

УДК 621.565.532

К ВОПРОСУ ОПТИМАЛЬНОЙ ЗАГРУЗКИ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО КОНТЕЙНЕРА

Т. С. ЗАХАРЬЕВА

Научный руководитель Г. С. ЛЕНЕВСКИЙ, канд. техн. наук, доц.
БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Оптимальная загрузка предполагает составление плана максимально плотной загрузки. При составлении плана загрузки учитываются заданные линейные размеры, как загружаемых объектов, так и контейнера, вес, порядок загрузки, грузоподъемность, а также целевое назначение заполняемого контейнера. Чем больше задано ограничений, тем сильнее ощущение неоптимальности предложенного плана загрузки. Оптимальная загрузка – это важная задача, эффективное решение которой позволяет не только уменьшить затраты, так и сократить время работы.

Изотермический контейнер работает от бытовой электрической сети. Нагревательные элементы могут быть разного типа, обычно для простоты рассмотрения теплового процесса применяется ТЭН, но в данном случае будет использоваться индукционный метод нагревания. Микроволновое излучение не применяется. Нагревательный элемент будет располагаться на дне контейнера.

Изотермический контейнер состоит из: корпуса с несколькими индукционными нагревательными элементами; герметично закрывающейся крышки с клапаном для снятия избыточного давления; емкости для загрузки; наружного микроконтроллера и пользовательского интерфейса для управления термическими процессами.

Таким образом, термические процессы в изотермическом контейнере происходят при атмосферном давлении (необходимо предусмотреть клапан для снятия избыточного давления). Степень раскрытия клапана может регулироваться вручную.

При разработке установок с применением загружаемого изотермического контейнера необходимо решить вопрос оптимального размещения объектов в нем, т. е. решить так называемую задачу об упаковке. Требуется подобрать наиболее подходящие габариты емкости контейнера, исходя из предопределённых формы и размеров загружаемых объектов, а также разместить загружаемые объекты на поверхности таким образом, чтобы заполнение было допустимым и наиболее эффективным по плотности и объему, т.е. суммарная площадь поместившихся загружаемых объектов (полезная площадь) должна быть максимальной из всех возможных. Под допустимым расположением загружаемых объектов понимается такое заполнение, при котором все упакованные объекты находятся внутри заданной плоскости, не пересекаются и полностью опираются на плоскость (дно загружаемой емкости контейнера).

Обычно для решения подобного рода задач используют эвристические приближённые полиномиальные алгоритмы. Однако эта задача может решаться и иными методами, такими, как задача линейного программирования, приближёнными полиномиальными алгоритмами и применяя вероятностный подход. Для решения поставленной задачи использование точного переборного алгоритма возможно только при небольших размерностях, поэтому в ходе решения был создан эвристический подход с применением точного переборного алгоритма, который за приемлемое время находит решение, близкое к оптимальному, и при этом легко адаптируется для учета дополнительных ограничений.

Выразим постановку задачи с учетом некоторых допущений следующим образом:

- трехмерным пространством пренебрегаем, высота загружаемых объектов определяется их максимальной высотой $+ \Delta H$;
- рассматривается двумерное пространство, которое задано двумя прямоугольными ломаными;
- двумерная площадь для заполнения объектами задана линейными размерами V_x, V_y ;
- предположим объект загрузки цилиндрической формы, тогда дно загружаемых объектов представлено в виде окружности, равной различным значениям диаметра D_i цилиндрической части;
- диаметр цилиндрической части берется максимально возможным с учетом погрешности (если это имеет место);
- загруженная площадь определяется $N_1 \dots N_k$ количеством загружаемых объектов каждого типа;
- невозможность кантования, т. е. загружаемые объекты не могут быть положены на любой бок, т. е. могут быть повернуты только вдоль вертикальной оси;
- возможность применения системы двухъярусной загрузки с целью обеспечения удвоенного числа дополнительных мест.

