

УДК 622.257.1

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЗАКЛАДКИ ЛИКВИДИРУЕМЫХ
ВЕРТИКАЛЬНЫХ ВЫРАБОТОК КРУПНОГАБАРИТНЫМИ
АВТОКЛАВНЫМИ ШЛАКОБЛОКАМИ**

**DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY OF BACKFILL OF THE LIQUIDATED
VERTICAL MINE WORKINGS BY THE LARGE-SIZE
AUTOCLAVE SLAG STONES**

Углиница Андрей Владимирович,
д.т.н., профессор, e-mail: uav@kuzstu.ru
Uglyanitca Andrey V., D.Sc. (Engineering), 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 street Vesennyyaya, Kemerovo, 650000, Russian Federation

Аннотация: В статье рассматривается технология закладки ликвидируемых вертикальных горных выработок автоклавными шлакобетонными блоками, которые предварительно изготавливают на поверхности в автоклаве из шлаковых отходов топливо-энергетической промышленности и известки.

Ключевые слова: вертикальная выработка, закладка, шлако-известковая смесь, параметры смеси и автоклавной обработки, пропарочная скважина, шлакобетон.

Abstract: In article the technology of a backfill of the liquidated vertical mine workings is considered by autoclave slag stones blocks which make previously on a surface in the autoclave of slag waste fuel power industry and limes.

Keywords: vertical mine workings, backfill, slag-lime mix, parameters of mix and autoclave processing, autoclaving, steaming well, slag concrete.

Реструктуризация угольной промышленности в России осуществляется с 1994 г. За годы реструктуризации в России закрыто 188 угольных шахт, в том числе в Кузбассе 42 шахты. Процесс ликвидации нерентабельных шахт продолжается. По итогам заседания межведомственной рабочей группы по подготовке проекта комплексной программы поэтапной ликвидации убыточных шахт до 2018 года планируется закрыть 12 старых нерентабельных шахт в Кемеровской области и ликвидировать более 40 отработавших свой срок эксплуатации вертикальных выработок.

В настоящее время действующей нормативной инструкцией по закрытию шахт является «Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с пользованием недрами» [1]. На основе этой инструкции разработан «Эталон проекта ликвидации шахты» [2]. До выхода инструкции [1] действовала «Отраслевая инструкция о порядке ликвидации и консервации предприятий по добыче угля (сланца)» [3].

Согласно действующей инструкции [1] и эталону проекта ликвидации шахты [2], вертикальные стволы и шурфы, а также наклонные стволы с углом наклона более 45 градусов полностью засы-

паются породой до уровня земной поверхности, надежно перекрываются двумя прочными полками из железобетонных или металлических балок (рельсов), один из которых устраивается на глубине залегания коренных пород, но не менее 10 м от земной поверхности, а другой – на уровне земной поверхности. Вокруг устья ликвидированного шахтного ствола устраивается прочное ограждение высотой не менее 2,5 м и водоотводная канава; шурфы с углом наклона более 45 градусов независимо от глубины подлежат засыпке. Вертикальные стволы, с неудовлетворительной крепью, пройденные в неустойчивых породах, должны быть полностью заполнены безусадочным водонепроницаемым материалом до уровня земной поверхности. Полученный закладочный массив должен предотвратить гидравлическую связь между водоносными горизонтами, выход рудничных газов на дневную поверхность и образование провалов на прилегающих к вертикальной выработке территориях.

К настоящему времени на закрытых шахтах в России ликвидировано около 500 вертикальных стволов, в том числе в Кузбассе – 157. При этом согласно требованиям инструкции [3], одни вертикальные стволы при ликвидации были перекры-

ты в устьевой части двумя полками, между которыми засыпалась горелая порода, другие были полностью засыпаны породой до уровня земной поверхности с созданием у стволов резерва породы, а третий, уже согласно требованию действующей инструкции [1], были полностью засыпаны породой до уровня земной поверхности и закрыты двумя прочными полками из железобетонных или металлических балок.

