

МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МЕТОДИКИ СС-05

Игорь Владиленович Минин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры «Метрология, стандартизация и сертификация», тел. (383) 361-07-45, e-mail: prof.minin@gmail.com

Олег Владиленович Минин

Сибирская государственная геодезическая академия, 630108, Россия, г. Новосибирск, ул. Плахотного, 10, доктор технических наук, профессор кафедры «Метрология, стандартизация и сертификация», тел. (383) 361-07-45, e-mail: prof.minin@gmail.com

Приведен метрологический анализ методических рекомендаций по проведению приемочных испытаний кумулятивных зарядов для скважинной прострелочно-взрывной аппаратуры (СС-05). По мнению авторов необходима разработка нового предварительного национального стандарта.

Ключевые слова: кумулятивный заряд, взрывчатое вещество, гиперкумуляция.

METROLOGICAL ANALYSIS OF SS-05 METHODIC

Igor V. Minin

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, 630108, Russia, Novosibirsk, Ph-doctor, professor, department of metrology, standardization and certification, tel. (383) 361-07-45, e-mail: prof.minin@gmail.com

Oleg V. Minin

Siberian State Academy of Geodesy, 10 Plakhotnogo, 630108, Russia, Novosibirsk, Ph-doctor, professor, department of metrology, standardization and certification, tel. (383) 361-07-45, e-mail: prof.minin@gmail.com

Metrological analysis of guidelines for the acceptance testing of shaped charges for downhole and shooting equipment (SS-05) are discussed. According to the authors it needs to develop new pre-national standard.

Key words: shaped charge, explosive, hypercumulation.

Приказом Руководителя Ростехнадзора от 12 июля 2006 г. № 681 была введена и утверждена «... Методика *определения пробивной способности кумулятивных зарядов* в условиях атмосферного давления и температуры окружающей среды Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (СС-05)» с 1 августа 2006 г. В этой редакции документа произошли существенные изменения:

- вместо контроля *стабильности* характеристик заряда определяется *пробивная способность* кумулятивных зарядов;
- бетонная мишень меняется на мишень из стальных пластин;

Кроме того, следует отметить, что само название методики не в полном объеме соответствует ее содержанию.

Согласно методике, мишень СС-05 представляет собой пакет, набранный из стальных пластин толщиной 10 мм и стянутых по концам и в центре механическими зажимами. Для испытаний зарядов БО применяются пластины из алюминия. Процесс зажима пластин (п.3.4.1) инструментально не контролируется (до упора) и не может обеспечивать плотный контакт между отдельными пластинами по всей длине.

В первых версиях указывалось, что Методика «разработана с целью создания единых условий контроля *качественных параметров разрабатываемых* и уже применяемых кумулятивных зарядов». Но методика СС-05 не учитывала новых принципов разработки кумулятивных зарядов, отличия в особенностях работы моно заряда от системы зарядов и т.п.

Так, на рисунке 1 приведен пример построения кумулятивного заряда по классической схеме (а) и на основе т.н. принудительного принципа струеобразования (b) [1]. А в работе [2] показано, что совместное действие нескольких зарядов превышает суммарный эффект действия одиночного заряда.

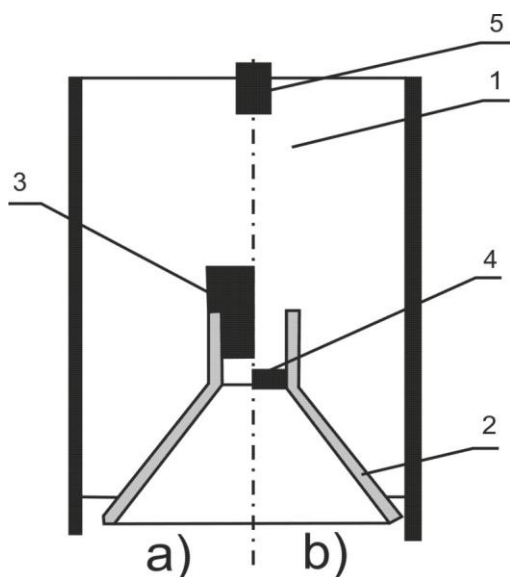


Рис. 1. Пример построения кумулятивного заряда по классической схеме (а) и на основе т.н. принудительного принципа струеобразования (b): 1 – ВВ; 2 – алюминиевая облицовка; 3 – пробка; 4 – пластина; 5 – детонатор

Результаты серий из 10 опытов зарядов диаметром 40 мм по металлической преграде приведены в таблице 1. Как видно из таблицы, кумулятивный заряд по схеме b) обеспечивает более стабильные характеристики пробития.

