

УДК 622.257.1

ЗАВИСИМОСТЬ КОМПРЕССИОННЫХ СВОЙСТВ ШЛАКО-ИЗВЕСТКОВЫХ АВТОКЛАВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ИХ ПРЕДАВТОКЛАВНОЙ ВЫДЕРЖКИ

А.В. Исаенко, Т.И. Александрова

*ГОУ ВПО «Кузбасский государственный технический
университет», г. Кемерово*

Рецензент д-р техн. наук, профессор А.В. Угляница

Ключевые слова и фразы: автоклавные материалы; вертикальные горные выработки; закладка; шлак топливных предприятий.

Аннотация: При закрытии шахт все вертикальные выработки необходимо закладывать безусадочным материалом. Шлако-известковые автоклавные материалы возможно использовать для закладки. Представлены зависимости компрессии шлако-известковых закладочных материалов от продолжительности их предавтоклавной выдержки.

При закрытии шахт, согласно требованиям нормативных документов [4], необходимо производить закладку ликвидируемых вертикальных выработок безусадочным и водоупорным материалом. В ходе реструктуризации угольной промышленности РФ эти требования не соблюдались – все стволы были либо просто перекрыты изолирующей перемычкой в устьевой части, либо засыпаны горелой породой или глиной.

Такой подход привел к значительному нарушению экологии Кузбасса и даже к гибели людей.

Причиной несоблюдения требований нормативных документов при закладке стволов послужило отсутствие недорогого и эффективного способа закладки вертикальных выработок безусадочным и водоупорным материалом. Выполненный в КузГТУ анализ известных способов закладки

Исаенко Алексей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры строительного производства и экспертизы недвижимости, e-mail: K073797@ya.ru; Александрова Тамара Игоревна – студентка, ГОУ ВПО «Кузбасский государственный технический университет», г. Кемерово.

выработанного пространства показал, что все они разработаны для закладки горизонтальных и наклонных горных выработок, обладают значительной трудоемкостью и стоимостью, вследствие использования дорогостоящих закладочных материалов и технологических приемов, и для закладки вертикальных выработок не пригодны.

Настоящее исследование выполнялось с целью изучения компрессионных свойств автоклавного материала, на основе дешевого вяжущего из молотого шлака топливных предприятий Кузбасса и извести, и возможности его применения для закладки вертикальных горных выработок.

Известно, что на физико-механические свойства автоклавных материалов может оказывать влияние продолжительность предавтовлажной выдержки. Это влияние слабо изучено, но известно, что продолжительность выдержки растворов и бетонов перед автоклавной обработкой может оказывать существенное влияние на качественные характеристики автоклавных материалов [2].

Увеличение продолжительности предавтовлажной выдержки с 2 до 12 ч может привести к увеличению прочности до 20 % [2]. При проведении исследований принимаем продолжительность предавтовлажной выдержки от 2 до 10 ч с шагом 2 ч. Это связано с технологическими особенностями послойного создания искусственного массива в вертикальной горной выработке, когда к созданию последующего слоя приступают только после завершения твердения предыдущего. В этом случае любое увеличение каждого технологического этапа приведет к значительному увеличению продолжительности закладки вертикальной горной выработки и, в свою очередь, к ее удорожанию. Следовательно необходимо свести продолжительность каждого этапа к минимуму. Но для заполнения большого объема выработанного пространства и создания в выработке герметичной автоклавной камеры требуются значительные временные интервалы. Для сокращения расходов вяжущих, с целью получения закладочного материала с такими же свойствами, необходимо провести исследования с увеличенным периодом предавтовлажной выдержки. Максимальную продолжительность предавтовлажной выдержки принимаем 10 ч, так как большие значения не рациональны.

Существенное влияние на физико-механические свойства автоклавных материалов оказывают и другие параметры автоклавной обработки: продолжительность подъема давления (принимали 0,75 ч), продолжительность выдержки при максимальном давлении (принимали 6 ч), продолжительность спуска давления (принимали 5 ч), максимальное давление водяного пара (0,9 МПа); а также параметры смеси, которые при исследовании принимали следующими: тип извести (негашеная кальциевая известь первого сорта), степень дисперсности составляющих вяжущего (фракция «-0,16»), водовяжущее отношение (ВВО = 0,5). Один из важных параметров смеси – коэффициент основности $K_{осн}$ – принимали, исходя из предварительных исследований, равным 0,7 и изменяли в дальнейшем для выявления зависимостей.

При проведении лабораторных испытаний образцы изготавливали в лабораторном автоклаве АЛ, предназначенном для проведения физико-

химических обработок различных веществ и материалов нейтральными, кислыми и щелочными растворами при повышенной температуре и под давлением.

Обработку вели по заданному температурному графику. Подъем и спуск температуры регулировали с помощью реостата. Давление контролировали с помощью манометра, установленного на автоклаве.

Для определения относительной деформации испытание автоклавного материала производили методом компрессионного сжатия в соответствии с ГОСТ 12248–96 [3]. Эту характеристику определяли по результатам испытаний образцов в компрессионном приборе (одометре), исключающем возможность бокового расширения образца при его нагружении вертикальной нагрузкой.

Предварительные испытания показали, что средняя плотность шлакоизвестковых автоклавных материалов не превышает 1250 кг/м^3 . При глубине стволов до 1000 м максимальное давление для определения компрессионных свойств автоклавных материалов 12,5 МПа, такой негативный вариант возможен при отсутствии сцепления закладочного массива с крепью ствола.

