

Лоик В.Б., к.т.н., (Loyk V.B., Ph.D.)

Лазаренко А.В., к.т.н., (Lazarenko A. V., Ph.D.)

Львовский государственный университет безопасности
жизнедеятельности

(Lwowski Państwowy Uniwersytet Bezpieczeństwa Życia)

Расчет параметров подачи огнетушащих веществ дистанционно-управляемых средств для тушения полигона твердых бытовых отходов

Обсуждение

В статье предложено использование устройства дистанционно управляемой дренчерной установки пожаротушения, для тушения полигонов твердых бытовых отходов. Согласно проекту использование такой дистанционно управляемой системы требует нормативных документов с основными тактико-техническими показателями. Предложено схему установки и результаты гидравлических расчетов для проектирования огнетушащего устройства. На основании этих расчетов, указано требуемое минимальное давление и расход воды для проектируемой системы пожаротушения.

Ключевые слова: пожар, гидравлический расчет, дренчерный ороситель, свалка, пожаротушения.

Calculation Parameters of The Remote-Controlled Extinguishing Device for Landfill Fires

Abstract

The use of a remotely controlled sprinkler device, "deluge sprinkler" installation to extinguish fire at landfills of solid waste has been proposed in the article. According to the project the use of such remote controlled installations require laws with basic tactical and technical data. The scheme of the system and the results of hydraulic calculations to the project of the extinguishing device have been proposed. On the basis of these calculations required minimum pressure and water flow rate for the designed extinguishing system have been specified.

Keywords: fire, hydraulic calculation, deluge sprinkler, municipal solid waste landfill, fire extinguishing

Облицание параметров удаленно управляемых устройств применяемых для тушения пожаров на свалках твердых отходов коммунальных

Streszczenie

W artykule opisano zastosowanie удаленно управляемых устройств типа зрасачче (инсталляцы „потопу трыскачэвэго”) для тушения пожара на свалках твердых отходов коммунальных. Применение таких инсталляций требует соответствующих предписаний правовых, при создании которых следует брать под внимание базовые данные тактические и технические устройств. Представленный в статье схематический план является результатом проведенных гидравлических расчетов необходимых для проектирования такого устройства гасящего. На основании этих расчетов определены требуемые минимальное давление и скорость течения воды, как и требуемые для проектируемой системы гасящего.

Слова ключевые: пожар, гидравлические расчеты, потоп трыскачэвэго, свалка отходов коммунальных, тушение пожара

Введение

На территории Украины около 130 000 гектаров земельной площади занято свалками, на которых хранится 35000000000 тонн твердых отходов. Ежегодно в стране создается около 12000 несанкционированных мусорохранилищ¹.

Риск возникновения чрезвычайных ситуаций и пожаров в процессе эксплуатации свалок и полигонов твердых бытовых отходов (далее ТБО) обусловлено их большим количеством вблизи населенных пунктов². Отсутствие или недостаточное количество первичных

1 Віче, „Журнал ВРУ” [Электр. ресурс], <http://www.viche.info/journal/1052/>.

2 Охрана природы. Обращение с отходами. Выявление отходов и представление информационных данных об отходах Общие требования Охрана природы. Обращение с отходами. Выявление отходов и представление информационных данных об отходах: Общие требования, ДСТУ 3911-99; ГОСТ 17.9.0.1-99, Введ 1.01.2001, Оффц. изд., М.: Госстандарт Украины, 2000 Нет, с. 6; О.М. Черп, В.Н. Виниченко, Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход, М.: Эколайн, 1996, с. 48.

средств пожаротушения, удаленность источников противопожарного водоснабжения, а также нарушение правил хранения ТБО приводит к увеличению количества пожаров. В связи с этим внимание к проблеме возникновения пожаров на данных объектах дает возможность их выделить в отдельный блок для целей анализа, выявления источников риска, разработка и принятие необходимых тактических мероприятий по тушению пожаров, направленных на их снижение с учетом потенциальной опасности хранения ТБО является оправданной и актуальной задачей³.