По данным Счетной палаты РФ закрытие и затопление большинства шахт привели к большим изменениям гидрогеологических условий недр, земной поверхности и воздушной среды в населенных пунктах. На территории площадью около 90 тыс. га в результате закрытия шахт нарушено естественное состояние рельефа местности, подземных и поверхностных вод, приземного слоя атмосферы. Загрязнение вод высокоминерализованными техногенными водами закрытых шахт по ряду содержащихся в них элементов, например, марганца, в 300 раз превышает предельно допустимые нормы.

Прежде всего, это связано со сложностью и масштабностью нерешенных экологических проблем, а так же с тем, что рабочие проекты ликвидации шахт имели серьезные просчеты [4, 5].

Одной из причин обусловивших масштабные ухудшения экологической обстановки на прилегающих к закрытым шахтам территориях является отсутствие в действующей инструкции четких требований к материалам для закладки вертикальных вскрывающих горных выработок.

С одной стороны указывается, что закладочный материал должен обеспечить устойчивость горных выработок и предотвратить нарушение гидрогеологического режима подземных вод, то есть быть безусадочным и водонепроницаемым, и одновременно рекомендуется засыпать ликвидируемые стволы породой.

Для обеспечения устойчивости необходимо применять материалы, не дающие усадки в течение всего охраняемого периода, а для предотвращения нарушения гидрогеологического режима подземных вод необходимо применять водоупорные материалы.

Никакая порода одновременно не обладает этими свойствами. Безусадочными будут являться прочные породы с большим размером кусков, но при этом размер пустот и, следовательно, коэффициент фильтрации такого закладочного массива будут большими. К тому же такой закладочный материал не будет препятствовать выходу рудничных газов на поверхность. Низким коэффициентом фильтрации обладают мелкодисперсные породы (например, глина), но компрессионное сжатие таких пород является значительным, и как следствие, они будут давать большую усадку. Несвязанный материал, засыпанный в ствол, оседает в вертикальной выработке под действием гравитационных сил. Величина такой усадки может до-

стигать 50 %. Так как устье ствола перекрывают железобетонными полками, невозможно будет осуществить контроль усадки и досыпку закладочного материала. Образовавшиеся пустоты в выработанном пространстве приведут к образованию провалов на земной поверхности.

Таким образом, можно сделать вывод, что закладку вертикальных вскрывающих горных выработок необходимо производить твердеющими смесями, которые после отверждения образуют водоупорный безусадочный массив. Эти мероприятия, несмотря на первоначальные затраты, позволят сократить общие затраты, за счет сокращения затрат на обеспечение жизнедеятельности шахты в период ее технической ликвидации и последующий горно-экологический мониторинг, а также значительно улучшить экологическую и гидрологическую обстановку на прилегающих к закрываемым шахтам территориях и вернуть в оборот значительные площади земли.

В РФ разработаны способы послойной закладки твердеющими смесями вертикальных горных выработок. Для создания закладочного массива в данных способах применяются дорогие цементные бетоны или твердеющие смеси на основе отходов горной и металлургической промышленностей, содержащие большое количество цементного или известкового вяжущего и специальных добавок [6].

Эффективным закладочным материалом для ликвидации вертикальных выработок будет являться автоклавный шлакобетон, полученный на основе золошлаковых отходов топливно-энергетических предприятий (ТЭП) и извести. Известно, что при автоклавной обработки закладочной смеси на основе молотого шлака ТЭП и извести можно получить закладочный массив с необходимыми для закладки физико-механическими свойствами [7].

Поэтому путем автоклавной обработки шлакоизвестковой закладочной смеси можно получить водоупорный и безусадочный закладочный массив на более дешевых, содержащих меньшее количество вяжущего и специальных добавок, закладочных шлакоизвестковых смесях.

