

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

**Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»**

Л.І. Перевалов Д.В. Матюхов О.М. Півень

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання розрахунково-графічного завдання з дисципліни —  
«Проектування харчових підприємств»**

**Розділ 2**

**„Розробка компоновки обладнання технологічної ділянки  
підприємства галузі”**

для студентів що навчаються  
за спеціальністю «Харчові технології»  
за спеціалізацією 181 - 01 «Технології жирів, жирозамінників і ефірних масел»  
181 - 02 «Технології продуктів бродіння і виноробства»  
денної та заочної форм навчання

Харків 2019

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Національний технічний університет  
«Харківський політехнічний інститут»

Л.І. Перевалов Д.В. Матюхов О.М. Півень

## МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання розрахунково-графічного завдання з дисципліни —  
«Проектування харчових підприємств»

### Розділ 2

„Розробка компоновки обладнання технологічної ділянки  
підприємства галузі”

для студентів що навчаються  
за спеціальністю «Харчові технології»  
за спеціалізацією 181 - 01 «Технології жирів, жирозамінників і ефірних масел»  
181 - 02 «Технології продуктів бродіння і виноробства»  
денної та заочної форм навчання

Затверджено  
редакційно-видавничою  
радою університету,  
протокол № 56 від 00.00.2008

Харків 2019

**Методичні вказівки** до виконання расчетно-графічного завдання з дисципліни «Проектування підприємств галузі». Розділ 2. «Розробка компоновки обладнання технологічної ділянки підприємства галузі», для студентів, що навчаються за напрямком 6.0917 «Харчова технологія та інженерія». Методичні вказівки також будуть корисні при виконанні відповідних розділів курсового та дипломного проектів. для студентів усіх форм навчання зі спеціальностей 7.091705 «Технологія жирів та жирозамінників» і 7.091704 «Технологія бродильних виробництв та виноробства» Вони також можуть бути корисні студентам інших хіміко-технологічних спеціальностей /Уклад. Л. І. Перевалов, О. М. Півень, Д.В. Матюхов. – Харків: НТУ «ХП», 201-. - \_\_\_\_ с.

Укладачі:        Л. І. Перевалов  
                          О. М. Півень  
                          Д.В.Матюхов

Рецензент:      І. М. Демидов

Кафедра технології жирів та продуктів бродіння

## ВВЕДЕНИЕ

Расчетно-графическая работа «Разработка компоновки оборудования технологического участка предприятия отрясли» является заключительной частью лабораторного (комп'ютерного) практикума по дисциплине «Проектирование предприятий отрасли».

В данном методическом руководстве представлена оригинальная методика разработки компоновки оборудования технологического участка (установки, цеха) предприятия в специально спроектированном для этого производственном здании. Основные параметры и конструкция указанного здания определяются в процессе разработки компоновки оборудования. Представленная методика прошла апробацию на кафедре технологи жиров и продуктов брожения НТУ «ХПИ» и получила положительные отзывы студентов и преподавателей.

Эта методика, в отличие от существующих [1-3], дает возможность студентам, впервые столкнувшимся с этой сложной многоплановой инженерной работой, самостоятельно выполнить возникающий при этом комплекс проектных задач и, что особенно важно, на каждом этапе этих работ осознанно и аргументировано принимать соответствующие проектные решения, как по расположению оборудования, так и по особенностям формы и конструкции необходимого производственного помещения. Кроме того, данная методика может быть использована в качестве «инструмента», при помощи которого возможно осуществление анализа других существующих компоновок с целью выявления основных причин (аргументов, идей), на основе которых принято то или иное компоновочное решение, что обычно остается за пределами учебников и учебных пособий по проектированию.

При выполнении компоновки оборудования основной трудностью для студента является необходимость активизации и применения всего комплекса общетехнических и специальных инженерных знаний и умений, полученных им за все время обучения в университете.

Алгоритм разработки компоновки представлен в виде восьми этапов, включающих пять блоков основных требований (принципов) и некоторых дополнительных проектных операций, которые должны быть последовательно выполнены и учтены при размещении оборудования и выборе параметров производственного здания, его конструкции и т.п.

На основе первых двух принципов создают исходный (базовый) вариант компоновки, в котором реализуют решение по форме основного производственного потока, принятого на основе первого принципа компоновки, учитывают особенности аппаратов, протекающих в них процессов и технологии (второй принцип). А также обосновывают и принимают некоторые из основных параметров необходимого производственного здания. При выполнении оставшихся трех принципов компоновки осуществляют критическую оценку, а, если нужно, то и корректировку базового варианта размещения аппаратов, с учетом безопасного ведения технологического процесса, удобства монтажа-демонтажа, ремонта и эксплуатации оборудования. А параллельно осуществляют доработку и уточнение значений ранее принятых параметров и конструкции производственного здания.

Предлагаемые методические указания, по сути, представляют собой, развернутый алгоритм выполнения компоновки оборудования и решения сопряженных с ней (компоновкой) некоторых других проектных задач.

В методических указаниях приведен пример разработки компоновки технологического участка безреактивного расщепления жиров в здании, специально созданном для размещения в нем этого участка.

Знания, навыки и умения, полученные студентами при выполнении этого расчетно-графического задания, могут быть применены ими при разработке компоновки оборудования в курсовых и дипломных проектах.

Методические указания предназначены студентам пищевых специальностей: - 7.091705 «Технология жиров и жирозаменителей» и 7.091704 «Технология бродильных производств и виноделия». Они также будут полезны студентам химико-технологических специальностей.

## **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

**Термин компоновка или компоновка оборудования** при проектировании имеет два основных значения. Первое, связанное с дословным переводом латинского слова «componere», что **означает составление из отдельных частей единого целого** (процесс создания из отдельных аппаратов технологической установки, линии или участка путем такого взаимного соединения и расположения оборудования в объеме производственного помещения, которое обеспечит наиболее эффективное, безопасное и удобное осуществление заданного процесса при выбранной технологии). Второе значение термина **компоновка—это результат процесса компоновки, готовая пространственная конструкция взаимосвязанных аппаратов, представляющих собой технологическую установку, способную наиболее эффективно и безопасно осуществлять получение из данного сырья готовую продукцию или полуфабрикаты.**

**Готовую компоновку представляют в виде поэтажных планов и вертикальных разрезов производственного здания с размещенным в нем и привязанным к стационарным элементам здания оборудованием.**

### **1.1. Назначение компоновки оборудования**

Компоновка оборудования является основой технологической части проекта, так как она определяет места расположения всех машин и аппаратов в производственном здании. На основе компоновки оборудования разрабатывают также автоматизированную систему управления технологическим процессом (АСУТП), электротехническую, сантехническую, строительную и другие части проекта.

