

освободить только от вредных газов и неметаллических включений. Методов очистки сплава от железа практика ещё не знает.

Силумин с содержанием около 1% железа и выше потребителя не встречается. Для авиастроения, например, нужен силумин с содержанием не более 0,35% железа. Таким

образом, соответствующему подбору сырья с целью получения безжелезистого сплава нужно уделить должное внимание.

В заключение следует сказать, что проблема получения силумина пирометаллургическим способом на кислородном дутье исключительно важна и обещает много интересного.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОКСИЛИКВИТОВ НА ОСНОВЕ НОВОГО СПОСОБА БРИКЕТИРОВАНИЯ ПОГЛОТИТЕЛЕЙ*)

Кандидат технических наук В. А. АССОНОВ

Кандидат технических наук Василий Андреевич Ассонов с 1918 г. работает в области изучения взрывчатых веществ. С 1939 г. он занимается вопросами применения кислорода в горно-взрывных работах. Им предложены новые способы подготовки поглотителей из местных материалов, обеспечивающих безопасность и эффективность взрывных работ. В настоящее время тов. Ассонов руководит лабораторией буровзрывных работ Академии наук СССР. Он написал курс «Свойства и технология взрывчатых материалов», изданный в 1933 и 1938 гг., а также имеет более 100 печатных работ.

Использование жидкого кислорода для приготовления взрывчатых веществ — оксиликвитов — представляет собой большую и благодарную задачу, имеющую значительные перспективы.

Под термином оксиликвиты понимается смесь твёрдого окисляемого адсорбента (обычно именуемого поглотителем) с жидким кислородом. Такая смесь может рассматриваться как идеальная по сравнению с общеизвестными смесями, какими являются все без исключения современные промышленные взрывчатые вещества. В оксиликвитах жидкий кислород проникает во все мельчайшие поры поглотителя и обеспечивает теснейшее соприкосновение обоих реагентов в момент реакции. Это обстоятельство обуславливает наибольшую полноту и наибольшую скорость взрывчатого разложения, а тем самым и максимальное использование энергии взрыва.

В отличие от взрывчатых смесей, состоящих исключительно из твёрдых веществ,

оксиликвиты не могут рассматриваться как какой-либо определённый сорт, обладающий определёнными физико-химическими и взрывчатыми свойствами. Группа оксиликвитов представляет целую гамму взрывчатых веществ, почти не поддающуюся общеустановленной классификации. Взрывчатые свойства этих веществ и, главным образом, их мощность зависят от целого ряда факторов, к которым относятся: сорт поглотителя, степень его дробления или истирания, гравиметрическая плотность поглотителя и пр. Больше того, при постоянстве сорта поглотителя, величины его частиц и его плотности оксиликвит может обладать резко различными взрывными показателями, в зависимости от того, каково соотношение между окисляемым веществом и кислородом в момент взрыва. Эти качества весьма положительны и создают возможность получения самых разнообразных по своим показателям взрывчатых веществ, нужных для данных конкретных условий, и при всём разнообразии свойств эти вещества могут быть изготовлены из одного и того же материала и на одном и том же оборудовании.

*) Доклад на заседании Технического совета Главкислорода 28 декабря 1943 г.

Огромнейшим преимуществом оксиликвитов является возможность изготовления их в любом районе и из местных материалов. Источником получения жидкого кислорода во всех случаях служит атмосферный воздух, а в качестве сырья для поглотителей всоуду и с большим успехом может быть использована местная растительность.

Следует отметить, что до некоторого времени среди специалистов господствовало твёрдо установившееся мнение о том, что достаточно эффективные оксиликвиты могут быть изготовлены только при применении в качестве поглотителей веществ, богатых углеродом. К таковым относили газовую или ламповую сажу, часто с добавками легко окисляющихся металлов, и только в крайнем случае допускалось использование хорошо обожжённого древесного угля. Впоследствии было установлено, что оксиликвиты, изготовленные из углеродистых поглотителей, чрезвычайно чувствительны к таким внешним механическим воздействиям, как удар, трение и т. п. Эта особенность вызывала частые и подчас массовые несчастные случаи, что приводило к дискредитации оксиликвитов и к замедлению или к прекращению работы с ними.

Д-р Вебер, директор Гайенджских рудников (Франция), изучая этот вопрос, пришёл в 1934 г. к выводу об ошибочности распространённых в то время взглядов об обязательности применения углеродистых поглотителей и, на основании проведённых им экспериментов, доказал, что некоторые целлюлозные материалы дают возможность получить оксиликвиты, обладающие несколько меньшей взрывной силой, но зато отличающиеся значительно пониженной чувствительностью к механическим воздействиям.

Начиная с этого времени, во Франции, в Германии и в некоторых других странах (исключая США) целлюлозные поглотители приобрели права гражданства, причём в качестве сырья для этой цели применялся преимущественно торф и отчасти мука дерева некоторых пород.

Институт горного дела Академии наук СССР поставил перед собой задачу расширения ассортимента целлюлозных поглотителей и, основываясь на результатах работы, проведённой им в 1941—1942 гг., показал, что наблюдавшееся в практике узкое ограничение ассортимента не вызывается необходимостью и не имеет никаких оснований. Работой было установлено, что поглотители, дающие очень

сильные взрывчатые вещества, могут быть легко изготовлены из таких широко распространённых видов целлюлозного сырья, как, например, солома различных культур, полова, костра, камыш, чия, ковыль, колючки и т. п.

