

ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫЕ ЭМУЛЬСИОННЫЕ ВЗРЫВЧАТЫЕ ВЕЩЕСТВА. ОЦЕНКА РЕЦЕПТУРНЫХ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ НА СВОЙСТВА

© A. Kurliak, V. Sobolev, E. Ustimenko, O. Balakin

SAFETY EMULSION EXPLOSIVES. EVALUATION OF PRESCRIPTION FACTORS AFFECTING THE PROPERTIES

Цель – исследовать влияние рецептурных факторов на состав продуктов детонации при создании отечественного предохранительного эмульсионного взрывчатого вещества IV класса.

Методы исследования. Численное моделирование изменения термохимических характеристик предохранительных эмульсионных взрывчатых веществ. Лабораторные методы определения физико-химических характеристик рецептуры образцов патронированных эмульсионных взрывчатых веществ, свойств эмульсий с использованием методик, разработанных ГП «НПО «Павлоградский химический завод». Определение скорости детонации зарядов взрывчатых веществ проводилось с помощью прибора «Voodmate». Исследование предохранительных свойств опытных образцов патронированных эмульсионных взрывчатых веществ проводилось в опытном штреке.

Результаты. Разработаны два способа придания предохранительных свойств эмульсионным взрывчатым веществам: 1 – введением в эмульсионную основу эмульсионных взрывчатых веществ пары ионообменных солей NaNO_3 и NH_4Cl ; 2 – введением в эмульсионную основу эмульсионных взрывчатых веществ трёхкомпонентного комплекса NaNO_3 , NH_4ClO_4 и добавку KCl . Для двух рецептур предохранительных эмульсионных взрывчатых веществ были рассчитаны термохимические характеристики. Установлено, что в сравнении с аналогичными параметрами тротилосодержащего взрывчатого вещества теплота и температура взрыва, кислородный баланс ниже у предохранительных эмульсионных взрывчатых веществ, что свидетельствует о лучших предохранительных свойствах и большей степени экологической безопасности. Выбрана рецептура предохранительного эмульсионного взрывчатого вещества с парой ионообменных солей NaNO_3 и NH_4Cl . Для данной рецептуры были изготовлены опытные образцы. Проведены испытания их взрывчатых и предохранительных свойств, которые показали, что опытные образцы предохранительных эмульсионных взрывчатых веществ относятся к IV классу.

Научная новизна. Установлено соотношение компонентов, обеспечивающее предохранительные свойства на уровне IV класса. Введение пары ионообменных солей (NaNO_3 и NH_4Cl) в состав предохранительного эмульсионного взрывчатого вещества способствовало образованию необходимого количества пламегасителя.

Практическое значение. Полученные результаты по изготовлению образцов предохранительных эмульсионных взрывчатых веществ могут быть использованы при дальнейшем производстве отечественных предохранительных эмульсионных взрывчатых веществ IV класса.

Ключевые слова: эмульсия, эмульсионные взрывчатые вещества, предохранительные свойства, термохимическая характеристика.

Введение. Одним из видов технологических операций, используемых при подземном способе добычи угля, являются взрывные работы. При проведении

подготовительных выработок также широко применяют проходческие комбайны. Механизированный способ проведения горных выработок имеет ряд бесспорных преимуществ, основными из которых являются: непрерывность технологического процесса, высокая скорость проходки. Но этот способ имеет и ряд существенных недостатков: с увеличением крепости пород уменьшается производительность комбайна, значительные габариты проходческих машин, трудоемкость монтажа и демонтажа. Значительно осложняет механизированную проходку неоднородность разрабатываемых горных пород.