Постановка проблемы

В направлении обеспечения мероприятий тактики тушения пожарно-спасательными подразделениями с учетом эффективной подачи огнетушащих веществ занимались ученые разных стран⁴. Однако, важно отметить, что тактика тушения пожаров на полигонах ТБО имеет свои особенности, которые связанные с оперативно-тактической характеристикой данных объектов и проблемами, которые возникают в ходе проведения пожаротушения, одной из которых является угроза взрыва биогаза⁵. Так ликвидация пожаров на полигонах ТБО через

3 О.М. Черп, В.Н. Виниченко, Проблема..., *op. cit.*

4 В.В. Азатян, Кинетические аспекты химических способов предотвращения и тушения пожаров, „Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева”, 1985 – 30, №1, с. 4-12; А.В. Антонов, В.А. Боровиков, В.П. Орел, В.М. Жартовский, В.В. Ковалишин, Огнетушащие вещества. Информационно-справочное пособие [Электр. ресурс], с. 81; М.В. Казаков, П.Г. Демидов, Применение смачивателей для тушения пожаров, М.: Стройиздат, 1964, с. 56; М.В. Казаков, Применение поверхностно-активных веществ для тушения пожаров, М.: Стройиздат, 1977, с. 81; Д.Г. Билкун, П.Ф. Дубков, В.М. Моисеенко, В.В. Пешков, Огнетушащие свойства воды с добавками высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений, „Пожаротушение” Сб. науч. тр. М.: ВНИИПО МВД СССР, 1983 – с. 96-101; Б.Д. Сумм, Ю.В. Горюнов, Физико-химические основы смачивания и растекания, М.: „Химия”, 1976, с. 232.

5 С.Б. Козловская, В.И. Саприкин, Технология извлечения и утилизации биогаза полигонов ТБО, „Укркоммуннипрогресс”, Харьков: 2003.

неэффективности использования традиционных методов пожаротушения обуславливает привлечение большого количества сил и средств, что в свою очередь ведет к увеличению косвенных убытков.

В последнее время актуальной задачей является создание малолюдных и безлюдных технологий пожаротушения, использование которых приведет к выполнению действий по назначению дистанционно управляемыми средствами. Таким образом, актуальность работы обусловлена необходимостью создания дистанционно-управляемого средства пожаротушения (далее ДУСПТ) передвижного типа для тушения пожаров на склонах полигона ТБО.

ДУСПТ передвижного типа запроектировано в виде конструкции из дренчерными распылителями (рис.1), которая будет перемещаться по склону полигона ТБО на «лыжный» основе, что обеспечило удобство, мобильность и устойчивость конструкции на неровностях рельефа склона.

Выбор конструктивных особенностей системы подачи огнетушащего вещества осуществлялся с учетом параметров, которые удовлетворяли бы потребности в тушении насосом производительностью типа ПН-40У и рукавной магистральной линией (рис. 1) Диаметр 77.

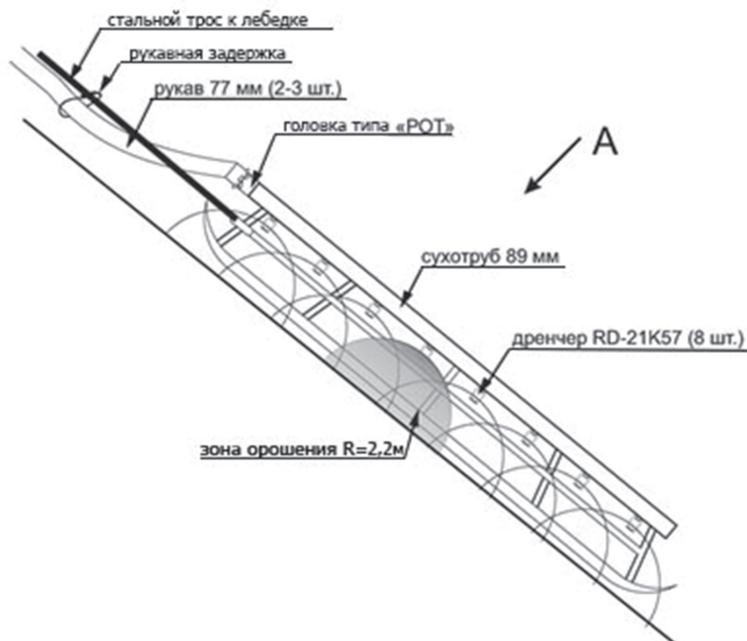


Рис. 1. ДУСПТ передвижного типа

Данный метод тушения исключает непосредственное участие личного состава подразделений в контактном тушении пожара с использованием ручных и лафетных стволов, что делает невозможным пребывание его в зоне густого задымления, а также предотвращает нежелательное риска травматизма во время периодических взрывов биогаза. Основным немало важным преимуществом является непосредственное точечное тушения труднодоступных очагов горения, что приводит к повышению огнетушащего эффективности воды или смачивателя, уменьшая их побочный расход.

