

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ВОДОЕМОВ В ЦЕЛЯХ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ХАНТЫ-МАНСИЙСКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА - ЮГРЫ

Грицков С.Н.

Для проведения профилактических работ на торфяниках с целью повышения его влажности, а также в оперативных целях для пожаротушения необходимо достаточное количество воды. На существующих торфяниках Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, водоемов для этих целей не достаточно ввиду искусственного снижения уровня грунтовых вод и трудностей в их создания искусственных водоемов, так как участки торфяников заболочены, и тяжелая техника в целях их создания использоваться не может. Нами предлагается создание искусственных водоемов на торфяниках методом целенаправленного взрыва. Данный метод сокращает время создания водоемов, снижение материальных затрат. В целях безопасности взрывные работы целесообразно проводить в зимнее время. Расчет числа водоемов должен определяться исходя их гидравлического расчета и необходимого количества воды.

Взрывные работы на торфяниках могут проводиться в целях:

- устройства заградительных полос;
- строительства дорог, земляных плотин и других инженерных сооружений;
- устройства искусственных водоемов, траншей.

Взрывные работы выполняются путем разрушения и выброса торфа, грунта и растительных материалов с использованием заряда выброса. [3]

По форме заряды могут быть сосредоточенными или удлиненными. При взрывании грунтов и растительных материалов удлиненными считаются такие заряды, длина которых превышает их наименьшие поперечные размеры в 30 раз и более.

Торф относится к рыхлым породам, состоящи из отдельных твердых частиц, связь между которыми настолько слаба, что прочность ее во много раз меньше прочности материала самих частиц. Торф в отличие от массивных горных пород, способен уплотняться под действием внешней нагрузки.

Нами рассмотрен механизм взрыва в торфе и расчетным путем определена масса взрывчатого вещества для создания искусственного водоема.

Возможность использования взрывных зарядов способствует достаточно легкая возможность их заглубления в глубокие слои торфа. При инициировании взрыва такого заряда с центра вся поверхность торфяного пласта, контактирующая с зарядом, воспримет действие продуктов взрыва в один и тот же момент, соответствующий моменту выхода детонационной волны на поверхность заряда, являющуюся границей раздела двух сред (ВВ - торф). Под действием весьма значительного давления продуктов детонации

слои торфа, непосредственно примыкающие к заряду, раздавливаются, а более удаленные слои сильно сжимаются и, переходя в текучее состояние, начинают перемещаться в радиальном направлении, уплотняя и вытесняя последующие слои. В результате такого перемещения вблизи очага взрыва торф полностью вытесняется продуктами взрыва, образуя полость- зону вытеснения (рис. 1.1).

К зоне вытеснения непосредственно примыкает кольцевая зона сильно деформированная толща торфа или зона раздавливания. Для этой зоны, особенно в однородных слоях торфа, характерно наличие системы спиральных поверхностей скольжения, касательные к которым образуют углы, близкие к 45° к радиусам, исходящим из центра заряда.

По мере удаления от очага взрыва в движение вовлекается все увеличивающаяся масса среды, вследствие чего плотность энергии, сообщенной взрывом единице объема среды, падает по мере увеличения расстояния, а вместе с тем убывают и напряжения сжатия. На некотором расстоянии они становятся меньше предела прочности материала. Начиная с этого, расстояния и дальше структура среды остается в основном такой же, какой она была и до взрыва. Здесь уже отсутствуют поверхности скольжения и ничтожно мало уплотнение материала.

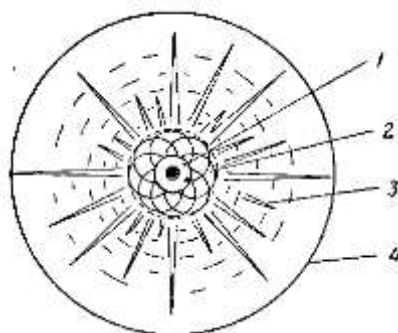


Рисунок 1.1 Зоны воздействия взрыва на торф: 1 - зона вытеснения; 2 - зона раздавливания торфа; 3 - зона разрыва торфа, 4 - граница зоны разрушения

Однако в этой зоне еще значительны радиальные смещения частиц среды, во всяком случае, они еще достаточны для того, чтобы вызвать такие растягивающие напряжения, которые приводят к разрыву породы и образованию радиальных трещин - зоны разрыва торфа.