Таким образом, взрывные работы являются одним из приоритетных направлений в развитии угольной промышленности. Однако, применение взрывчатых веществ (ВВ) для взрывных работ осложняется тем, что многие шахты относятся к категории шахт опасных по газу и пыли, где использование традиционных ВВ 1 и 2 класса применения недопустимо, так как при их взрыве образуются высокотемпературные продукты детонации В таких шахтах разрешается применять предохранительные ВВ III-VII классов. Основной отличительной чертой предохранительных ВВ является то, что при их взрывании образуются продукты детонации с гораздо меньшей способностью воспламенять метано-воздушную и пылевоздушную смеси по сравнению продуктами детонации от не предохранительных ВВ.

По способу придания предохранительных свойств существуют следующие виды предохранительных ВВ (ПВВ), описанные в литературе [1]:

- взрывчатые вещества в предохранительных оболочках (пламегаситель вводится в оболочку);
- эквивалентные предохранительные взрывчатые вещества (пламегаситель вводится непосредственно в состав ВВ и равномерно в нём распределяется);
- ионнообменные предохранительные взрывчатые вещества (пламегаситель образуется в ходе взрывчатого превращения в очень мелкодисперсном состоянии).

Исследования показали, что при равной степени предохранительности ионнообменные ВВ обладают большей работоспособностью, чем ВВ, построенные по классическому принципу.

Так же в литературе [2] представлены основные требования, которые предъявляют к ПВВ:

- энергия взрыва ПВВ должна быть ограничена, особенно по параметру температуры продуктов детонации;
- ПВВ должны устойчиво детонировать от первичных средств инициирования без образования дефлаграционных процессов;
- ПВВ должны иметь кислородный баланс близкий к нулевому, для исключения пламенных явлений;
- ПВВ не должны содержать посторонних включений, способных гореть в воздухе с развитием высокой температуры.

Постановка проблемы. Современные ПВВ в связи с большим количеством требований, предъявляемых к ним, представляют собой сложные многокомпонентные системы, включающие соли-ингибиторы реакции окисления ме-

тана, ингибитор поджигаемости ВВ, сенсбилизатор, а противоречивость принципов их построения делают выбор и оптимизацию состава крайне сложной задачей.

Анализ литературных источников [3] и последних исследований в этом вопросе показал, что дальнейшее развитие и совершенствование ПВВ может базироваться на эмульсионных взрывчатых веществах (ЭВВ). Эти ВВ, в отличие от аммонитов и угленитов, не содержат в своем составе бризантные ВВ (тротил и нитроэферы). Поэтому они сравнительно дешевле, малотоксичные и безопасные в обращении и применении. [4] Тротил и нитроэферы являются токсичными веществами, ведущими более чем к 30 опасным заболеваниям, несут ущерб организму человека и окружающей среде.

Безопасность применения многих ПВВ, особенно аммонитов, ограничивается из-за их высокой способности «выгорать» при неравномерной плотности ВВ в объеме одного патрона, что может происходить по разным причинам и зависеть как от качества изготовления и условий хранения, так и от бокового воздействия зарядов в смежных шпурах (явление «подбоя» и дефлограции).

Современный ассортимент предохранительных ВВ в Украине для угольных шахт представлен аммонитами – тротилосодержащими ВВ, и угленитами, содержащими нитроэферы.

Согласно проведенному маркетинговому исследованию на 2018 г. потребительский рынок Украины предохранительных ВВ составляет :

- аммонит Ф5 – 880 тонн/год – (IVкласс)
- угленит 10 П (13 П, П 52) – 475 тонн/год– (V класс)

Исходя из выше приведенной информации можно сделать вывод о необходимости разработки отечественных ПЭВВ IV и V классов предохранительности. Дальнейшее развитие и совершенствование ПВВ имеет надежную перспективу, связанную с производственной базой ГП «НПО «ПХЗ» и богатым опытом создания патронированных эмульсионных ВВ марки «ЕРА». [3]

В данный момент нет четких подходов в реализации тех или иных принципов построения эмульсионных предохранительных ВВ (ЭПВВ). С одной стороны, так получилось потому, что данные системы могут быть чрезвычайно сложными по составу, а с другой, – потому, что в полной мере не удастся реализовать известные принципы построения ПВВ в связи с их противоречивостью и возникающими трудностями при создании как самих эмульсий, так и ЭПВВ на их основе. В связи с этим, возникла необходимость корректировки известных принципов построения ПВВ с учетом того, что ПВВ нового поколения будут эмульсионные.

