

А.А. Добрынин, И.А. Добрынин**ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИИ СПЕЦИАЛЬНЫХ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ**

Предложен способ по использованию технологии с изготовлением взрывчатых материалов из невзрывчатых компонентов, материалов и изделий непосредственно на местах производства работ, что существенно повышает безопасность при их организации и полностью исключает перевозку и хранение на объекте каких-либо взрывчатых материалов.

Ключевые слова: специальные взрывные работы, обрушение трубы, взрывчатые материалы, жидкие взрывчатые вещества, безопасность.

Профессор Ван Сюйгуан характеризуя безопасность и надежность при производстве, транспортировании и применении взрывчатых веществ (ВВ) утверждает, что безопасность ВВ и влияющие на нее факторы характеризуются следующими показателями: механическая прочность, чувствительность к воспламенению, температура вспышки, чувствительность к прострелу пульей. Им отмечается, что китайская и мировая практика показывают, что когда эмульсионные ВВ (ЭВВ) оцениваются этими характеристиками, их безопасность является высокой [1].

Экспериментальные данные показывают, что даже в наиболее безопасных ЭВВ, например, в ЭВВ серии Powermax компании «Atlas Power Co.» реакция возникает при скорости пули более 500 м/с. Для сравнения реакция в водных гелях возникает при скорости пули 300–350 м/с, в динамитах – при скорости пули менее 100 м/с, а пороха могут взрываться при любой скорости пули, имеющей температуру немногим выше 100 °С.

Исходя из того, что начальная скорость пули современных автоматов и винтовок находится в диапазоне 700–1000 м/с, не говоря о более мощном переносном стрелковом ору-

жии, можно предположить, что многие промышленные ВВ (ПВВ), в т.ч. аммонит № 6ЖВ, широко и успешно применяемый в течении нескольких десятилетий на специальных взрывных работах, вряд ли смогут пройти тест на прострел пульей.

Результаты испытаний на чувствительность к прострелу пульей калибра 7,62 мм подтверждают данное предположение, т.к. порошкообразные, в т.ч. в патронированном виде, ПВВ: аммонал ГОСТ 21985-76, аммонит ГОСТ 21985-76, аммонит № 6ЖВ ГОСТ 21984-76, аммонит ПЖВ-20 ГОСТ 21982-76, аммонит Т-19 ГОСТ 21982-76 взрываются при массе всего 1–2 кг. ПВВ в виде гранул и чешуек: тротил и граммонит 79/21 ГОСТ 21988 взрываются в мешках массой около 40 кг [2].

Все испытанные ПВВ относятся к подклассу 1.1 – «взрывчатые материалы, способные взрываться массой» [3–5], при этом взрыв автомобиля с данными ПВВ может вызвать разброс опасных для людей металлических осколков и других фрагментов в радиусе до 1,5 км от места взрыва [6].

Учитывая, что сегодня допускается автоперевозка взрывчатых материалов (ВМ) даже в открытых кузовах под брезентом, а также напряженную между-

народную обстановку с повседневной реальной опасностью террористической угрозы следовало бы все перевозки ВМ по дорогам общего пользования запретить или выполнять их только с использованием специальных бронированных автомобилей при обеспечении надежной военизированной охраны и других дорогостоящих мероприятий по обеспечению безопасности людей, случайно находящихся или живущих в непосредственной близости от дорог, по которым транспортируются ВМ. При этом, как ответить обывателю (жителю какой-нибудь местности) на его простой и логичный вопрос, например, – почему возле нашего дома, где гуляют мои дети, какая-то частная кампания ради своей прибыли перевозит взрывчатку? И обывателя интересует именно безопасность его семьи, а не то что кто-то согласовал вопрос перевозки с собственником дороги или каким-то чиновником. Вопрос обеспечения безопасности граждан страны – вопрос действительно государственный, а вот вопрос перевозки промышленных ВМ частными компаниями для частных компаний вряд ли.

Сегодня в России около 80 % ПВВ производится непосредственно вблизи от мест их применения (карьеры, разрезы, рудники), остальное на химических заводах [7], и совершенно необязательно их оттуда вывозить на федеральные и другие автомобильные дороги общего пользования, т.к. перевозкам и применению готовых ВМ есть альтернативный вариант, который уже неоднократно был апробирован на практике, суть которого заключается в перевозке не взрывчатых компонентов из которых ВВ изготавливаются непосредственно на объекте производства взрывных работ.