В настоящее время ежегодно вырабатываемые золошлаковые отходы ТЭП в РФ используются всего на 10%. Количество накопленных золошлаковых отходов только в Кузбассе составляют 92 млн. тонн с ежегодным приростом – 2,5 млн. тонн. Отвалы золошлаковых отходов ТЭП занимают в РФ более 20 тыс. га и срочно требуют утилизации. Применение золошлаковых отходов ТЭП для закладки горных выработок позволит утилизировать эти отходы, что будет благотворно отражаться на экологическом состоянии территорий РФ [8].

В этой связи представляется актуальным разработка технологических решений по закладке ликвидируемых вертикальных горных выработок автоклавным шлакобетоном.

Таблица 1. Параметры шлакоизвестковых смесей и их автоклавной обработки, при которых образцы не сжимались и являлась водоупорами
Table 1. Parameters slag-lime mixes and their autoclave processing,
at which samples didn't contract and was a waterproof layer

$K_{осн}$	Известь (фракция)	Золо-шлаковая смесь ЗШС (фракция)	Водо-вяжущее отношение ВВО	Продолжительность пред-автоклавной выдержки, час	Продолжительность подъема давления, час.	Продолжительность автоклавной обработки при давлении 0,9 МПа, час	Продолжительность спуска давления, час
0,3	0,08	0,08	0,5	4	0,75	6	5
0,4	0,08	0,08	0,5	4	0,75	6	5
0,5	0,08	0,16	0,5	4	0,75	6	5
0,7	0,16	0,16	0,5	4	0,75	6	5
0,7	0,16	0,16	0,5	6	0,75	4	4
0,8	0,16	0,16	0,5	4	0,75	6	5
0,9	0,16	0,16	0,8	4	0,75	6	5

Выполненные в КузГТУ лабораторные экспериментальные исследования компрессионных и фильтрационных свойств автоклавного шлакобетона показали, что для закладки вертикальных горных выработок можно использовать молотые шлакоизвестковые смеси автоклавного типа твердения, однако получение водонепроницаемого и безусадочного закладочного массива возможно только при определенных весовых соотношениях компонентов смеси, её химического состава и режимов автоклавной обработки [9,10,11,12].

В табл. 1 приведены установленные в результате данных исследований составы шлакоизвестковых смесей и параметры их автоклавной обработки для получения водонепроницаемого и безусадочного шлакобетона.

Коэффициент основности шлакоизвестковой смеси $K_{осн}$ зависит химического состава шлака и характеризует способность смеси связываться в моносиликат кальция и рассчитывается по формуле [7, 9,10,11,12]

$$K_{осн} = [(CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O) - , \\ - (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)] / 0,93SiO_2$$

где $(CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O)$ – общее (валовое) содержание «условной» CaO , %; $(0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)$ – количество CaO , связываемой соответствующими окислами и не участвующей в образовании силикатов, %; $0,93SiO_2$ – количество CaO для связывания SiO_2 в моносиликат кальция, %.

Для закладки вертикальных выработок автоклавным шлакобетоном в КузГТУ разработана технология закладки, предусматривающая закладку вертикальных выработок цилиндрическими автоклавными шлакобетонными блоками, которые изготавливают на поверхности [13].

Закладку вертикальной горной выработки блоками осуществляют следующим образом (рис. 1). Производят закладку выработок шахтных горизонтов 1 на участках их сопряжений с вертикальной

выработкой 2 путем возведения изолирующих перемычек 3. К устью выработки доставляют и складируют автоклавные бетонные блоки 4. Опускают проектное количество блоков в ствол, затем по бетонопроводу 5 подают расчетное количество бетонной смеси 6 в пространство между стенками вертикальной выработки и блока 7 и замоноличивают его. Перед спуском блока в ствол на его верхнюю поверхность наносят слой гидроизоляционной мастики 8. Спуск блоков в ствол осуществляют краном или с помощью специального копра.