Из сказанного вытекает, что сырьё для поглотителей может быть в больших количествах найдено и заготовлено в любом районе СССР, причём радиус районов заготовки будет равен максимумо 10—20 км.

Кроме возможности изготовления из местного сырья применение оксиликвитов даёт дополнительно чрезвычайно большие выгоды и преимущества. Основную выгоду представляет высвобождение огромных количеств связанного азота — аммиачной селитры, которая в военное время будет использована на усиление выпуска боеприпасов, а в мирной обстановке она пойдёт на увеличение применения туков в сельском хозяйстве. Если считать, что 100 000 т промышленных взрывчатых веществ будут заменены оксиликвитами, то это освобождает не менее 85 000 т аммиачной селитры.

Применение оксиликвитов на горных предприятиях сулит большие выгоды для железнодорожного транспорта, который будет освобождён от перевозок больших количеств аммиачной селитры к заводам, изготавливающим взрывчатые вещества, и от перевозок ещё больших количеств этих веществ к местам потребления.

Сами горные предприятия также будут в большом выигрыше. Помимо того, что они получат возможность готовить у себя какие угодно оксиликвитные взрывчатые вещества и в каком угодно количестве, они совершенно освободятся от необходимости устройства дорогостоящих сложных складов для хранения твёрдых взрывчатых веществ, от требующего больших затрат обслуживания этих складов (складской персонал, вооружённая охрана и пр.). Освободится большая площадь, занятая под склады, и окружающая их территория с большим радиусом (порядка 1,5—2 км).

Наконец, следует отметить ещё одно весьма существенное преимущество оксиликвитов, вытекающее из их природы. Как сам жидкий кислород, так и поглотитель, взятые раздельно, не представляют опасности в отношении взрыва. Взрывчатые свойства приобретаются оксиликвитами только после пропитывания поглотителя жидким кислородом и то спустя определённое время, так как пересыщенный оксиликвит не взрывается даже от взрыва капсуля-детонатора. Возможность про-

известия взрыв патрона оксидквита возникает только тогда, когда соотношение между окислителем и окисляемым приближается к стехиометрическому. Вблизи этой точки и далее, в продолжение какого-то времени, исчисляемого для патронов диаметром 200 мм в несколько десятков минут, патрон сохраняет в большей или меньшей степени свои взрывчатые

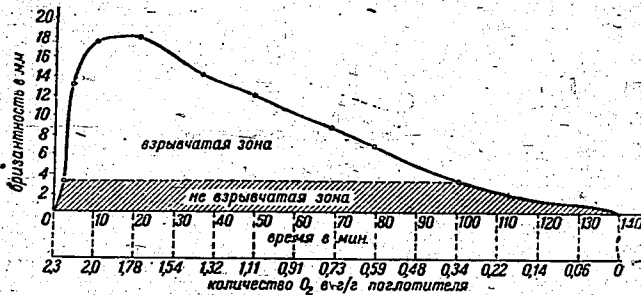


Рис. 1. Зависимость взрывчатых свойств патрона оксидквита диаметром 200 мм от времени.

ые свойства. По истечении этого времени, когда из патрона испарится значительная часть кислорода, он вновь становится невзрывчатым. Из кривых, изображенных на диаграмме (рис. 1), можно получить представление о времени взрывчатого и невзрывчатого состояния патрона оксидквита.

Такое свойство обеспечивает значительную безопасность как при нормальной работе оксидквитами, так и в случае нарушения нормального хода процесса, как, например, при отказе взрыва заряда. Отказ во взрыве заряда из динамита угрожает опасностью, так как динамит неизменно сохраняет свои взрывчатые свойства. Отказавший заряд оксидквита через несколько часов (или минут, в зависимости от диаметра патрона) становится совершенно безопасным.

Характерные свойства оксидквитов неизменно привлекали к себе внимание горняков, и эти взрывчатые вещества, судя по доходящим до нас отрывочным литературным данным, сравнительно широко применяются в США, во Франции, в Южной Африке, в Индии и в Германии. Существуют большие горные предприятия, почти целиком работающие на оксидквитах. Из числа таких предприятий можно назвать Гайенджские железные рудники (Франция) и медный рудник Чилийской компании в Чукикамата (Америка). Такие предприятия освоили этот вид взрывчатых веществ, и применение их не встречает

особых трудностей, за исключением отдельных случаев, о которых скажем далее.

В Советском Союзе оксидквиты широко применялись при строительстве Днепрогэса (1927—1930 гг.), где с их помощью было произведено большое количество работ по дроблению скальных пород. Здесь оксидквиты показали свои хорошие качества, и у работников строительства сложилось твердое мнение об отличных свойствах этих взрывчатых веществ.

По примеру Днепростроя некоторые горные предприятия делали попытки организовать применение оксидквитов. К числу этих предприятий относятся: Высокогорский железный рудник, апатитовый рудник в Хибинах, Артёмовский соляной рудник, криворожские железные рудники. Каждое из названных предприятий имело у себя кислородные жидкостные установки; производительность которых не превышала 100 л в час. Однако, отсутствие опытных кадров, сравнительная сложность организации работ, недо-

статочная уверенность в полной безопасности этих работ — всё вместе взятое привело к тому, что все попытки замерли, не давши успеха, и установки постепенно переключились на выпуск газообразного кислорода для сварочных работ.

