

УДК 622.257.1

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПРЕССИОННЫХ СВОЙСТВ ЗАКЛАДОЧНЫХ АВТОКЛАВНЫХ МАССИВОВ

© А.В. Исаенко, А.В. Угляница

Ключевые слова: закладка; горная выработка; топливный шлак; известь; компрессия; автоклавная обработка. Приведены зависимости компрессионных свойств автоклавных закладочных материалов, состоящих из молотого топливного шлака и негашеной извести, от параметров закладочной смеси и автоклавной обработки.

В связи с реструктуризацией угольной промышленности в России было закрыто 188 угольных шахт, в т. ч. в Кузбассе закрыто 42 шахты и ликвидировано 157 вертикальных стволов. При этом требования нормативных документов [1], обязывающих производить закладку ликвидируемых вертикальных выработок безусадочным и водоупорным материалом, 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 не соблюдения 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 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 оказывают влияние параметры закладочной смеси: тип извести (гашеная известь, негашеная известь, сорт извести); степень дисперсности составляющих вяжущего; водовязующее отношение (ВВО); коэффициент основности (соотношение, учитывающее содержание различных химических элементов, участвующих в образовании новых соединений). Кроме этого, на физико-механические свойства автоклавных материалов оказывают также влияние параметры их автоклавной обработки – продолжительность: предавтоклавной выдержки, подъема давления водяного пара, выдержки при максимальном давлении водяного пара и спуска давления водяного пара.

Тип используемой извести. В настоящее время кальциевая известь является основным сырьем для производства автоклавных материалов. Процессам гашения извести в производстве силикатных изделий придается важное значение. В результате исследований и производственного опыта установлено, что чем больше в извести свободной CaO , тем энергичнее идет процесс синтеза новообразований, к тому же химически связанная вода значительно снижает механические свойства материала. Предварительные исследования показали, что использование кальциевой извести второго и третьего сортов не обеспечивает необходимых компрессионных свойств автоклавного материала, к тому же компрессионные свойства образцов с одинаковыми параметрами изменялись в значительных пределах. Для проведения экспериментальных исследований использовали негашеную кальциевую известь первого сорта с суммарным содержанием условной CaO более 90 % и производную ее гашения.

Степень дисперсности составляющих вяжущего. Для обеспечения реакции на поверхности зерен большое значение имеет дисперсность компонентов вяжущего, т. е. чем меньше размер зерен, тем быстрее заканчивается формирование цементующей связи. Во всех работах, посвященных изучению влияния тонкости помола компонентов автоклавных вяжущих, показано, что уменьшение размера зерен приводит к улучшению механических свойств автоклавных материалов. В экспериментах использовали молотую золу и известь двух стандартных фракций «– 0,16» и «– 0,08».

Водовязующее отношение. Значение водовязующего отношение может изменяться в значительных пределах, зависящих от требуемой подвижности раствора или бетонной смеси. При низком значении увеличивается трудоемкость перемешивания компонентов, при высоком значении резко снижаются механические свойства материала, поэтому необходимо подбирать оптимальное значение, которое обеспечит необходимую подвижность смеси при минимальных затратах. Для проведения исследований принимали водовязующее отношение равным 0,4–0,8.

Коэффициент основности. Анализ химического состава шлака электростанций Кузбасса показал, что он может существенно отличаться в зависимости от места

их получения. Соответственно, при составлении рецептуры смеси нельзя оперировать абсолютными весовыми или объемными компонентами смеси. В этом случае целесообразно использовать коэффициент основности, который характеризует способность смеси связываться в моносилкат кальция и рассчитывается по формуле [2]:

$$K_{\text{осн}} = \frac{(\text{CaO} + 0,93\text{MgO} + 0,6\text{R}_2\text{O}) - (0,55\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7\text{SO}_3)}{0,93\text{SiO}_2},$$

где $(\text{CaO} + 0,93\text{MgO} + 0,6\text{R}_2\text{O})$ – общее (валовое) содержание «условной» CaO , %; $(0,55\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7\text{SO}_3)$ – количество CaO , связываемой соответствующими окислами и не участвующей в образовании силикатов, %; $0,93\text{SiO}_2$ – количество CaO для связывания SiO_2 в моносилкат кальция, %.

