

ЗАДАЧА АНАЛИЗА И СОЗДАНИЯ ТАКТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ К АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ

Исследуется задача анализа работоспособности аварийно-спасательного комплекса (АСК) и создания к нему тактического обеспечения. Установлены пределы применимости подобных устройств механизации, предназначенных для проведения аварийно-спасательных работ (АСР) на пожарах, при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Рассмотрим чрезвычайную ситуацию для условий неопределенности, когда при возникновении ЧС (в том числе террактов) непредсказуемо происходят обрушения балок, панелей перекрытий и других элементов строительных конструкций зданий и сооружений. Естественно, что их нагромождение препятствует извлечению теряющих бедствие людей из образовавшихся при этом завалов. Вследствие этого приходится приподнимать, перемещать, кантовать строительные конструктивы стандартных размеров и их нестандартные обломки ручным шанцевым инструментом, переносимыми устройствами малой механизации и габаритными мобильными машинами [1].

Заблаговременная разведка зоны гипотетической ЧС (пожара) дает возможность сформировать необходимую базу данных о застройке объекта пожарной охраны. При этом личному составу приходится периодически выполнять немалый (при теперешних сравнительно свободных условиях постройки и перепланировки зданий) объем профилактической работы. Последующий анализ этих данных необходим для обновления создаваемых на конкретные объекты планов, карточек пожаротушения и других оперативных документов. Нужен он и научным работникам, создающим тактическое обеспечение первого уровня [2] к всевозможным устройствам, механизмам и машинам, применяемым при тушении пожаров и проведении АСР. В дальнейшем это облегчает руководителю тушения пожара (РТП) или руководителю подразделения (РП) принятие наилучших решений даже в условиях неопределенности.

Рис.1 дает представление о некоторых тактических приемах работы с предлагаемым аварийно-спасательным комплексом (АСК) – см. заявку на патент Украины №95041662/3 от 12.04.95.

В доступном месте под грузом G размещают аварийно-спасательную подушку (АСП) типа кевларный мешок голландской фирмы “Холматро”, ручной гидравлический инструмент типа РГ-250

российской фирмы “Простор” или (если это может дать положительный результат) шанцевый инструмент типа ИРАС (РФ). Приподняв груз до приемлемой высоты h_0 , под него, ориентируясь на характерный габарит L_0 , с достаточно большой жесткостью на изгиб укладывают трос лебедки Л или зачаливают стропы стрелового крана (для определенности КС-2561К-1 грузоподъемностью до 6,3 т и вылетом стрелы до 3,8 м). Один конец троса “фиксируют” упорным стержнем или чалками, а к другому прикладывают тяговую силу F , например, с помощью лебедки того же крана с развернутой на высоту H стрелой.

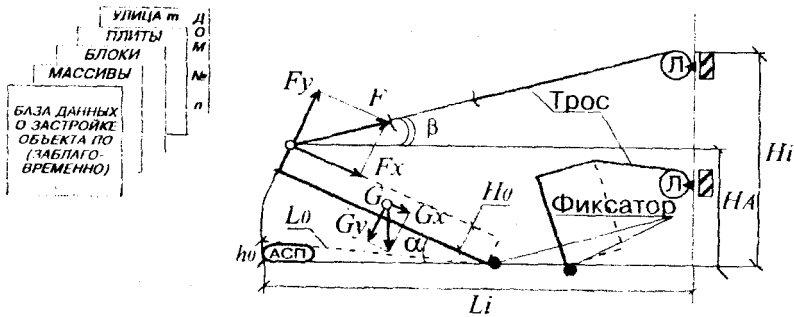


Рис. 1 – Принцип проведения АСП по расчистке завалов и спасанию людей: ПО – пожарная охрана; АСП – аварийно-спасательная подушка; Л – лебедка

Однако, с одной стороны, и для АСП, и для троса, и для крана имеются ограничения по грузоподъемности $[F_{об}]$ и $[F_{тр}]$. С другой стороны, часто из-за невозможности установить кран в непосредственной близости к месту завала (где удалось спастись пострадавшим) текущие значения рабочих нагрузок и на АСП, и на трос лебедки могут превышать предельные нормативы, независимо от того, применен кран или механизированное переносное устройство. В связи с этим, а также руководствуясь требованиями техники безопасности в пожарной охране МВД Украины, тактическое обеспечение к АСК, безусловно, следует создавать заблаговременно.