Примерно в этот же период применение оксидквитов за границей также не получало широкого распространения и ограничивалось только теми предприятиями, которые раньше начали и успешно продолжали эту работу.

Основной причиной, тормозившей дальнейшее распространение оксидквитов, помимо некоторой сложности организации работ с ними, нужно считать преждевременные взрывы с человеческими жертвами, которые имели место в Чукикамата, в Барруа (Франция) и в других местах. Эти взрывы, как правило, происходили в процессе зарядки скважин, и причины их получали различные объяснения. После каждого взрыва создавались комиссии по расследованию причин, привлеченных за собой эти случаи, производились аналитические и экспериментальные исследования и в результате их выявлялась какая-либо деталь, устранение которой снижало опасность работы с оксидквитами, но не исключало корейной причины преждевременных взрывов.

Чаще всего обращалось внимание на значительную чувствительность к удару, которая была характерна для оксидквитов того вре-

мени. Именно в целях снижения чувствительности к удару американцы пришли к выводу о необходимости полного отказа от применения различных сортов сажи в качестве поглотителя, а затем и о необходимости введения добавки около 20% воды к древесному углю. Такая добавка в значительной мере снижала чувствительность к удару и делала более безопасным обращение с оксиликвитами. В тех же целях французы совершенно отказались от углеродистых поглотителей и перешли на применение целлюлозных материалов.

Затем в качестве одной из причин была выдвинута повышенная чувствительность оксиликвита к огню, и Горное бюро США провело работу по устранению способности воспламенения от искр и от огня как самих оксиликвитов, так и тканевых оболочек, в которые они снаряжались.

Все эти мероприятия в значительной мере снижали опасность при работах с оксиликвитами, но всё же, как оказалось впоследствии, не устраняли основную причину преждевременных взрывов.

Передовые горняки СССР также продолжали интересоваться оксиликвитами вследствие их больших преимуществ, и в 1939—1940 гг. на Коунрадском медном руднике Ж. К. Граубицем была начата и проводилась большая, солидная поставленная работа по внедрению этих взрывчатых веществ.

Работа велась очень осторожно, безопасность процесса зарядки глубоких скважин, с точки зрения чувствительности оксиликвитов к удару, была предварительно проверена на искусственной скважине глубиной 25 м. Все испытания протекали нормально и не показывали даже признаков какой-либо опасности. Затем был произведён взрыв одной скважины в производственных условиях, который дал хорошие результаты. После этого была начата работа по взрыву серии в 8 скважин, но при подготовке этого взрыва, в момент зарядки пятой скважины, произошёл преждевременный взрыв.

Этот случай привлек внимание многих крупных специалистов и заставил расширить общепринятые рамки изучения свойств взрывчатых веществ с углублением в область физических явлений, протекающих в процессе зарядки и взрывания скважин.

Проведённые в этом направлении глубокие исследования, при которых названные явления изучались вначале в лабораторных условиях, а затем и непосредственно на произ-

водстве, в процессе зарядки естественных скважин, позволили внести определённую ясность в понимание причин, вызывавших преждевременные взрывы.

Исследования проводились Ленинградским горным институтом совместно с Союзвзрывпром при непосредственном участии акад. Н. Н. Семёнова. При этом было установлено, что тончайшие частицы поглотителя, практически говоря, его пыль, при зарядке скважин патронами порошкообразного оксиликвита выносятся вверх, будучи увлекаемы потоком газообразного кислорода, образующегося в результате непрерывного испарения жидкости из патронов. За счёт трения частиц, перемещающихся в струе кислорода, происходит их электризация и накопление зарядов, достигающих больших величин. Измеренные в условиях естественной скважины на Коунрадском руднике заряды обладали потенциалами порядка 15 000—20 000 вольт, т. е. такими, при которых легко возможен разряд заряда. Такой разряд неизбежно приведёт к взрыву находящегося в скважине взрывчатого вещества.

Величины потенциалов в значительной степени зависят от влажности воздуха; чем выше влажность, тем больше значения потенциалов; и наоборот. Попытки измерить величины потенциалов в тех же условиях, но в зимнее время (зима 1942/43 г.), дали числа порядка лишь сотен вольт.

С учётом результатов, полученных при определении характера электрофизических явлений, сопровождающих процесс зарядки скважин, одновременно были проведены исследования аналогичных явлений при других операциях с оксиликвитами (пропитывание патронов, извлечение их из термоса, переноска и пр.). Оказалось, что самой опасной в этом отношении операцией является извлечение патронов из термоса, при которой на патроны накладываются заряды статического электричества, имеющие потенциалы порядка нескольких тысяч вольт. Однако, эти заряды легко снимаются путём оглаживания патронов заземлённой металлической сеткой. Все остальные операции давали накопление зарядов сравнительно малых, неопасных величин.

Таким образом, в области физических явлений оказалось опасной пыль поглотителя, которая, по видимому, и являлась причиной большинства преждевременных взрывов, происходивших в процессе зарядки скважин.

Следующим этапом работы явилось исследование методов борьбы с пылью в оксилик-

зитах, что и было проведено Институтом горного дела Академии наук СССР при участии Союзвзрывпрома.