Продолжительность выдержки закладочной смеси перед автоклавной обработкой. Влияние продолжительности предавтовлажной выдержки слабо изучено, но известно, что увеличение продолжительности предавтовлажной выдержки с 2 до 12 часов может привести к увеличению прочности до 20 % [2]. При проведении исследований принимали продолжительность предавтовлажной выдержки от 2 до 10 часов с шагом 2 часа. Ограничение максимальной продолжительности выдержки закладочной смеси до 10 часов связано с технологическими особенностями послойного создания искусственного автоклавного массива в вертикальной горной выработке, когда к созданию последующего слоя приступают только после завершения твердения предыдущего. Поэтому любое увеличение каждого технологического этапа приведет к увеличению продолжительности и стоимости закладки.

Продолжительность (скорость) подъема давления водяного пара до максимального значения. Продолжительность подъема давления водяного пара принимали в интервале от 0,75 до 4,5 часов с шагом 1,5 часа. Это связано с тем, что пропаривание закладочного материала производится через инжекторы, расположенные внутри этого материала. Увеличение расстояния между инжекторами, и, соответственно, снижение их стоимости, приведет к увеличению продолжительности подъема давления водяного пара. Так как для закладки вертикальных горных выработок используются материалы с низким комплексом эксплуатационных свойств, то любое даже незначительное их понижение может сделать эти материалы непригодными для закладки. Следовательно, необходимо провести комплекс исследований по изучению влияния продолжительности подъема давления водяного пара на компрессионные свойства закладочного материала. Минимальная продолжительность подъема давления связана с необходимостью разогрева массива паром с ограниченной температурой (т. е. давление пара не должно превышать 0,9 МПа).

Продолжительность выдержки образцов при максимальном давлении (изотермической выдержки) определяется требованиями, предъявляемыми к качеству изделия в зависимости от величины давления водяного пара. Продолжительность этого этапа должна быть тем короче, чем выше давление, в ряде случаев он может отсутствовать (пиковый режим). В работе диапазон изменения принимали от 0 до 8 часов с шагом 2 часа,

поскольку дальнейшее увеличение нерационально и может привести лишь к дополнительным затратам.

Продолжительность (скорость) спуска давления с максимального значения до атмосферного. При резком падении давления водяного пара условия для протекания химических реакций менее благоприятны, чем при медленном снижении, к тому же на этом этапе изделие имеет более высокую температуру, чем окружающая среда, поэтому в порах, заполненных конденсатом, происходит бурное парообразование, что может привести к значительному снижению компрессионных свойств. Продолжительность спуска давления водяного пара принимаем в интервале от 0,45 до 5 часов. Минимальная продолжительность спуска давления водяного пара связана с естественной продолжительностью процесса передачи тепла, а максимальная продолжительность с необходимостью получения закладочного массива с требуемыми свойствами при минимальных материальных и трудовых затратах.

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 ГОСТом 12248–96 [3]. Эту характеристику определяли по результатам испытаний образцов в компрессионном приборе (одометре), исключая возможность бокового расширения образца при его нагружении вертикальной нагрузкой.

С целью определения необходимого минимального числа испытаний одинаковых образцов, а также для дальнейшего планирования экспериментальных исследований были выполнены испытания десяти однотипных образцов [3].

Для испытаний использовали молотый шлак Кемеровской ТЭЦ. Диаметр образцов принимали 71 мм, а высоту – 20 мм. Химический состав используемой негашеной извести первого сорта CaO – 94,00 %, MgO – 1,99 %, SiO_2 – 1,00 %, Al_2O_3 – 1,05 %, Fe_2O_3 – 1,07 %, SO_3 – 0,5 %. Для испытаний использовали водопроводную воду. Все компоненты смеси взвешивали на электронных весах с точностью измерения 0,01 г. Количество извести определяли исходя из необходимого коэффициента основности ($K_{\text{осн}}$), рассчитываемого по формуле [2]. Для приготовления образцов сухую золу и известь перемешивали до однородного состояния, после чего в смесь добавляли воду. Полученную смесь перемешивали, заполняли ею направляющее кольцо одометра, помещали его в автоклав и производили автоклавную обработку. Затем на гидравлическом прессе производили испытания компрессии полученного охлажденного до комнатной температуры автоклавного материала. При этом помещали в прибор штамп и индикатор часового типа и записывали его первоначальные показания; устанавливали прибор на гидравлический пресс.