### **1.2. Исходные документы, необходимые для разработки компоновки**

Основными исходными документами для разработки компоновки обо-

рудования производственной установки (участка, цеха) являются:

- схема технологическая принципиальная [4];
- чертежи общих видов основного и вспомогательного оборудования, описание их устройства, принципов и условий работы;
- описание технологии производственного процесса.

### **1.3. Методы, разработки компоновки**

**Графический** – традиционный широко применяемый метод. Он заключается в многократном вычерчивании (эскизном прорисовывании) на планах и вертикальных разрезах производственного здания вариантов расположения оборудования проектируемого участка. Метод трудоемкий, требует проектировщика высокой квалификации и большого опыта работы.

**Темплетный метод** – проектирование с использованием плоских (двумерных) масштабных моделей аппаратов, называемых темплетами [5 ГОСТ на темплетн. метод]. Ускоряет разработку вариантов поэтажных планов и их коррекцию. Позволяет механизировать вычерчивание выбранных вариантов поэтажных планов путем их копирования.

**Макетный метод проектирования или метод объемного макетирования** [6, ГОСТ на макетн. метод]. Основан на изготовлении масштабной модели 1:10 или 1:25 натуральной величины проектируемого производственного участка. Разработку проекта модели компоновки осуществляют при участии технологов, а также проектировщиков всех других специальностей, включая строителей и монтажников. Достоинства этого метода – наглядность (позволяет избежать многих ошибок компоновки, связанных с нестыковкой оборудования, трубопроводов и т.д.). Наличие макета упрощает решение некоторых вопросов строительства, монтажа, ремонта. А после пуска в эксплуатацию макет установки может быть использован для обучения рабочих, операторов или персонала аварийно-спасательных подразделений.

**Блочный метод.** Заключается в использовании при размещении оборудования не отдельных аппаратов, а составленных из них унифицированных и оптимизированных по оборудованию, средствам механизации и автомати-

зации блоков, предназначенных для выполнения типовых технологических операций. Например, блока фильтрации, блока растворения чего-либо, блока пастеризации и т.п.

**Метод компоновки с использованием ПЭВМ.** Является составной частью системы автоматизированного проектирования (САПР). Он предполагает наличие специализированного программного обеспечения, баз данных и т.п. Позволяет в короткие сроки создать большое количество вариантов компоновки, осуществить их анализ и оптимизацию. Однако указанное программное обеспечение стоит очень дорого, поэтому даже известные фирмы, как, например, «Альфа-Лаваль», при разработке компоновки, часто ограничиваются использованием какого-либо одного из общедоступных графических редакторов, таких как «ACAD», «VISIO», «КОМПАС» и некоторых других, мотивируя этот подход минимизацией расходов на проектирование.

**При выполнении данного расчетно-графического задания на начальной стадии работы рекомендуется использовать графический или темплетный методы, а на заключительной – компьютерный метод компоновки с использованием одного из ранее названных графических редакторов.**



## **2. МЕТОДИКА РАЗРАБОТКИ КОМПОНОВКИ ОБОРУДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УЧАСТКА И ОБОСНОВАНИЯ ОСНОВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПО НЕОБХОДИМОМУ ПРОИЗВОДСТВЕННОМУ ЗДАНИЮ**

В соответствии с предлагаемой методикой, размещение оборудования и выбор основных параметров конструкции и формы производственного здания, осуществляют параллельно. Причем производственное здание разрабатывают под конкретный производственный участок или цех, реализуя тем самым принцип приоритета технологии перед строительством (здание проектируют под данную технологию и оборудование, а не наоборот). В то же время в проектах реконструкции предприятия и некоторых других случаях приходится решать и обратную задачу, разрабатывая решение по компоновке технологического оборудования с учетом особенностей уже имеющегося производственного помещения.

Алгоритм создания компоновки состоит из восьми основных этапов и ряда вспомогательных проектных операций. В ходе работы поочередно выполняют пять основных принципов разработки компоновки, позволяющих сначала принять решение по форме производственного потока, проектируемой технологической установки. Затем на основе выявленных особенностей оборудования, процессов и технологии, определить или задаться основными параметрами производственного здания, необходимого для размещения этой установки, и получить первый вариант размещения в нем оборудования (первый вариант компоновки). После этого необходимо критически оценить полученные компоновочные и строительные решения на соответствие их требованиям рациональной организации производственного процесса (условиям безопасного осуществления технологического процесса, условиям удобства монтажа-демонтажа, ремонта и эксплуатации оборудования и др.) и осуществить необходимые корректировки первоначально принятых проектных, компоновочных и строительных решений. В некоторых случаях, в процессе разработки

компоновки, могут появиться основания для корректировки и самой исходной технологической схемы (изменения технологии).

## **2.1. Первый (подготовительный) этап разработки компоновки**

### **2.1.1. Выработка решения по форме основного производственного потока. Первый принцип компоновки**

На этом этапе должна быть найдена и сформулирована идея, на основе которой может быть определена форма основного производственного потока проектируемого участка. Суть этой идеи при свободном проектировании (т.е. когда здание строится под компоновку оборудования, а не наоборот), может быть выражена первым принципом компоновки.

**Первый принцип компоновки**, в общем виде может быть сформулирован следующим образом. **Форма основного производственного потока должна быть как можно более простой (принцип наибольшей простоты основного производственного потока).**

В частных случаях, при наличии каких либо ограничений по размещению оборудования, например, при размещении оборудования в существующем производственном здании, при специфических особенностях процессов, оборудования, технологии и т.п., основная идея, на основе которой может быть разработана форма основного производственного потока, может иметь и другую формулировку, включающую, кроме прочего, и требование «наибольшей простоты» основного потока.

Технологическая установка, спроектированная с учетом принципа «наибольшей простоты» основного производственного потока, имеет меньшую длину транспортных коммуникаций, требует меньших затрат на ее монтаж и эксплуатацию, а в конечном итоге, оказывается наиболее экономичной по материалоемкости, энергозатратам и другим показателям.

Для обеспечения выполнения первого этапа разработки компоновки нужно, прежде всего, определить, что такое производственный поток (схема производственных потоков), показать что подразумевают под его формой (конфигу-

рацией), указать способ его построения. А также показать существующие простые формы (конфигурации) производственных потоков, дать критерии деления потоков на главный и второстепенные. И, наконец, нужно привести методику выработки проектного решения по форме основного производственного потока.

