

Н.А. Гусына, Д.Н. Попов

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ВЫБОРА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ¹

В химической промышленности, при проектировании нового и реконструкции существующего производства, возникает необходимость определения минимального объема производственного помещения, пригодного для компоновки в нем технологического оборудования проектируемого производства. Это позволяет проектировщику давать оценку полезной площади и объема цеха для окончательного варианта компоновки в нем оборудования ХТС.

Анализ процессов, протекающих в оборудовании ХТС, аппаратурного оформления производства, а также принципов его размещения, показывает, что в химической промышленности определилась система единиц технологического оборудования (ТО) ХТС, которые объединяются в так называемые типовые варианты компоновки оборудования ХТС: однорядное размещение, многорядное, групповое [1].

Использование этого принципа при принятии проектных решений по компоновке оборудования производства позволяет разрабатывать на основе определенного типового размещения пространственные структуры, которые пригодны для компоновки технологической системы любой сложности.

В статье рассмотрена методика решения задачи выбора объемно-планировочных решений (ОПР) производственных зданий для многоассортиментных производств (МАП). Постановка задачи выбора ОПР МАП [2] содержит формализованную запись ограничений математической модели, описывающей процесс принятия проектных решений по выбору основных объемно-планировочных параметров цеха и его размеров на основе информации об аппаратурном оформлении производства и структуре технологических связей оборудования ХТС.

Методика включает три основных этапа.

Первый этап заключается в подготовке исходных данных. Из регламента выбираются общее число единиц оборудования ХТС; спецификация оборудования ХТС, включающая информацию о типе оборудования, его количестве и размерах, журнал трубопроводов, содержащий информацию о структуре связей оборудования ХТС (номер аппарата-источника, номер аппарата-приемника, тип транспорта, диаметр трубопроводов, общее число связей между аппаратами и т.д.).

Вторым этапом является генерация вариантов ОПР на основе исходных данных и ограничений математической модели [2]. В качестве вариантов строительной конструкции, пригодных для проектируемого производства, рассматриваются многоэтажные и ангарные цеха, состоящие из типовых строительных элементов (колонны, ригели, плиты перекрытия и т.д.). Процедура выбора ОПР цеха включает следующие шаги:

1. Аппараты объединяются в группы по категорийности. Это необходимо для локализации опасных аппаратов от общей массы оборудования ХТС в связи с требованиями пожаробезопасности.

2. Определяется минимальный объем цеха, необходимый для размещения оборудования. Для этого складываются объемы всех использующихся в ХТС аппаратов с учетом норм обслуживания.

$$X_u Y_u Z_u \geq k \sum_{p=1}^{N_A} V_p + \sum_{m=1}^M V_m ,$$

где k – коэффициент, зависящий от принятого типового способа размещения оборудования ХТС и типа размещаемого оборудования (пример расчета коэффициента приведен ниже).

3. Исходя из условий транспорта веществ, обусловленных регламентом, определяется число этажей.

4. В зависимости от веса размещаемых единиц оборудования, их габаритов, способа транспорта, требований безопасности определяется необходимость установки подъемного оборудования в цехе, что во многом определяет выбор исполнения строительной конструкции цеха и влияет на высоту верхнего этажа в многоэтажных производственных зданиях.

5. Ширина шагов и пролетов определяется исходя из возможности размещения оборудования и трубопроводов без пересечения их с колоннами. При этом предполагается, что оборудование может быть повернуто на угол, кратный 90 градусам, от стандартного варианта установки.

6. В зависимости от способа установки оборудования и от ширины сетки колонн, выбирается тип перекрытий. Перекрытия типа 1 предназначены для зданий, в которых оборудование устанавливается на плиты перекрытий, укладываемые на полки ригелей; перекрытия типа 2 разработаны для зданий, в которых должно устанавливаться «провисающее» оборудование, т.е. проходящее через проемы в перекрытиях и опирающееся на балки, окаймляющие эти проемы. В этой конструкции плиты укладываются поверху ригелей. На выбор типа перекрытия также оказывает влияние вес размещаемого оборудования.

¹ Работа выполнена под руководством канд. техн. наук, доц. С.Я. Егорова.

7. Выбор типов колонн, ригелей и т.д. зависит от сейсмичности района, выбранного для строительства, и типа производственного здания.

