

УДК 614 847.1

КОМПЬЮТЕРНЫЙ РАСЧЕТ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЖАРНОЙ АВТОЛЕСТНИЦЫ С УСТАНОВЛЕННЫМ НА НЕЙ УКТП «ПУРГА»

Дмитриченко А.С., к.т.н., доцент, Лосик С.А., Михалюк С.А., Гороховик М.В.

В публикации приведены результаты компьютерного моделирования и натурных испытаний устойчивости пожарного автомобиля при различных положениях лестницы с установленным на ней устройством пожаротушения УКТП «Пурга». Для проведения численного эксперимента разработана конечно-элементная модель, в которой несущая платформа представлена пластинчатыми конечными элементами, а непосредственно сама лестница – стержневыми конечными элементами, учитывающими продольные и сдвиговые деформации, изгибающие и крутящие моменты. Определена и экспериментально проверена зона устойчивой работы автолестницы при различных режимах работы УКТП «Пурга».

(Поступила в редакцию 14 мая 2008 г.)

За последние десятилетия в Республике Беларусь возрос резервуарный парк хранения нефти и нефтепродуктов, построено значительное количество резервуаров объемом 10 000 и 75 000 м³. Ввиду высокой пожароопасности данных сооружений актуальным направлением является совершенствование тактических приемов и способов тушения пожаров.

В настоящее время в практике работы МЧС для тушения нефти и нефтепродуктов применяются, как правило, воздушно-механические пены средней кратности, подаваемые через борт резервуара с помощью пеногенераторов. Недостатком такого способа является необходимость установки пеногенераторов в непосредственной близости от очага пожара, что не всегда возможно из-за наличия обвалования и тепловой радиации, а также требует введения дополнительных стволов для охлаждения пеногребенок.

Решить данную проблему можно путем применения устройства пожаротушения УКТП «Пурга», установленного на выдвижной автолестнице, которое позволяет подавать пену средней кратности на расстояние до 47 м.

Целью работы являются компьютерное моделирование и натурные испытания устойчивости пожарного автомобиля при различных положениях лестницы с установленным на ней устройством пожаротушения УКТП «Пурга» (рис. 1).

Рисунок 1 – Общий вид автолестницы с установленным устройством пожаротушения УКТП «Пурга»



Общие характеристики автолестницы с установленным устройством УКТП «Пурга» следующие:

1. Общая масса – 10,2 т;
2. Масса лестницы – 1,22 т;
3. Максимальная длина лестницы – 30 м;
4. Максимальный угол подъема лестницы – 75°;
5. Масса устройства пожаротушения (УКТП «Пурга») – 80 кг.

Базовые размеры подвижного технологического объекта, принятые при проведении компьютерных расчетов, представлены на рисунке 2.

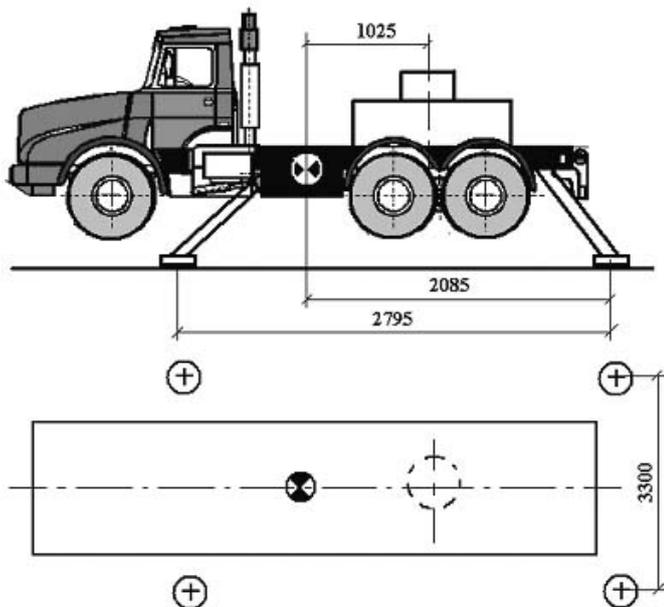


Рисунок 2 –
Базовые
размеры
платформы

Для проведения компьютерного эксперимента была разработана конечно-элементная модель, показанная на рисунке 3.