Таблица 1

Результаты кумулятивных зарядов по металлической преграде

	Заряд по схеме а)	Заряд по схеме b)
Средняя величина пробития, мм	116.2	115.7
Средний диаметр входного отверстия, мм	17.1	27.4
Дисперсия глубины пробития	17.6	8.5
Дисперсия диаметра входного отверстия	2.3	3.2
Скорость головной части кумулятивной струи, км/с	8	9.5

Было очень много споров по вопросу замены бетонных мишеней на металлические, поскольку каждый типоразмер заряда *имеет строго индивидуальные*

характеристики, обусловленные его конструктивными особенностями и составом воронки. Следовательно, если применять металлическую мишень, то для каждого заряда должен быть свой персональный коэффициент пересчета. Об этом свидетельствует и накопленный экспериментальный опыт работ в этой области [3–5].

В этих работах было показано, что воздействие струй кумулятивных зарядов на преграды из бетона, гранита и известняка (объем кратера и глубина пробития) существенно зависят от типа преграды и количества одновременно подрываемых зарядов. Данные эксперименты также свидетельствуют о необходимости уточнения методики в части множественного воздействия кумулятивных струй на различные преграды, особенностей пространственного расположения зарядов (их конфигурации) и неоднозначности пересчета результатов пробития по стальной мишени на бетонную.

Использование новых принципов струеобразования и построения кумулятивных зарядов на основе эффекта гиперкумуляции также ставит под вопрос корректность пересчета результатов действия зарядов по металлической и бетонной мишеням [6].

В Методике СС-05 (П.1.5) система *сертификации* кумулятивных зарядов состоит из методики:

- определения пробивной способности при *одновременном* срабатывании КЗ в условиях атмосферного давления и температуры окружающей среды.

Но вопросы методики определения одновременности срабатывания зарядов в документе СС-05 не отражены. Да и собственно система сертификации в той версии методики практически отсутствовала, а в последней версии Методики выдача сертификата вообще не предусмотрена.

В тоже время в мировой практике широко применяется методика API RP-19B – международная сертификация перфорационных систем [7]. Это единственная система аттестации таких систем, которая на наш взгляд в полном значении может называться сертификацией. Сертификация включает отстрел целиком снаряженного перфоратора в массивной мишени в присутствии экспертов Американского института нефти, измерении пробитых каналов, оценке деформации корпуса перфоратора после отстрела, контроле прочностных характеристик мишени в нескольких участках (экспертизу проводят в лаборатории API). При этом при выполнении всех условий *выдается сертификат* установленного образца, а результаты сертификации публикуются на сайте API.

Следует отметить, что в свое время Ростехнадзор планировал ввести методику МБМ-08 [8], разработанную ООО «Промперфоратор» вместо СС-05, но так и не ввел.

Суть этой методики – испытания кумулятивных зарядов проводятся по бетонной мишени контроля качества (МККБ). Мишень МККБ выбирается из номенклатурного ряда так, чтобы ее геометрические размеры (по длине) были не менее чем на 50 мм больше, чем среднее значение заявленного пробития испытываемого кумулятивного заряда.

Для испытаний допускаются бетонные мишени со сроком созревания не менее 28 дней с момента заливки. От каждой партии мишеней заливается по 6 образцов бетонных кубиков для определения прочности мишеней. Не ранее чем

за 24 часа до испытаний зарядов или в течение 24 часов после их проведения бетонные кубики испытываются на прочность и должны иметь средний предел прочности на сжатие не менее 35 МПа и не более 60 МПа. Прочность мишеней определяется путем раздавливания бетонных кубиков на специальном прессе или ультразвуковым прибором УКС-МГ4С.

Результаты испытаний по методике МБМ-08 используются для определения коэффициента пересчета глубины пробития по металлу (СС-05) в глубину пробития по бетону.

Однако и тут следует учитывать, что схожие технологии изготовления бетонных мишеней не обеспечивают идентичных по прочности характеристик.

20 марта 2012 г. методика СС-05 была в очередной раз изменена. Текущее название – «Методические рекомендации по проведению приемочных испытаний кумулятивных зарядов для скважинной прострелочно-взрывной аппаратуры (СС-05), утвержденные приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 18 апреля 2011 г. № 188». Такое название методики значительно более точно отражает ее сущность, чем первоначальное. Но до сих пор остались существенные «пятна» в методике. Так,

«1.3. Основной задачей испытаний является определение безопасности и *стабильности* работы КЗ». Но критерии стабильности работы КЗ в Методике так и не были определены.

«2.4. Испытания рекомендуется проводить путём одновременного подрыва зарядов одного исполнения по мишени металлической ММ». Критериев одновременности подрыва зарядов в методике не указано.