Практическое решение вопроса было направлено по трём путям: а) увлажнение поглотителя до таких пределов, чтобы пыль его после испарения кислорода была достаточно влажной и благодаря этому невзрывчатой, б) создание специальных оболочек, полностью изолирующих поглотитель и не допускающих его пыления при зарядке патронов в скважины, и в) брикетирование поглотителя в плотную непьющую массу.

Эксперименты с пылью, проведённые Институтом горного дела Академии наук СССР, показали, что пыль таких поглотителей, как солома, торф и т. п., будучи увлажнена до 20—25%, становится «тяжёлой», с трудом взвешивается в атмосфере газообразного кислорода и не взрывается при непрерывном искровом разряде при напряжении в 5000—7000 вольт.

При меньшем содержании влаги пыль хорошо взвешивается и взрывается в атмосфере кислорода при искровом разряде с напряжением в 2500—3000 вольт.

Число экспериментов по определению взрывчатости пыли в среде кислорода измеряется сотнями. В результате был сделан логический вывод, что увлажнение поглотителя до 20—25% предотвращает опасность взрыва пыльно-кислородного облака. Однако, реализация этого способа борьбы с пылью оказалась практически невыполнимой, так как поглотителю можно придать любое содержание влаги, но это содержание невозможно стабилизировать без специальных сложных, кондиционирующих воздух, приспособлений, устройство которых в производственных условиях чрезвычайно сложно и требует значительных затрат.

Следующий путь — создание специальных оболочек — был предложен Союзвзрывпромом и заключался в насыпке высушенного и измельченного поглотителя в оболочки из слоённой бумажной массы, которые имели толщину 2—3 мм.

Сами по себе оболочки обладали далеко недостаточной прочностью и разрывались при сбрасывании в искусственной скважине с высоты в 15 м. Поэтому выявилась необходимость помещения оболочек с поглотителем в специальные футляры, изготовленные из такой же массы, но с толщиной стенок в 4—5 мм. Такие футляры закрывались крышками, изготовленными из того же материала.

Подобная система (оболочка — футляр — крышка) уже выдерживала испытание на механическую прочность. При сбрасывании в искусственной скважине с высоты 25 м футляры большей частью оставались неповрежденными, и только отдельные экземпляры давали трещины, но при этом всё же сохранялась в целости внутренняя оболочка. Таким образом, этот путь также устранял опасность пыления и с этой точки зрения являлся вполне приемлемым.

Необходимо указать, что специальные оболочки обладают ещё одним достоинством: наличием термоизоляции за счёт стенок патрона (стенка оболочки + воздушный промежуток + стенка футляра). Это обстоятельство приводит к увеличению времени действия патрона, обычно называемого «временем жизни».

Наряду со значительными преимуществами этот способ не лишён ряда недостатков, заключающихся в следующем:

1) сложность технологического процесса подготовки поглотителей, который кроме обычных операций по сушке и измельчению дополняется операциями по изготовлению оболочки, футляра и крышки (все операции ведутся раздельно), а также по снаряжению оболочки поглотителем;

2) громоздкость конструкции патрона, включающей три элемента: оболочку, футляр, крышку;

3) усложнение операции зарядки скважин, выражающееся в необходимости снаряжения вблизи забоя пропитанных жидким кислородом оболочек с поглотителем в футляры и одевание на них крышек, т. е. сборка патронов, требующая большой затраты времени и рабочей силы;

4) потеря на плотности заряжения за счёт толщины стенок оболочки и футляра, а также за счёт воздушных прослоек между футляром и оболочкой, вследствие чего в единице объёма скважины помещается меньшее количество взрывчатого вещества.

Следовательно, применение специальных оболочек в качестве меры борьбы с пылью, с одной стороны, радикально решает этот вопрос, а с другой, приводит к значительному усложнению технологического процесса как по подготовке поглотителя, так и по зарядке скважин.

Инициатива выбора третьего пути борьбы с пылью — брикетирования поглотителей — принадлежит Институту горного дела Академии наук СССР. Первые шаги в этом направ-

лении, при которых в качестве связывающего материала были использованы вяжущие и клеящие вещества, окончились неудачей.

Впоследствии было предложено изменить способ подготовки поглотителей и, учитывая волокнистое строение применяющихся для этой цели материалов (солома, камыш, дре-

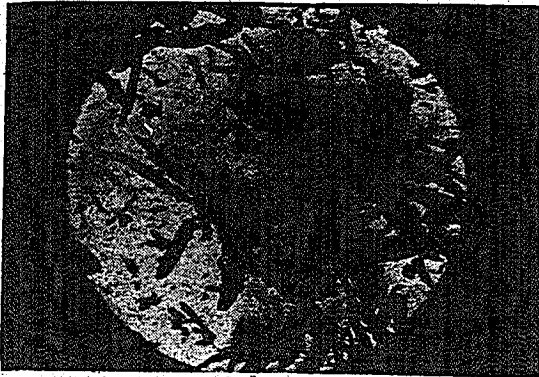


Рис. 2. Микрофотография порошкообразного поглотителя.

весина и пр.), использовать принцип, на котором базируется производство бумаги, т. е. принцип получения связи за счёт беспорядочного сплетения тончайших волокон. Для этого пришлось применить не дробление поглотителя в сухом состоянии (как это делается обычно), а растирание его на мельчайшие волокна в присутствии большого количества воды. Разница в физическом состоянии между порошкообразным и волокнообразным поглотителем хорошо видна из микрофотографий на рис. 2 и 3.