Суть метода заключается в последовательном тушении с помощью ДУСПТ на лыжной базе, с вершины полигона к его основанию, проводя тушения распыленной струей воды с смачивателем по дренчерному трубопроводу в соответствии с зоной горения и тления мусора. Данное средство пожаротушения приводится в движение с помощью подвижной лебедки, которая регулирует величину спуска ДУСПТ передвижного типа величиной выпуска троса. Лебедка расположена на вершине полигона ТБО. В свою очередь предусмотрена страховочная лебедка в основе полигона ТБО, что исключает застрягания ДУСПТ передвижного типа в неровностях слоев мусора. Вода в сухотруб подается по магистральные рукавной линии диаметром 77 (2–3 рукава длиной 18–20 м) от автоцистерны (АЦ) или мотопомпы, что располагается на вершине полигона ТБО. Важно заметить, что обязательной составляющей успешной ликвидации пожара является бесперебойное обеспечение ДУСПТ передвижного типа водой, смачивателя. Поэтому это является одной из неотложных задач, возложенных на руководителя тушения пожара. Рукавная линия присоединяется к патрубку сухотруба дренчерной трубы диаметром 89 мм. с помощью соединительной головки типа «рот», а там с помощью рукавных задержек фиксируется к стальному тросу лебедки, что исключает разрыв рукавов от острых частиц мусора. Рукавная линия наращивается по мере опускания по склону полигона ТБО, и наполняется водой в момент расположения ДУСПТ передвижного типа над очагом пожара. На момент ликвидации очага возгорания вода перестает подаваться так, чтобы остатки воды вышли из рукавной линии через дренчеры сухотруба, с целью облегчения маневрирования средством пожаротушения. В ДУСПТ предусмотрен тормозной механизм в виде подвижной рамки – для

фиксации на особо пологих склонах, опускается и поднимается рычагами с помощью тросовых тяг. Важно отметить, что сухотруб имеет телескопически-подъемный механизм, позволяющий регулировать площадь тушения изменением интенсивности подачи воды или смазочного материала. Высота размещения дренчерного оросителя варьируется от 1,2 до 2,5 м, при этом площадь тушения меняется от 64 до 120 м², интенсивность подачи огнетушащих веществ при этом изменяется от 20 до 10 мм / мин. (Рис. 2)

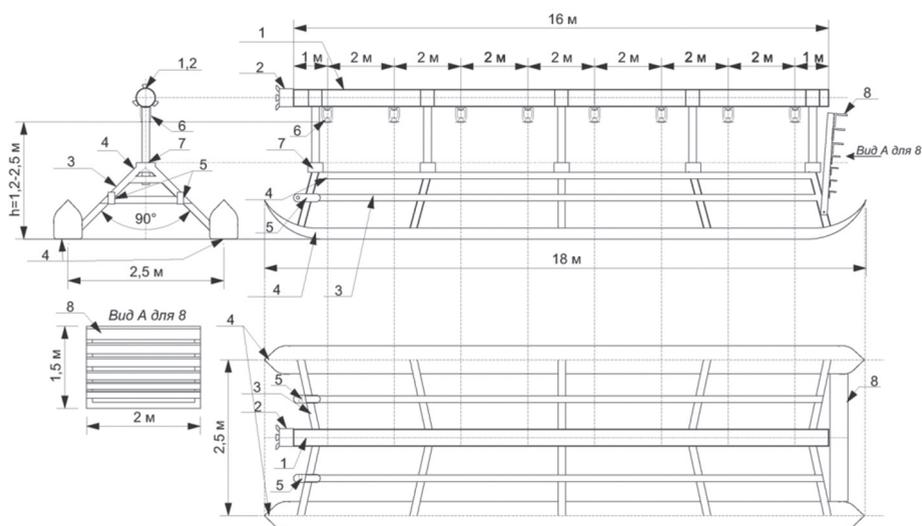


Рис. 2. Схема ДУСПТ передвижного типа: 1 – сухотруб (стальная труба диаметром 89 мм); 2 – стальная соединительная головка типа «РОТ»; 3 – опорная конструкция; 4 – поверхность трения «лыжного типа»; 5 – место присоединения троса к опорной конструкции; 6 – дренчерный распылитель RD-21K57 (8 шт.); 7 – телескопический подъемный механизм; 8 – тормозное устройство.

Оптимальный оперативный расчет личного состава для ДУСПТ передвижного типа 5 чел. см. табл. 1.

Для выбора оптимального дренчерного распылителя осуществлен анализ рынка оборудования оросителей. Для ДУСПТ передвижного типа был избран горизонтальный водяной дренчерный ороситель типа

DuselMXD-RD21 Kxx (Германия) MinimaxGmbHsCo.KG. Данный ороситель выпускается серийно согласно⁶.