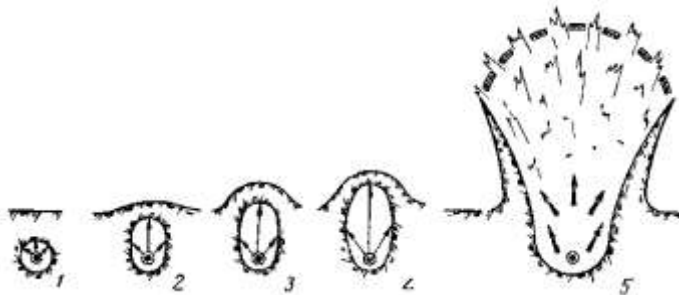


Рисунок 1.2 Развитие процесса выброса торфа при взрыве вблизи свободной поверхности: 1 - начальная стадия формирования камуфлетной полости, 2, 3 и 4 - последовательные стадии расширения газовой полости и образования торфяного свода, 5 - развал торфа

С увеличением расстояния интенсивность волны сжатия падает и она в конце концов вырождается в звуковую волну.

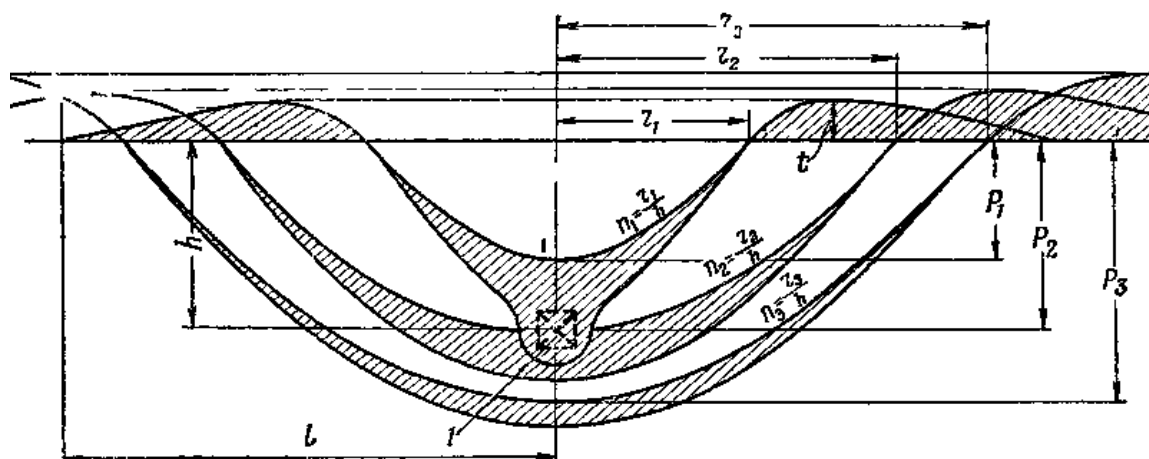


Рисунок 1.3 Схема воронок выброса при различных значениях показателя действия взрыва. 1 - положение заряда

Если заряд взрывается в ограниченной среде вблизи свободной поверхности, то симметрия явления нарушается (рис. 1.2). Наибольшее движение частиц среды в этом случае наблюдается в сторону свободной поверхности.

Если при этом энергии, полученной частицами, будет достаточно не только на отрыв частиц, но и на выброс их, то на месте выброшенного торфа, образуется воронка выброса (рис. 1.3).

Зона вытеснения, образующаяся при взрыве сферического заряда, имеет форму сферы радиуса $r_{\text{выт}}$, а для удлиненного цилиндрического заряда, если задать необходимые параметры:

- форму эллипсоида, близкого к цилиндру.

Радиус зоны вытеснения может быть вычислен по формулам:

- для сосредоточенного заряда

$$r_{\text{выт}} = m r_0 \quad (1.1)$$

- для удлиненного заряда

$$r_{\text{выт}} = m_y r_0 \quad (1.2)$$

где m и m_y - коэффициенты, зависящие от свойств разрушаемой среды и свойств взрывчатого вещества.

Эти коэффициенты связаны между собой равенством:

$$m_y = m^{3/2} \quad (1.3)$$

Ориентировочные значения коэффициентов m и m_y для различных грунтов приведены в таблице 1.1.

Таблица 1.1 - Коэффициенты m и m_y , зависящие от свойств разрушаемой среды и свойств ВВ

