



## ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ ПРОСТЕЙШЕГО СОСТАВА НА КАРЬЕРАХ

Абдусаттар Меликулов <sup>1</sup>[0000-0003-4084-8789], Санжар Ханжаров <sup>2</sup>[0009-0002-6953-3924]  
Мурод Шамаев <sup>3</sup>[0009-0003-8129-7570]

<sup>1</sup>к.т.н., доцент, ООО «Спецуправление №75»

<sup>2</sup>АО «Алмалыкский ГМК»

<sup>3</sup>ст. преп. кафедры «Горного дело» Алмалыкского филиала ТГТУ имени Ислама Каримова

**Аннотация.** С увеличением добычи полезно-ископаемых растет и потребность к взрывчатым веществам, которые применяются при подготовке горных пород к выемке на карьерах. В работе указаны свойства «взрывчатых веществ простейшего состава», отличающиеся от других видов взрывчатых веществ при процессе изготовления, транспортировке и применении на карьерах. Указаны причины их применение в большом количестве на некоторых карьерах и применение на некоторых карьерах в меньшем количестве. Цель работы состоит в том, что по литературным обзорам и практическими примерами доказать преимущества и недостатки при применениях взрывчатых веществ этого типа.

**Ключевые слова.** Взрывчатые вещества простейшего состава, горная масса, ANFO, игданиты, дизельное топливо, известняк, окислитель, детонация, плотность.

**Annotatsiya.** Foydali qazilmalarni qazib olish ko'payganligi bilan, karerlarda tog' jinslarini qazib olishga tayorlashda ishlatiladigan portlovchi moddalarga ehtiyoj ham ortmoqda. Ishda "oddiy tarkibli portlovchi modda" larning ularni tayorlash jarayonida, tashishda va karerda ishlatishda boshqa turdagi portlovchi moddalardan farq qiladigan xususiyatlari ko'rsatilgan. Ayrim karerlarda ko'p miqdorda, ayrim karerlarda kam miqdorda ishlatilishining sabablari ko'rsatilgan. Ishning maqsadi adabiyotlardagi sharhlar va amaliy misollar bilan shu turdagi portlovchi moddalarni qo'llashdagi afzallik va kamchiliklarini isbotlashdir.

**Kalit so'zlar.** Oddiy tarkibli portlovchi moddalar, kon massasi, ANFO, igdanitlar, dizel yoqilg'isi, ohaktosh, oksidlovchi, detonatsiya, zichlik.

**Abstract.** With the increase in the extraction of minerals, the need for explosives, which are used in preparing rocks for excavation in quarries, is also growing. The work indicates the properties of "explosives of the simplest composition" that differ from other types of explosives during the manufacturing process, transportation and use in quarries. The reasons for their use in large quantities in some quarries and their use in smaller quantities in some quarries are indicated. The purpose of the work is to prove, using literature reviews and practical examples, the advantages and disadvantages of using explosives of this type.

**Keywords.** Explosives of the simplest composition, rock mass, ANFO, igdanites, diesel fuel, limestone, oxidizer, detonation, density.

### Введение

Выбор типа взрывчатого вещества определяется несколькими факторами, среди которых три основных следует выделить: условия взрывания, эколого-экономическая целесообразность. Выше отмеченными условиями взрывания понимается тип горных пород, их крепость и степень обводненности, технико-технологические требования к добываемому виду полезно ископаемого по гранулированному фракционному составу взорванной горной породы, условия безопасного применения, конечная цель производимых взрывных работ на объектах. Как мы знаем постоянными во всех случаях взрывания являются экономический фактор (стремление к минимизации стоимости взрывчатого вещества) и с экологической точки зрения -обеспечение минимального объема выброса вредных ядовитых газов, а также пылевидных частиц пород в атмосферу. В перечень простейших взрывчатых веществ можем отнести механическая смесь аммиачной селитры с жидкими или легкоплавкими нефтепродуктами (дизельное топливо, соляровое масло, парафины, воски и другие



горючие). Механические смеси из которых состоять простейшие взрывчатые вещества выше указанного типа в английской транскрипции обозначают индексом AN-FO-смесь нитрат аммония с горючем маслом, в русской-АС-ДТ-смесь аммиачной селитры с дизельным топливом. Взрывчатые вещества этого типа простейшими называются потому, что они не содержат нитросоединений в своем составе. Эти в те времена ещё новые составы простейших ВВ для взрывания горных пород были созданы в Институте горного дела Академии наук под руководством академика Н.В.Мельникова в начале 1950 годов. Наименование «игданиты» новые смеси взрывчатых веществ получили по названию института, где была разработана [1,2].