Предварительные испытания показали, что средняя плотность автоклавных материалов на основе молотого шлака 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 ГОСТом 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.

Предварительные 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 [4].

Согласно рекомендациям [2] коэффициент основности для прочных автоклавных материалов необходимо принимать равным 0,8–1,2. Закладочный материал для вертикальных горных выработок не должен обладать высокими прочностными свойствами, поскольку в этом случае будет иметь место компрессионное сжатие, к тому же нагрузка от вышележащего материала будет незначительной. Исходя из этого, первоначально принимали смесь с коэффициентом основности равным 0,8. Если образцы сжимались – увеличивали содержание извести в смеси с шагом коэффициента основности равным 0,1 до получения беззасадочного материала, если не сжимались – уменьшали шагом 0,1 до тех пор, пока образцы не давали усадку при каких либо нагрузках.

Как известно, при использовании гашеной извести вместо негашеной физико-механические свойства автоклавных вяжущих значительно снижаются. Исходя из этого, первоначально для исследований принимали смесь с коэффициентом основности равным 1,2. Если образцы сжимались – увеличивали содержание извести в смеси с шагом коэффициента основности равным 0,1 до получения беззасадочного материала, если не сжимались – уменьшали шагом 0,1 до тех пор, пока образцы не давали усадку при каких либо нагрузках.

Согласно рекомендациям [2] водовязущее отношение для автоклавных материалов необходимо принимать равным 0,4–0,8. Поскольку при проведении испытаний по определению влияния коэффициента основности на компрессионные свойства автоклавного материала из молотого шлака и извести были испытаны образцы с минимальным значением водовязущего отношения, то в дальнейших испытаниях первоначально изготавливали образцы с водовязущим отношением 0,4 и минимальным коэффициентом основности, при котором не сжимались образцы, испытанные при определении влияния коэффициента основности на компрессионные свойства автоклавного материала. Если образцы не сжимались, то значение коэффициента основности снижали с шагом 0,1 до тех пор, пока образцы начинали сжиматься, если сжимались – увеличивали с шагом 0,1 до получения беззасадочного материала. В дальнейшем увеличивали водовязущее отношение с

шагом 0,1 до 0,8 и, изменяя коэффициент основности с шагом 0,1, определяли степень влияния водовязущего отношения на компрессионные свойства автоклавного материала.

Для приготовления вышеуказанных образцов использовали молотый отвалный шлак Кемеровской ТЭЦ фракции «–0,16», негашеную (гашеную) кальцевую известь первого сорта фракции «–0,16» и воду.

Как известно, более тонкий помол вяжущего может значительно улучшить физико-механические свойства материала. Согласно [2], зерна менее 0,16 мм следует рассматривать как составляющие вяжущего, но при очень тонком измельчении частицы вяжущего слипаются между собой и наблюдается обратный эффект. Для определения степени дисперсности вяжущих обычно принимают сито с размером ячеек 0,08 мм. При проведении экспериментов использовали негашеную известь фракции «–0,08». Первоначально изготавливали образцы с негашеной известью фракции «–0,08» и водовязущим отношением 0,5 (т. к. при таком ВВО тесто легко изготавливается и избыточная вода не оказывает влияния на механические свойства материала) и минимальным коэффициентом основности, при котором не сжимались образцы, испытанные при определении влияния коэффициента основности на компрессионные свойства автоклавного материала. Если образцы не сжимались, то значение коэффициента основности снижали с шагом 0,1 до получения материала, который сжимался, если сжимались – увеличивали с шагом 0,1 до получения беззасадочного материала. Для приготовления образцов использовали молотый отвалный шлак Кемеровской ТЭЦ фракции «–0,16».

При проведении экспериментов по определению влияния тонкости помола компонентов вяжущего на его компрессионные свойства использовали негашеную известь и молотый шлак фракции «–0,08». Первоначально изготавливали образцы из негашеной извести и молотого шлака фракции «–0,08», водовязущим отношением 0,5 и минимальным коэффициентом основности, при котором не сжимались образцы, испытанные при определении влияния тонкости помола негашеной извести на компрессионные свойства автоклавного материала.

Если образцы не сжимались, то значение коэффициента основности снижали с шагом 0,1 до получения материала, который сжимался, если сжимались – увеличивали с шагом 0,1 до получения беззасадочного материала.