Таблица 1. Табель оперативного расчета личного состава отделения на ДУСПТ передвижного типа

Состав оперативного расчета	Основные обязанности оперативного расчета при работе
Командир отделения – оператор	Отдает команду или распоряжение отделению. Проводит разведку особенностей развития и условий пожара. Руководит работой отделения касательно особенностей развития процессов тушения. Отвечает за безопасность труда личного состава.
Помощник оператора	Развертывает магистральную линию с использованием рукавных задержек, следит за процессами развития тушения пожара. Подает команды оператору на насосе о прекращении подачи воды. При необходимости осуществляет работы с управлением ДУСПТ.
Водитель лебедки 1	Проводит работу по стабилизации лебедки на вершине полигона. Осуществляет управление ДУСПТ с помощью лебедки. Обеспечивает фиксацию ДУСПТ на склоне полигона с помощью ручного тормоза.
Водитель лебедки 2	Проводит работу по стабилизации лебедки на безопасном расстоянии на основании полигона. Осуществляет управление ДУСПТ с помощью лебедки, с целью предотвращения затягивания лебедки в мусор.
Водитель АЦ, мотопомпы (моторист)	Проводит работу по фиксации АЦ, лебедки на вершине полигона. Устанавливает АЦ, мотопомпу на водоисточник, работает на насосе

Было выбрано 3 модели водяного дренчерного оросителя Dusel: RD21-K57; RD21 – K80, RD21-K115 на основании анализа эффективности использования с учета таких исходных данных согласно⁷:

- 6 Оросители водяные спринклерные и дренчерные. Общие технические условия, ГОСТ 14630-80.
- 7 Стационарные системы пожаротушения. Дренчерные системы Проектирование, монтаж и техническое обслуживание (ДСТУ Б СЕНТС 14816:201X).

минимальная продолжительность обеспечения тушения водой – 60 мин.; интенсивность подачи воды 20 мм/мин. (Определенная расчетным путем для мусороперерабатывающих заводов). (1мм / мин. = 0,0167 дм³/(м² • с)) минимальное давление на узловой точке оросителя – 4 бар (4 атм.) Расстояние между оросителями до 4 м, площадь орошения одного дренчерного распылителя не более 9 м²; дренчерные оросители устанавливаются на стальном трубопроводе диаметром 89 мм на минимальной высоте над поверхностью мусора не менее 1,2 м; максимально допустимый расход питающего трубопровода 23,3 л/с (максимальная пропускная способность прорезиненного напорного рукава диаметра 77 мм), размещение распылителей должно обеспечивать равномерное распределение воды по площади тушения.

Расход воды, которую обеспечивает распылитель, рассчитан уравнением:

$$Q = K \times P^{0.5} \quad (1)$$

где Q – расход л / мин; K – константа указана производителем; P – давление, бар.

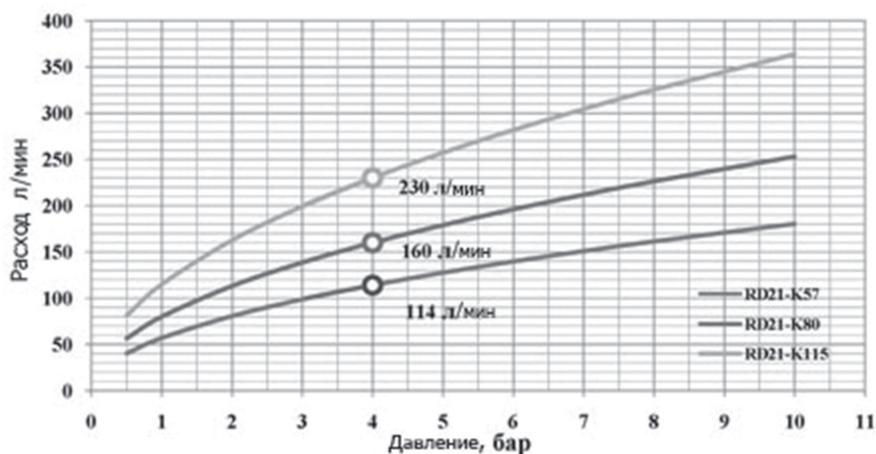


Рис. 3. График изменения расхода от давления в дренчерных распылителях типа RD21-Kxx; Указанный расчетный расход при давлении 4 бар: RD21-K57 (1,9 л/с.) RD2 – K80 (2,667л/с.), RD21-K115 (3,83 л/с.).

С учетом расхода воды при давлении на выходе из расчетной точки для оросителя 4 бар и максимально допустимой подачи питательного трубопровода были рассмотрены последующее размещение дренчерных оросителей на секции (рис. 4).