В результате длительного экспериментирования и после ряда упрощений и усовершенствований технологического процесса были получены при помощи прессования брикеты, обладающие весьма значительной механической прочностью и не дающие пыли вследствие волокнистости поглотителя.

При свободном сбрасывании с высоты 25 м на бетонную постель или на острые камни повреждалась только нижняя часть брикетированного патрона (размером 190 × 450 мм и весом около 14 кг), причём откалывались сравнительно крупные куски без образования пыли. При сбрасывании с такой же высоты нового патрона на патрон, сброшенный ранее, повреждения уже не наблюдались. Таким

образом, при зарядке каждой скважины будет иметь место механическое повреждение только нижнего (первого в порядке сбрасывания) патрона, но и этот патрон не будет образовывать опасной пыли.

Взрывчатые свойства оксиликвитов с брикетированным поглотителем снижаются незначительно, примерно на 3—4%. Это вполне удовлетворяет производственным требованиям. Так, например, бризантность оксиликвита при плотности порошкообразного поглотителя из камыша, равной 0,35 г/мл, лежит в пределах 17—18 мм (по пробе Гесса), оксиликвит из того же камыша, не обработанного по новому способу, даёт бризантность 16—17 мм. Увлажнение брикетов сверх нормального воздушносухого состояния не изменяет заметно взрывчатых свойств оксиликвитов до содержания влаги в 25% и может служить дополнительной мерой защиты от пылеобразования.

В отношении чувствительности к удару брикетированные по новому способу оксиликвиты находятся в более выигрышном положении по сравнению с порошкообразными. Благодаря амортизирующим свойствам, обладающим структурой поглотителя (наличие пружинящих волокон), значительная часть энергии при ударе расходуется на эту амортизацию. Если при испытании на специальном копре (типа Горного бюро США) для взрывания образца оксиликвита из по-

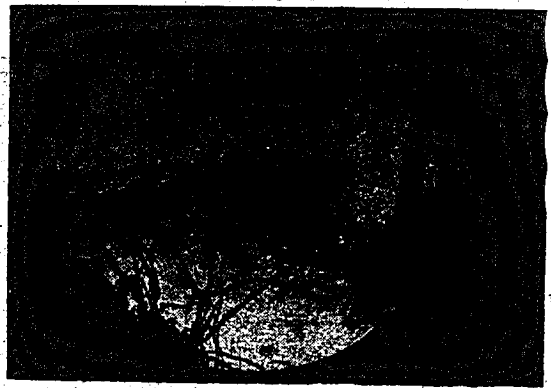


Рис. 3. Микрофотография волокнообразного поглотителя.

рошкообразного поглотителя потребна высота падения груза весом 25 кг в 30 см, то для брикетированного образца эта высота увеличивается до 60 см.

Влияние содержания кислорода в патроне на его взрывчатые свойства при брикетированном поглотителе сказывается в меньшей степени. Так, если при содержании кислорода в 2 г на 1 г поглотителя бризантность порошкообразного торфяного поглотителя падает до 5 мм (бризантность этого поглотителя при стехиометрическом соотношении равна 15 мм), то брикетированный патрон даже при содержании кислорода в 2,2 г на 1 г поглотителя обладает бризантностью порядка 12—13 мм. Это обстоятельство позволяет расширить диапазон времени при взрывании брикетированных оксидквитов и не опасаться плохих результатов при повышенном содержании кислорода в патроне.

Благодаря отсутствию какой-либо оболочки на брикете жидкий кислород проникает в него легко и быстро. Так, например, если поглотитель, снаряжённый в оболочку, предложенную Союзвзрывпромом, пропитывается до полного насыщения в продолжение 80 мин., то брикетированный патрон того же размера насыщается полностью в продолжение всего 30 мин. Эта особенность приводит к снижению потерь кислорода на испарение во время пропитывания.

Вследствие отсутствия оболочки количество взрывчатого вещества, помещаемого в единице объёма скважины, увеличивается на 20—25%, т. е. значительно повышается плотность заряжения, что благоприятно сказывается на результате взрыва.

Скорость детонации брикетированных оксидквитов при равной плотности идентична со скоростью оксидквитов из порошкообразного поглотителя и при плотности 0,35 г/мл лежит в пределах 3200—3300 м/сек.

Чувствительность брикетированных оксидквитов к огню и искре (кстати сказать, аналогичная чувствительности оксидквитов из порошкообразного поглотителя) в значительной мере устраняется по способу, разрабатываемому и принципиально решённому Институтом горного дела Академии наук СССР*), причём этот способ совершенно не усложняет технологический процесс. Обработанные по этому способу оксидквиты не воспламеняются под действием таких агентов, как искры бикфордова шнура и т. п.

Обладая огромными достоинствами, брикетированные по новому способу оксидквиты имеют и некоторые недостатки.

Первым и к тому же неустранимым недостатком является жёсткость конструкции патрона, что может привести к застреванию патронов в скважине при свободном сбрасывании в том случае, если скважина имеет уступы и искривления. Такое положение может иметь место и при применении специальных оболочек Союзвзрывпрома, но с той разницей, что при развитии достаточной инерции и при попадании на выступы из брикетированного патрона будут выкрашиваться отдельные кусочки и после этого патрон свободно пройдёт дальше, а при специальной оболочке эта возможность исключается.