Основное требование, которое в подобных случаях [3] необходимо выполнить, сформулируем от противного. Кинестатическим анализом F найти так называемый “полный список” и исключить из него все

$$\min_{h_0, H, L} K(h_0, H, L, G, B_0, L_0, H_0), \quad (1)$$

где K – критерий качества вмешательства АСК в возникшую ситуацию:

$$K = \begin{cases} -1, & \text{если ситуация для пострадавших ухудшилась;} \\ 0, & \text{если ухудшений после вмешательства нет;} \\ 1, & \text{если действия позволяют спасти пострадавших.} \end{cases} \quad (2)$$

Управляемые параметры, из множества которых может выбирать принимающий решения РТП или РП в связи с ситуацией: h_0 – высота, на которую предварительно приподнимается груз; Li – расстояния от неподвижной опоры до дальнего, внешнего от лебедки края груза; Hi – высота, на которую может закрепляться лебедка или располагается блок крана (Li и Hi – координаты рабочей зоны, присущие данному устройству).

Неуправляемые параметры, которые можно оценить при заблаговременной и оперативной разведке: G – вес поднимаемого груза; L_0 , H_0 , B_0 – габаритные размеры груза (габарит B_0 на рис.1 не показан).

Главные ограничения к этой задаче принятия решений имеют вид

$$F_{об} \leq [F_{об}], \quad F_{тр} \leq [F_{тр}], \quad (3)$$

где $F_{об}$ и $F_{тр}$ – текущие значения нагрузок на АСП и трос, которые при работе АСК не должны превышать допустимых значений.

Пусть прочностные характеристики АСП обеспечивают приподнимание груза на приемлемую высоту h_0 – первое условие из (3) удовлетворено. Тогда в соответствии с разработанным (рис.2) алгоритмом определения $F_{тр} = F(\alpha)$ можно заблаговременно установить упомянутый полный список решений при анализе связей альтернатив $A_i(h_0, H_i, L_i, \alpha)$ с исходами $F(\alpha)$ для всех $\alpha_0 \leq \alpha \leq \pi/2$ и согласно (1) “ненужные” отбраковать. Здесь, как и ранее, α – обобщенная координата квазистатического равновесия системы при подъеме (опускании) груза.

Алгоритм включает в себя четыре возможных варианта схем подъема груза. Каждому из них соответствует объединение геометрических и кинематических особенностей задачи квазистатического анализа, а также условия выхода из задачи. Чтобы не загромождать текст излишними пояснениями, они здесь не приводятся.