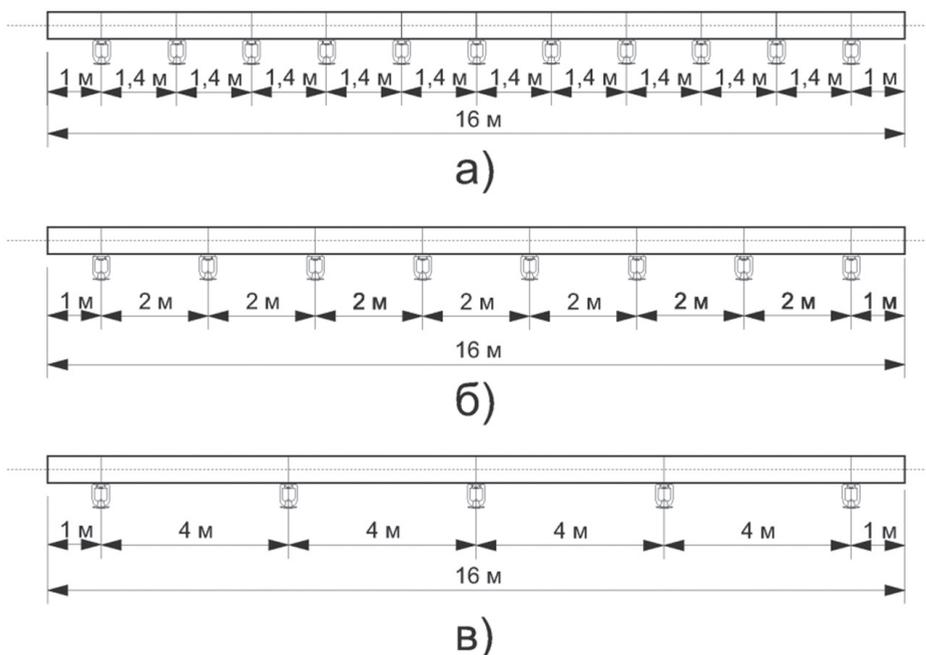
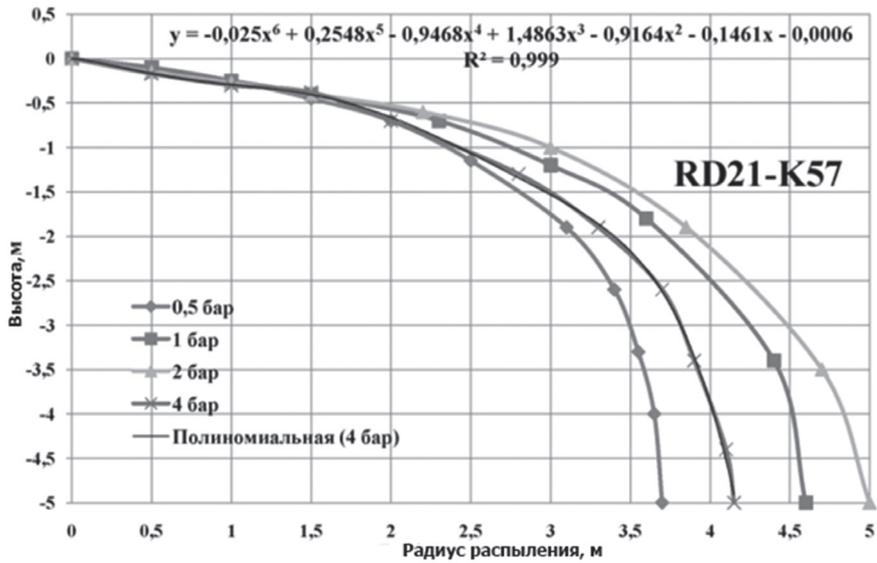