#### **2.1.1.1. Производственный поток, его виды и формы (конфигурации)**

**Производственным потоком обычно называют последовательность технологических стадий (операций) производственного процесса, связанных между собой переработкой сырья в готовую продукцию и расположенных определенным (рациональным) образом в объеме производственного помещения.** [7 Учебник по хим. или пищев. технологии]. Обычно производственные потоки изображают последовательностью векторов, указывающих направление перемещения сырья и материалов в производственном процессе от аппарата к аппарату, в проекции на горизонтальную плоскость. А фигура, образованная совокупностью горизонтальных проекций векторов, представляет собой форму (конфигурацию) производственного потока.

В данной методике мы рекомендуем изображать **схему производственных потоков в виде формализованной (упрощенной) схемы технологической принципиальной, в проекции на горизонтальную плоскость-(ХОУ).** Формализация исходной технологической схемы заключается в том, что пренебрегают внешним видом, конструктивными особенностями и другими характерными чертами аппаратов технологической схемы и изображают их точками (кружочками) или другими фигурами\*, сохраняя за каждой из них соответствующие позиционные номера. А взаимосвязи между аппаратами, как основной элемент схемы технологических потоков,- показывают в виде векторов. Вертикальные векторы (направленные, как вверх, так и в низ) при их изображении на схеме потоков поворачивают в соответствующую сторону до совмещения с горизонтальной плоскостью при сохранении общего направления потока. Полученная таким образом схема производственных потоков в целом и каждый составляющий ее локальный поток в отдельности могут быть

охарактеризованы формой или конфигурацией (фигурой, образуемой совокупностью проекций векторов данного потока на горизонтальную плоскость ХОУ) и направлением совокупности векторов, опять же в проекции на горизонтальную плоскость.

Производственные потоки могут отличаться масштабом составных частей. Например, поток технологического участка или цеха может состоять из отдельных аппаратов или устройств и векторов взаимосвязей между ними. Технологический поток цеха – из составляющих его аппаратов, производственных участков или установок; технологический поток завода – из совокупности цехов, установок, участков и т.д.

Производственные потоки также могут быть главными (основными) и второстепенными (вспомогательными). Главным считают тот поток, по которому перемещается наибольшее количество сырья и материалов, перерабатываемых в данном процессе. Обычно это поток исходного сырья, превращаемого в готовую продукцию, требующий для своего перемещения повышенного расхода электроэнергии, наибольших затрат металла на трубопроводы и т.п.

Основные простые формы (конфигурации) производственных потоков (в порядке их усложнения) представлены в таблице 1.

\*В случае, если размеры аппарата (высота, длина) имеют существенное значение, такие аппараты можно изобразить на схеме производственных потоков удлинненными фигурами, овалами и т.п.

#### Основные формы (конфигурации) производственных потоков

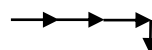
- поступательно - односторонняя

(прямолинейная)

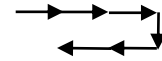


- поступательно – односторонняя

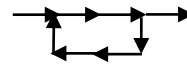
с поворотом



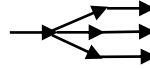
- возвратно – поступательная



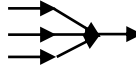
- циклическая



- расходящаяся



- сходящаяся



- комбинированная, сочетающая в различных вариантах указанные виды потоков

Производственные потоки могут сочетать как горизонтальные, так и вертикальные составляющие, причем вертикальные потоки могут иметь все те же формы (в проекции на вертикальную плоскость), что и горизонтальные (в проекции на горизонтальную плоскость), показанные в таблице 1.

**Горизонтальные производственные потоки** обычно проектируют для групп однотипных аппаратов, выполняющих параллельные операции. Например, несколько технологических линий в производстве мыла, маргарина, майонеза и т.п.

**Вертикальные производственные потоки** проектируют для групп аппаратов, в которых технологические операции, как основные, так и вспомогательные, осуществляют последовательно. Аппараты при этом располагают в вертикальной плоскости каскадом один под другим или со сдвигом друг относительно друга, а перерабатываемые в них материалы (жидкости, сыпучие вещества или их смеси) обычно передвигаются из аппарата в аппарат под действием силы тяжести.

Необходимо также иметь в виду, что при принятой форме отображения производственного потока (в проекции на горизонтальную плоскость) вертикальные составляющие всегда могут присутствовать в приведенных ранее

видах потоков.

В любом случае нужно стремиться к тому, чтобы форма (конфигурация) проектируемого основного производственного потока была, как это требует первый принцип компоновки, возможно более простой. На схеме следует избегать встречных и перекрещивающихся потоков. Они удлиняют коммуникации, увеличивая их стоимость, затрудняют управление, удорожают монтаж, эксплуатацию и ремонт оборудования, повышают расход электроэнергии на перемещение сырья и материалов и т.п.

#### **2.1.1.2. Методика выработки решения по форме основного производственного потока**

Выработку решения по форме основного производственного потока осуществляют в несколько этапов.

Формулировка (конкретизация) идеи

#### **2.1.2. Пример разработки проектного решения по форме основного производственного потока**

Разработку решения по форме основного производственного потока проиллюстрируем на примере технологического участка по безреактивному расщеплению жира. Предполагая при этом, что участок будет размещен в отдельном специально спроектированном для него производственном здании, основные параметры которого будут определены по ходу выполнения компоновки.

Разработку решения по форме основного производственного потока указанного участка начинаем с формализации его схемы технологической принципиальной по методике, описанной в подпункте 2.1.1.1. (стр. ). Аппараты изображаем кружочками, а линии взаимосвязи между ними – векторами. Все это в проекции на горизонтальную плоскость (вертикально направленные векторы перед проецированием поворачиваем в горизонтальное положение). На полученной таким образом схеме всех производственных потоков данного участка выделяем жирной линией векторы главного производственного потока. В начале схемы в качестве главного выбираем поток ис-

ходного жира, а после автоклавов (поз. А1 и А2) – поток жирных кислот. В результате получаем первый вариант схемы производственных потоков, который представлен на рисунке 2.