Вторым недостатком, присущим не только брикетированным, но и всем оксидквитам вообще, является ограниченное время «жизненности» патрона. В начале статьи это обстоятельство с другой точки зрения охарактеризовано как положительное, ибо оно значительно снижает опасность взрывных работ. Но оно же сильно сужает период времени которое можно расходовать на работу по зарядке и взрыванию. Вследствие непрерывного испарения жидкого кислорода колебания в содержании его в патроне имеют примерно такую картину. Вначале, непосредственно после извлечения патрона из термоса, он содержит некоторый значительный избыток кислорода по сравнению с тем количеством которое необходимо для полного окисления всех горючих элементов, входящих в состав поглотителя. Затем содержание кислорода приближается к стехиометрическому или, как говорят взрывники, к «точке CO_2 ». Наиболее благоприятные результаты получаются при взрывании оксидквитов именно в этот момент, когда выделяется максимально возможное количество теплоты, а следовательно и максимальное количество энергии. Для патронов обычного размера, применяемых в глубоких скважинах при брикетированном поглотителе, время, протекающее с момента извлечения патрона из термоса и до момента «точки CO_2 », равно примерно 40 мин. При дальнейшем испарении кислорода количество его в патроне постепенно снижается и приближается к тому моменту, когда углерод поглотителя может быть окислен в окись углерода. Этот момент называется «точкой CO ». Период времени с момента извлечения патрона до «точки CO » для патронов указанных размеров равен примерно 70 мин. При взрывании в этот момент получается худший эффект, так как количество выделяющейся

* Работа аспиранта института Л. Н. Марченко.

теплоты уже значительно меньше, но всё же взрыв производит достаточную механическую работу. При дальнейшем испарении кислорода оксиликвит постепенно становится невзрывчатым.

Эта особенность вынуждает к организации особенно чёткой работы при применении оксиликвитов и требует наличия хорошо под-

веществами. Выбор того или иного способа обуславливается исключительно его простотой и экономической целесообразностью.

На рис. 4 дана сравнительная схема технологических операций для каждого из изученных способов. Рассмотрение этой схемы приводит к выводу о наибольшей целесо-

Подготовка поглотителя

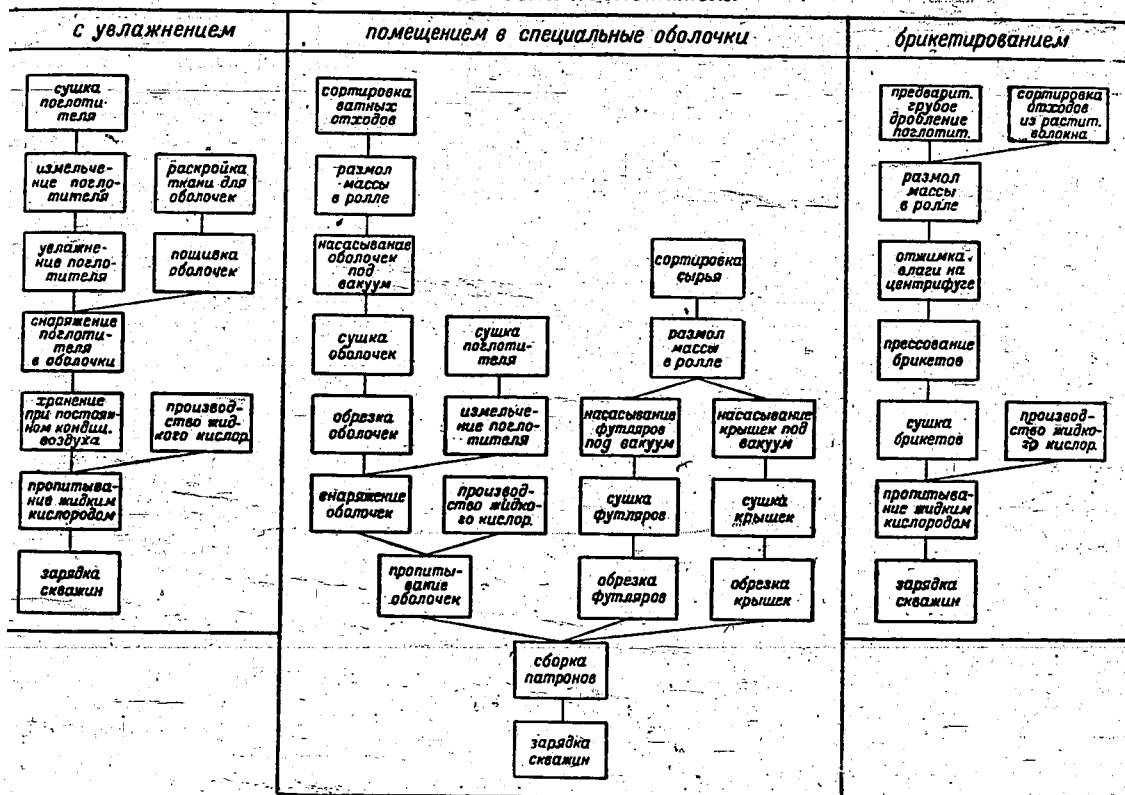


Рис. 4. Сравнительная схема технологических операций по подготовке поглотителей различными способами.