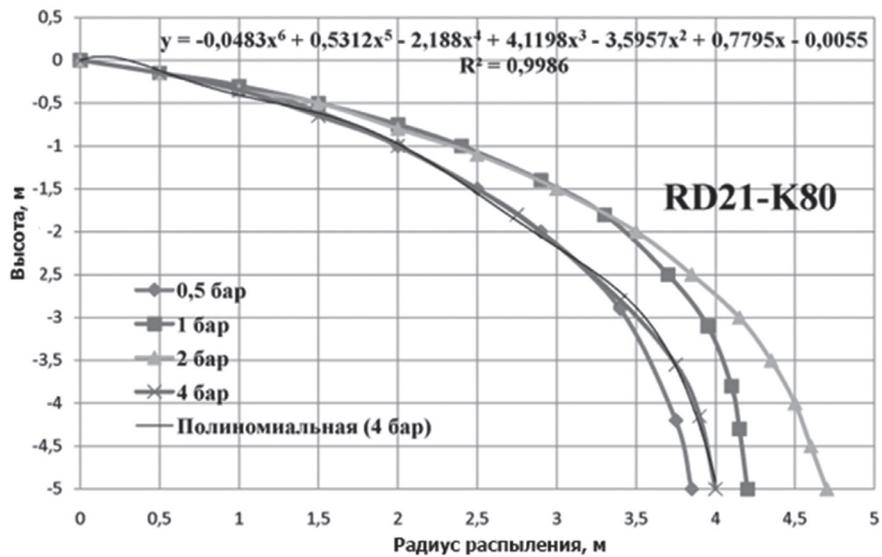
Рис. 4. Схема размещения дренчерных оросителей на трубопроводе ДУСПТ передвижного типа: а) RD21-K57 (11шт.= 20,9 л/с);б) RD21-K80 (8шт.= 21,34 л/с); в) RD21-K115 (5 шт. = 19,5 л/с).

С каталога дренчерного оборудования для избранных распылителей RD21-K57, RD2 – K80, RD21-K115 по показателям карты орошения при горизонтальном размещении осуществлено полиномиальную аппроксимацию данных с использованием программного обеспечения Microsoft Excel (рис. 5).

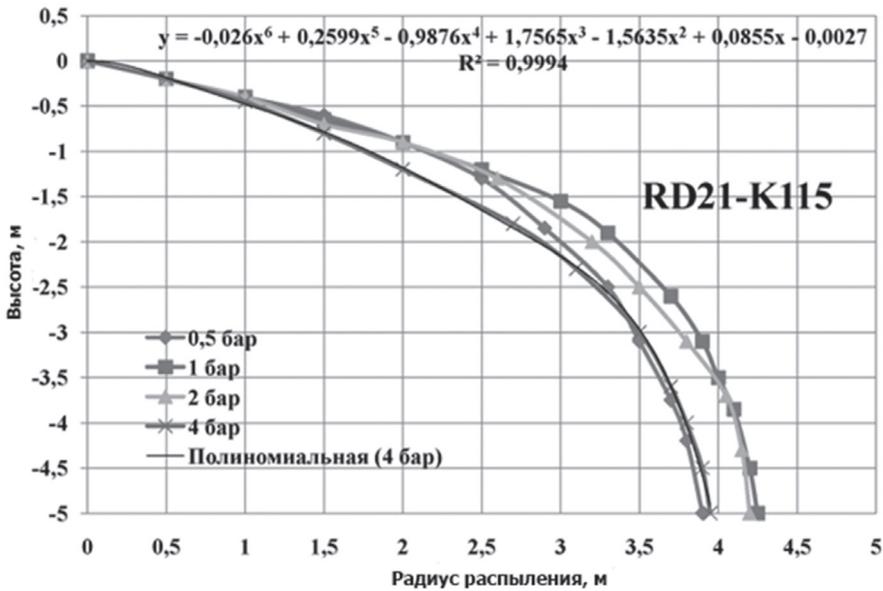
Проведен расчет изменения параметров площади тушения от высоты расположения дренчерных оросителей на трубопроводе ДУСПТ передвижного типа (рис. 6) для предложенных схем расположения дренчерных оросителей изображенных на рис. 5.



a) RD21-K57



б) RD21-K80



в) RD21-K115

Рис. 5. Полиномиальная аппроксимация зависимостей высоты расположения распылителей до радиуса распыления при горизонтальном размещении для распылителей типа: а) RD21-K57; б) RD21-K80; в) RD21-K115.

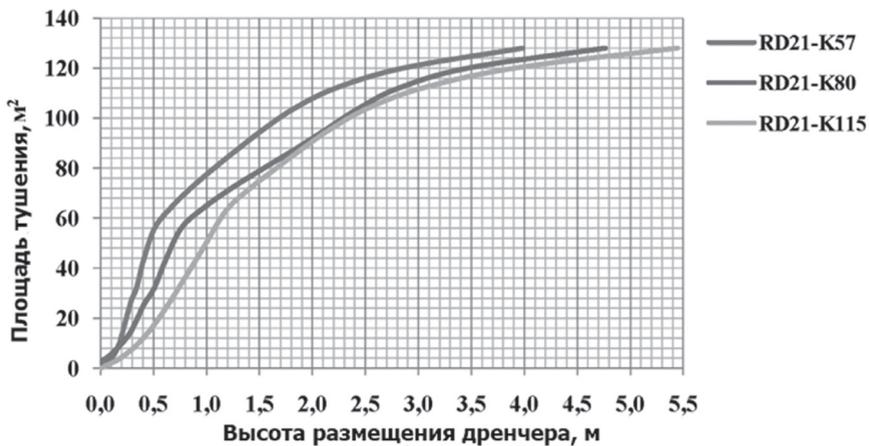


Рис. 6. Зависимость площади распыления от высоты расположения Дренчеры для схем размещения дренчерных оросителей на трубопроводе ДУСПТ передвижного типа.