Для придания предохранительных свойств ЭВВ необходимо обеспечивать образование пламегасителя в продуктах детонации путём прямого его диспергирования или путём «синтеза» вследствие ионообменных реакций.

Целью работы является оценка рецептурных факторов влияния на свойства продуктов детонации при создании отечественного ПЭВВ IV класса.

Основной материал. Обеспечение высоких предохранительных свойств ПВВ достигается за счёт образования в его составе соли ингибитора, полученной вследствие ионообменной реакции.

Роль соли-ингибитора сводится к следующему [2]:

– частицы добавок нагреваются продуктами взрыва, что приводит к снижению температуры взрыва;

– при смешивании продуктов взрыва с метано-воздушной смесью добавки, обрывая цепи, тормозят развитие реакций окисления метана, приводящих к воспламенению смеси;

– добавки, являясь положительными катализаторами горения [5], способствуют более полному протеканию химических реакций при взрыве, в результате чего в продуктах взрыва снижается содержание активных промежуточных продуктов, облегчающих воспламенение метано-воздушной смеси.

Из опыта предыдущих исследований был установлен следующий ряд по эффективности пламегасителей (в порядке убывания): NaCl, KCl, K₂CO₃, CaCl₂. [6].

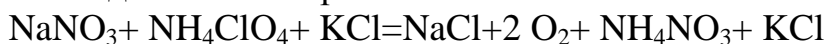
Для придания предохранительных свойств в качестве пламегасителя решили использовать NaCl.

Добавки NaCl в виде твёрдой соляной фракции снижает детонационные характеристики ВВ. Поэтому целесообразно и более эффективно «сентизировать» NaCl вследствие ионообменных реакций, которые протекают при взрывчатом превращении ЭПВВ в продуктах детонации:

1) ввод в состав ПВВ пары ионообменных веществ: нитрата натрия и хлористого аммония:



2) ввод в состав ПВВ ионообменных веществ: нитрата натрия и перхлората аммония с добавкой хлористого калия:



Это дает то преимущество, что хлористый натрий образуется в ходе взрывчатого превращения в очень мелкодисперсном и атомном состоянии.

Исследования, выполненные ранее сотрудниками МакНИИ показали [7], что для обеспечения предохранительных свойств эмульсионных взрывчатых веществ на уровне IV класса, содержание пламегасителя (учитывая наличие 10 % воды, которая также является пламегасителем) в их составе должно быть не менее 10–12 %. Растворимость NaCl достаточно низкая – 35,9 г/100 г воды при 20°C, и с увеличением температуры остаётся практически неизменной. А содержание воды в составе ЭВВ не должно превышать 10–12 %, из соображений сохранения высоких энергетических характеристик. Так увеличение содержания воды в составе эмульсионного ВВ на 1 % снижает энергетику состава на ~2,5 % и чувствительность к инициирующему импульсу от КД (ЭД), а также влечёт за собой уменьшение процентного содержания окислительной фазы в составе для обеспечения необходимого кислородного баланса. Таким образом, увеличение содержания воды в составе ЭВВ является нежелательным, с точки

зрения потери полезной работоспособности и энергетических характеристик состава .

На основании вышеизложенного было принято решение по приданию предохранительных свойств ЭВВ двумя способами:

1) путём введения в эмульсионную основу ЭВВ пары ионообменных солей NaNO_3 и NH_4Cl .

2) путём введения в эмульсионную основу ЭВВ трёхкомпонентного комплекса NaNO_3 , NH_4ClO_4 и добавку KCl .

Рецептуры для проведения расчётов приведены в таблице 1.