## Материали и методы

В данное время одним из важнейших направлений повышения эффективности и безопасности ведения взрывных работ на карьерах является увеличение области применения взрывчатых веществ простейшего состава или смесей аммиачной селитры и горючего. Применяемыми простейшими взрывчатыми веществами называют стехиометрические смеси аммиачной селитры с жидкими или различными твердыми горючими составами. Взрывчатые вещества этого типа легко изготовить не только в заводских условиях, но и непосредственно в местах проведения взрывных работ или на объектах ведения работ. За последние годы на горных предприятиях наблюдается тенденция роста потребления простейших взрывчатых веществ или простых смесевых взрывчатых веществ. Рост потребления продиктовано не только необходимостью сокращения расхода на покупку дорогостоящих взрывчатых веществ, что приводит к удорожанию общих взрывных работ, но и значительным повышением требований к их технологической и экологической безопасности на местах ведения работ [3]. Бесспорными преимуществами взрывчатых смесей типа АС+ДТ – аммиачная селитра + горючая масса являются простота технологии их изготовления, меньшая стоимость и высокий уровень безопасности при обращении, обеспечиваемой их пониженной чувствительностью к различным механическим и тепловым воздействиям, а также связанная с этим возможность максимальной механизации процесса зарядания скважин и других операций связанных с изготовлением и взрыванием. Стоит отметить, что при этом в качестве основного компонента такого типа ВВ используется пористая аммиачная селитра, которая обеспечивает для взрывчатой смеси физическую стабильность [4]. В своих работах как отмечает Б.Н.Кутузов, сдерживающими причинами ещё более масштабного применения на предприятиях открытой разработки стран СНГ смесевых взрывчатых веществ простейшего состава считается: относительно небольшой диаметр взрывных скважин и в месте с этим неблагоприятное протекание детонационных процессов в зарядах этих взрывчатых веществ; не имеется промышленная производства пористой аммиачной селитры в требуемых объёмах, которая способна исключить миграцию дизельного топлива или другого жидкого топлива; высокая местами весьма высокая обводненность горных пород [5]. Этот показатель, например на карьерах месторождений Кальмакыр АО «Алмалыкский горнометаллургический комбинат» около 75%, на карьерах месторождений «Ёшлик-1» и «Сары-Чеку» степень обводненности горных пород составляет около 80% , что значительно затрудняет или приводит к исключению использование неводоустойчивых ВВ простейшего состава, смесевых аммиачно-селитренных ВВ. Расстояние перевозки ВВ от завода взрывчатых материалов (ЗВМ) смесительно-зарядными машинами (СЗМ) до месторождений «Кальмакыр» и «Ёшлик» составляет 21 километр, до карьера «Сары-Чеку» 13 километров. На этих карьерах удельный расход по всем видам применяемых в данное время ВВ составляет от 0,72 до 0,75 кг/м<sup>3</sup>. Общая доля взрывчатого вещества типа ANFO (АС-96% +ДТ-4%) на взрывных работах карьеров АО



«Алмалыкский ГМК» составляет около 15%, остальная часть приходится на эмульсионные ВВ. На вышеуказанных карьерах для бурения скважин применяются станки типа СБШ-250МН-32.

Для использования в обогатительных процессах обогатительных фабрик АО «Алмалыкский ГМК» добывают известняк. Известь играет значимую роль в обогащении меди, алюминия, золота, цинка, кобальта и свинца.

На карьере по добыче известняков «Саук-булак» АО «Алмалыкский ГМК» применяются только взрывчатые вещества типа (ANFO AC-96% +ДТ-4%), так как горные породы не обводненные, на этом карьере удельный расход ВВ составляет  $1\text{кг/м}^3$ . Расстояние перевозки ВВ от завода взрывчатых материалов (ЗВМ) до месторождений «Саук-Булак» составляет 8 километров. На этом карьере для бурения скважин применяются станки типа СБУ-100Г, сетка скважин в среднем составляет  $3,5\text{м}\times 3,5\text{м}$  [6].