С вышеуказанной графической зависимости на рис. 6 наглядно наблюдается то, что максимальную площадь орошения дает дренчерный ороситель модели DuselRD21-K57, но для успешной ликвидации пожара на склоне полигона ТБО следует учитывать интенсивность подачи воды, которая обеспечила успешную ликвидацию очага. Поэтому для оптимального выбора необходимой модели дренчерного оросителя для ДУСПТ передвижного типа рассчитан зависимость изменения площади тушения от изменения интенсивности (рис. 7) по зависимости:

$$I = Q / S \quad (2)$$

где, I – интенсивность подачи воды, мм/мин.; Q – суммарный расход воды на трубопроводе ДУСПТ передвижного типа, л/мин.; S – рассчитана площадь тушения, которая меняется в зависимости высоты расположения дренчерного оросителя над поверхностью земли.

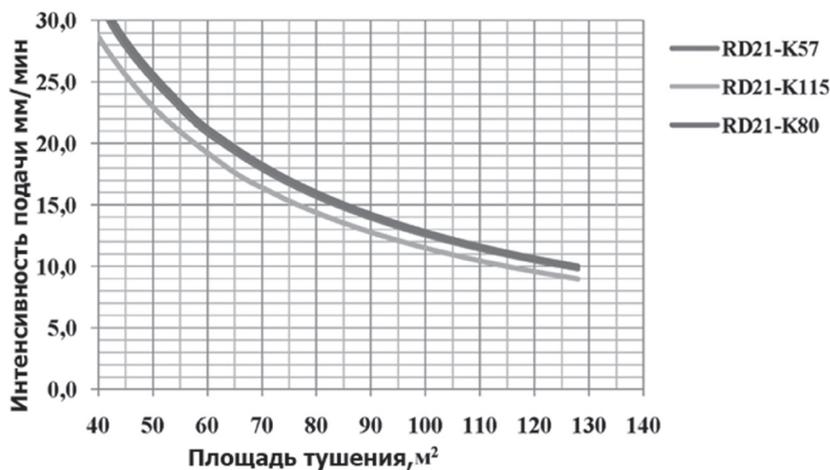


Рис. 7. Зависимость интенсивности орошения от площади распыления для схем размещения дренчерных оросителей на трубопроводе ДУСПТ передвижного типа.

Согласно проведено гидравлический расчет предлагаемой системы. Расчет потерь на трение было осуществлено из условия, что потери

на трение является не меньше значения полученное по зависимости Хазена-Вильямс⁸

$$P = \frac{6,05 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85}, \quad (3)$$

где: P – значение потери на трение бар Q – расход воды л/мин.; D – средний внутренний диаметр трубопровода в, мм (труба металлическая с диаметром 89); C – константа, которая зависит от типа и состояния трубы [12, табл. 22], для мягкой стали составляет 120; L – эквивалентная длина трубопровода и фасонных элементов, г.

Расход воды, которую обеспечивает распылитель, рассчитывалась по уравнению (1). Полученные результаты гидравлического расчета схематически можно изобразить следующим образом (рис. 8):

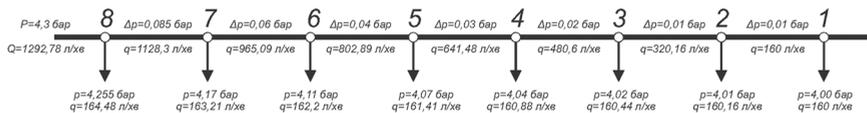


Рис. 8. Гидравлический расчет трубопровода ДКПГ передвижного типа.

Выводы

Проведя детальный анализ графических зависимостей изменения площади тушения и интенсивности подачи воды от высоты расположения оросителей на трубопроводе ДУСПТ передвижного типа был избрана оптимальная модель дренчерного оросителя RD-21 K80 и соответственно вторую схему размещения оросителей на трубопроводах.

Согласно проведенного теоретического гидравлического расчета системы (при напоре на входе в трубопровод 4,3 бар), предложенной

⁸ Стационарные системы пожаротушения. Автоматические спринклерные системы. Проектирование и техническое обслуживание (ДСТУ Б EN 12845:2011; EN 12845: 2004 + Ф2: 2009, IDT).