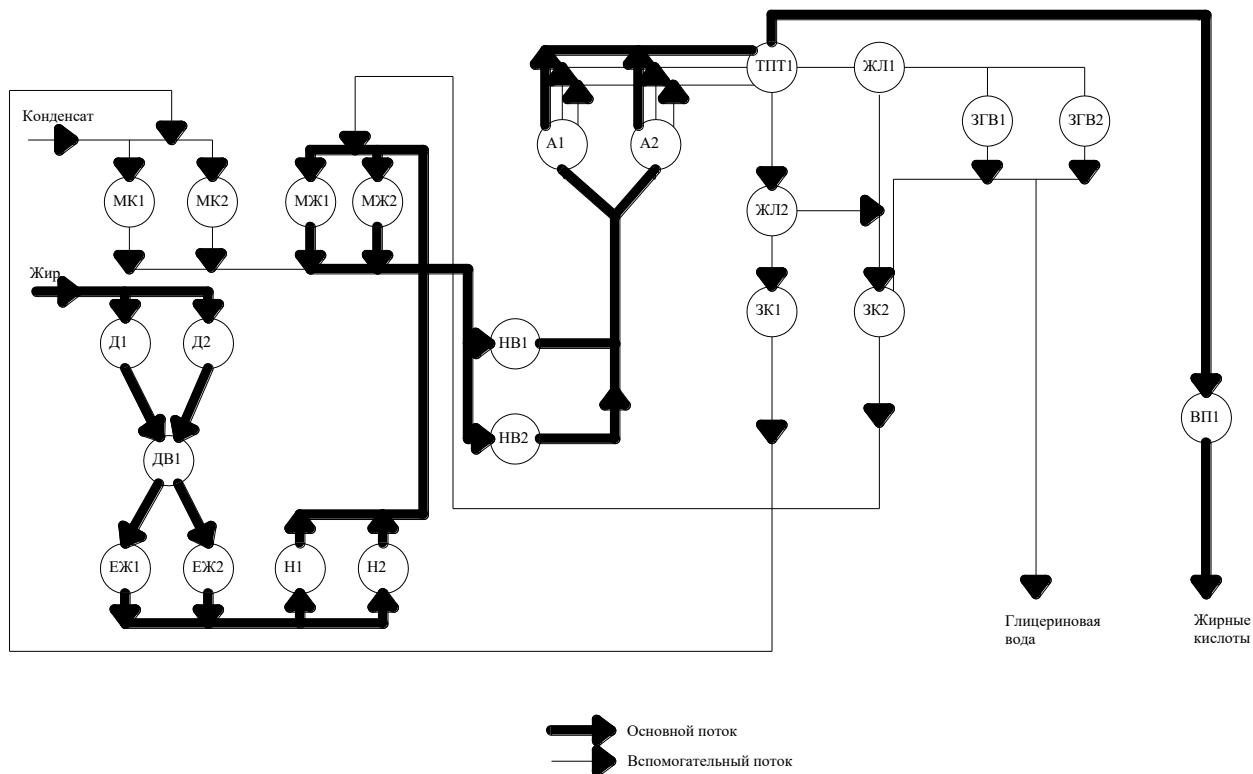


Рисунок 1. Пример первого варианта схемы производственных потоков технологического участка расщепленного жира с выделенным основным потоком.

Следующим шагом разработки проектного решения по форме основного производственного потока является выявление и конкретизация (поиск и формулировка) основной идеи, обуславливающей форму указанного потока при его размещении в проектируемом для него здании. А поскольку идея компоновки у студентов обычно отсутствует, то для ее поиска используем прием доведения до предела идеи простоты формы основного потока. (основной идеи первого принципа компоновки смотри пункт 2.1.1., стр. ... ).

Предельное упрощение формы основного производственного потока до наиболее простой прямолинейно-поступательной (см. табл. 1) является инженерным приемом («доведение до предела иногда до абсурда»), применение

которого позволяет сделать хорошо заметными структурные недостатки рассматриваемого варианта схемы потоков. К таким недостаткам схемы производственных потоков, можно отнести, например, длинные байпасные (возвратные) линии из конца схемы потоков в ее начало, удлинненные вакуумные линии и т.п. Выявленные таким образом структурные недостатки схемы потоков могут стать основанием для изменения (в сторону усложнения) предельно упрощенной формы основного потока. А способ ликвидации обнаруженных недостатков может превратиться в основную идею проектного решения по форме (конфигурации) основного потока. Если же после предельного упрощения формы основного потока упомянутые структурные недостатки схемы потоков не будут обнаружены, тогда предельно упрощенная форма основного потока может стать проектным решением по его форме.

Продолжаем разработку формы основного производственного потока участка расщепления жира. С этой целью предельно упрощаем форму основного производственного потока, приведенного на рисунке 2, придав ей односторонне-поступательный вид с многократно повторяющимися элементами расхождения и схождения. Полученная при этом схема производственных потоков участка расщепления жира, с предельно упрощенной формой главного потока, представлена на рисунке 3.