Таблица 1

Рецептурный состав ПЭВВ

Компоненты	Содержание, %	
	Рецептура 1	Рецептура 2
Эмульсионная основа ЭВВ	79	86
NH_4Cl	8	
NH_4NO_3	9	
NaNO_3	4	
NH_4ClO_4		9
KCl		5

Были проведены расчеты термохимических характеристик рецептур ПЭВВ, приведённые в таблице 2 в сравнении с ПВВ IV класса (Ф-5).

Таблица 2

Термохимические характеристики ПЭВВ

Расчётные параметры	Рецептура 1	Рецептура 2	ПВВ типа Ф-5
Теплота взрыва, кДж/кг	2305	2698	3470
Температура взрыва, град. К	2054	2314	2200
Общий объем газа, литров	938,6	913,1	830
Кислородный баланс	-0,68	-0,63	-2,5
Продукты разложения			
CO_2 , %	8,09	12,783	20,52
H_2O , %	52,7	50,775	31,8
N_2 , %	26,232	23,98	85,4
NaCl , %	8,74	4,395	
HCl , %	0,062	0,022	0,022
KCl		5	18
Na_2CO_3 , %	0,336		
CO , %	4,052	3,093	4,2

Для проведения экспериментальных исследований выбрали рецептуру ЭВВ с хлористым аммонием, так как рецептура с содержанием перхлората аммония обладает большей теплотой взрыва, что менее предпочтительно для предохранительных ВВ.

Изготовленная рецептура приведена в табл.3.

Таблица 3

Состав разработанного предохранительного эмульсионного ВВ

Компоненты	Содержание, %
Эмульсионная основа ЭВВ	83
NaNO ₃	4
NH ₄ NO ₃	9
NH ₄ Cl	8
Микросферы (сферх 100 %)	3

Эмульсия состоит из горючей фазы (Г.Ф.) и окислительной фазы (О.Ф.). Приготовление горючей фазы эмульсии проводилось смешением масла индустриального с эмульгатором.

Приготовление окислительной фазы эмульсии проводилось смешением аммиачной и натриевой селитр с водой до полного растворения всех компонентов. При этом был проведён контроль следующих параметров О.Ф.: рН=3,8 при 70°C, $\rho = 1,46 \text{ г/см}^3$ при 70°C, температура кристаллизации 60°C. Температуру кристаллизации рекомендуется держать в пределах 50-80 °C для того, чтобы обеспечить технологичность процесса изготовления.

Во время изготовления эмульсии проводился контроль следующих параметров эмульсии: вязкость при 70°C 80000 сП, $\rho = 1,37 \text{ г/см}^3$ при 70 °C, рН=4,5 при 70 °C. Образцы эмульсии были отправлены на термоциклирование. После 8 циклов образцы эмульсии остались без изменений, что свидетельствует о стабильности образцов эмульсии.

Следующая операция заключалась в проведении смешивания эмульсии с аммиачной селитрой, натриевой селитрой, хлористым аммонием и стеклянными микросферами в смесителе в соотношении компонентов согласно таблице 1. Стеклянные микросферы выполняют роль сенсibilизатора и не способствуют воспламенению взрывчатого состава (обладают теплотой взрыва около 1400 кДж/кг).

Плотность образцов патронированных ПЭВВ равнялась 1,05-1,12 г/см³. Полученные образцы ПЭВВ направляли на испытание для определения взрывчатых характеристик и предохранительных свойств.

Испытания лабораторных образцов ПЭВВ, производились в условиях полигона ГП «НПО «ПХЗ».

Для инициирования использовали электродетонаторы ЭД № 8.

В ходе испытаний определялись следующие показатели:

- восприимчивость к инициирующему импульсу (ЭД);
- полнота детонации;

– передача детонации с определением скорости детонации.

После проведения испытаний были получены экспериментальные характеристики образцов, приведенные в табл. 4.