готовленных кадров, которые должны обеспечить точное выполнение баланса времени.

Указанные недостатки ни в какой мере не умаляют значения и достоинств оксиликвитов и говорят только о необходимости правильной культурной организации этой работы.

Все три способа борьбы с пылью при применении оксиликвитов, изложенные в статье, являются эффективными и обеспечивают полную безопасность работ с этими взрывчатыми

образности подготовки поглотителей путём брикетирования по новому методу. Если при этом учесть перечисленные выше преимущества брикетированных оксиликвитов, то вопрос о выборе технологии решается в пользу этого способа. Брикетированные оксиликвиты были испытаны в производственном масштабе в условиях Коунрадского медного рудника, причём эти испытания дали вполне положительные результаты.

Решение технологической части изготовления брикетированных поглотителей не пред-

ставляет никакой сложности. Для этого на руднике необходимо организовать брикетную мастерскую с очень несложным оборудованием. Поступающее в мастерскую растительное сырье проходит стадию предварительного грубого измельчения, состоящего в резке на куски длиной 3—4 см, что выполняется на обычной соломорезке. Затем сырая масса поступает в ролл, где в присутствии воды при концентрации 5—6% происходит превращение этой массы в тончайшие мелкие волокна. После этого масса освобождается от избытка воды с помощью центрифуги и поступает на прессование, которое выполняется на фрикционном прессе. Пресованные брикеты направляются на сушку, а затем — на склад для хранения до употребления. Брикеты могут быть изготовлены в запас в неограниченном количестве, так как хранение их не представляет ни сложности, ни опасности и их свойства не изменяются под влиянием различных атмосферных условий.

Как видно из описания оборудования, необходимого для устройства брикетной мастерской, оно может быть легко и в короткий срок изготовлено силами местных заводов.

Для начала реализации такого полезного и эффективного мероприятия, каким является применение жидкого кислорода для изготовления промышленных взрывчатых веществ, необходимо срочно выделить несколько жидкостных кислородных установок. Освоение первых установок даст возможность внесения некоторых уточнений и коррективов в технологические детали, что неизбежно в начале каждого нового технического мероприятия. Впоследствии опыт первых установок будет заимствован при организации работы на последующих точках.

Перспективы использования жидкого кислорода для производства взрывчатых веществ настолько велики и заманчивы, что должны быть учтены в общем плане производства жидкого кислорода не в форме удовлетворения случайной потребности, а в качестве основного потребителя.

Нельзя забывать, что возможность изготовления взрывчатых веществ непосредственно на месте из местных материалов не только удовлетворяет текущую потребность, но и будет стимулировать развитие этого производства и его более широкое использование, что безусловно целесообразно в интересах укрепления обороноспособности и в интересах развития народного хозяйства страны.

ОБСУЖДЕНИЕ

Инж. А. В. Ясницкая: Ещё в 1941 г. у нас изучался вопрос о применении брикетов в качестве поглотителей. По этому вопросу имеется специальная литература, и на способ изготовления таких брикетов был в своё время взят американский патент. Применение брикетов вместо патронов мотивировалось тем, что большинство несчастных случаев с оксидквитами в горном деле происходит в момент сбрасывания патронов в скважину, когда образуется много пыли и происходит разрыв оболочек патронов. Установлено, что применение брикетов значительно снижает чувствительность оксидквитов к удару. Опасность преждевременного разрыва при этом уменьшается в несколько раз.

Инж. Ж. К. Граубиц: В результате опытов доказано, что наибольшую опасность при применении оксидквитов представляет образование пыли. Мельчайшая пыль, уносимая потоком кислорода из скважины, чрезвычайно чувствительна к искровому и огневому импульсу.

Применение специальных оболочек значительно снижает опасность работы с оксидквитами. Американцы широко пользуются оболочками и большого числа несчастных случаев не отмечают. Вообще работа с оксидквитами более опасна, чем с другими взрывчатыми веществами. Оксидквиты чувствительны к удару. Однако, самым опасным в работе с ними, повторяю, является образование пыли.

Объём экспериментальных работ с оксидквитами так же мал, как и масштаб их применения. Однако, эта проблема весьма интересна. Широкое внедрение оксидквитов даст большой экономический эффект. Следовало бы выделить рудник, на котором все взрывные работы перевести на оксидквиты, с тем, чтобы этот рудник явился базой для исследовательских работ.

Акад. Б. Е. Веденеев: Опыт широкого использования оксидквитов при строительстве Днепровской электростанции следует считать вполне удавшимся. На Днепрострое функционировала кислородная установка. В качестве поглотителя применялся измельчённый древесный уголь. Этим поглотителем наполнялись бумажные пакеты, которые затем пропитывались кислородом и опускались в скважины. Насколько я помню, при этих работах несчастных случаев не было. Наоборот, в условиях Днепростроя работы с окси-

ликвиты были даже более безопасными, чем работы с другими взрывчатыми веществами. Обычно заряжалось сразу много скважин и не представлялось возможным установить, все ли заряды взорвались. Если скважины заряжались аммоналом, то при дальнейшей работе экскаватора можно было неожиданно натолкнуться на невзорвавшуюся скважину и вызвать взрыв. Такой опасности при работе с оксиликвитами, конечно, нет. Невзорвавшиеся оксиликвиты очень быстро теряют свою взрывную силу.