21 октября 2014 г. в г. Грозном взрывом была обрушена железобетонная труба высотой 99 м. Доставку

безопасных компонентов для изготовления жидкого ВВ (ЖВВ) произвели накануне из Унцукульского района Дагестана, т.е. именно оттуда, где в тот момент проводилась контртеррористическая операция.

О подобном опыте обрушения железобетонных труб с помощью ЖВВ, изготовленного на основе диазота тетраоксида, нам до сих пор не было известно. Возможно это случилось впервые в мире.

Решение о проведении взрывных работ с изготовлением ЖВВ на объекте взрывных работ было принято сообща специалистами организаций: ООО «СТРОЙПРОЕКТ-ТМ» – заказчик работ (г. Грозный, Чеченская Республика), ООО ПКФ «Стимул» – исполнитель взрывных работ (с. Унцукуль, Республика Дагестан) и ООО «ПироВзрыв» – экспертная организация (г. Москва). На основании принятого решения в п. 4 Технического задания ООО «СТРОЙПРОЕКТ-ТМ» на разработку проекта и производство буровзрывных работ по валке в заданном направлении железобетонной дымовой трубы и дробление железобетонных фундаментов, расположенных на территории предприятия Грозненская ТЭС, бывшая ТЭЦ-3 по адресу: Чеченская Республика, г. Грозный, Заводской район было категорически указано – «взрывчатые материалы на территорию объекта не завозить».

Условия для обрушения трубы были отличные, которые встречаются не часто, т.к. практически в любом направлении на расстоянии до 270 м от трубы не было никаких охраняемых объектов. Учитывая такую ситуацию и полную уверенность в выполнении обязательных требований (обрушение трубы в заданном направлении) для получения дополнительного опыта было принято решение, провести попутно некоторые исследовательские (экспериментальные) работы с целью:

- узнать как повлияет на результаты взрыва сокращение высоты подбоя и отказ от резки вертикальной стальной арматуры по периметру трубы требуемыми для выполнения в [8];

- определить величину угла отклонения трубы от заданного направления при ее обрушении в случае использования не симметричных зарядов.

Валка трубы в заданном направлении была достигнута применением классической схемы, а именно за счет образования сквозного подбоя (вруба) со стороны направления валки (обрушения) при частичном сохранении опоры (целика) с противоположной стороны, т.е. в результате создания опрокидывающего момента.

ЖВВ изготавливали на основе диоксида азота тетраоксида, который является токсичным компонентом, но не взрывчатым.

По сравнению с требованиями [8] количество рядов шпуровых зарядов было сокращено почти вдвое (5 вместо 9). По периметру железобетонной трубы штроба, с целью добраться до вертикальной стальной арматуры и перерезать ее, не проходила. Все это значительно сократило время на подготовительные работы.

Наружный диаметр пластиковых трубок, в которые заливали ЖВВ и изготавливали цилиндрические патронированные заряды составлял 50 и 32 мм. Шпуровые заряды формировали путем опускания в шпур наполненных ЖВВ трубок с запаянными торцами, при этом к каждой трубке снаружи, с одной стороны липкой лентой был прикреплен детонирующий шнур (ДШ), который не менее чем на 0,5 м выходил из шпура, после размещения в нем заряда. При монтаже взрывной сети все свободные концы ДШ соединялись между собой.

ДШ формировали путем заливки ЖВВ в гибкие пластиковые трубки с наружным диаметром 8 мм.

Инициировали ДШ с помощью «Безопасного средства электрического инициирования» по ТУ 3414-03-95310915-2014, которое не содержит взрывчатых, пиротехнических, токсичных или каких-либо других опасных веществ и материалов.

В качестве источника тока использовали взрывную машинку КГМ-3.

Не симметричные заряды формировали путем размещения в шпурах одной половины трубы патронов диаметром 50 мм, а в другой диаметром 32 мм.

Кроме зарядов, располагаемых со стороны подбоя в наружной стене трубы, заряды также были размещены в железобетонных колоннах, расположенных внутри трубы, поддерживающих балки на которых располагалось перекрытие на уровне дымоходов (примерно на высоте 4,5 м).

Все шпуровые заряды инициировали одновременно.

В результате взрыва не симметричных зарядов в разных половинах образовались проемы неодинаковой высоты, что привело к частичному отклонению железобетонной трубы (массой несколько тысяч тонн) при обрушении в сторону, где располагались заряды диаметром 50 мм, т.е. большей массы, при этом отклонение составило примерно 20–21 градус в левую сторону от расчетного вектора обрушения трубы (для случая применения симметричных зарядов).