Таблица 4

Результаты экспериментальных исследований

Наименование образцов	Характеристики экспериментальные				
	Плотность г/см ³	Температура ВВ при испытании, °С	Скорость детонации, м/с	Полнота детонации от ЭД №8	Передача детонации между патронами, см
Образец №1	1,05 1,06	+18	3861	полная	1
Образец №2	1,08 1,12	+18	3676	полная	1
Образец №3	1,07 1,07	+17	3558	полная	1
Образец №4	1,09 1,07	+17	3968	полная	1

Из результатов, приведенных в таблице 4, видно, что скорость детонации около 4000 м/с, передача детонации 1 см. Исходя из информации об иностранных ПЭВВ [8] (скорость детонации 4000 м/с, теплота взрыва 2290 кДж/кг) можно сделать вывод, что взрывчатые характеристики опытных образцов ПЭВВ соответствуют зарубежным аналогам.

Расчет предохранительных свойств будем вести по методике, предложенной Б. И. Вайнштейном [9]. В качестве количественной характеристики уровня предохранительности рассчитаем массу заряда ВВ, при которой в заданных условиях наблюдается 50 % воспламенений, по представленным эмпирическим зависимостям для зарядов в канале мортиры:

$$m_{50} = 1,41 \cdot 10^{20} Q^{-5} \cdot \beta^{-1,83}$$

где m_{50} – масса заряда ВВ, при которой в заданных условиях наблюдается 50 % воспламенений; Q – теплота взрыва ВВ, кДж/кг – 2305.

$$\beta = D / (0,063 \cdot \rho^{-0,7} Q^{0,5})$$

где D – скорость детонации, м/с - 4000; ρ – плотность ВВ, при которой измерена скорость детонации, кг/м³ – 1070.

Полученные значения m_{50} – 1,22 кг.

Дальнейшие испытания были направлены на определение предохранительных свойств. Основным оборудованием являлась лабораторная установка: штрек, находящаяся на ГП «НПО «ПХЗ».

Было испытано 20 патронов в условиях опытного штрека в пылевоздушной смеси согласно ГОСТ 7140, массой каждого заряда 0,3 кг. При этом было 2 воспламенения из 20 опытов, что удовлетворяет требованиям ГОСТ 7140. Допускается получение до 50 % воспламенений (9 воспламенений из 20 опытов).

Полученное нами расчётное значение m_{50} для ПВВ почти в 4 раза превышает требование ГОСТ 7140, что даёт возможность с уверенностью сказать, что представленное ВВ обладает необходимыми предохранительными свойствами.

Были проведены испытания образцов ПЭВВ в пылевоздушной смеси. Для этого было проведено 5 опытов согласно ГОСТ 7140. При этом не было ни одного воспламенения.

Взрывчатые вещества считают выдержавшими испытание при массе заряда, нормируемой нормативным документом на конкретные ВВ, если при испытании опытных предохранительных ВВ отсутствует воспламенение в 5 опытах.

Присутствие в составе опытных образцов ПЭВВ ионнообменных компонентов позволило создать ПЭВВ с предохранительными свойствами, отвечающими предохранительным ВВ IV класса.

Выводы. В результате теоретических и экспериментальных исследований рассмотрена возможность обеспечения предохранительных свойств, путём получения в составе ЭВВ ингибиторов воспламенения метана. В качестве ингибитора воспламенения метана был выбран NaCl, полученный вследствие ионообменной реакции.

Были получены результаты, подтверждающие, что опытные образцы ПЭВВ относятся к предохранительным ВВ IV класса. Эти ПЭВВ не содержат тротил и нитроэфиры, являясь экологически чистым и безопасным в обращении предохранительным ВВ для угольных шахт, опасных по газу и взрывам угольной пыли. Полученные результаты после проведения дополнительных исследований будут положены в основу изготовления промышленного ПЭВВ.

