НИИЖБ ГОССТРОЯ СССР

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ НЕВЗРЫВНОГО РАЗРУШАЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА НРВ

МОСКВА–1985

gost.e-ecolog.ru

Госстрой СССР

Ордена Трудового Красного Знамени
научно-исследовательский институт
бетона и железобетона
(НИИЖБ)

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИГОТОВЛЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ НЕВЗРЫВНОГО РАЗРУШАЮЩЕГО ВЕЩЕСТВА НРВ

Утверждены директором НИИЖБ
6 декабря 1985 г.

Москва 1986

УДК 69.059.691.32

Печатается по решению секции коррозии и спецбетонов НТО НИИЖБ Госстроя СССР от 28 ноября 1985 г.

Методические рекомендации по приготовлению и применению невзрывного разрушающего вещества НРВ. М., НИИЖБ Госстроя СССР, 1986, с. 16

Рекомендации содержат основные положения по приготовлению невзрывного разрушающего вещества (НРВ) и его применению для направленного разрушения бетонных сооружений и горных пород. Изложены требования к исходным материалам для приготовления НРВ, приведены составы НРВ и их технические характеристики. Даны указания по контролю качества НРВ, подготовке объектов разрушения и проведению работ по разрушению объектов с помощью НРВ.

Для инженерно-технических работников производственных и проектных организаций.

Табл.3, илл.8.

© Ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт бетона и железобетона Госстроя СССР, 1986

ПРЕДИСЛОВИЕ

В связи с увеличением объема работ по реконструкции действующих предприятий значительно возрастает потребность в разрушении старых бетонных и железобетонных фундаментов, кирпичных стен, колонн, перекрытий и блоков.

До недавнего времени для производства этих работ применялся, в основном, взрывной метод с использованием традиционных взрывчатых веществ (ВВ).

В последние годы в СССР и за рубежом проводится работа по созданию материалов для невзрывного разрушения горных пород и строительных сооружений.

В течение 1982-1985 гг. в НИИЖБ Госстроя СССР разработано новое невзрывное разрушающее вещество (НРВ), действие которого основано на создании в процессе твердения большого расширяющего усилия, достаточного для разрушения бетона, кирпичной кладки и горных пород.

Разработанные составы НРВ обладают рядом преимуществ по сравнению с ВВ: они не вызывают сейсмических колебаний, выброса грунта, не загрязняют окружающую среду, обеспечивают безопасное ведение работ без остановки основного производства и отключения коммуникаций.

Настоящие Методические рекомендации составлены на основании результатов лабораторных исследований и опытно-производственных испытаний составов НРВ на объектах Предприятия п/я М-5703, треста горнопроходческих работ № I и Главмосремонта.

Методические рекомендации разработаны лабораторией физико-химических исследований бетонов НИИЖБ Госстроя СССР (канд. техн. наук Л.В.Никитина, инж. А.И.Лапшина, канд.техн.наук Л.Н.Левушкин, инж. В.Р.Гарашин) при участии сотрудников Предприятия п/я М-5703 (инженеры Е.Я.Либов, В.В.Осис).

С целью накопления и обобщения опыта приготовления и применения НРВ для невзрывного разрушения различных объектов данные о практическом использовании настоящих Методических рекомендаций, полученные результаты, а также замечания и предложения по их содержанию просим направлять в НИИЖБ по адресу: 109389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6.

Дирекция НИИЖБ

I. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Настоящие Методические рекомендации распространяются на приготовление и применение составов невзрывного разрушающего вещества (НРВ).

I.2. Смесь НРВ представляет собой порошкообразный материал светло-серого цвета, состоящий из известково-силикатных компонентов и органических добавок.

I.3. Для разрушения с помощью НРВ необходимо просверлить отверстие (шпур) в разрушаемом объекте и заполнить его НРВ, смешанным с водой. В результате физико-химических процессов, происходящих при твердении НРВ, создаются большие "усилия расширения (30-40 МПа), которые через 6-24 ч приводят к растрескиванию и разрушению объектов.

I.4. НРВ обладает рядом преимуществ по сравнению с традиционными взрывчатыми веществами: оно не горюче, не взрывоопасно, не вызывает в процессе разрушения сейсмических колебаний, шума, выброса грунта, не загрязняет окружающую среду.

I.5. НРВ рекомендуется применять для разрушения:

бетонных и кирпичных фундаментов, стен, колонн и других объектов при реконструкции зданий и сооружений;

различных горных пород при добыче полезных ископаемых;

негабаритов кристаллоносных пород и т.д.