«5.5. Результаты испытаний зарядов каждого исполнения рекомендуется оформлять актом-отчётом об испытаниях КЗ по каждому отстрелу». Сертификат не выдается. Однако на сегодняшний день результаты, указанные в сертификате соответствия являются наиболее объективными из российских методик аттестации зарядов.

Следовательно, для испытаний перспективных новых и некоторых других зарядов глубина пробития заряда по металлическим мишеням, определяемая по Методике, все еще не может служить основой для сравнения пробивной способности зарядов. Определение глубины пробития по МКК и соотношения пробития металл/бетон может быть обосновано по результатам одновременных испытаний в независимом испытательном центре по металлу и бетону. Для обеспечения объективности результатов испытаний зарядов разных изготовителей применяемые бетонные мишени МКК должны производиться одним изготовителем по единой технологии и конструкции [9] и иметь стабильное *контролируемое* качество.

Следует отметить, что разработка новых методик испытаний и, соответственно, мишеней не стоит на месте, а постоянно развивается. Так, в патенте США, полученного сотрудниками фирмы Shclumberger [10] предлагается усовершенствованная методика производства мишени и ее конструкция для целей тестирования перфорационных кумулятивных систем. Однако судя по тому, что действие патента больше не поддерживается, это направление было признано не перспективным.

В Концепции развития национальной системы стандартизации Российской Федерации на период до 2020 года, одобренной Распоряжением Правительства РФ от 24 сентября 2012 г. №1762-р, указывается, что «Одним из эффективных инструментов ускорения работ по стандартизации должен стать предварительный национальный стандарт. Он может приниматься в одном из следующих случаев:

- ...для использования передового зарубежного опыта промышленно развитых стран;
- для проверки на практике спорных решений, не получивших консенсуса, при обсуждении проектов национальных стандартов».

Исходя из всего вышеизложенного, по мнению авторов необходима разработка нового предварительного национального стандарта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. V.F.Minin, I.V.Minin, O.V.Minin. Principle of the Forced Jet Formation. // International Workshop on Air Defense Lethality Enhancement and High Velocity Terminal Ballistics, 29 September - 1 October 1998, Freiburg, Germany.
2. Минин В.Ф., Минин И.В., Минин О.В. Разработка высокоэффективных кумулятивных зарядов для дробления негабаритных кусков горных пород на основе эффекта гиперкумуляции // Сб. материалов VII международного научного конгресса и выставки «ИНТЕР-ЭКСПО ГЕО-Сибирь 2012»; Международная научная конференция «Недропользование. Горное дело. Новые направления и технологии поиска, разведки и разработки месторождений полезных ископаемых». – Новосибирск: СГГА, 2012. – Т. 2. – С. 120-124.
3. M. J. Murphy, D. W. Baum, R. M. Kuklo, S. C. Simonson. Effect of Multiple and Delayed Jet Impact and Penetration on Concrete Target Borehole Diameter // Preprint UCRL-JC-139827, The article was submitted to 19th International Symposium, May 7-11, 2001, Ballistics, Interlaken, Switzerland.
4. V. S. Bondarchuk, Yu. A. Vedernikov, V. G. Dulov, and V. F. Minin. To Optimization of Star-Shaped Penetrators, Izv. SO AN SSSR Ser. Tekhn. Nauk, No. 13 (3), 60-65 (1982).
5. M.J. Murphy, R.M. Kuklo, T.A. Rambur, L.L. Switzer, M.A. Summers. Single And Multiple Jet Penetration Experiments Into Geologic Materials. 21st International Symposium on Ballistics Adelaide, Austria April 19-23, 2004 UCRL-CONF-201680
6. Minin V.F., Minin O.V., Minin I.V. PHYSICS HYPERCUMULATION AND COMBINED SHAPED CHARGES. 11TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ACTUAL PROBLEMS OF ELECTRONIC INSTRUMENT ENGINEERING (APEIE) – 30057 PROCEEDINGS 2nd – 4th October, 2012 v.1, NSTU: Novosibirsk, 2012. – Pp. 34-52.
7. Recommended Practice for Evaluation of Well Perforators, API, RP-19B. 2000.
8. Испытания кумулятивных зарядов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.promperforator.ru/kumuljativnye_zarjady
9. Гайворонский И. Н. Анализ работ по определению пробивной способности кумулятивных перфораторов / И. Н. Гайворонский, Г. М. Хамзин, С. В. Полторыхин // Производственный опыт, 2008. – С. 53-59.
10. US Patent 6238595, May 29, 2001.

© И.В. Минин, О.В. Минин, 2013