схемы размещения дренчерных оросителей, будет иметь следующие показатели:

- Расход воды 21,5 л/с;
- Площадь тушения высоте размещения дренчерного трубопровода на высоте 1,2 м над уровнем ТБО – 64 м² при расчетной (нормативной) интенсивности 20 мм / мин. (0,334 л/(м² • с));

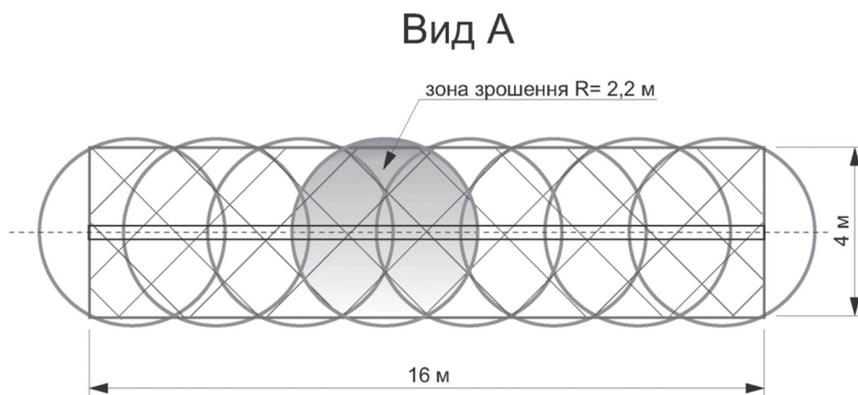


Рисунок 9. Площадь тушения ДУСПТ передвижного типа при высоте распылителей 1-1,2 м, при интенсивности 20 мм / мин.

- Предусмотрено увеличение площади тушения, практически в два раза, за счет поднятия дренчерного трубопровода ДУСПТ передвижного типа до высоты 2,5-3 м и подачу на тушение раствора смачивателя.

Для подтверждения эффективности применения предложенной установки ДУСПТ передвижного типа для тушения пожаров на склонах полигона ТБО в последствие необходимо провести экспериментальные исследования по тушению пожаров ТБО в реальных условиях или максимально приближенных к таким.

Список литературы

- [1] Азатян В.В., Кинетические аспекты химических способов предотвращения и тушения пожаров, „Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И.Менделеева”, 1985 – 30, №1, с. 4–12;

- [2] Антонов А.В., Боровиков В.А., Орел В.П., Жартовский В.М., Ковалишин В.В., Огнетушащие вещества. Информационно-справочное пособие [Электр. ресурс].
- [3] Билкун Д.Г., Дубков П.Ф., Моисеенко В.М., Пешков В.В., Огнетушащие свойства воды с добавками высокомолекулярных и низкомолекулярных соединений, „Пожаротушение” Сб. науч. тр. М.: ВНИИПО МВД СССР, 1983 – с. 96–101;
- [4] Віче, „Журнал ВРУ” [Электр. ресурс], <http://www.viche.info/journal/1052/>
- [5] Казаков М.В., Демидов П.Г., Применение смачивателей для тушения пожаров, М.: Стройиздат, 1964.
- [6] Казаков М.В., Применение поверхностно-активных веществ для тушения пожаров, М.: Стройиздат, 1977.
- [7] Козловская С.Б., Саприкин В.И., Технология извлечения и утилизации биогаза полигонов ТБО, „Укркоммуннипрогресс”, Харьков: 2003.
- [8] Оросители водяные спринклерные и дренчерные. Общие технические условия, ГОСТ 14630-80.
- [9] Охрана природы. Обращение с отходами. Выявление отходов и представление информационных данных об отходах Общие требования Охрана природы. Обращение с отходами. Выявление отходов и представление информационных данных об отходах: Общие требования, ДСТУ 3911-99; ГОСТ 17.9.0.1-99, Введ 1.01.2001, Офиц. изд., М.: Госстандарт Украины, 2000 Нет.
- [10] Стационарные системы пожаротушения. Автоматические спринклерные системы. Проектирование и техническое обслуживание (ДСТУ Б EN 12845:2011; EN 12845: 2004 + Ф2: 2009, IDT).
- [11] Стационарные системы пожаротушения. Дренчерные системы Проектирование, монтаж и техническое обслуживание (ДСТУ Б CENTS 14816:201X).
- [12] Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В., Физико-химические основы смачивания и растекания, М.: „Химия”, 1976.
- [13] Черп О.М., Виниченко В.Н., Проблема твердых бытовых отходов: комплексный подход, М.: Эколайн, 1996.