I.6. Наиболее эффективно применение НРВ в тех случаях, когда применение традиционных ВВ невозможно или нежелательно:

в условиях густо населенного района, действующего предприятия, в случае близкого расположения зданий, коммуникаций, электрооборудования, при добыче ценных минералов и разделке ценных пород камня.

I.7. Рекомендуемые составы НРВ целесообразно применять в интервале температур плюс I0-30 °С.

2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ НРВ

2.I. Для приготовления НРВ следует применять следующие материалы: негашеную известь CaO, гидравлическое вяжущее и добавки - замедлители гашения извести и разжижители.

2.2. Негашеная известь CaO должна соответствовать требованиям ГОСТ 9179-77. Содержание активных CaO+MgO - не менее 70 %, содержание "недожога" - не более I0 %, содержание "пережога" - не более 5 %, скорость гашения - 8-25 мин (среднегасящаяся известь), температура гашения - 75-90 °С.

2.3. В качестве гидравлического вяжущего рекомендуется применять портландцемент или быстротвердеющий портландцемент, удовлетворяющие требованиям ГОСТ 10178-76. Сроки схватывания цемента должны быть в пределах: начало схватывания не ранее 30 мин и не позднее 2 ч, конец схватывания - не позднее 6 ч после затворения.

2.4. В качестве добавок, замедляющих гидратацию CaO, применяют сахарозу (по РС 5704-77) или сахарную патоку (мелассу), соответствующую требованиям ТУ 18 РСФСР 409-79 Минпищепрома РСФСР.

2.5. В качестве пластифицирующих добавок (разжижителей) рекомендуется применять:

а) суперпластификатор С-3 по ТУ 6-14-625-80 Минхимпрома;

б) сульфитно-дрожжевую бражку СДБ, удовлетворяющую требованиям ОСТ 81-79-74 ТУ 81-04-225-73 Минбумдревпрома.

2.6. Вода для затворения смеси НРВ должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23732-79. Температура воды затворения должна быть в пределах плюс 15-25 °С.

3. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ СОСТАВЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НРВ

3.1. Рекомендуемые составы НРВ приведены в табл.1.

Таблица 1

Номер состава	Содержание компонентов, % по массе				
	Молотая негашеная известь	Портландцемент	Разжижитель С-3	Сахароза	Добавка СДБ
1	50-80	20-50	0,5-0,7	-	-
2	50-80	20-50	-	1-2	0,3-0,5

3.2. Перед использованием порошкообразную смесь НРВ затворяют водой при В/Т = 0,3-0,35 до текучей консистенции.

3.3. Подвижность смеси НРВ с водой должна быть в пределах 65-35 мм (по расплыву конуса). Указанная подвижность смеси должна сохраняться в течение 20-30 мин.

3.4. Смесь НРВ с водой должна создавать в процессе твердения (в условиях ограничения деформаций) в течение 6-24 ч "усилие расширения" (давление расширения) не менее 30 МПа.

4. ПРИГОТОВЛЕНИЕ НРВ

4.1. Приготовление НРВ включает в себя следующие операции: проверку исходных материалов на соответствие требованиям п.2

настоящих Методических рекомендаций;

измельчение комовой негашеной извести;

дозирование составляющих;

перемешивание составляющих;

развешивание и упаковку готовой смеси НРВ.

4.2. Измельчение комовой негашеной извести рекомендуется производить в следующем порядке:

предварительное дробление на щековой дробилке до крупности 5–10 мм;

помол в шаровой мельнице или дезинтеграторе до прохождения через сито с сеткой 03 (по ГОСТ 3584–73) с отделением крупной фракции недожога и пережога.

4.3. Дозирование составляющих НРВ следует производить по массе на весах, обеспечивающих следующую точность дозирования:

для извести и цемента – ± 2 %;

для сахарозы, добавок СДБ и С–3 – $\pm 0{,}5$ %.

Примечание. В случае применения жидких препаратов С–3, СДБ и сахарной патоки допускается их объемное дозирование (при условии соблюдения указанной точности).

4.4. Перемешивание составляющих следует производить в шаровой мельнице сухого помола в следующей последовательности:

загрузка молотой негашеной извести;

загрузка добавки С–3 или СДБ и сахарозы и перемешивание с известью в течение 15–20 мин;

загрузка портландцемента и совместное перемешивание компонентов в течение 15–20 мин;

выгрузка полученной смеси НРВ из шаровой мельницы и затаривание.