Наименование грунтов и скальных пород	Категория крепости пород по шкале ЕНБ и Р-1944	m	m_y
Глина весьма пластичная моренная.	III	11,2 ÷ 12,9	37,50 ÷ 46,00
Глина черная юрская	IV	8,50 ÷ 9,80	24,80 ÷ 30,80
Глина моренная	IV	7,00 ÷ 9,40	18,50 ÷ 28,80
Глина желтобурая жирная	IV	7,00 ÷ 7,50	18,50 ÷ 20,60
Глина темнокрасная жирная	IV	6,42 ÷ 7,30	16,50 ÷ 19,70
Мергель мягкий сильно трещиноватый	V	6,54 ÷ 7,58	16,70 ÷ 20,80
Мергель мягкий трещиноватый	V	5,38 ÷ 6,42	12,50 ÷ 16,30
Глина ломовая темносиняя	IV	5,38 ÷ 6,15	12,50 ÷ 15,30
Глина песчанистая; суглинок тяжелый	IV	4,77 ÷ 6,65	10,40 ÷ 17,10
Мел мягкий; известняк ракушечник.	VI	3,80 ÷ 4,65	7,40 ÷ 10,00
Мергель средней крепости, доломит мергелистый, известняк мягкий, сильно трещиноватый	VI—VII	1,78 ÷ 3,18	2,38 ÷ 5,65
Гипс плотный мелкозернистый, сланцы глинистые крепкие; гранит сильно трещиноватый; известняки средней трещиноватости	VI—IX	1,78 ÷ 2,90	2,38 ÷ 4,94
Гранит средней трещиноватости; кварциты плотные, известняк плотный, песчаник, доломит	VIII—XIII	1,61 ÷ 2,55	2,04 ÷ 4,07
Мрамор; известняки крепкие; гранит крупнозернистый и среднезернистый, гипс мраморовидный крупнозернистый; доломит крепкий	VIII—XVI	1,01 ÷ 2,06	1,02 ÷ 2,96

Так как значения коэффициентов m и m_y получены для зарядов, плотность которых $\rho_0 = 1560 \text{ кг/м}^3$, то вводя вместо радиуса заряда его массу, можно переписать формулы 4.1 и 4.2.

$$r_{\text{выт}} = \frac{m^3 \sqrt{C}}{18,7}, \text{ м} \quad (1.4)$$

$$r_{\text{выт}} = \frac{m_y \sqrt[3]{C_y}}{70}, \text{ м} \quad (1.5)$$

В эти формулы необходимо подставлять C в кг и C_y в кг/м. Разрешая 1.3 и 1.4 относительно массы заряда, получим:

$$C = \frac{6500}{m^3} r_{\text{выт}}^3 \quad (1.6)$$

$$C = \frac{4900}{m_y^2} r_{\text{выт}}^2 \quad (1.7)$$

Таблица 1.2 – Отношения значения коэффициентов m и m_y к радиусу вытеснения

Масса кг.	0.5	1	2	3
Радиус вытеснения $r_{\text{выт}}$	1.95	5.5	15.62	28.7

В зависимости от размеров и конфигурации (в плане) проектируемых выемок работы по выбросу торфа (пород) могут производиться:

- взрывами одиночных сосредоточенных или удлиненных зарядов;
- одновременным взрывом нескольких сосредоточенных зарядов, расположенных в один или несколько параллельных рядов;
- одновременным взрывом нескольких удлиненных зарядов, расположенных параллельно друг другу.

Взрывы одиночных сосредоточенных зарядов следует применять для устройства отдельных воронок и котлованов для образования небольших водоемов, а взрывы одиночных удлиненных зарядов применяются для образования канав и рвов треугольного или близкого к нему профиля в целях организации заградительных полос.

Наиболее сильное разрушительное и метательное действие взрыва заряда ВВ, помещенного в торф, наблюдается в направлении ближайшей к заряду свободной поверхности. В этом направлении подрываемый торф оказывает наименьшее сопротивление действию взрыва.

При закладке заряда со стороны ближайшей свободной поверхности линия наименьшего сопротивления является одновременно и глубиной заложения заряда (рис. 1.4). Разрушительное действие взрыва заряда, заложенного в торф, характеризуется показателем действия взрыва n , представляющим собой отношение радиуса r (половины ширины) воронки к линии наименьшего сопротивления h (см. рис. 1.3).

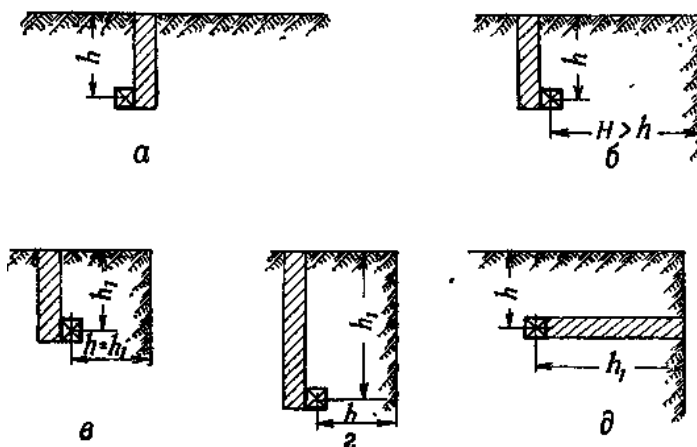


Рисунок 1.4 - Соотношения между линией наименьшего сопротивления и глубиной заложения заряда h

а и б - линия наименьшего сопротивления и глубина заложения совпадают, в - линия наименьшего сопротивления равна глубине заложения, г и д - линия наименьшего сопротивления меньше глубины заложения

Сосредоточенный заряд, необходимый для образования воронки выброса радиуса r_e при глубине его заложения h , определяется по формуле:

$$C = KMh^3 \quad (1.8)$$

где K - удельный расход грунта, зависящий от свойств грунта и взрывчатого вещества;

M - величина, зависящая от показателя действия взрыва

$$n = r_e / h \quad (1.9)$$

Она может быть определена по эмпирической зависимости:

$$M = \frac{2(3n^2+4)^2}{n+97} \quad (1.10)$$

которая приближенно справедлива для всего диапазона значений n : $0 < n < \infty$.