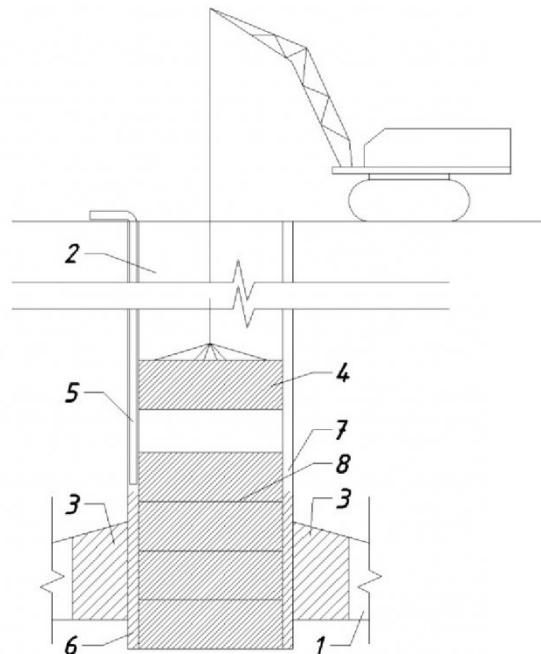


Рис. 1. Схема закладки вертикальной горной выработки
Fig 1. Scheme of a backfill of a vertical mine working

Для изготовления крупногабаритных автоклавных шлакобетонных блоков в КузГТУ разработан способ, согласно которому блоки изготавливают в форме-автоклаве [14]. При этом авто-

главная обработка бетонной смеси в форме производится через открытую поверхность бетонной смеси в форме и пропарочные скважины, которые располагаются в бетонной смеси на заданном расстоянии друг от друга.

Изготовление блоков производится следующим образом. В металлическую форму 1 (рис. 2), которая выполняет функцию автоклава, на высоту укладки смеси устанавливают вертикальные пропарочные скважины 2, выполненные из труб со стенками проницаемыми для пара, но непроницаемыми для бетонной смеси, для устойчивости пропарочные скважины соединяют между собой монтажной арматурой 3, производят укладку бе-

тонной смеси 4 и ее вибротрамбование. При укладке бетонной смеси между крышкой формы и поверхностью уложенной смеси оставляют зазор шириной 100 - 150 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