Первоначальную продолжительность каждого этапа автоклавной обработки образцов принимали следующими: предавтоклавная выдержка – 4 часа; подъема давления водяного пара – 0,75 часа; выдержка образцов при максимальном давлении водяного пара – 6 часов; спуска давления водяного пара до атмосферного – 5 часов. Для выявления степени влияния каждого параметра на компрессионные свойства закладочных материалов изменяли значения этого параметра по указанным ниже алгоритмам.

Если образцы не сжимались, то значение коэффициента основности снижали с шагом 0,1, если сжимались – увеличивали с шагом 0,1 (при этом коэффициент основности увеличивали до значения 1,1, т. к. использование смесей с большим содержанием извести не целесообразно). После получения беззасадочного

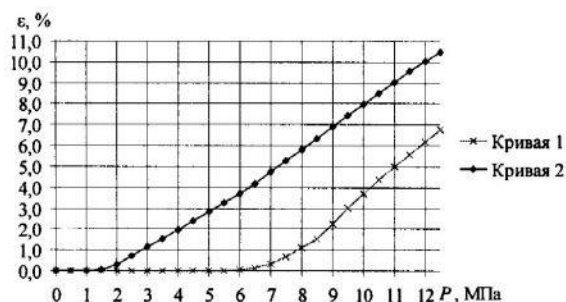


Рис. 1. Зависимость компрессии ε от нагрузки P и коэффициента основности $K_{осн}$ (с применением негашеной извести): кривая 1 – $K_{осн} = 0,6$; кривая 2 – $K_{осн} = 0,5$

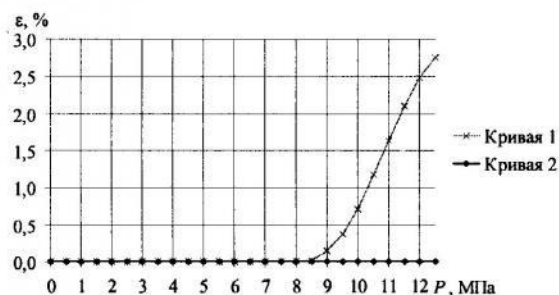


Рис. 2. Зависимость компрессии ε от нагрузки P и коэффициента основности $K_{осн}$ (с применением гашеной извести): кривая 1 – $K_{осн} = 1,2$; кривая 2 – $K_{осн} = 1,3$

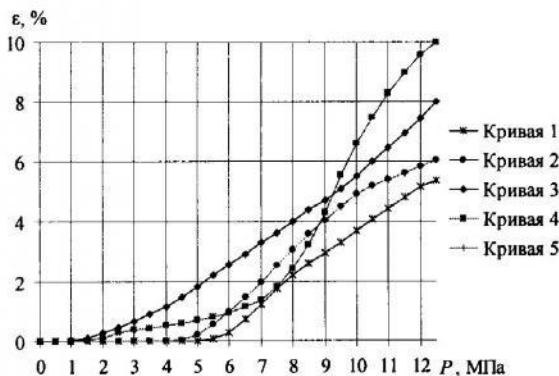


Рис. 3. Зависимость компрессии ε от нагрузки P , коэффициента основности $K_{осн}$ (с применением негашеной извести) водовяжущего отношения (ВВО): кривая 1 – ВВО = 0,4, $K_{осн} = 0,6$; кривая 2 – ВВО = 0,5, $K_{осн} = 0,6$; кривая 3 – ВВО = 0,6, $K_{осн} = 0,6$; кривая 4 – ВВО = 0,7, $K_{осн} = 0,7$; кривая 5 – ВВО = 0,8, $K_{осн} = 0,8$

материала или определении минимального значения коэффициента основности, при котором образцы не сжимались, изменяли исследуемый параметр автоклавной обработки.

Первоначально определяли степень влияния предавтовлажной выдержки на компрессионные свойства, для этого изготавливали образцы с продолжительностью предавтовлажной выдержки 2 часа и увеличивали до 10 часов с шагом 2 часа.