Перечень ссылок

1. Кукиб Б.Н., Росси Б.Д. (1980). Высокопредохранительные взрывчатые вещества. Москва, Недра, 172 с.
2. Дубнов Л.В. (1953). Предохранительные взрывчатые вещества в горной промышленности. М. – Л., Углетехиздат, 149 с.
3. Шиман Л.Н., Устименко Е.Б., Голинько В.И., Соболев В.В. (2013). Безопасность процессов производства и применения эмульсионных взрывчатых веществ с компонентами утилизируемых вооружений. Днепропетровск, «Лира», 526 с.
4. Калякин С.А., Терентьева Е.В. (2009). Разработка экологически безопасных предохранительных ВВ для угольных шахт. Наукові праці Дон НТУ. Серія «Гірничо-геологічна». Вип. 10, Донецк, 63-69.
5. Беляев А.Ф. (1968). Горение, детонация и работа взрыва конденсированных систем. Москва, Наука, 255 с.
6. Murata T. (1952). Диффузионная теория горения метана. Japan Sci. Rev. Engang Dci., 2, N 4, 421-427.
7. Тимофеева А.М., Манжос Ю.В. (2015). Исследования возможностей обеспечения предохранительных свойств ЭВВ. Инновационные перспективы Донбаса. Материалы международной научно-практической конференции. Донецк, 71-75.
8. Петров Е.А., Кушнеров П.И., Буханов В.И. (2008). Анализ новых разработок и испытаний предохранительных взрывчатых веществ для угольных шахт, опасных по газу и (или) угольной пыли. Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности, Изд-во ООО "ВостЭко", 123-133.

9 Технические требования к патронированным ВВ IV и V классов. Методика предварительной (аналитической) оценки основных свойств предохранительных ВВ. Макеевка, МакНИИ, 1983, 88 с.

АНОТАЦІЯ

Мета – дослідити вплив рецептурних чинників на склад продуктів детонації при створенні вітчизняної запобіжної емульсійної вибухової речовини IV класу.

Методи дослідження. Чисельне моделювання зміни термохімічних характеристик запобіжних емульсійних вибухових речовин. Лабораторні методи визначення фізико-хімічних характеристик рецептури зразків патронуваних емульсійних вибухових речовин, властивостей емульсій з використанням методик, розроблених ДП «НВО «Павлоградський хімічний завод». Визначення швидкості детонації зарядів вибухових речовин проводилось з допомогою пристрою «Voodmate». Дослідження запобіжних властивостей дослідних зразків патронуваних емульсійних вибухових речовин проводились в дослідному штретці.

Результати. Розроблено два способи надання запобіжних властивостей емульсійним вибуховим речовинам: 1 – введенням в емульсійну основу емульсійних вибухових речовин пари іонообмінних солей NaNO_3 та NH_4Cl ; 2 – введенням в емульсійну основу емульсійних вибухових речовин трикомпонентного комплексу NaNO_3 , NH_4ClO_4 та добавку KCl . Для двох рецептур запобіжних емульсійних вибухових речовин були розраховані термохімічні характеристики. Встановлено, що в порівнянні з аналогічними параметрами тротилової вибухової речовини теплота і температура вибуху, кисневий баланс нижче у запобіжних емульсійних вибухових речовин, що свідчить про кращі запобіжні властивості і більшу ступень екологічної безпеки. Обрана рецептура запобіжної емульсійної вибухової речовини з парою іонообмінних солей NaNO_3 та NH_4Cl . Для даної рецептури були виготовлені дослідні зразки. Проведені випробування їх вибухових і запобіжних властивостей, які показали, що дослідні зразки запобіжних емульсійних вибухових речовин відносяться до IV класу.