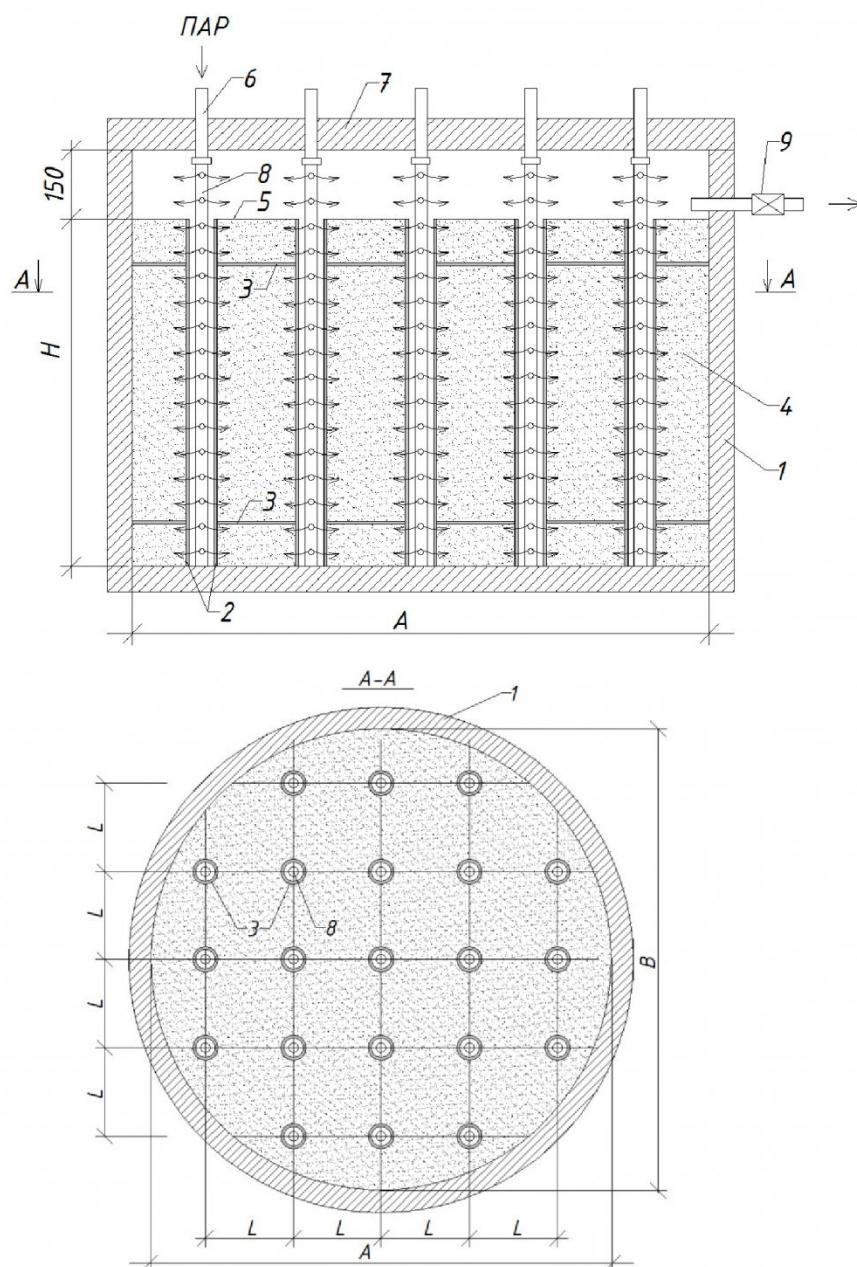


Рис. 2.Форма-автоклав для производства крупногабаритных шлакобетонных блоков для за-
кладки вертикальных выработок

Fig. 2. A form autoclave for production the large-size autoclave slag stones for a backfill of vertical mine workings

бетонной смеси 4 через её открытую поверхность 5 и пропарочные скважины 2. В процессе автоклавной обработки конденсат удаляется через продувочный кран 9.

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

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

Для определения радиуса распространения автоклавной обработки от пропарочной скважины в шлако-известковых смесях разработан экспериментальный лабораторный стенд-модель «Радиальный автоклав».

Лабораторный экспериментальный стенд представляет собой сборную металлическую конструкцию выполненную в виде сектора с углом при вершине 30° (рис. 2), состоящую из рамы 1, двух крышек из листового проката 2, толщиной 8 мм каждая. Нижняя крышка является несъемной, соединена с рамой сварным соединением по внутреннему контуру. Верхняя крышка выполнена съемной для непосредственной укладки закладочного материала в автоклавную камеру. Для обеспечения герметичности «Радиального автоклава» в рабочем состоянии верхняя крышка соединяется с рамой болтовыми соединениями 3. Между рамой и крышкой укладывается паронитовая прокладка с высокотемпературным герметиком 4. В верхней

крышке установлены десять колодцев 5 для размещения термометров. Расстояние между колодцами – 100 мм.

Пропарочная скважина стенд-модели выполнена в виде сектора диаметром 76 мм. Стенка скважины изготовлена из металлической сетки 7 проницаемой для пара, но непроницаемой для шлако-известковой смеси. Для подачи водяного пара в пропарочную скважину стенд-модели применялся лабораторный парогенератор ПГЭ-15МД с объемом котла 15 л. Приготовленную смесь укладывали в радиальный автоклав, после чего закрывали крышкой. Водяной пар под давлением подавали в сектор пропарочной скважины и производили автоклавную обработку закладочной смеси.

После окончания этапа предавтоклавной выдержки уложенной смеси подавали водяной пар в камеру радиального автоклава. Подъем давления в камере автоклава производили до максимального значения - 1,2 МПа. Это обусловлено тем, что при давлении пара выше 1,2 МПа, прочность автоклавного шлакобетона не возрастает [7].