В результате выполненных работ, в т.ч. исследовательских, установлено:

- при организации и производстве специальных, разовых и эпизодических взрывных работ следует, в случае возможности (а обратное следовало бы каждый раз и в каждом конкретном случае доказывать Обществу и специалистам), использовать технологии с изготовлением ВМ из невзрывчатых компонентов, материалов и изделий непосредственно на местах производства

работ, что существенно повышает безопасность при их организации и полностью исключает перевозку «ВОЗЛЕ НАС С ВАМИ» чрезвычайно опасных грузов 1 класса «взрывчатые вещества и изделия»;

- требования к условию валки железобетонной трубы представленные

в [8] для некоторых случаев могут оказаться явно завышенными;

- не симметричное расположение зарядов в зоне подбоя (хаотичное расположение зарядов, применение зарядов разных масс) может привести к существенному отклонению трубы от заданного вектора обрушения при падении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ван Сюйгуан. Эмульсионные взрывчатые вещества. Перевод с китайского. – Красноярск, 2012. – 380 с.

2. Колганов Е.В., Соснин В.А. Промышленные взрывчатые вещества. – 2-я книга (Составы и свойства). – Дзержинск Нижегородской обл., изд. ГосНИИ «Кристалл», 2010. – С. 355–340.

3. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности взрывчатых веществ и изделий на их основе» ТР ТС 028/2012.

4. Единые правила безопасности при взрывных работах ПБ 13–407–01. – М.: Госгортехнадзор России, 2001.

5. Федеральные нормы и правила в области промышленной безопасности «Правила

безопасности при взрывных работах». Серия 13. Выпуск 14. – М.: ЗАО НТЦ ПБ, 2014. – 332 с.

6. Единые правила безопасности при взрывных работах. – М.: Госгортехнадзор СССР, 1967, М.: Недра, 1972. – 320 с.

7. Добрынин А.А. Взрывчатые вещества. Химия. Составы. Безопасность. – М.: ИД Академии Жуковского, 2014. – 542 с.

8. Ганопольский М.И., Барон В.Л., Белин В.А., Пупков В.В., Сивенков В.И. Методы ведения взрывных работ. Специальные взрывные работы. Учебное пособие. – М.: Изд. МГТУ, 2007. – 563 с. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Добрынин Александр Артурович – кандидат технических наук, эксперт высшей квалификации, директор, e-mail: pirovzryv@mail.ru,

Добрынин Иван Александрович – кандидат технических наук, научный сотрудник, эксперт, e-mail: pirovzryv@mail.ru, Москва, ООО «ПироВзрыв».

UDC 622.235, 662.251, 662.2.036.2

IMPROVING SAFETY IN THE ORGANIZATION AND CONDUCTING SPECIAL BLASTING

Dobrynin A.A.¹, Candidate of Technical Sciences, Top Expert, Director, e-mail: pirovzryv@mail.ru,

Dobrynin I.A.¹, Candidate of Technical Sciences, Researcher, эксперт, e-mail: pirovzryv@mail.ru,

¹ PiroVzryv LTD, Moscow, Russia.

A method is proposed for the use of technology to the manufacture of explosives from non-explosive components, materials and products directly to the work site, which significantly increases the safety in their organization and eliminates transportation and storage on site of any explosive materials.

Key words: special blasting, tube collapse, explosive materials, liquid explosives, safety.

REFERENCES

1. Van Syuiguan. *Emul'sionnye vzryvchatye veshchestva*. Perevod s kitaiskogo (Emulsion explosives. Chinese-Russian translation), Krasnoyarsk, 2012, 380 p.

2. Kolganov E.V., Sosnin V.A. *Proyshlennye vzryvchatye veshchestva*. 2-ya kniga (Sostavy i svoystva) (Industrial explosives. 2nd book (Compositions and properties)), Dzerzhinsk, izd. GosNII «Kristall», 2010, pp. 355–340.

3. *Tekhnicheskii reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti vzryvchatykh veshchestv i izdelii na ikh osnove» TR TS 028/2012* (Customs Union Technical Regulations on Safety of Explosive Substances and Products TR TS 028/2012).

4. *Edinye pravila bezopasnosti pri vzryvnykh rabotakh PB 13-407-01* (Uniform safety rules for blasting PB 13-407-01), Moscow, Gosgortekhnadzor Rossii, 2001.