4.5. Приготовление смеси НРВ должно производиться в сухом отапливаемом помещении при температуре плюс 15–20 °С и относительной влажности не более 30–50 %.

5. ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ НРВ

5.1. Приготовленная сухая смесь НРВ сразу после приготовления (в течение 30 мин) должна быть упакована в полиэтиленовые пакеты или другую герметичную тару по 5–10 кг.

5.2. Упакованную смесь НРВ следует хранить не более одного года в сухом прохладном месте на стеллажах выше уровня пола.

Примечание. При длительном хранении свойства НРВ могут ухудшаться.

5.3. Пакеты с НРВ следует вскрывать непосредственно перед использованием. Если в пакете останется некоторое количество НРВ, то следует, выпустив из пакета воздух, по возможности герметично закрыть его. Оставшееся количество НРВ следует использовать в течение 3–5 сут.

5.4. Транспортирование НРВ к месту использования рекомендуется производить в ящиках по 2–4 пакета в каждом (общий вес $\sim$ 20 кг).

6. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА НРВ

6.1. Определение подвижности смеси НРВ с водой производится с помощью металлического конуса, имеющего верхний диаметр 30 мм, нижний – 33 мм; высота конуса – 20 мм. Конус помещают на стеклянную подставку по центру. Перед испытанием внутреннюю поверхность конуса и стекло смачивают влажной тканью.

Навеску НРВ смешивают с отмеренным количеством воды, интенсивно перемешивают и выливают в конус. Избыток массы в конусе удаляют ножом, затем резким движением поднимают конус, при этом масса растекается по стеклу. Диаметр расплыва конуса измеряют штангенциркулем или линейкой по нижнему основанию в двух взаимно перпендикулярных направлениях и берут среднее значение. Величина расплыва конуса смеси НРВ с водой должна удовлетворять п.3.3 настоящих Методических рекомендаций.

6.2. Для предварительной оценки разрушающих свойств НРВ и скорости разрушения объектов используют бетонные образцы-кубы размером 10x10x10 см или 15x15x15 см, в центре которых имеются круглые сквозные отверстия диаметром соответственно 20 и 30 мм. Прочность образцов на сжатие должна составлять 35–45 МПа. Отверстия заполняют составом НРВ, смешанным с водой при В/Т = 0,3–0,4. После заливки отверстия в течение суток осуществляется визуальный контроль за состоянием образцов.

Разрушение в течение указанного времени бетонных образцов свидетельствует о том, что создаваемые составом НРВ расширяющие усилия достаточны для разрушения кирпичных и бетонных сооружений, а также некоторых видов горных пород. На рис.1 показан характер разрушения образцов бетона с помощью НРВ.

6.3. Для точного определения давления расширения следует применять специальную установку, метод измерения на которой основан на механической компенсации деформаций расширения исследуемого образца.

Установка представляет собой уравновешенный рычаг, снабженный автоматической системой нагружения (рис.2). Давление расширения определяют по величине внешней нагрузки, необходимой для подавления деформации исследуемого образца.

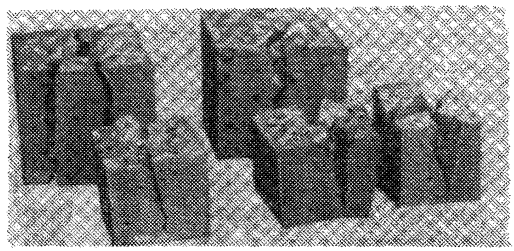


Рис.I. Характер разрушения бетонных образцов с помощью НРВ

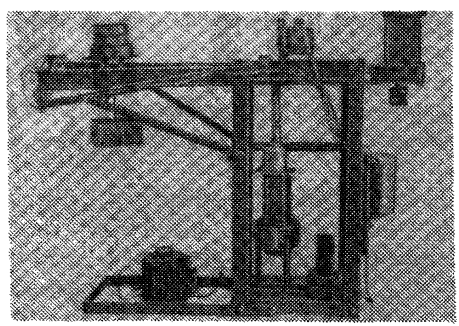


Рис.2. Установка для измерения давления расширения

Измерения давления расширения следует проводить в соответствии с "Методическими рекомендациями по определению собственных напряжений в цементном камне и бетоне" (М., 1984).

В качестве примера на рис.3 приведены кривые кинетики развития давления расширения, измеренного указанным методом для двух составов НРВ.