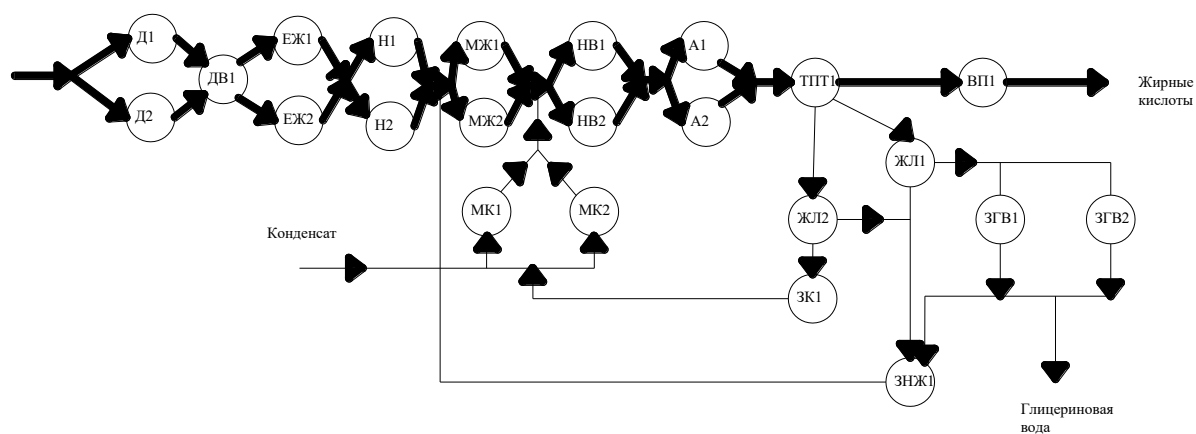


Рисунок 2. Пример схемы производственных потоков технологическо-



го участка расщепления жира с максимально упрощенной формой основного потока

К структурным недостаткам схемы потоков, представленной на рисунке 3, можно отнести наличие длинных байпасных (возвратных) линий трубопроводов из сборника недорасщепленного жира (поз. ЗНЖ1) в мерники для жира (поз. МЖ1 и МЖ2), а также возвратные линии из сборника конденсата и глицериновой воды (поз. ЗК1) в мерники для глицериновой воды и конденсата (поз. МК1 и МК2). Наличие длинных возвратных труб создает опасность застывания проходящих по ним жирных кислот и недорасщепленного жира (особенно при расщеплении твердых жиров) и делает практически невозможным применение самотека, как это приведено на рисунке 1, из-за большой длины и малого угла наклона линий возвратного конденсата (глицериновой воды) и недорасщепленного жира. Исходя из сказанного, в качестве **основной идеи, определяющей форму основного производственного потока, может стать задача сокращения до минимума длины указанных возвратных трубопроводов, за счет некоторого усложнения формы основного производственного потока.** Для решения этой задачи заменяем односторонне-поступательную с расхождениями и схождениями форму основного производственного потока, приведенную на рис. 3, на поток более сложной возвратно-поступательной конфигурации с соответствующими расхождениями и схождениями. И делаем это так, чтобы проекции на горизонтальную плоскость аппаратов поз. ЗНЖ1 и ЗК1 максимально сблизилась бы с проекциями мерников исходного жира поз. МЖ1, МЖ2, и мерниками конденсата МК1, МК2, а указанные ранее возвратные линии недорасщепленного жира и конденсата оказались бы минимальной длины.

Таким образом, **идея основного производственного потока, выявленная с использованием приема предельного упрощения формы основного производственного потока первого принципа компоновки, заключается в сокращения до минимума длины трубопроводов возврата про-**

дуктов неполного расщепления жира и водного конденсата в соответствующие мерники. При этом основной производственный поток участка безреактивного расщепления жира, удовлетворяющий этой идее, должен иметь **возвратно-поступательную** с расхождениями и схождениями форму. Полученное таким образом проектное решение по форме основного производственного потока данного технологического участка приведено на рисунке.4. (перефразировать выделенную часть суть первого принципа для данной схемы)

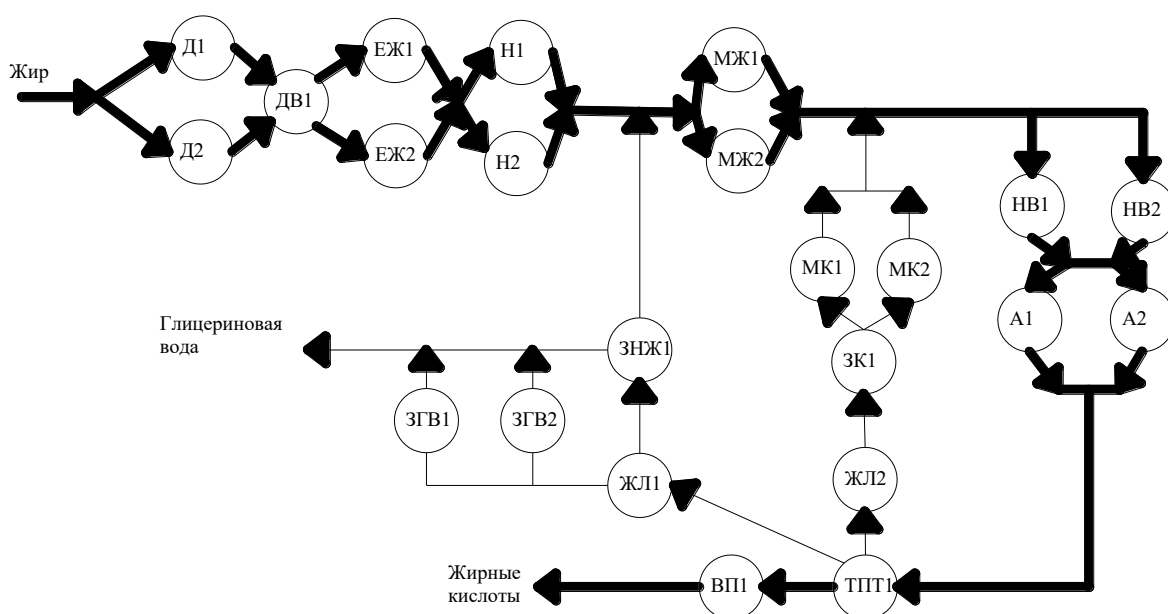


Рисунок 3. Пример проектного решения по форме основного производственного потока участка расщепления жира

Принятое наиболее простое решение по форме основного производственного потока позволяет избежать при последующем размещении оборудования в производственном помещении встречных и перекрещивающихся потоков, позволит уменьшить длину коммуникаций и, таким образом, снизить их стоимость, сделает возможным использование само-тека. Возвратно - поступательная (в плане) форма основного производ-

**ственного потока должна хорошо вписаться в типовое производственное здание в форме вытянутого параллелепипеда.**

Второстепенные производственные потоки размещают на схеме потоков так, чтобы они как бы дополняли или продолжали форму основного производственного потока и вместе с ним хорошо бы вписывались в здание указанной формы.

## **2.2. Второй (подготовительный) этап разработки компоновки**

Целью второго этапа разработки компоновки является выполнение двух взаимосвязанных подготовительных проектных работ. С одной стороны, это работы по выявлению особенностей технологического оборудования, процессов и технологии проектируемого участка, определяющих необходимую высоту и некоторые другие характеристики производственного помещения. А с другой – работы по обоснованию и предварительному выбору конструкции и основных параметров производственного здания, которые учитывали бы выявленные аппаратурно-технологические особенности схемы, полагая, что это здание (как наиболее экономичное) будет **каркасного типа из сборного железобетона**. В дальнейшем, по мере совершенствования компоновки оборудования, соответственно, могут уточняться конструкция и принятые параметры здания

Указанные работы выполняют в определенной последовательности.

### **2.2.1. Выявление особенностей оборудования, процессов и технологии, определяющих высоту производственного помещения**

**С этой целью сначала определяют габаритные размеры всех основных и вспомогательных аппаратов, машин и устройств технологического участка.** Эта работа часто вызывает у студентов затруднения, связанные прежде всего с тем, что в выполняемом учебном задании не предусмотрен расчет оборудования. Поэтому **размеры аппаратов обычно берут из учебников, содержащих их чертежи и технические характеристики.** Приблизительные размеры аппаратов можно также получить **из рисунков технологических схем, приведенных в учебной литературе, выполненных,**

**как правило, с учетом масштаба** [ссылка на методичку по выполнению схем с указанием страницы]. Для этого необходимо по известным размерам одного из аппаратов вычислить приблизительный масштаб схемы. Из этих схем можно также получить данные о расположении аппаратов относительно друг друга по высоте. Последнее особенно важно для обнаружения в схеме каскадов аппаратов. Размеры мелкого вспомогательного оборудования, например, насосов, могут быть взяты произвольно. **Точные размеры аппаратов** при выполнении данного учебного задания по разработке компоновки по большому счету **не важны, а их значения, определенные тем или иным способом, обычно округляют** для облегчения изображения этих аппаратов на планах и разрезах.

