob zakladki vertikal'noj vyrabotki. Patent № 2427712. Opubl. 27.08. 2011. Bjul. №24. Avtory: Ugljanica A.V., IsaenkoA.V., Hmelenko T.V.
14. Sposob proizvodstva krupnogabaritnyh betonnyh blokov v forme-avtoklave. Patent № 2562307. Opubl. 10.09.2015. Bjul. №25. Avtory: Ugljanica A.V., Solonin K.D., Strukova E.A
15. Ashmarin, I. P. Bystrye metody statisticheskoi obrabotki i planirovanie jekspe-rimentov / I. P. Ashmarin, I. N. Vasil'ev, V. A. Ambrosov. L. : LGU, 1975. – 76 s.
16. Recomendacii po zakladke likvidiryemyh vertikalnyh stvolov avtoklavnymi shlakobetonnymi blokamy / Sost.: A.V. Uglyanica, K.D. Solonin; GBOU VO KuzGTU. — Kemerovo, 2017. — 49 c.

Поступило в редакцию 17.05.2017
Received 17 May 2017