В соответствии с ГОСТ 12248–96 [3] нагружение производили ступенями. Величину ступени принимали 0,2 МПа. Каждую ступень нагружения прикладывали до условной стабилизации деформации образца, за критерий которой принимали скорость деформации образца, не превышающую 0,01 мм за последние 10 мин наблюдений. Деформацию образца измеряли индикатором часового типа.

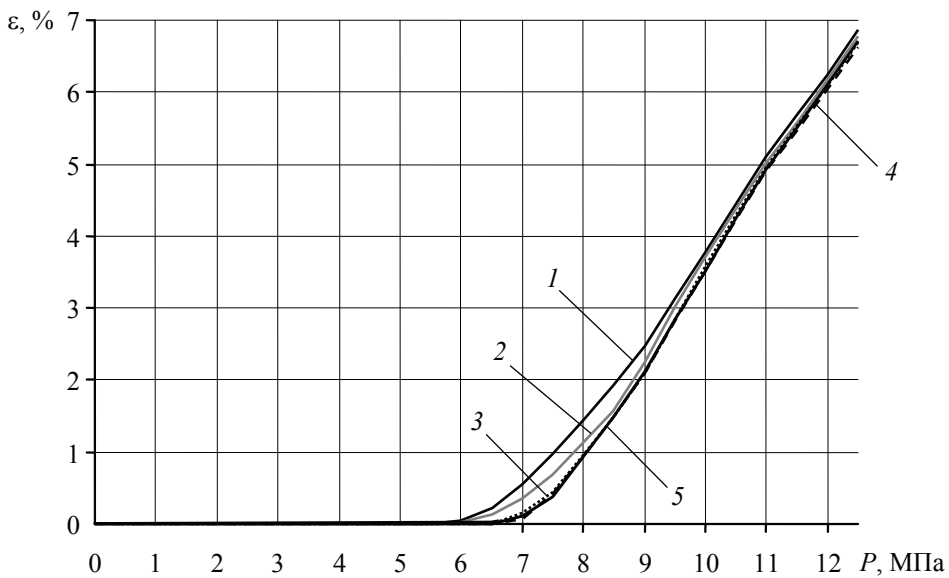
С целью определения необходимого минимального числа испытаний одинаковых образцов, а также для дальнейшего планирования экспериментальных исследований были выполнены испытания десяти однотипных образцов [1]. Эти испытания показали, что необходимое количество одинаковых образцов для точности полученного результата, равной 10 %, составляет $n = 6,78 \pm 2,87$. В дальнейшем в каждой серии экспериментов ограничивались десятью образцами [1].

Если образцы не сжимались, то значение коэффициента основности снижали с шагом 0,1, если сжимались – увеличивали с шагом 0,1. После получения безусадочного материала или определения минимального значения коэффициента основности, при котором образцы не сжимались, изменяли исследуемый параметр автоклавной обработки.

Фрагмент результатов испытаний представлен в таблице. Графическая иллюстрация результатов исследования представлена на рисунке.

Компрессия образцов, испытанных при давлении 12,5 МПа

$K_{\text{осн}}$	Компрессия, %, при продолжительности предавтоклавной выдержки, ч				
	2	4	6	8	10
0,6	6,88	6,78	6,68	6,62	6,71
0,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Зависимость компрессии ε от нагрузки P при различной продолжительности предавтовлажной выдержки, ч (при $K_{осн} = 0,6$):
 1 – 2; 2 – 4; 3 – 6; 4 – 8; 5 – 10

Из результатов исследований можно сделать вывод, что продолжительность предавтовлажной выдержки шлако-известковых автоклавных материалов в интервале 2–10 ч не оказывает значимого воздействия на компрессию автоклавного вяжущего.

Результаты проведенных исследований позволят определить рациональные параметры закладочной смеси для получения безударного массива и разработать на их основе технологии закладки вертикальных горных выработок автоклавными вяжущими на основе отходов топливно-энергетических предприятий и извести.

Список литературы

1. Ашмарин, И. П. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов / И.П. Ашмарин, И.Н. Васильев, В.А. Амбросов. – Л. : Изд-во ЛГУ, 1975. – 78 с.
2. Боженков П. И. Технология автоклавных материалов : учеб. пособие для студентов вузов. – Л. : Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1978. – 368 с.
3. ГОСТ 12248–96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. – Взамен ГОСТ 12248–78, ГОСТ 17245–79, ГОСТ 23908–79, ГОСТ 24586–90, ГОСТ 25585–83, ГОСТ 26518–85 ; введ. 1991–01–01. – М. : Стройиздат, 1996. – 64 с.
4. Инструкция о порядке ведения работ по ликвидации и консервации опасных производственных объектов, связанных с использованием недр : РД 07-291-99 / Федер. горный и пром. надзор России. – М. : ГУП «НТЦ «Промышленная безопасность», 2002. – 17 с.

**Dependences of Compression Properties of Slag
and Quicklime Autoclave Materials on the Duration
of Their Exposure before Autoclaving**

A.V. Isaenco, T.I. Aleksandrova

Kuzbass State Technical University, Kemerovo

Key words and phrases: autoclave materials; backfill; slag of fuel companies; vertical mine workings.

Abstract: When closing the mines, all vertical mine workings must be backfilled with non-shrinking material. Slag and quicklime autoclave materials may be used for backfill. Dependences of compression properties of slag and quicklime backfill materials on the duration of their exposure before autoclaving are presented.

© А.В. Исаенко, Т.И. Александрова, 2011