Для определения степени влияния продолжительности подъема давления водяного пара на компресси-

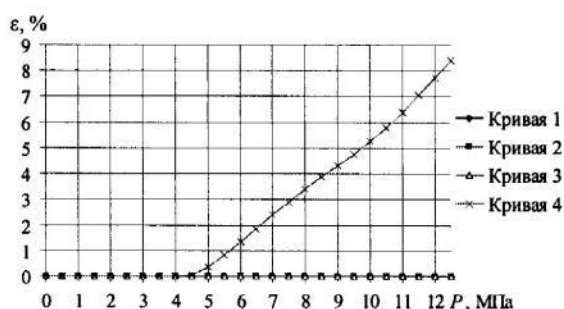


Рис. 4. Зависимость компрессии ε от нагрузки P и коэффициента основности $K_{осн}$: кривая 1 – $K_{осн} = 0,7$; кривая 2 – $K_{осн} = 0,6$; кривая 3 – $K_{осн} = 0,5$; кривая 4 – $K_{осн} = 0,4$

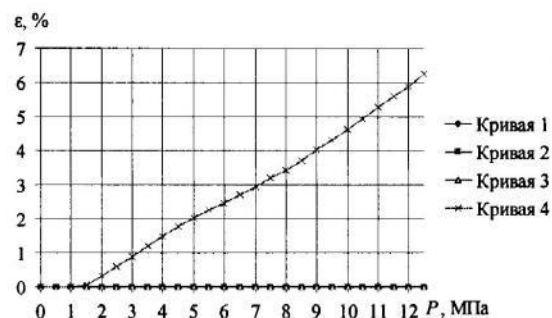


Рис. 5. Зависимость компрессии ε от нагрузки P и коэффициента основности $K_{осн}$: кривая 1 – $K_{осн} = 0,5$; кривая 2 – $K_{осн} = 0,4$; кривая 3 – $K_{осн} = 0,3$; кривая 4 – $K_{осн} = 0,2$

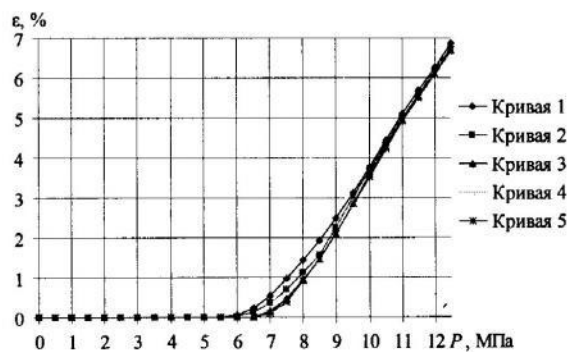


Рис. 6. Зависимость компрессии ε от нагрузки P и продолжительности предавтовлажной выдержки (при $K_{осн} = 0,6$): кривая 1 – 2 часа; кривая 2 – 4 часа; кривая 3 – 6 часов; кривая 4 – 8 часов; кривая 5 – 10 часов

онные свойства автоклавного материала изготавливали образцы с продолжительностью подъема водяного пара – 0,75 часа, затем увеличивали до 1,5 часа и далее с шагом 1,5 часа до 4,5 часов.

Степень влияния продолжительности выдержки смеси в автоклаве при максимальном давлении на компрессионные свойства автоклавного материала первоначально определяли на образцах, выдержанных при максимальном давлении водяного пара в течение 8 часов. После этого уменьшали продолжительность автоклавной обработки при максимальном давлении водяного пара до 2 часов с шагом 2 часа.

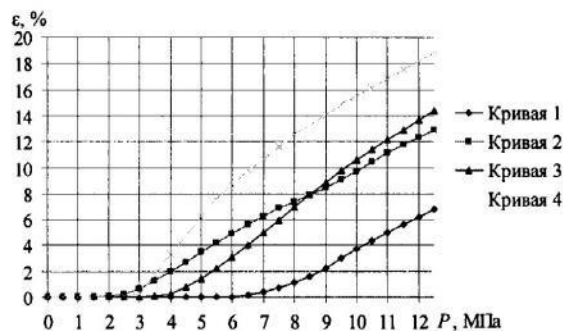


Рис. 7. Зависимость компрессии ϵ от нагрузки P и продолжительности подъема давления (при $K_{осн} = 0,6$): кривая 1 – 0,75 часа; кривая 2 – 1,50 часа; кривая 3 – 3,00 часа; кривая 4 – 4,50 часа