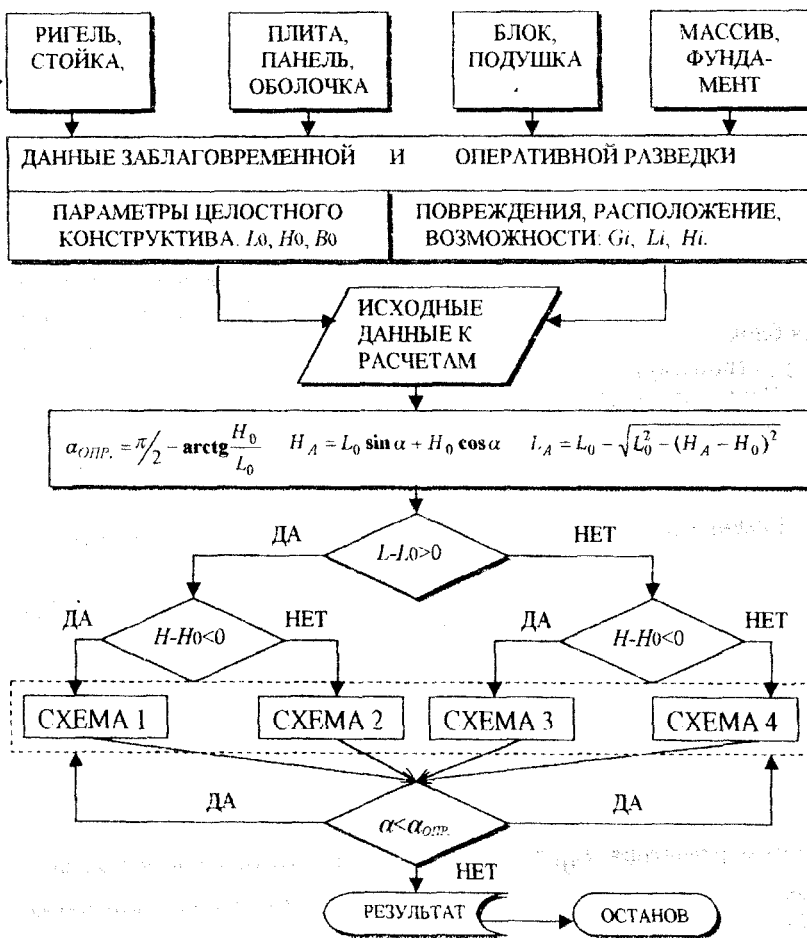
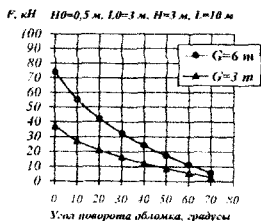
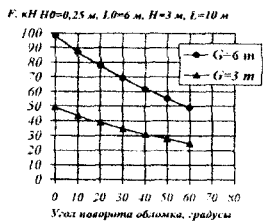


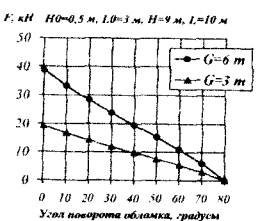
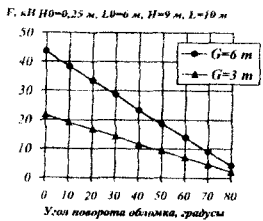
Рис.2 – Алгоритм к созданию тактического обеспечения АСК

Конкретный и наглядный пример. При необходимости расчислить завал, образованный нагромождением из целостных конструктивов и их обломков, РТГ или РГ может оперативно и безопасно (и для спасаемых, и для спасателей) принимать лучшие решения на основе номограмм, показанных на рис.3.



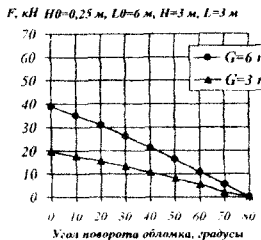
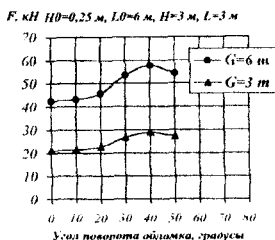
а

б



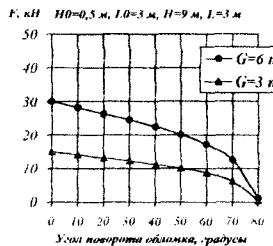
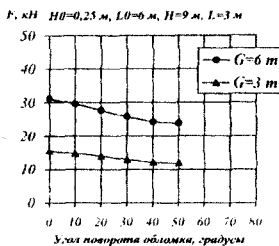
в

г



д

е



ж

з

Рис. 3 – Номограммы определения нагрузок в тросе при подъеме: плиты или ее обломка (а, в, д, ж); блока или его обломка (б, г, е, з). Дополнения: подъем по схеме 1 (а) и (б) – $L > L_0$, $H < H_0$; подъем по схеме 2 (в) и (г) – $L > L_0$, $H \geq H_0$; подъем по схеме 3 (д) и (е) – $L \leq L_0$, $H < H_0$; подъем по схеме 4 (ж) и (з) – $L \leq L_0$, $H \geq H_0$

Как следует из сказанного, для рассматриваемого многообразия ситуаций выделено четыре принципиально различных случая возможного расположения лебедки L относительно внешнего по отношению к лебедке края груза. Вместе с тем очевидно, что чем меньше по весу поднимаемый груз, тем меньшие усилия требуются для выполнения работ. В связи с этим, обобщая классификацию устройств проведения АСР, можно выделить три их силовые группы: ручные инструменты, переносные устройства малой механизации и габаритные мобильные машины.