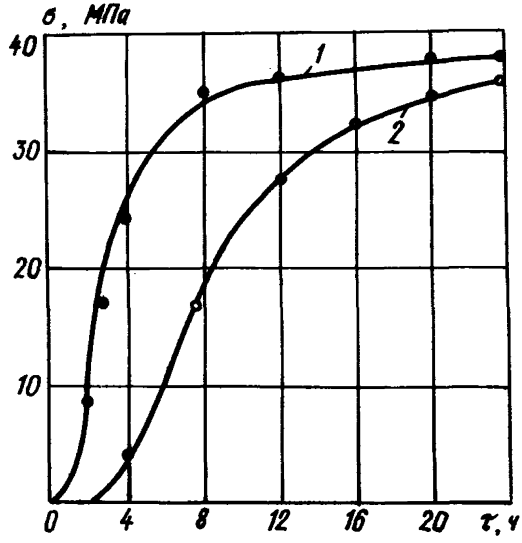


Рис.3. Кинетика развития давления расширения при твердении образцов НРВ
кривая I - состав I; кривая 2 - состав 2

7. ПОДГОТОВКА К ПРОВЕДЕНИЮ РАБОТ ПО РАЗРУШЕНИЮ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ НРВ

7.I. Перед проведением работ по разрушению объектов необходимо составить план-проект разрушения.

7.2. Разрушение объектов с помощью НРВ производят в следующей последовательности:

бурение скважин (шпуров) в разрушаемом объекте;

приготовление смеси НРВ с водой;

заполнение шпуров смесью;

выдерживание до появления и развития трещин;

дополнительные работы по разрушению.

7.3. При составлении плана-проекта разрушения необходимо учитывать следующие факторы:

необходимую степень и точность разрушения;

прочностные и деформационные характеристики материала разрушаемого объекта;

форму и размеры объекта;

наличие трещин, слоистости и других нарушений структуры;

наличие и степень армирования;

наличие свободной поверхности;

температуру окружающей среды;

методы вторичного разрушения.

7.4. Перед составлением плана-проекта разрушения рекомендуется произвести экспериментальные (пробные) работы по разрушению с целью выбора оптимального расположения шпуров и наиболее эффективного использования имеющихся свободных поверхностей.

8. БУРЕНИЕ ШПУРОВ

8.1. Для бурения шпуров рекомендуется использовать перфораторы, электросверла или бурильные машины.

8.2. Наиболее целесообразно бурение шпуров производить в вертикальном направлении. Однако, в случае необходимости (например, при разрушении стен, колонн, когда высверливание вертикальных шпуров затруднено) можно также бурить горизонтальные или наклонные шпуры.

8.3. Диаметр, глубину шпуров, а также расстояние между ними определяют в зависимости от физико-технических характеристик разрушаемого (разрабатываемого) объекта. При отсутствии этих характеристик расстояние между шпурами, их диаметр и глубину определяют опытным путем (пробным разрушением).

8.4. Чем больше диаметр шпуров, тем выше эффективность и скорость разрушения. При использовании перфораторов оптимальными следует считать шпуры диаметром 40–50 мм.

8.5. Чем меньше расстояние между шпурами, тем легче происходит разрушение, однако это приводит к увеличению объема работ по бурению и большому расходу НРВ. Ориентировочные расстояния между шпурами (в зависимости от вида разрушаемого объекта), а также количество НРВ, необходимое для разрушения I $м^3$ объекта, приведены в табл.2.

Таблица 2

Разрушаемый материал	Расстояние между шпурами, см	Количество НРВ, необходимое для разрушения 1 м³ объекта
Бетон	40–50	6–8
Кирпичная кладка	50–70	4–5
Мягкая горная порода	60–80	5–7
Порода средней твердости	40–60	8–10
Твердая порода	30–40	11–14

8.6. Глубина шпуров зависит от формы и размеров разрушаемого объекта. Для лучшего образования трещин и более эффективного разрушения глубина шпура должна составлять в среднем 0,8–0,9 от высоты (толщины) объекта.

8.7. Планы расположения шпуров при разрушении бетонного фундамента и негабаритов горных пород показаны на рис.4 и 5.