Если заменит высокобризантных дорогостоящих ВВ на ВВ простейшего смесового состава решает две основные актуальные проблемы: приведет к сокращению объема переизмельченной массы взрывааемых горных пород, при этом обеспечивая ресурсосбережение при добыче известняков и доломитов, ещё будет сокращено расход на покупку дорогостоящих дефицитных компонентов высокобризантных ВВ из-за рубежа [4]. Взрывчатое вещество ANFO, являясь простейшей взрывчатой смесью, имеет довольно очень высокие энергетические показатели (теплота взрыва  $3600\text{-}4000\text{ кДж/кг}$ , скорость детонации  $2,6\text{-}3,1\text{км/с}$ ), которые по своим всем показателям близки к промышленному тротилосодержащему широкоприменяемому взрывчатому веществу граммониту 79/21. Меньшее количество жидкого горючего компонента в смеси приводит к более значительному уменьшению энергии энергии заряда, нежели его избыток. При оптимальном соотношении компонентов наблюдается минимальный выход токсичных оксидов азота и углерода. Адсорбирующая способность селитры по отношению к дизельному топливу обусловлена площадью поверхности самих гранул и имеющихся в них трещин. «Гладкая» селитра не способна удерживать более  $2,1\text{-}2,4\%$  (по отношению к массе аммиачной селитры) дизельного топлива, а это означает, что смесь из гладких сортов аммиачной селитры непригодна к длительному хранению. Даже незначительное пребывание таких смесей в скважинах может привести к отказам детонации зарядов, так как жидкое горючее стекает в нижние слои заряжаемого заряда в скважине. В результате этого заряд теряет способность инициирования его промежуточным детонатором-патроном [3].

Самым значительным из всех факторов определяющим для простейших взрывчатых смесей является низкая физическая стабильность. После зарядании, при длительном хранении ВВ в взрываемом скважине жидкое топливо стекает в нижние слои подготовленного заряда, что, если смотреть с одной стороны, во первых нарушает стехиометрическое соотношение компонентов заряда, а с другой – во вторых повышает концентрацию жидкого топлива во взрывчатой смеси в перебуренной части скважины до  $10\text{-}12\%$  общей массы смеси, с этим детонационная способность теряется или создаются условия для потери этого качества. Наблюдается уменьшение выделенной энергии более чем в  $1,5\text{-}2,0$  раза при взрыве нестабильного состава аммиачно-селитренных ВВ. В связи с отсутствием пористой аммиачной селитры для решения проблемы физической стабильности ВВ простейшего состава придется искать другие пути решения этой проблемы. Самое большое распространение при этом получили способы, основанные на включении в состав смесевых твердых мелкодисперсных горючих добавок типа алюминиевой пудры, измельченная каменная и древесная уголь, опилки древесины, жидкие компоненты, которые хорошо адсорбируются. Если добавить в качестве горючей добавки в состав взрывчатой смеси алюминиевого порошка повышает на  $20\text{-}40\%$  теплоту взрыва,



благодаря увеличению его плотности настолько повышает также объемную концентрацию энергии ВВ. При введении в состав взрывчатой смеси угольного порошка эффективность взрыва на 17-20% увеличивается. Также одним из способов увеличения поверхности контакта окислителя (АО) с жидкими компонентами, повышающими физическую стабильность заряда ВВ простейшего состава, является предварительное измельчение части гранул аммиачной селитры на основе которого изготавливается смесь. В этом варианте с повышением плотности заряжения и, соответственно, энергия взрыва тоже повышается. Нам известно, объемная концентрация энергии взрыва относится к числу важнейших параметров этого процесса, определяющих в значительной мере эффективность действия взрыва при разрушении горных пород с взрывом. Абсолютное значение эффективности действий взрыва находится в прямой зависимости от плотности заряда ВВ и теплоты взрыва. За счет измельчения части гранул аммиачной селитры мы повышаем плотность заряда ВВ и соответственно, объемную концентрацию энергии ВВ, при этом решается и проблема физической стабильности простейшей взрывчатой смеси. С повышением плотности ВВ увеличивается его скорость детонации, которая характеризует заключенную во взрывчатом веществе скорости высвобождения тепловой энергии. В связи с увеличением скорости детонации взрывчатого вещества возрастает энергия ударной волны, степень дробления горных пород в результате естественно повышается. Для многокомпонентных ВВ, представляющих собой механическую смесь окислителя и горючей добавки, первоначально наблюдается изменение скорости детонации с плотностью заряда к увеличению. При этом с увеличением плотности снижение скорости наблюдается. Стационарность детонации невозможна при плотности выше некоторой критической (последняя зависит от диаметра заряда). При взрывании скорость детонации заряда ВВ и, мощность взрыва конкретного взрывчатого вещества зависит от многочисленных факторов, в том числе, как выше отмечалось, от плотности, от размера частиц взрывчатых веществ, от диаметра заряда, от направления инициирования и от других технологических приемов. Неудостойчивость взрывчатых веществ простейшего состава является одним из недостатков. Если посмотреть по практике с каждым годом растут объемы добычи обводненных горных пород. Нам как известно, формирования скважинных зарядов при отбойке обводненных пород возможно при формировании скважинных зарядов в водоизоляционных оболочках (рукавах) после предварительного осушения скважин если использовать неустойчивые взрывчатые вещества. При использовании полиэтиленовых рукавов вероятность порыва при их опускании в скважину при этом существует. Проникшая вода в заряды, может привести к растворению аммиачной селитры и флегматизации ВВ в скважине. Если смотреть с другой стороны, наличие в заряде определенного количества воды может стать фактором положительно влияющим. Раствор аммиачной селитры заполняет поры ВВ при насыщениях, которая способствует повышению их плотности и тем самым увеличивая запас энергии в единице объема. Механические смеси игданиты пригодны для взрывания горных пород во всех климатических зонах стран содружеств независимых государств. ГК «Республиканская горнотехническая инспекция» должна утверждать перечень всех оборудования, устройств, механизмов и приборов, предназначенных для игданита и обращения с ним [1].