Автоклавная обработка смеси и определение эффективного радиуса её распространения от пропарочной скважины производились следующим образом. Для приготовления закладочной смеси молотый шлак и известь перемешивали до однородного состояния и затворяли водой.

Полученной смесью заполняли автоклавную камеру экспериментального стенд и производили эксперимент. Температуру закладочной смеси образца измеряли жидкостными термометрами.

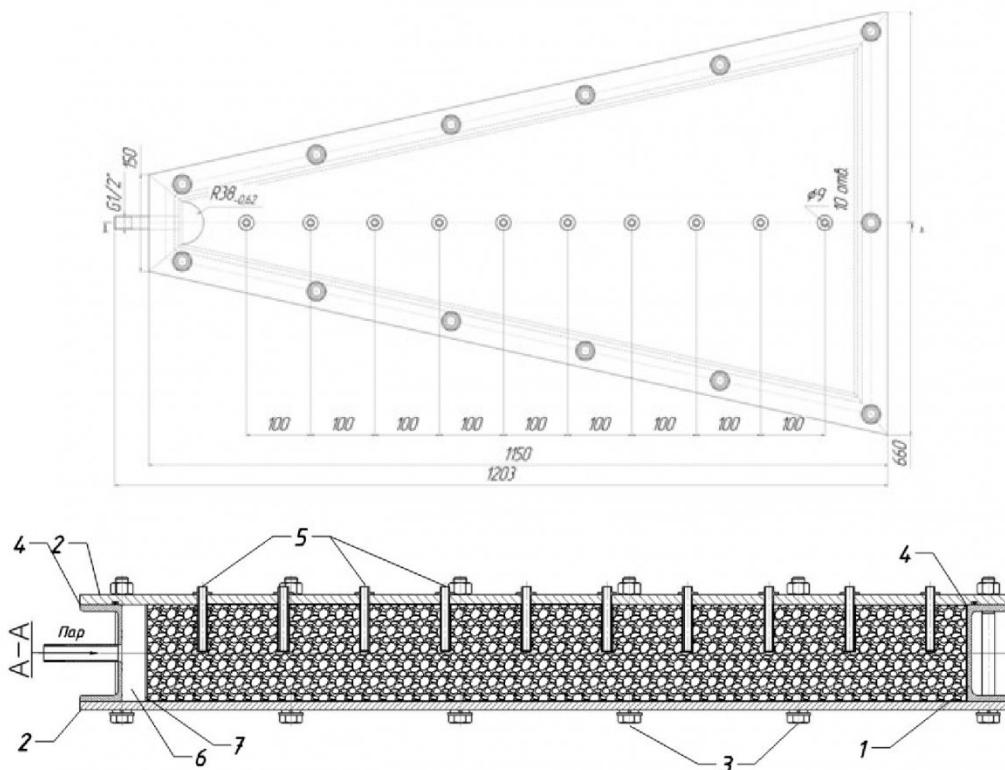


Рис. 3. Лабораторный стенд-модель «Радиальный автоклав»
Fig. 3. Laboratory stand model «Radial autoclave»

Таблица 2. Радиусы автоклавной обработки в зависимости от составов смеси и режима обработки
Table 2. Radiuses of autoclave processing depending on compositions of mix and parameters of processing

Радиус, м	$K_{осн}$	Известь (фракция)	ЗШС (фракция)	ВВО	Режимы автоклавной обработки, час
0,6	0,3	0,08	0,08	0,5	4+0,75+6+5
0,4	0,4	0,08	0,08	0,5	4+0,75+6+5
0,4	0,5	0,08	0,16	0,5	4+0,75+6+5
0,6	0,7	0,16	0,16	0,5	4+0,75+6+5
0,4	0,7	0,16	0,16	0,5	6+0,75+4+4
0,4	0,8	0,16	0,16	0,5	4+0,75+6+5
0,2	0,9	0,16	0,16	0,8	4+0,75+6+5

Показания термометров фиксировали перед началом цикла спуска давления в автоклавной камере. В экспериментах использовали составы закладочной смеси и параметры ее автоклавной обработки, представленные в табл. 1. Количество одинаковых экспериментов было определено на основе предварительных экспериментов равным 5 [14].