5. *Federal'nye normy i pravila v oblasti promyshlennoi bezopasnosti «Pravila bezopasnosti pri vzryvnykh rabotakh»*. Seriya 13. Vypusk 14 (Federal standards and regulations on industrial safety in blasting. Series 13, issue 14), Moscow, ZAO NTTs PB, 2014, 332 p.

6. *Edinye pravila bezopasnosti pri vzryvnykh rabotakh* (Uniform safety rules for blasting), Moscow, Gosgortekhnadzor SSSR, 1967, Moscow, Nedra, 1972, 320 p.

7. Dobrynin A.A. *Vzryvchatye veshchestva. Khimiya. Sostavy. Bezopasnost'* (Explosives. Chemistry. Compositions. Safety), Moscow, ID Akademii Zhukovskogo, 2014, 542 p.

8. Ganopol'skii M.I., Baron V.L., Belin V.A., Pupkov V.V., Sivenkov V.I. *Metody vedeniya vzryvnykh rabot. Spetsial'nye vzryvnye raboty. Uchebnoe posobie* (Methods of blasting, Special purpose blasting. Educational aid), Moscow, Izd. MGGU, 2007, 563 p.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ СПУТНИКОВОЙ РАДИОНАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Певзнер Леонид Давидович – доктор технических наук, профессор,
зав. кафедрой, e-mail: at@msmu.ru, НИТУ «МИСиС»,

Костиков Владимир Григорьевич – доктор технических наук, профессор,
начальник отдела, e-mail: kv303@yandex.ru, НИТУ «МИСиС»,

АО «Головное системное конструкторское бюро Концерна ПВО «Алмаз-Антей»,

Костиков Руслан Владимирович – ведущий инженер, e-mail: kv303@yandex.ru,

АО «Головное системное конструкторское бюро Концерна ПВО «Алмаз-Антей»,

Горев Павел Александрович – аспирант, инженер, e-mail: gorev.pv@yandex.ru,

ОАО Научный институт точных приборов; НИТУ «МИСиС».

Исследованы погрешности измерений в навигационных системах. Так как данные погрешности определяются нелинейными преобразованиями сигналов и изменением характеристик среды распространения сигналов, указанные системы относят к открытым диссипативным с внутренним трением. В этом случае к анализу погрешностей измерений может быть применена модель детерминированного хаоса. Точность измерений по сигналам навигационных спутников определяется влиянием ионосферы и тропосферы, а также погрешностью эфемерид и частотно-временных параметров навигационных космических аппаратов. В результате проведенного исследования разработано математическое описание погрешностей измерений параметров спутниковой системы радионавигации, топопривязки и ориентирования мобильных наземных объектов с помощью цилиндрической модели при использовании приближенного метода интегральной аппроксимации.

Ключевые слова: навигационные системы, детерминированный хаос, ГЛОНАСС, инерциальная навигация, спутниковая навигация, интегрированные системы, погрешности измерений.

RESEARCH OF THE SATELLITE RADIO NAVIGATION SYSTEM ERRORS

Pevzner L.D.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Chair, e-mail: at@msmu.ru,

Kostikov V.G.^{1,2}, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department, e-mail: kv303@yandex.ru,

Kostikov R.V.², Leading Engineer, e-mail: kv303@yandex.ru, Gorev P.A.¹, Graduate Student, Engineer,
e-mail: gorev.pv@yandex.ru, Research Institute of Precision Instruments, Russia,

¹ National University of Science and Technology «MISiS», 119049, Moscow, Russia,

² General System Design Department of Concern of Air-Defence «Almaz-Antey», Russia.

The measurement errors of navigation systems are investigated. Since those errors depend on non-linear transformations of signals and changing of the signal propagation environment characteristics, the given systems refer to the open dissipative with internal friction. Hence, the model of determinate chaos can be implemented to the analysis of the measurement errors. The accuracy of the measurements using navigation satellites signals depends on ionosphere and troposphere influence, as well as ephemeris errors and errors of frequency and time of spacecrafts. As the result of the investigation the mathematical model of the errors of measurements of the parameters of the satellite system of mobile ground vehicles navigation, topographic linking and orientation using cylindrical model and the method of integral approximation. Results of the theoretical estimation using the proposal model give the deviation of the calculated navigation system characteristics from the experimental data received during the real tests appropriate for the engineering practice.

Key words: navigation systems, determinate chaos, GLONASS, inertial navigation, satellite navigation, integrated systems, measurement errors.