Наукова новизна. Встановлено співвідношення компонентів, що забезпечує запобіжні властивості на рівні IV класу. Введення пари іонообмінних солей (NaNO_3 , NH_4Cl) до складу запобіжної емульсійної вибухової речовини сприяло утворенню необхідної кількості полум'ягасника

Практичне значення. Отримані результати з виготовлення зразків запобіжних емульсійних вибухових речовин можуть бути використані при подальшому виробництві вітчизняних запобіжних емульсійних вибухових речовин IV класу.

Ключові слова: *емульсія, емульсійні вибухові речовини, запобіжні властивості, термохімічна характеристика.*

ABSTRACT

Purpose. To investigate the influence of formulation factors on the composition of detonation products when creating a domestic emulsion explosive of class IV.

Methodology. Numerical simulation of changes in the thermo-chemical characteristics of permissible emulsion explosives. Laboratory methods for determining the physico-chemical characteristics of the formulation of samples of the cartridge emulsion explosives, the properties of emulsions using methods developed by the SE RIC «Pavlograd Chemical Plant». Determination of the detonation rate of explosives was carried out using the device "Voodmate". The study of permissible properties of prototypes of cartridge emulsion explosives was performed in an experimental tunnel.

Findings. Two methods have been developed for imparting permissible properties to emulsion explosives by introducing into the emulsion base of emulsion explosives: 1—a pair of ion-exchange salts NaNO_3 and NH_4Cl ; 2 – the three-component complex NaNO_3 , NH_4ClO_4 and the addition of KCl . Thermochemical characteristics were calculated for two formulations of permissible emulsion explosives. It has been established that in comparison with similar parameters of a TNT-containing explosive, heat and explosion temperature, oxygen balance is lower for permissible emulsion explosives, which indicates the best permissible properties and a greater degree of environmental safety. The formulation of permissible emulsion explosive with a pair of NaNO_3 and NH_4Cl ion-exchange salts was selected and prototypes were made. Tests of their explosive and permissible properties were carried out. These tests showed that prototypes of permissible emulsion explosives belong to class IV.

Originality. The ratio of components, providing permissible properties at the level of class IV, is established. Introducing of a pair of ion-exchange salts (NaNO_3 and NH_4Cl) into the composition of permissible emulsion explosive promoted the formation of the required amount of flame arrester.

Practical value. The obtained results can be used in the production of domestic permissible emulsion explosives of class IV.

Keywords: *emulsion, emulsion explosives, permissible properties, thermochemical characteristics.*

УДК 691.175:622.271

© Н.П. Мельниченко

УДОСКОНАЛЕННЯ БЕТОНУ З ВМІСТОМ ВІДХОДІВ ГІРНИЧОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ ДЛЯ ГІРНИЧО-КАПІТАЛЬНИХ РОБІТ У ПЕРІОД ЗНАКОЗМІННИХ ТЕМПЕРАТУР

© N. Melnychenko

IMPROVEMENT OF THE CONCRETE CONTAINING MINERAL WASTES FOR MINE-CAPITAL WORKS IN THE PERIOD OF ALTERNATING TEMPERATURE

Мета. Основною метою дослідження є поліпшення структури бетону для гірничо-будівельних робіт, що дозволить продовжити протягом року якісне укладання бетону в кар'єрі, а також отримати бетон із заданими властивостями. Крім того, – зменшити використання цементу за рахунок чого знизити вартість бетону. При цьому здешевлення бетону передбачено за рахунок використання в ньому мінеральних відходів, які вилучаються в кар'єрах при видобуванні руди, і переробці її на збагачувальних фабриках.

Методи досліджень. Вимірювання нормальної щільності цементного тіста і його реологічних властивостей проводилися відповідно до стандартної методики. Пластична міцність суміші цементного тіста і розчину визначалася й вимірювалася за допомогою конусу БудЦНДЛ по глибині занурення в розчин суміші сталевого конуса. Зразки призматичних блоків $40 \times 40 \times 160$ мм були виготовлені з напівфабрикату цементного тіста і розчинних сумішей, які були випробувані на вигин і стиск. Під час формування зображення були сконденсовані