Если линия наименьшего сопротивления h превышает 25 м, то в случаи необходимости создается и вес сосредоточенного заряда, определенный по формуле 1.7, умножается на коэффициент $0,2\sqrt{h}$, м.

Воронка от взрыва сосредоточенного заряда имеет форму, близкую к эллипсоиду вращения.

Глубина воронки p в связных грунтах может быть определена по формуле:

$$p = kr_e = knh \quad (1.11)$$

где k — коэффициент, зависящий от свойств грунта, он равен для сухого песка 0,4-0,45; для влажного песка, супеси и суглинка 0,45-0,55; для глины 0,50-0,60. Для торфа ариентировочно 0,5 – 0,57.

Наибольшую высоту гребня вала t и наибольшую дальность развала породы можно вычислить приближенно по формуле:

$$t = 0,15r_{\text{взм}}, \text{ м} \quad (1.12)$$

$$l = (5 \dots 7) r_{\text{в}}, \text{ м} \quad (1.13)$$

За пределами кольцевого вала падают отдельные куски грунта или торфа.

Наибольшая дальность разлета их может быть определена по следующей приближенной эмпирической зависимости:

$$L = 140n\sqrt{h}, \text{ м} \quad (1.14)$$

где h - глубина заложения заряда, м.

Расчет удлинённых зарядов, располагаемых параллельно свободной поверхности на глубине h производится по формуле:

$$C_y = K_y M_y h \quad (1.15)$$

$$C_y = C/L_0 \quad (1.16)$$

где C - масса заряда, кг;

L_0 - длина заряда, м,

K_y - удельный расход ВВ для удлинённых зарядов, он связан с удельным расходом K для сосредоточенных зарядов зависимостью:

$$K_y = 0,76 K \quad (4.17)$$

M_y - величина, зависящая от показателя действия взрыва. Может быть определена приближенно по формуле

$$M_y = \frac{7,5(n^2+1)^{8/7}}{n^{2/7} + 15,6} \quad (1.18)$$

Воронка от взрыва удлинённого заряда получается в виде треугольного рва. Глубину ее можно определить по формуле 1.10

Оптимальный показатель действия взрыва n_{opt} , при котором для получения воронки заданных размеров требуется минимальный заряд, для сосредоточенных зарядов $n_{opt} = 1,76$; для удлинённых зарядов $n_{opt} = 2,7$.

Если же невозможно заложить заряд на глубину то следует рассмотреть поверхностное расположение зарядов. При взрыве заряда, расположенного непосредственно на поверхности земли, также образуется воронка. Сосредоточенный и удлинённый заряды в этом случае

$$C = 18Kr_g^3, \text{ кг} \quad (1.19)$$

$$C_y = 7K_y r_g^2, \text{ кг/м} \quad (1.20)$$

Видимую глубину воронки p и в этом случае можно определить по (18). Длина рва L_0 (м), образуемого взрывом удлинённого заряда:

$$L_0 = l_0 + r_g \quad (1.21)$$

При наличии камней в грунте дальность разлета отдельных кусков может увеличиться в полтора раза. При сильном ветре дальность разлета крупных кусков грунта в направлении ветра увеличивается на 25-50%.

Литература.

1. Воробьев Ю.Л. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы /Ю.Л.Воробьев, В.А.Акимов, Ю.И.Соловьев; Под общ. ред. Ю.Л.Воробьева; МЧС России.- М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2014.-312 с.
2. Лесные пожары в Российской Федерации (состояние и последствие). Ю.Л. Воробьев, В.А. Акимов, Ю.И. Соколов. Технологии гражданской безопасности. 2016. 4(10). С.12-22.
3. Учебное пособие «теория горения и взрывов» часть 2. Термодинамика и термохимия горения и взрыва. Щекунов В .В., Анников В.Э Токарев А .П. под общей редакцией Хотина В.Г.
4. Назаров В.А., Валишин А.Г., Краснянский И.Ю., Сулименко В.А., Сильников Е.С., Тихов Ю.Е., Яфасов А.Я. Многоуровневая автоматизированная система мониторинга окружающей среды, безопасности потенциально опасных объектов и чрезвычайных ситуаций. Сб. статей: В 2 ч. Ч. 2 / Северо-Западная академия государственной службы. – С. Петербург, 2014. – С. 189-228.