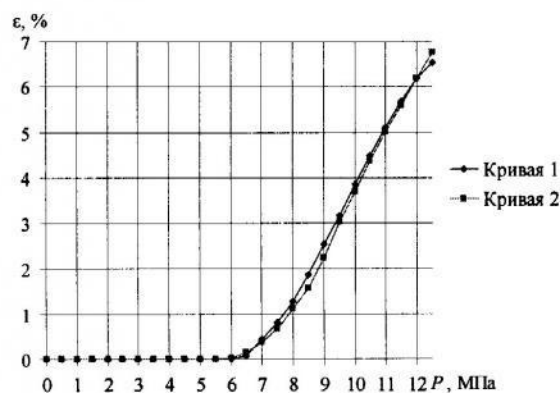


Рис. 8. Зависимость компрессии ϵ от нагрузки P и продолжительности выдержки при максимальном давлении (при $K_{осн} = 0,6$): кривая 1 – 8 часов; кривая 2 – 6 часов

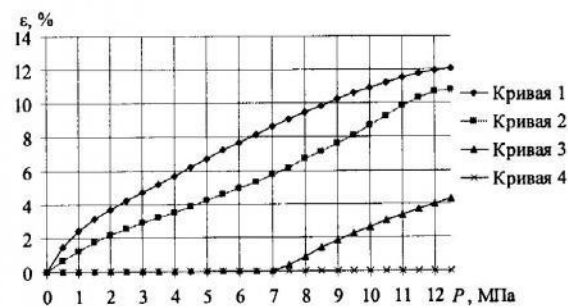


Рис. 9. Зависимость компрессии ϵ от нагрузки P и коэффициента основности $K_{осн}$ (при продолжительности выдержки при максимальном давлении 4 часа): кривая 1 – $K_{осн} = 0,7$; кривая 2 – $K_{осн} = 0,8$; кривая 3 – $K_{осн} = 0,9$; кривая 4 – $K_{осн} = 1,0$

Продолжительность снижения давления водяного пара при исследовании степени влияния продолжительности снижения давления водяного пара на компрессионные свойства автоклавного принимали 5 часов, затем значение указанного параметра снижали с шагом 1 час.

Графическая иллюстрация результатов исследований представлена на рис. 1–12.

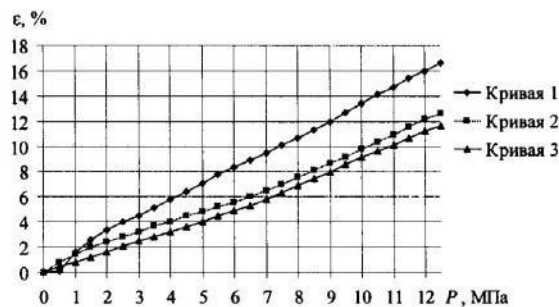


Рис. 10. Зависимость компрессии ϵ от нагрузки P и коэффициента основности $K_{осн}$ (при продолжительности выдержки при максимальном давлении 2 часа): кривая 1 – $K_{осн} = 0,9$; кривая 2 – $K_{осн} = 1,0$; кривая 3 – $K_{осн} = 1,1$

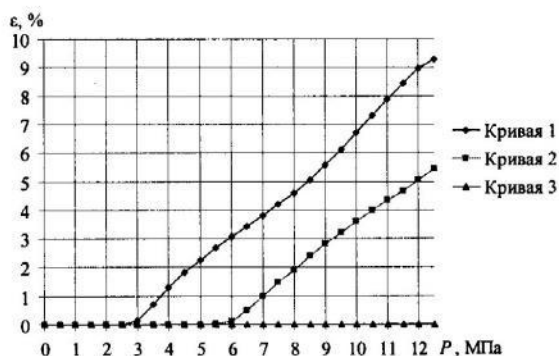


Рис. 11. Зависимость компрессии ϵ от нагрузки P и коэффициента основности $K_{осн}$ (при продолжительности спуска давления 4 часа): кривая 1 – $K_{осн} = 0,7$; кривая 2 – $K_{осн} = 0,8$; кривая 3 – $K_{осн} = 0,9$