Алгоритм решения представляет собой следующие этапы:

- заполнение объектами дна емкости контейнера происходит в соответствии с их показателем вместимости;
- первоначально предпочтительнее заполнение объектами максимальной одинаковой вместимости, однако здесь учитывается наличие загружаемых объектов необходимых объемов;
- процедура заполнения происходит до тех пор, пока незаполненная площадь поверхности станет недопустимой для заполнения, т. е. полезная площадь значительно превысит техническую, так достигается максимально полное заполнение;
- если выбранное положение загружаемых объектов пересекается с какой-либо из границ области или другим объектом, то такое расположение считается недопустимым;

– выбранная площадь дна контейнера должна быть оптимальна для заполнения объектами разной вместимости из стандартного ряда.

В качестве примера выберем объектами заполнения стеклянные банки, основные параметры и размеры которых приняты в соответствии с ГОСТ 5717.2-2003. Произведем заполнение площади загружаемыми объектами в соответствии с их вместимостью. На основе моделирования некоторых практических ситуаций и с учетом эвристических соображений с применением точного переборного алгоритма, рассмотрим некоторые возможные случаи, учитывая сферу применения изотермического контейнера и эргономичность.

Варианты заполнения объектами дна емкости контейнера представлены на рис. 1, а. Для оценки коэффициента заполнения произведем соответствующие расчеты и построим гистограмму, отображающую процентное содержание полезного и технического объемов емкости изотермического контейнера в полном объеме (рис. 1, б).

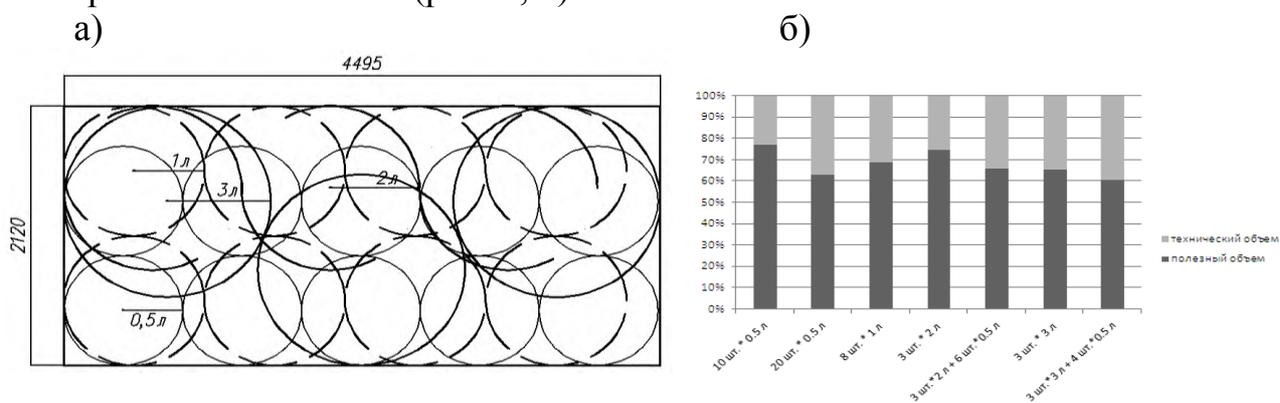


Рис. 1. Варианты заполнения объектами дна емкости контейнера (а); гистограмма, отображающая процентное содержание полезного и технического объемов в полном объеме (б)

В результате анализа вопроса оптимальной загрузки изотермического контейнера можно сделать вывод, что данная задача решается на основе моделирования некоторых практических ситуаций и с учетом эмпирических соображений. Однако возможно применение специализированных программ, например, *packer3d* для расчета оптимальной укладки ящиков разного типа в набор транспортных средств типа контейнер, грузовик или вагон с учетом грузоподъемности, допустимого перекаса по осям, допустимого смещения центра масс, ограничения на положение ящика, хрупкости ящика и других ограничений и отображая результаты расчета в виде 3-х мерной сцены. В результате рассмотрения примера с применением стеклянных банок можно определиться с выбором габаритов установки. Высота установки, с учетом возможности расстановки банок номиналом 0,5 л в два яруса и термоизоляции, составляет $(240+\Delta H)$ мм. Таким образом, габариты установки $460 \times 225 \times 260$ мм.