Понятно и другое. Пропорциональное соответствие между действующими силами F , имеющее место для всех четырех вариантов подъема грузов, можно связать с пропорциональными нарушениями во время ЧС габаритов конструкторов. Тогда при условно постоянной объемной плотности целостных строительных деталей можно их вес детерминированно оценивать во время оперативной разведки, дораскрывая тем самым условия неопределенности.

С точки зрения величины действующих сил в начальный момент подъема первый вариант использования крана КС 2561К-1 в АСК неприемлем без предварительного поднятия груза на соответствующую высоту h_0 .

Что касается второго варианта, то с учетом коэффициента запаса по прочности он является предельно допустимым. Поэтому прежде всего для вариантов 1, 2 рекомендуется применять АСП, РГ-250 и т.п., причем как можно с большей грузоподъемностью и производительностью.¹

Приемлемым без использования АСП и других вспомогательных устройств можно признать третий вариант подъема грузов. Однако для случая на рис.3,ж имеются противоречия: возможно появление нежелательных экстремумов F_{\max} с последующей потерей работоспособности АСК.

Наиболее благоприятным для ведения АСР является четвертый вариант АСК (рис.3, д, е), когда вылет стрелы позволяет расположить лебедку вблизи внешнего (по отношению к лебедке) края поднимаемого груза, тогда силы $F \rightarrow \min$. Но и здесь (рис.3, д) есть свое противоречие – при значительном габарите (L_0) может оказаться, что АСК потеряет работоспособность, недостаточно подняв груз.

¹ Исследования особенностей работы других комплектующих АСК, обеспечивающих приподнимание груза на требуемую высоту, подготовлены и будут опубликованы позже.

Разработанный алгоритм следует рассматривать как тактическое обеспечение к АСК. С его помощью можно не только заблаговременно предложить безопасные тактические приемы работы в гипотетических ЧС, но и в реальных ситуациях, при компьютерной обработке данных оперативной разведки, принимать наилучшие решения, экономя драгоценное время.

1. Аветисян В.Г., Голендер В.А., Палюх В.Г. Подъемное комбинированное устройство для проведения аварийно-спасательных работ / Проблемы пожарной безопасности: Сб. праць за ред. Антонова А.В. – К.: УкрНДПБ МВС України, 1995. – С.152-153.

2. Голендер В.А. Создание пожаротушащих установок и тактического обеспечения к ним / Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. тр. Вып.4. – Харьков: ХИПБ МВД Украины, 1998. – С.48-53.

3. Голендер В.А. Уточняемая модель принятия решений по пожарной тактике / Проблемы пожарной безопасности: Сб. научн. тр. Вып.5. – Харьков: ХИПБ МВД Украины, 1999. – С.68-72.

Получено 25.01.2000

© Голендер В.А., 2000

УДК 614.84:664

В.П.ОЛЬШАНСКИЙ, д-р физ.-матем. наук

Харьковский институт пожарной безопасности МВД Украины

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАДАЧА ПЛАСТОВОГО САМОНАГРЕВАНИЯ СЫРЬЯ ОЧАГОМ ИМПУЛЬСНОГО ТИПА

Построено замкнутое аналитическое решение нестационарной задачи теплопроводности для пластового очага постоянной мощности, действующего на ограниченном интервале времени. Распределение тепловых источников по высоте насыпи задано нормальным законом Гаусса.

В работах [1, 2] решена нестационарная задача теплопроводности для очага бесконечной продолжительности действия. Однако экспериментально, а также практикой хранения сырья установлено, что плотность источников в очаге зависит от времени и других параметров. Поэтому ниже исследуется вариант самонагрева насыпи, когда мгновенно возникший очаг по истечении времени τ также мгновенно прекращает свое существование, что графически представляется прямоугольным импульсом.

Прирост температуры $F = F(x, t)$ по времени t вдоль оси насыпи x , порожденный мгновенным тепловым источником, описывается линейным дифференциальным уравнением

$$\frac{\partial F}{\partial t} - a \frac{\partial^2 F}{\partial x^2} = \frac{1}{\rho c} q(x) \delta(t). \quad (1)$$