## Заключение

Для повышения эффективности ВВ простейшего состава следует учитывать не только физико-механические свойства и структурные особенности разрабатываемых пород, но и технические возможности предприятий, где производят взрыв. В предприятиях, которые разрабатывают железорудных карьеров проблема



повышения эффективности ВВ механических смесей может быть решена как за счет увеличения диаметра скважин, так и плотности заряда. Такой подход может оказаться неприемлемым для предприятий нерудной промышленности. Для ВВ простейшего состава имеющих большие критические диаметры считаются нерациональным внедрение станков малого диаметра, которые активно внедряются на этих предприятиях — это первое. На увеличение объема переизмельченной горной массы скажется увеличение скорости детонации к чему ведет повышение плотности заряда — это второе. Взрывчатые вещества являются основным источником выбросов в атмосферу ядовитых газов при массовых взрывах в карьерах. При взрыве 1 кг гранулолита в атмосферу выбрасывается 240 л ядовитых газов (в пересчете на оксид углерода), а при взрыве 1 кг граммонита 79/21 – 140 л. В то же время объем ядовитых газов при взрыве взрывчатого вещества простейшего состава составляет всего 50-60 л. Кроме того, при массовых взрывах с использованием взрывчатого вещества составом механической смеси существенно уменьшается объем пылегазового облака и высота его подъема. Все это снижает негативное воздействие продуктов детонации взрывчатого вещества на окружающую среду и санитарное состояние прикарьерных территорий. Таким образом, с позиции экологической безопасности применение взрывчатого вещества простейшего состава является правомерным [3]. Исходя из энергетических и экологических показателей для разрушения пород средней и ниже средней крепости, целесообразно использовать простейшие взрывчатые вещества, эффективность которых в значительной мере зависит от физической стабильности их состава. Для положительного решения этого нужны компромиссные решения, основанные на создании технологически надежных способов формирования зарядов в скважинах взрывания. Экономические и экологические показатели во всех случаях являются определяющими.

### Список использованные литературы

- [1.] Бульбашев А.А. Обоснование выбора гранулированного ВВ для условий Афанасьевского месторождения цементного сырья. ГИАБ, №10,2014г.С.376...378.
- [2.] Викторов С.Д., Демидюк Г.П. Простейшие взрывчатые вещества. Журнал Академии Наук России. Рубрика научные обзоры. №4. 1985-го года. С. 102...105.
- [3.] Джос В.Ф., Кабиров А.Р. Применение простейших взрывчатых веществ на карьере «Мурунтау». Горный журнал. №5. 2007г.С.60-62.
- [4.] Ефремов Э.И., Пономарев А.В., Николенко Е.В. Эффективность оспользования взрывчатых веществ простейшего состава при разрушении пород флюсовых карьеров. Неделя горняка- 2011, семинар №4.
- [5.] Ефремов Э.И. Джое В.П. Малыгин О.Н. и др. Простейшие взрывчатые вещества и особенности их применения на карьерах НГМК //Горный вестник Узбекистана. - 2002. № 2.- С.32-35.
- [6.] Шамаев М.К., Тоштемиров У.Т., Ёрматов О.Ш. Разработка известнякового месторождения Саук-булак. European Journal of Interdisciplinary Research and Development, Volume-12 Feb.-2023. 65–69.