В курсовых и дипломных проектах размеры аппаратов определяют на основе расчетов или принимают по производственным данным.

Полученные данные по габаритным размерам оборудования сводят в таблицу.

**Затем выявляют последовательности аппаратов, располагающихся один под другим каскадом**, для которых характерно перемещение жидких или сыпучих материалов из аппарата в аппарат под действием силы тяжести (самотек). **Определяют также последовательности аппаратов, находящихся на точно определенном расстоянии один под (или над) другим в силу разных причин**, например, при перетекании жидкости за счет разности давлений в аппаратах, при выходе жидкости из аппарата под вакуумом в барометрический колодец через барометрическую трубу и т.п.

Указанные последовательности аппаратов выявляют на основе анализа особенностей технологического оборудования, процессов и технологии, влияющих на взаимное расположение аппаратов в здании и друг относительно друга. А также на основе данных о взаимном расположении аппаратов, приводимых на технологических схемах в учебниках и другой технической литературе.

#### **2.2.2. Обоснование минимально необходимой высоты производст-**

## **венного помещения и определение его этажности**

**Высоту каждого из выявленных каскадов и других вертикально расположенных последовательностей аппаратов определяют, суммируя их высоты, добавляя по 1,5 метра на каждый промежуток между аппаратами по высоте там, где он точно не определен и не обусловлен необходимостью поддержания самотека (пересыпания сыпучего материала под действием силы тяжести). К полученной суммарной высоте добавляем по 1.5 метра на расстояния между верхним аппаратом каскада и потолком, и между нижним аппаратом и полом, если последний не опирается дном на пол. В некоторых случаях расстояние между аппаратами по вертикали может быть вычислено, например, длина барометрической трубы, соединяющей барометрические конденсатор и колодец и т.п.). Высоты выявленных каскадов сравнивают между собой, выбирая из них наибольшую, которую и принимают в качестве **минимально необходимой высоты производственного помещения**. Минимально необходимая высота производственного помещения может быть выбрана также по высоте крупных аппаратов колонного типа, барометрических труб парожетторных вакуум насосов и других выотоопределяющих машин, аппаратов или устройств.**

**Минимально необходимое количество этажей** в производственном здании, необходимом для размещения данного участка, **определяют путем деления минимально необходимой высоты производственного помещения на высоту этажа, выбранную из типоразмерного ряда стандартных высот этажей.** [Буренин Основы пром строит. и сан. техн.]. Полученное дробное значение количества этажей округляют до целой величины или изменяют высоту одного из этажей. Наиболее часто в масложировой промышленности и бродильных производствах используют здания каркасного типа из сборного железобетона с высотой этажа шесть метров [Буренин Основы пром строит.]. При наличии в разных частях установки каскадов аппаратов сильно отличающихся по высоте, может оказаться целесообразным проектирование производственного здания, имеющего в разных частях различное ко-

личество этажей.

При выборе этажности производственного помещения необходимо учитывать также и технологию конкретного производства.

**Одноэтажное здание** выбирают при необходимости горизонтальной транспортировки большого количества сырья и материалов, наличии тяжелого оборудования на отдельных фундаментах, а также при необходимости хорошей связи с наружной территорией.

**Многоэтажное** – при необходимости размещения в здании аппаратов колонного типа, для организации самотека жидкости и пересыпания сыпучих продуктов под действием силы тяжести. Высокие в том числе многоэтажные помещения с повышенным отношением производственного объема к объему аппаратов используют в пожаро- и взрывоопасных производствах. Это обеспечивает лучшую аэрацию, а также уменьшает разрушительные последствия возможного взрыва, превращая его в некоторых случаях в хлопок, улучшает условия труда.

**2.2.3. Выбор параметров (шага и пролета) сетки колонн и других строительных характеристик необходимого производственного здания.**

На втором этапе разработки компоновки задаются также стандартными параметрами шага и пролета сетки колонн производственного здания. Обычно принимают наиболее распространенные значения этих параметров равные 6х6 метрам. При наличии крупногабаритных аппаратов, шаг и пролет сетки колонн здания могут иметь и другие размеры, например, 6х9 или 9х9 метров [Буренин Основы пром. строит. и сан. техн.].

**Конфигурация (форма) производственного здания в плане** обычно представляет собой вытянутый прямоугольник, так как сооружения такой формы позволяют более просто и удобно организовывать общезаводскую территорию. Они также хорошо вписываются в прямоугольные кварталы застройки заводских площадок. В зданиях прямоугольной формы удобнее размещать оборудование технологических участков с прямолинейно-поступательной и возвратно-поступательной формами основного производ-

ственного потока, легко создавать естественную и искусственную освещенность в рабочих помещениях и т.п.

Сказанное не означает, что исключены другие формы промышленных зданий в плане: Г-образная, П-образная Ш-образная, в виде замкнутого прямоугольника с внутренним двором и др.

**Основным фактором, влияющим на выбор формы здания в плане, является форма основного технологического потока проектируемого участка.**

**Тип организации внутреннего объема производственного помещения** (единый зал с площадками и этажерками внутри; отдельные помещения, изолированные друг от друга по вертикали и горизонтали; комбинация двух предыдущих типов) **выбирают исходя из особенностей технологии производственного участка**, (пожаро-взрывоопасности производства, использования в процессе сильно пахнущих или вредных веществ, необходимости контроля микробиологического состояния внутренней среды помещения и т.п.), **существующих традиций проектирования зданий для подобных производств** и других причин.

Заканчивают второй этап разработки компоновки оборудования выполнением на миллиметровой бумаге заготовок упрощенных видов (без стен, лестничных клеток, перекрытий ) поэтажных планов и вертикальных разрезов (продольного и поперечного) будущего производственного здания для последующего вычерчивания на них проекций аппаратов первого (базового) варианта компоновки оборудования. Количество планов этажей должно соответствовать определенной ранее этажности здания, количество шагов и пролетов сетки колонн берется приблизительно (обычно два пролета и три шага) и при размещении оборудования может быть уточнено.