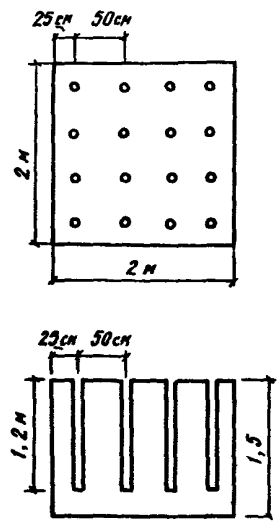


Рис.4. План расположения шпуров при разрушении бетонного фундамента

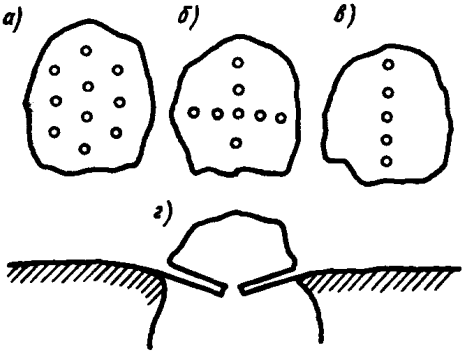


Рис.5. План расположения шпуров при разрушении негабаритов горных пород

а – раскалывание на несколько частей;
б – раскалывание на четыре части;
в – раскалывание на две части;
г – частичное обрезание валуна

9. ПРИГОТОВЛЕНИЕ РАБОЧЕЙ СМЕСИ НРВ С ВОДОЙ

9.1. Инструмент для приготовления смеси:
чистая емкость для смешивания объемом 10–12 л;
смеситель механический или лопатка;
приспособление для отмера воды (измерительный цилиндр);
защитные принадлежности (резиновые перчатки, защитные очки).

9.2. Для приготовления рабочей смеси НРВ в выбранную емкость высыпают отвешенное количество порошка НРВ (5–10 кг), заливают отмеренным количеством воды (из расчета В/Т = 0,3–0,35) и тщательно перемешивают массу в течение 2–3 мин до получения текучей консистенции.

Примечание. При смешивании большого количества следует использовать механический смеситель.

9.3. Не рекомендуется оставлять рабочую смесь НРВ с водой на длительное время без использования, так как это приводит к ухудшению текучести смеси и других ее свойств. Следует заливать смесь в шпуры не позднее, чем через 5–10 мин после ее приготовления.

IO. ЗАПОЛНЕНИЕ ШПУРОВ РАБОЧЕЙ СМЕСЬЮ НРВ

IO.I. Шпур, в который заливается рабочая смесь НРВ с водой, должен быть чистым, без пыли и обломков породы. Если в шпуре имеется вода, ее необходимо удалить.

IO.2. Если разрушаемый объект обладает повышенным водопоглощением, то следует применять изготовленный по размерам шпура полиэтиленовый мешок, в который заливается рабочая смесь.

IO.3. Вертикальные шпуры заполняются рабочей смесью с помощью воронки или путем непосредственного залива из ведра – до устья отверстия (рис.6).

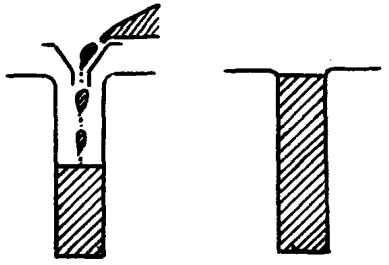


Рис.6. Заполнение вертикальных шпуров рабочей смесью НРВ

IO.4. Заполнение горизонтальных или наклонных шпуров следует производить с помощью насоса или шприца, пустоты при заполнении шпура недопустимы (рис.7). После заполнения шпура его следует заткнуть пробкой, чтобы предотвратить вытекание смеси.

Количество НРВ, кг, необходимое для заполнения Iм длины шпура приведено в табл.3.

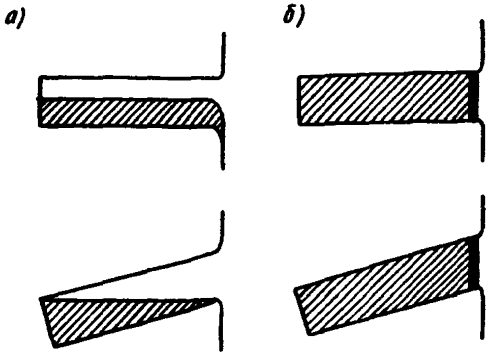


Рис.7 Заполнение горизонтальных и наклонных шпуров смесью НРВ

а – неправильное заполнение; б – правильное заполнение

Таблица 3

Диаметр шпура, мм	36	38	40	42	44	46	48	50
Количество НРВ, кг	I,7	I,9	2,I	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2

I0.5. После заполнения шпуров их следует накрыть брезентом, так как в случае большого диаметра шпура и высокой температуры смесь может ударить струей из отверстия.