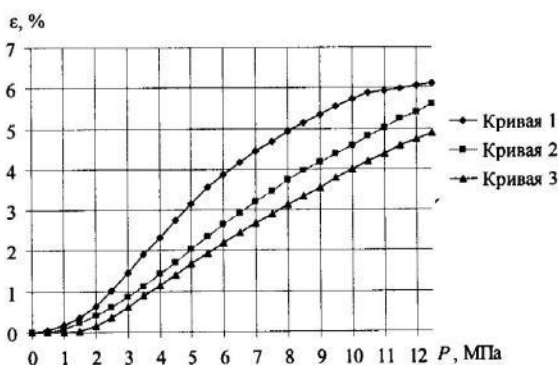


Рис. 12. Зависимость компрессии ϵ от нагрузки P и коэффициента основности $K_{осн}$ (при продолжительности спуска давления 3 часа): кривая 1 – $K_{осн} = 0,9$; кривая 2 – $K_{осн} = 1,0$; кривая 3 – $K_{осн} = 1,1$

Выполненные исследования компрессионных свойств закладочных материалов на основе отходов топливно-энергетической промышленности позволили сделать следующие выводы.

1. Отвальные золошлаковые смеси топливных предприятий с добавкой извести до и после автоклавной обработки не пригодны для закладки вертикальных горных выработок.

2. Для получения безусадочного закладочного автоклавного материала необходимо применять смесь тонкоизмельченного шлака и извести с фракциями «-0,08» и «-0,16» мм.

3. Количество извести в автоклавном вяжущем оказывает значительное влияние на их свойства. При использовании не гашеной извести стандартного помола при водовязущем отношении равном 0,5, параметрах автоклавной обработки 4–0,75–6–5 образцы не сжимаются при коэффициенте основности равном 0,7.

4. При замене не гашеной извести гашеной коэффициент основности возрастает до 1,3.

5. Водовязущее отношение в интервале 0,4–0,6 не оказывает влияния на компрессию автоклавного материала, при водовязущем отношении более 0,6 компрессия материала возрастает.

6. Тонкос измельчение извести до 0,08 мм позволяет снизить коэффициент основности с 0,7 до 0,5.

7. При тонком измельчении шлака и извести до 0,08 мм для получения безусадочного материала коэффициент основности снижается с 0,5 до 0,3.

8. Продолжительность предавтоклавной выдержки в интервале 2–10 часов не оказывает значимого воздействия на компрессию автоклавного вяжущего.

9. При увеличении продолжительности подъема давления водяного пара с 0,75 до 4,5 часов компрессия автоклавного материала увеличивается в 3 раза.

10. Продолжительность автоклавной обработки при максимальном давлении водяного пара в интервале 6–8 часов не оказывает значимого влияния на компрессию материала.

11. Снижение продолжительности автоклавной обработки до 4 часов увеличивает расход извести для получения несжимаемого автоклавного материала.

12. При продолжительности автоклавной обработки шлако-известкового вяжущего менее 4 часов, при коэффициенте основности $\leq 1,1$ и крупности частиц вяжущего $\leq 0,16$ мм невозможно получить безусадочный закладочный материал.

13. Снижение продолжительности спуска давления водяного пара с 5 до 4 часов обуславливает увеличение коэффициента основности для получения безусадочного материала с 0,7 до 0,9.

14. При продолжительности спуска давления водяного пара менее 4 часов при коэффициенте основности $\leq 1,1$ и крупности частиц вяжущего $\leq 0,16$ мм невозможно получить безусадочный материал.

Результаты проведенных исследований позволяют определять рациональные параметры закладочной смеси для получения безусадочного массива при закладке вертикальных горных выработок автоклавными вяжущими на основе отходов топливно-энергетических предприятий и извести.

ЛИТЕРАТУРА

1. 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.
2. Боженов П.И. Технология автоклавных материалов: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Производство строительных изделий и конструкций». 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. Ашмарин И.П., Васильев И.Н., Амбросов В.А. Быстрые методы статистической обработки и планирование экспериментов. Л.: ЛГУ, 1975. 76 с.

Поступила в редакцию 15 февраля 2011 г.

Isaenko A.V., Uglanitsa A.V. STUDY OF COMPRESSION PROPERTIES OF BACKFILL AUTOCLAVE BLOCK

Dependences of compression properties of autoclave backfill materials consisting of ground fuel slag and quicklime on parameters of the backfill mixture and their autoclaving are adduced.

Key words: backfill; mine working; fuel slag; quicklime; compression; autoclaving.