Образцы заготовок поэтажных планов и разрезов первого варианта выбранного производственного здания приведены в разделе 2.2.4., где приведен пример выполнения второго этапа компоновки.

Далее, по мере совершенствования компоновки оборудования, соо-

ответственно, будут уточняться конструкция и параметры здания. При этом необходимо помнить, что, по условиям расчетно-графического задания, **новое производственное помещение проектируют только под заданный технологический участок. Здание выбирают наиболее экономичной конструкции каркасного типа из сборного железобетона.**

#### **2.2.4. Пример выполнения второго этапа компоновки технологического участка расщепления жира**

**Определяем габаритные размеры и приблизительную массу всех основных и вспомогательных аппаратов,** приведенных на схеме технологической принципиальной данного участка (см. рисунок 1 ). Габаритные размеры и массу автоклавов (поз А1 и А2), необходимых для получения 50 тонн жирных кислот в сутки находим в технологическом руководстве ВНИИЖа (том 4, стр. 11, Рис. 2 ). Размеры остальных аппаратов определяем из технологической схемы участка, приведенной в этой же книге на стр.10. Для этого по известным размерам автоклава определяем приблизительный масштаб изображения аппаратов на схеме, получается, что одному сантиметру на схеме соответствует 2,5 метров в реальности. Массы аппаратов определяем приблизительно по объему металла, из которого сделаны аппараты. Все емкостные аппараты сделаны из листовой нержавеющей стали. Автоклавы из листа толщиной 28 мм, а остальные из листов толщиной 6 мм ( см. рук. ВНИИЖа том 4, стр11 и стр. 14). Плотность стали Х18Н10Т составляет 7,8 кг/дм<sup>3</sup>. Массы сырья, материалов, промежуточных и конечных продуктов, содержащихся в аппаратах, берем из материальных расчетов этого процесса по (Товбину, Файнбергу 1965 г. стр. 10 и далее).

Габаритные размеры аппаратов схемы приведены в таблице 2.

Таблица 1- Размеры и приблизительные массы аппаратов с находящимися в них продуктами технологического участка безреактивного расщепления жиров



Номер поз. аппарата	Наименование аппарата	Габаритные размеры, м	Масса аппарата и находящегося в нем продукта, т
А1-А2	Автоклав	диаметр 1,6; высота 5,3	
ТПТ	Теплообменник понизитель давления	диаметр 1,8; высота 4,0	
ЖЛ1-ЖЛ2	Жироловушка	ширина 1,5; длина 3,0; высота 1,0	
ЗК1	Сборник конденсата	диаметр 1,5; высота 2,0	
ЗНЖ1	Сборник недорасщепленного жира	диаметр 2,0; высота 2,5	
ЗГВ1-ЗГВ2	Сборник глицериновых вод	диаметр 2,5; высота 3,5	
ВП1	Отстойник-промывник	диаметр 2,5; высота 3,5	
Д1-Д2	Дозаторы жиров (объемно-весовые)	Диаметр 1,5; высота 1,5	
ДВ1	Сливная воронка	диаметр 0,8; высота 0,5	
ЭЖ1-ЭЖ2	Емкость для жиров	диаметр 2,5; высота 3,0	
Н1- Н2	Насос	Размеры фундамента с аппаратом: ширина 0,5; длина 1,2; высота 0,6	

НВ1- НВ2	Насос высокого давления	Размеры фунда- мента с аппара- том: ширина 0,6; дли- на 1,5; высота 0,6	
----------	-------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------	--

**В соответствии с технологией (см. источник стр. и рисунком 1). выявляем последовательности аппаратов, располагающихся один под другим каскадом . Выявлено два каскада. Высоты аппаратов и промежутки между ними по высоте добавляя по 1,5 м на каждый промежуток между аппаратами по вертикали, а также 1,5 м на расстояние от верхнего аппарата до потолка верхнего этажа приведены нав таблице 1(смотри таблицу 1) включая м (при перемещении жидких или сыпучих материалов из аппарата в аппарат под действием силы тяжести) или находящихся на определенном расстоянии один над или под другим (при перетекании жидкости за счет разности давлений, вакуума или в силу других причин).**

**После этого определяют высоту каждого из выявленных каскадов, суммируя высоты аппаратов, расстояния по высоте между аппаратами, а также расстояния между верхним аппаратом каскада и потолком, и между нижним аппаратом и полом (если таковое расстояние имеется). Сопоставляют полученные высоты каскадов и выбирают из них наибольшую, определяя, таким образом, минимально необходимую высоту производственного помещения.**

Прежде чем начать размещение оборудования следует определить основные параметры и характеристики необходимого производственного здания. Выбираем здание

и прежде всего обоснование и предварительный выбор типа, конфигурации и основных строительных параметров производственного здания, которое соответствовало бы основным требованиям размещаемой в нем технологической установки.

Целью второго этапа работ по разработке компоновки является выполнение подготовительных проектных работ, необходимых для последующего построения первого (базового) варианта компоновки оборудования. К ним прежде всего относятся работы по **обоснованию и предварительному выбору основных параметров производственного здания**, необходимого

**выявление особенностей технологического оборудования, процессов и технологии, влияющих на взаимное расположение аппаратов друг относительно друга.** А также работы по **обоснованию и предварительному выбору основных параметров производственного здания**, полагая, что оно (как наиболее экономичное) будет **каркасного типа из сборного железобетона.**

Указанные работы выполняют в определенной последовательности.

Сначала **определяют габаритные размеры и приблизительный вес всех аппаратов**, входящих в установку.

Затем, на основе описания устройства и работы оборудования, процессов и технологии, с использованием технологической схемы принципиальной, **выявляют последовательности аппаратов, располагающихся один под другим каскадом** (при перемещении жидких или сыпучих материалов из аппарата в аппарат под действием силы тяжести) **или находящихся на определенном расстоянии один над или под другим** (при перетекании жидкости за счет разности давлений, вакуума или в силу других причин).

После этого **определяют высоту каждого из выявленных каскадов**, суммируя высоты аппаратов, расстояния по высоте между аппаратами, а также расстояния между верхним аппаратом каскада и потолком, и между нижним аппаратом и полом (если таковое расстояние имеется). Сопоставляют полученные высоты каскадов и выбирают из них наибольшую, **определяя, таким образом, минимально необходимую высоту производственного помещения.** Минимально-необходимая высота производственного помещения также может определяться высотой крупных аппаратов колонного типа,

барометрических труб парожеткторных вакуум насосов и других вышото-определяющих аппаратов и устройств.