Таким образом, на опыте строительства Днепрогэса можно считать, что применение оксиликвитов вполне возможно и рентабельно. Правда, в дальнейших работах применение оксиликвитов сократилось. Это объясняется недостатком кислорода. При развёртывании монтажных работ мы обеспечивали кислородом прежде всего работы по сварке и резке металлов.

Проф. Ю. Б. Харитон: Общее количество работ, выполненных с оксиликвитами во всём мире, настолько невелико, что ещё не выработаны правила предосторожности при работе с этими взрывчатыми веществами. Нельзя сравнивать безопасность работ с оксиликвитами с безопасностью при работах с другими взрывчатыми веществами, для которых мировая практика в течение многих десятилетий выработала меры предосторожности. Эти меры предосторожности при широком применении оксиликвитов несомненно будут выработаны.

Какие же из оксиликвитов опаснее? Конечно, абсолютно безопасных взрывчатых веществ нет. Брикетированные поглотители более безопасны, чем обычные патроны, наполненные порошкообразной массой. Вероятность преждевременного взрыва при применении брикетированных поглотителей будет заметно меньше.

В Англии и Америке применяются патроны, где поглотитель заключён в хорошую оболочку из специального холста. На такую оболочку выработаны определённые технические требования. Я считаю, что базой для дальнейшего развития применения оксиликвитов во взрывных работах должны служить брикетированные поглотители. Необходимо провести широкие опыты, так как перспективы внедрения оксиликвитов при их относительной безопасности вполне очевидны.

Инж. В. Н. Красельщик: Безопасность тех или иных взрывчатых веществ ещё

не решает вопроса об их широком внедрении в промышленность. Несмотря на то, что динамит весьма опасен, во многих районах стремятся работать именно им, так как он обладает более мощной взрывной силой, чем аммиачная селитра.

Оксиликвиты опаснее других применяемых взрывчатых веществ, например, их нельзя сравнивать в этом отношении с аммонитом. Однако, то, что сделано до сих пор по усовершенствованию способа применения оксиликвитов, — это только попытки приблизиться к той степени безопасности, которая достигнута при работе с другими взрывчатыми веществами.

Остановлюсь на характере работы с оксиликвитами. Производственная больше всего беспокоит организационная сложность какого-нибудь процесса, а не его дороговизна или опасность. Подрывники, кстати сказать, всегда имеют дело с опасными веществами. Применение же оксиликвитов весьма сложно организационно. Если другие взрывчатые вещества, например, аммонит, завозят в готовом виде и они хранятся на складах до момента применения, то оксиликвиты нужно делать самим; нужно иметь кислородную станцию, завод по подготовке поглотителя, мастерскую по брикетированию, цех по пропитке брикетов негорючим веществом. Кроме того, и в практической работе с оксиликвитами возникают специфические трудности. При взрывных работах с аммонитом скважины можно заряжать и в течение часа, а на крайний случай и в течение полудня. С оксиликвитами так поступать нельзя, они сохраняют свою взрывную силу только в течение очень короткого промежутка времени.

До сих пор оксиликвиты применяются только в открытых работах. В условиях подземных шахт приходится заряжать большое количество скважин, а жизненность небольших патрончиков оксиликвитов составляет всего 8—10 мин. Поэтому возможность применения оксиликвитов в подземных работах пока что нереальна.

Несмотря на отмеченные недостатки, оксиликвиты представляют несомненный интерес для нашей горнорудной промышленности. Надо выбрать одну или несколько производственных точек, на которых широко поставить изучение возможностей применения оксиликвитов в горновзрывных работах. Эти точки целесообразно обеспечить своими кислородными станциями, так как в настоящее время транспортировка жидкого кислорода ещё не

является технически удовлетворительно решённой задачей. В процессе работы с оксидквитами нам несомненно удастся значительно повысить их жизненность и сделать их менее опасными.

Акад. П. Л. Капица: Взрывчатые вещества играют большую роль в народном хозяйстве страны. Основной базой для их производства является азотная кислота. Дефицитность азотной кислоты заставляет изыскивать другие, вспомогательные пути получения взрывчатых веществ. Одним из таких путей является производство взрывчатых веществ, базирующееся на жидком кислороде. Нам надо овладеть техникой производства и применения оксидквитов. Лучшим способом для этого, мне кажется, будет перевод отдельных рудников на полное обслуживание оксидквитами. Важным стимулом к применению оксидквитов должна явиться их дешевизна. В качестве поглопителя можно применять любое органическое вещество. Жидкий кислород будет

стоять 20—30 коп. за литр. Конечно, это значительно дешевле, чем применение взрывчатых веществ, килограмм которых обходится в 3—5 руб.

Вопрос о том, целесообразнее ли развить жидкий кислород или строить специальные кислородные станции, можно будет решить только экспериментально. Мы предполагаем организовать развозку кислорода в специальных цистернах, в которых он будет сохраняться в течение 20—30 суток. Потребность в жидком кислороде для различных отраслей промышленности весьма велика. Естественно, что в настоящее время кислород расходуется только в таких работах, где он незаменим, как, например, в автогенной промышленности. В ближайшее время, когда будет значительно расширена кислородная база, всё же горная промышленность вряд ли сможет получать кислород в первую очередь. Сейчас мы можем обеспечить жидким кислородом один рудник, с тем, чтобы там производилось изучение оксидквитов.