8. Исходя из требований пожаробезопасности, технологии производства, а также условий обеспечения транспорта веществ, определяется число аппаратов на этажах. При этом предпочтение отдается вариантам с равномерным заполнением площади этажей, что в целом обеспечивает компактность всего производства.

9. Определяются высоты производственных этажей и отметки площадок обслуживания. Высоты этажей определяются исходя из необходимости установки подъемного оборудования и размеров оборудования, используемого в ХТС. Минимальная высота этажа не может быть меньше высоты самого высокого аппарата располагаемого на данной высотной отметке.

10. Геометрические параметры цеха (длина, ширина, высота) находятся в зависимости от выбранной сетки колонн, высоты этажа, необходимости использования подъемных устройств, наличия свободного места на генплане предприятия и т.д.

Третий этап заключается в выборе оптимального варианта ОПР цеха путем сравнения критериев оптимальности, рассчитываемых для каждого из возможных вариантов ОПР.

Составляющими этого критерия являются стоимости: металлоконструкции для монтажа оборудования внутри цеха, земли под цех, строительной конструкции, монтажа оборудования внутри цеха, технологических трубопроводов, насосов для транспорта веществ по трубопроводам

$$I(S, h) = I_{\text{метал}} + I_{\text{земли}} + I_{\text{стр.кон}} + I_{\text{монтажа}} + I_{\text{трубопровода}} + I_{\text{нас}}$$

Так как при решении задачи выбора ОПР цеха координаты размещения оборудования еще не известны, поэтому при расчете длины соединений между аппаратами технологической схемы используются нижние оценки длины соединений между размещаемыми объектами, которые зависят от размеров строительной конструкции, сложности соединений оборудования технологических схем [3].

Выбор размеров строительной конструкции, как уже отмечалось в п. 2) зависит от выбранного способа размещения оборудования, типа и размеров оборудования. Учет этих параметров осуществляется путем расчета коэффициента k . Методика его определения предусматривает сравнение различных типовых вариантов расположения оборудования ХТС.

На рис. 1 представлены результаты расчета коэффициента k в зависимости от способа типового размещения (одно-, двух-, трех- и четырехрядного варианта расположения оборудования на этаже цеха). Предполагалось, что ХТС включает 20 единиц однотипного реакционного оборудования, аппроксимированного цилиндрами.

На основе анализа полученных значений коэффициента k , можно сделать вывод о том или ином наилучшем варианте типового размещения оборудования ХТС и, как следствие, возможность оценить размеры цеха, необходимые для размещения в нем оборудования проектируемого производства.

Представленная методика позволяет проектировщику на раннем этапе проектирования выбрать наиболее подходящий вариант ОПР цеха, без детальной проработки каждого из возможных вариантов.

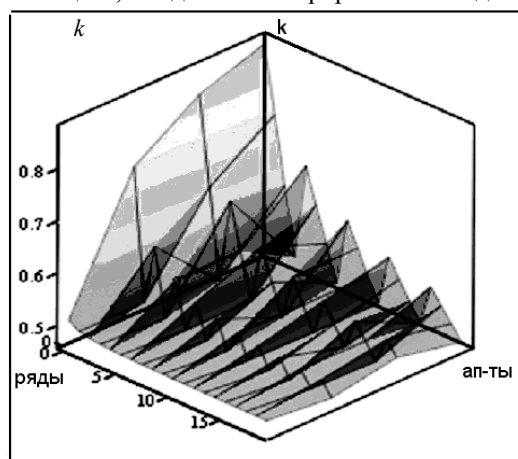


Рис. 1. Поверхность значений коэффициента k

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архитектура промышленных предприятий, зданий и сооружений : справочник проектировщика / под общ. ред. Н.Н. Кима. – М. : Стройиздат, 1991. – 862 с.
2. Егоров, С.Я. Постановка задачи выбора объемно-планировочного решения многоэтажного производственного здания / С.Я. Егоров, Д.Н. Попов, Н.А. Гусына // Труды ТГТУ : сб. ст. студентов, бакалавров и магистрантов. – Тамбов, 2006. – Вып. 6. – С. 35 – 39.

3. Егоров, С.Я. Методика расчета нижней оценки стоимости соединений в задачах регулярного размещения промышленных объектов / С.Я. Егоров // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2006. – Т. 12, № 4Б. – С. 1191 – 1199.

Кафедра «Автоматизированное проектирование технологического оборудования»