Эффективный радиус автоклавной обработки определяли по температуре смеси в автоклаве следующим образом. Существует зависимость между давлением пара и температурой закладочной смеси в замкнутой системе при автоклавной обработке. Минимальному значению давления водяного пара 0,9 МПа, при котором происходит автоклавный синтез закладочной смеси [7], соответствует температура 174,53 °C [7]. При распространении изотермической поверхности в пропариваемой смеси от пропарочной скважины, давление и, следовательно, температура постепенно снижаются. При этом границей эффективного радиуса распространения автоклавной обработки от пропарочной скважины принимался радиус, при котором температура смеси составляла 175 °C.

По результатам выполненных исследований установлены значения радиусов распространения эффективной автоклавной обработки закладочной

смеси от пароинъектора в зависимости от параметров закладочной смеси и её автоклавной обработки. Результаты исследований представлены в табл. 2.

Результаты данных исследований позволили разработать методику определения рациональных параметров закладочной шлако-известковой смеси и её автоклавной обработки для реализации разработанной технологии закладки вертикальных горных выработок крупногабаритными автоклавными блоками на основе шлаковых отходов топливно-энергетических предприятий.

Разработанная технология закладки позволяет обеспечить экологическую безопасность прилегающих к ликвидированной вертикальной выработке территорий при минимальных трудовых и материальных затратах и одновременно утилизировать техногенные шлаковые отходы топливно-энергетических предприятий.

Кроме этого, разработанные в результате данного исследования безусадочные и водонепроницаемые шлако-известковые автоклавные бетоны и технология производства крупногабаритных автоклавных блоков, безусловно, найдут применение и в строительном комплексе, как альтернатива цементным бетоном.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с пользованием недрами. РД 07-291-99 / Федеральный горный и промышленный надзор России. – М. : ГУП "НТЦ "Промышленная безопасность", 2002. – 17 с.
- «Эталон проекта ликвидации шахты» (утвержден приказом Министерства энергетики Российской Федерации от 01.11.2001 г.)
- 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.
- Лудзиш В. С. Гидрогеологические проблемы ликвидации шахт Кузбасса и пути их решения / ЭКО-бюллетень ИнЭкА № 6 (137), ноябрь 2009/январь 2010 г. – Новокузнецк: ООО «ИнЭкА-консалтинг» – С. 44–47
- 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.
- 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.
- Боженов П. И. Технология автоклавных материалов. – Л. : Стройиздат, Ленингр. Отд., 1978. – 368 с.
- 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.

9. Исследование зависимости компрессионных свойств автоклавных закладочных материалов на основе топливных шлаков от параметров закладочной смеси / Исаенко А. В., Угнянича А. В. // Кузбасского государственного технического университета. 2011. № 1. С. 34 – 37
10. Исследование зависимости компрессионных свойств автоклавных закладочных материалов на основе топливных шлаков от параметров параметров автоклавной обработки / Исаенко А. В., Угнянича А. В. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2011. № 1. С. 34 – 37
11. Исследование зависимости фильтрационных свойств закладочных автоклавных материалов на основе топливных шлаков от параметров закладочной смеси / Угнянича А. В., Хмеленко Т.В., Солонин К.Д. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 3. С. 59 – 62.
12. Исследование зависимости фильтрационных свойств закладочных автоклавных материалов на основе топливных шлаков от параметров параметров автоклавной обработки / Угнянича А. В., Хмеленко Т.В., Солонин К.Д. // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2012. № 3. С. 63 – 67.
13. Способ закладки вертикальной выработки. Патент № 2449129. Опубл. 27.04. 2012. Бюл. №12. Авторы: Исаенко А.В., Угнянича А.В., Хмеленко Т.В., Гладких Л.Н.
14. Способ производства крупногабаритных бетонных блоков в форме-автоклаве. Патент № 2562307. Опубл. 10.09.2015. Бюл. №25. Авторы: Угнянича А.В., Солонин К.Д., Струкова Е.А
15. Ашмарин, И.П. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов / И.П. Ашмарин, И. Н. Васильев, В. А. Амбросов. – Л. : ЛГУ, 1975. – 76 с.