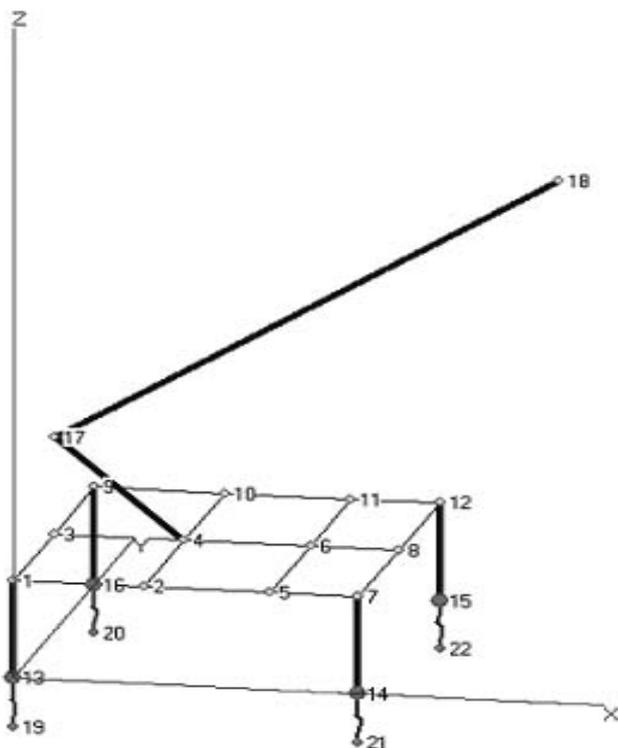


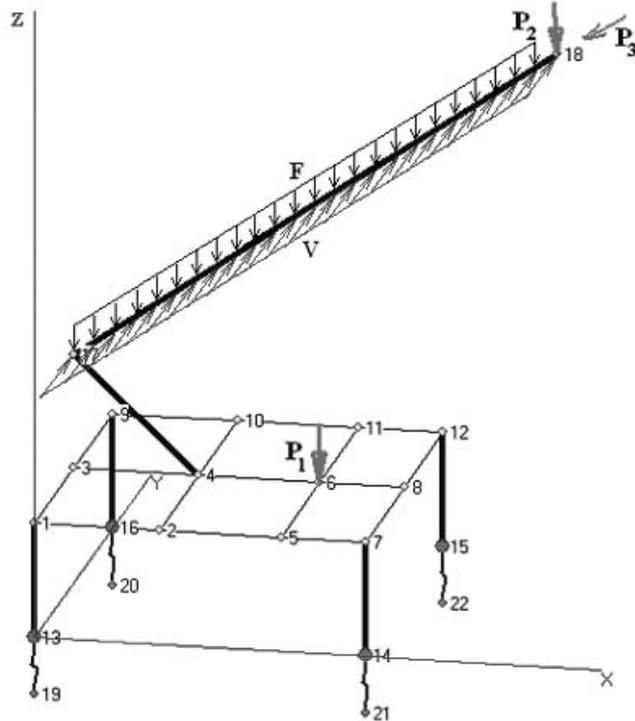
Рисунок 3 –
Расчетная
конечно-
элементная
модель объекта

Несущая платформа представлена пластинчатыми конечными элементами. Опорные элементы конструкции, поворотная платформа и непосредственно сама лестница аппроксимированы пространственными стержневыми конечными элементами, учитывающими продольные и сдвиговые деформации, изгибающие моменты относительно двух осей и крутящий момент. Форма элемента призматическая.

Для определения опорных реакций введены граничные конечные элементы с заданной жесткостью на растяжение-сжатие.

Схема нагружения конструкции показана на рисунке 4.

Рисунок 4 –
Схема
нагружения
объекта



Здесь: $P_1 = 89,8$ кН – вес машины, приложенный в ее центре масс; $P_2 = 0,8$ кН – вес УКТП «Пурга»; $P_3 = 2,2$ кН – нагрузка от напора струи; $F = 5,2$ кН – нагрузка, обусловленная весом рукава с водой; $V = 1,09$ кН – ветровая нагрузка.

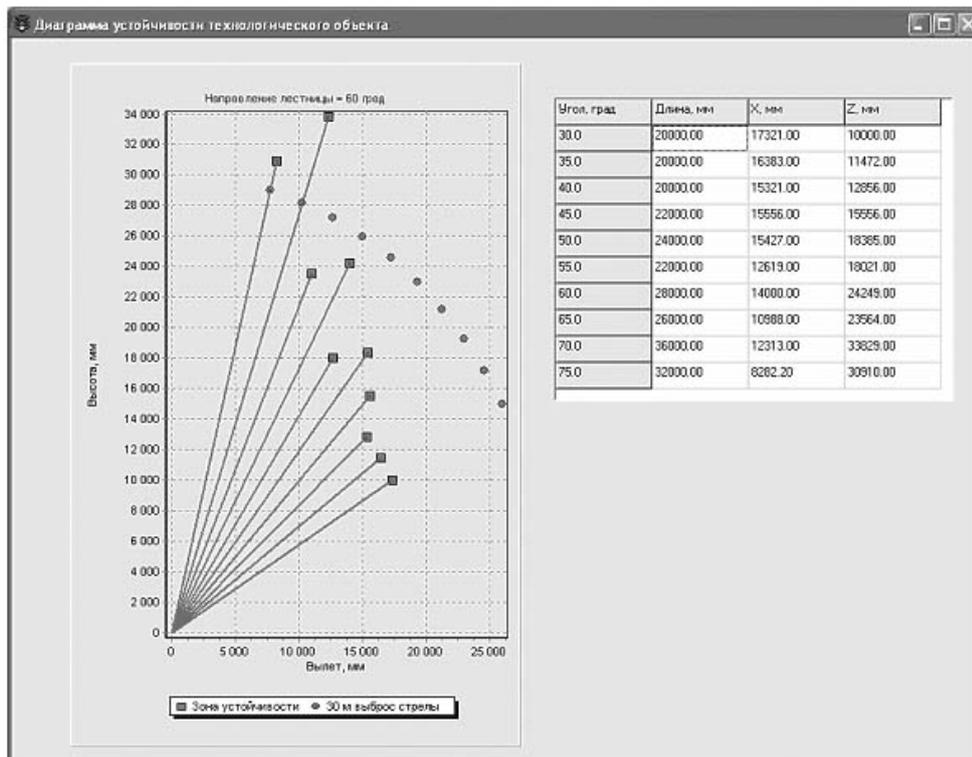
В расчетах принято:

- диаметр рукава – 15 см;
- скорость ветра – 15 м/с;
- площадь боковой поверхности лестницы – 7,5 м².

На рисунке 5 приведены результаты расчета для одного из вариантов расположения лестницы. Диаграмма устойчивости представлена длинами векторов, равными возможным выбросам лестницы в данном направлении. На каждом из векторов имеются два условных обозначения – круг и квадрат. Кругом обозначен возможный выброс лестницы на 30 метров. Квадрат ограничивает виртуальную длину лестницы, при которой наблюдается нарушение устойчивости объекта. Таким образом, множество квадратов представляет собой зону устойчивости данного технологического объекта.

Теоретические расчеты по определению зоны устойчивости автолестницы были проведены для различных углов положения лестницы.

Для проверки правильности расчетов были проведены натурные испытания УКТП «Пурга» 20.40.60Д в составе автомобильной лестницы АЛ-30 (ЗИЛ-131) при подаче воды в различных режимах работы. Испытания проводились в полевых условиях на вертолетной площадке в районе УПН НГДУ «Речицанефть». Водозабор выполнялся из пожарных гидрантов кольцевой водопроводной сети РУП «Производственное объединение "Белоруснефть"» двумя пожарными автоцистернами АЦ-40, которые впоследствии использовались для подачи воды в УКТП «Пурга» 20.40.60Д.



**Рисунок 5 –
Схема поля
безопасности
при значении
угла в 60°
между осями
автомобиля
и лестницы**

Управление УКТП «Пурга» 20.40.60Д осуществлялось с земли пультом дистанционного управления. Перед проведением испытаний для исключения опрокидывания лестница фиксировалась металлическими тросами, которые закреплялись за фаркопы трех автоцистерн, расположенных под углом 120° в горизонтальной плоскости на расстоянии, обеспечивающем незначительный прогиб тросов (рис. 6). Угол наклона автолестницы и длина ее выдвижения устанавливались до достижения критических точек, соответствующих расчетным случаям опрокидывания.



**Рисунок 6 –
Установка
автолестницы
на площадке
для испытаний**

Испытания проводились в трех положениях лестницы в горизонтальной плоскости (при углах поворота башни 180° , 90° и 0°) и трех положениях в вертикальной плоскости (угол наклона 35° , 55° и 75°). Угол поворота башни 0° соответствовал направлению лестницы вдоль шасси по ходу движения автомобиля. Для каждого положения лестницы последовательно создавалось рабочее давление 0,05; 0,5; и 0,8 МПа с интервалом 1,5–2 минуты. Давление контролировалось показаниями манометров, установленных на пожарных насосах автоцистерн, время – секундомером "Интеграл С-01".

Длина выдвигания лестницы определялась указателем длины выдвигания лестницы, расположенным на пульте управления. Угол наклона лестницы в вертикальной плоскости контролировался указателем относительного угла наклона лестницы, угол поворота башни определялся визуально.

Проведенные испытания подтвердили результаты теоретических расчетов зоны устойчивой работы УКТП «ПУРГА»-20.40.60Д в составе автомобильной лестницы АЛ-30 (ЗИЛ-131).

ЛИТЕРАТУРА

1. Фурунжиев Р.И., Гурский Н.Н., Фурунжиев Р.И. Применение математических методов и ЭВМ : Программное моделирование систем. – Минск. : Выш. шк., 1991. – 250 с.
2. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – Киев : Наукова думка, 1988. – 736 с.
3. Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики : в 2-х частях. Часть 2. – М. : Наука, 1969. – 332 с.