II. РАЗРУШЕНИЕ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ НРВ

II.I. В отличие от взрывного метода разрушение с помощью НРВ основано на создании в процессе его твердения (в условиях ограничения деформаций) большого расширяющего усилия (давления расширения)

II.2. Давление расширения возникает, как правило, через 2–6 ч после заполнения шпуров рабочей смесью и достигает через I0–24 ч 30–40 МПа.

II.3. По мере роста давления расширения в разрушаемом материале происходят следующие процессы:

а) образование трещин;

б) развитие трещин;

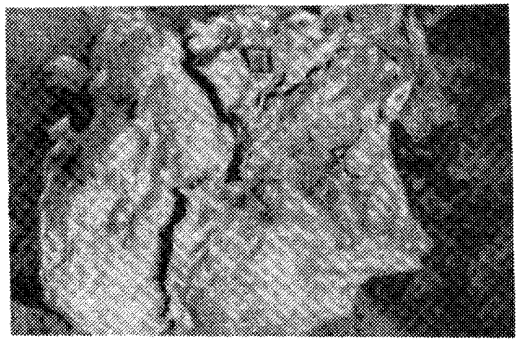
в) разрушение.

II.4. Образование трещин начинается с внутренней поверхности шпура в результате действия распирающего напряжения, создаваемого давлением расширения НРВ. В связи с тем, что давление расширения поддерживается и после образования трещин, происходит их дальнейшее развитие, а также появление новых трещин.

II.5. Как правило, вокруг шпура образуются и развиваются две-четыре трещины. При наличии свободной поверхности (свободного края) это приводит к разрушению объекта в течение 6–24 ч.

II.6. В случае, если действие НРВ вызвало появление глубоких трещин в разрушаемом объекте, но не удалось достичь разрушения – окончательное разрушение следует произвести с помощью дополнительных механических средств (бетонолома или пневмодробилки). В качестве примера на рис.8 показан характер разрушения с помощью НРВ негабаритов горных пород.

а)



б)



Рис.8. Разрушение негабаритов горных пород с помощью НРВ
а - появление и развитие трещин; б - разрушение

I2. СПЕЦИАЛЬНЫЕ МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С НРВ

I2.I. Во время приготовления сухой смеси НРВ, а также при смешивании ее с водой и во время заливки рабочей смеси в шпуры следует обязательно пользоваться резиновыми перчатками, респиратором и защитными очками.

I2.2. Смесь НРВ - не токсичное вещество. Однако, будучи сильным щелочным средством, НРВ может привести к поражению кожи и слизистых оболочек в случае прямого контакта с ним. При попадании на кожу или в глаза следует немедленно промыть их водой.

I2.3. Категорически запрещается заглядывать в шпуры в течение первых I0 ч после их заполнения рабочей смесью НРВ, поскольку существует опасность выброса горячей смеси из шпура.

I2.4. Во избежание взрыва нельзя использовать для затворения НРВ горячую воду, а также оставлять рабочую смесь НРВ в закрытых емкостях (бутылях, банках).

I2.5. При проведении работ по разрушению объектов, не имеющих опоры, следует обязательно оградить место разрушения и выставить предупреждающую табличку.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
I. Общие положения	4
2. Материалы для приготовления НРВ	4
3. Рекомендуемые составы и технические характеристики НРВ	5
4. Приготовление НРВ	5
5. Хранение и транспортирование НРВ	6
6. Контроль качества НРВ	7
7. Подготовка к проведению работ по разрушению объектов с помощью НРВ	9
8. Бурение шпуров	I0
9. Приготовление рабочей смеси НРВ с водой	I2
I0. Заполнение шпуров рабочей смесью НРВ	I3
II. Разрушение объектов с помощью НРВ	I4
I2. Специальные меры предосторожности при работе с НРВ	I6

Методические рекомендации по приготовлению и применению невзрывного разрушающего вещества НРВ

Научный редактор И.М.Дробященко

Отдел научно-технической информации НИИЖБ
I09389, Москва, 2-я Институтская ул., д.6

Редактор Т.А.Кириллова

Подписано в печать 6.I2.85 г. Заказ №21 ДСП
Формат 60х84/I6. Ротапринт. Уч.-изд.л.I,0. Усл.кр.-отт.I,0
Тираж 300 экз.

Типография ПЭМ ВНИИИС Госстроя СССР
I2I47I, Москва, Можайское шоссе, д.25

gost.e-ecolog.ru