REFERENCES

1. The instruction about an order of conducting works on elimination and preservation of the hazardous production facilities connected with use of natural resources (RD 07-291-99) // Federal inspectorate for mining and industry of Russia. – M.: State unitary enterprise "STC Industrial safety, 2002. – 17 pages.(rus)
2. «A standard of the project of liquidation of mine» (it is approved as the order of the Ministry of Energy of the Russian Federation of 01.11.2001)
3. The industry instruction about an order of elimination and preservation of the enterprises for coal mining (slate) / I. F. Petrov, V. S. Zimich, A. M. Navitny, etc. – M.: IP-KON of the Russian Acad. of Sciences, 1997. - 27 p..
4. Ludzish V. S. Hydrogeological problems of liquidation of mines of Kuzbass and way of their solution / ECO BULLETIN of INEKA No. 6 (137), November 2009/January 2010 of – Novokuznetsk: JSC INEKA-consulting – Page 44–47
5. Liquidations of hazardous production facility of LLC Mine Tyrganskaya. General explanatory note: project documentation: PD79-2009/P-G / Volume 1/EBRD A. A. Bychkovsky. – Kemerovo: LLC Sibgeoprojekt, 2010. – 238 pages.
6. Korneeva of E. V. Composition cementless knitting from industrial waste and stowage mix on his basis / E. V. Korneeva, S. I. Pavlenko. – M.: Publishing house of Association of construction higher education institutions, 2009. – 139 pages.
7. Bozhenov of P. I. Technology of autoclave materials. – L.: Stroyizdat, Le-ningr. otd-ny, 1978. – 368 pages.
8. The report of the vice-president "National association of producers and consumers of ashes and slag waste" O. A. Novoselova on a round table "The address with waste of production and consumption: problems and decisions", Federation Council of the Federal Assembly of the Russian Federation
9. Research of dependence of compression properties of autoclave backfill materials on the basis of fuel slags from parameters of backfill mix / Isayenko A.V., Uglyanitsa A. V./Vestn. KuzSTU. 2011. No. 1. Page 34 – 37
10. Research of dependence of compression properties of autoclave backfill materials on the basis of fuel slags from parameters of parameters of autoclave processing/Isayenko A. V., Uglyanitsa A. V./Vestn. KuzSTU. 2011. No. 1. Page 37 – 40
11. Research of dependence of filtrational properties of autoclave stowage materials on the basis of fuel slags from parameters of parameters of backfill mix / Uglyanitsa A. V., Khmelenko T.V., Solonin K.D. //Vestn. KuzSTU. 2012. No. 3. Page 59 – 62
12. Research of dependence of filtrational properties of autoclave stowage materials on the basis of fuel slags from parameters of parameters of autoclave processing / Uglyanitsa A. V., Khmelenko T.V., Solonin K.D. //Vestn. KuzGTU. 2012. No. 3. Page 63 – 67
13. System of a backfill of vertical mine working. Patent No. 2449129. Publ. 27.04. 2012. Bulletin No. 12. Authors: Isaenko A.V., Uglyanitsa A.V., Khmelenko T.V., Gladkikh L.N.
14. System of production of large-size concrete blocks in a form autoclave. Patent No. 2562307. Publ. 10.09.2015. Bulletin No. 25. Authors: Uglyanitsa A.V., Solonin K.D., Strukova E.A.
15. Ashmarin, I.P. Fast methods of statistical processing and planning of experiments / Nominative Ashmarin, I. N. Vasilev, V. A. Ambrosov. – L.: LGU, 1975. – 76 pages.