Минимально необходимое количество этажей в производственном здании определяют путем деления минимально необходимой вышоты производственного помещения на вышоту этажа, выбранную из типоразмерного ряда стандартных вышот этажей [Буренин Основы пром строит. и сан. техн.].

При выборе этажности производственного помещения необходимо учитывать также и технологию конкретного производства.

**Одноэтажное здание** выбирают при необходимости горизонтальной транспортировки большого количества сырья и материалов, наличии тяжелого оборудования на отдельных фундаментах, необходимости хорошей связи с наружной территорией. **Многоэтажное**—при необходимости размещения в здании аппаратов колонного типа, для организации самотека жидкости и пересыпания сыпучих продуктов под действием силы тяжести. Высокие в том числе многоэтажные помещения с повышенным отношением производственного объема к объему аппаратов используют в производствах с пожаро- и взрывоопасностью. Это обеспечивает лучшую аэрацию, уменьшает разрушительные последствия возможного взрыва (хлопок), улучшает условия труда. В зданиях, имеющих 5 и более этажей устанавливают пассажирский лифт. (удобство эксплуатации)

Кроме определения этажности здания на этом этапе разработки компоновки задаются также **стандартными параметрами сетки колонн** [Буренин Основы пром строит. и сан. техн.] и **типом организации внутреннего объема производственного помещения** (единый зал с площадками и этажерками внутри; отдельные помещения, изолированные друг от друга по вертикали и горизонтали; комбинация двух предыдущих типов).

Заканчивают второй этап разработки компоновки оборудования выполнением на миллиметровой бумаге заготовок упрощенных видов (без стен, лестничных клеток, перекрытий ) поэтажных планов и вертикальных разрезов (продольного и поперечного) будущего производственного здания для

вычерчивания на них проекций первого (базового) варианта компоновки. Заготовки планов и разрезов приведены на рисунке 5.

## **2.2. Второй (подготовительный) этап разработки компоновки**

Целью второго этапа работ по разработке компоновки является завершение выполнения подготовительных проектных работ, необходимых для последующего осуществления третьего (основного) этапа компоновки, который заключается в построении первого (базового) варианта размещения оборудования в соответствующем производственном здании.

Второй этап разработки компоновки включает две группы проектных работ. В первой из них **выявляют особенности аппаратов, процессов и технологии проектируемого производственного участка, влияющие на основные характеристики и параметры производственного здания, которое соответствовало бы главным требованиям размещаемой в нем технологической установки.** И на этой основе выполняют расчет минимально необходимой высоты помещения (без учета высоты, которая может быть занята подъемно-транспортным устройством), задаются шагом и пролетом сетки колонн здания, осуществляют предварительный выбор его типа и конфигурации, а также способа организации внутреннего объема производственного помещения.

**определение величин его основных строительных параметров, которые соответствовали бы главным требованиям размещаемой в нем технологической установки.**

Во второй группе работ **выявляют особенности аппаратов, процессов и технологии, влияющие на взаимное расположение аппаратов друг относительно друга и относительно этажей здания при компоновке.**

Указанные работы выполняют в определенной последовательности.

2.2.1. Сначала **определяют габаритные размеры и приблизительный вес всех аппаратов, входящих в установку.**

**Целью второго этапа работ по разработке компоновки является обоснование и предварительный выбор типа, конфигурации и основных строительных параметров производственного здания, которое соответствовало бы основным требованиям размещаемой в нем технологической установки.**

### **2.2.1. Влияние особенностей оборудования, технологии и процессов на компоновку оборудования**

Работы второго этапа разработки компоновки начинают с **выявления особенностей технологического оборудования, специфики процессов и технологии, влияющих на взаимное расположение аппаратов друг относительно друга.** К таким особенностям относятся размеры и массы аппаратов, а также некоторые условия их работы, связанные с давлением внутри аппарата (выше атмосферного, атмосферное или вакуум), температурным режимом и т.п. Место расположения (крепления) аппарата в здании часто определяется его габаритными размерами и весом. Массивные аппараты крупного размера, например, сырьевые емкости, располагают, обычно, на первом этаже производственного помещения иногда на отдельном фундаменте. Более легкое (реакционное, теплообменное и другое подобное оборудование) - на втором этаже и выше. Высокие аппараты колонного типа, проходящие через несколько этажей, могут быть закреплены или на первом или на более высоких этажах в зависимости от их массы и расположения центра тяжести. Высота таких аппаратов часто служит ориентиром для определения минимально необходимой высоты производственного помещения.

Взаимное расположение аппаратов друг относительно друга часто определяется и другими особенностями технологии, оборудования и спецификой протекающих в них процессов. Например, аппараты, в которых технологические операции осуществляются параллельно, располагают в ряд на одном этаже. При последовательных операциях— в аппаратах, расположенных каскадом один под другим или со сдвигом, использование самотека или пе-

ресыпания продукта под действием силы тяжести, применением барометрических труб в качестве компенсаторов разницы между остаточным давлением в аппарате и атмосферным давлением в емкости.

### **специфики процессов и технологии, влияющих на взаимное расположение аппаратов друг относительно друга**

Важным моментом при разработке компоновки является расположение аппаратов относительно другого, связанного с ними, оборудования.

Затем выполняют цикл работ по производственному зданию.

#### **2.1.2. Обоснование и предварительный выбор основных параметров производственного здания.**

При этом учитывают, что, по условиям расчетно-графического задания, проектируют новое производственное помещение только под заданный технологический участок, выбирая из экономических соображений, здание **каркасного типа из сборного железобетона**.

Указанные работы выполняют в определенной последовательности.

##### **2.1.2.1. Определение минимально необходимой высоты здания**

**Минимально необходимую высоту производственного помещения определяют исходя из габаритных размеров основных и вспомогательных аппаратов, входящих в установку, и их взаимного расположения.** Основными высокообразующими элементами являются высокие аппараты колонного типа или устройства (паро-эжекторный блок), а также последовательности аппаратов, расположенных один под другим по вертикали (возможно со сдвигом), составляющих каскад аппаратов (по аналогии с каскадом водопадов). В таком каскаде передвижение материала из аппарата в аппарат осуществляется под действием силы тяжести (самотеком или самопересыпанием). Начинают эту работу с определения габаритных размеров и прежде всего высот всех основных и вспомогательных аппаратов технологического участка. Эта операция часто вызывает у студентов затруднения, связанные прежде всего с тем, что в выполняемом учебном задании не предусмотрен

расчет оборудования. Поэтому **размеры аппаратов обычно берут из учебников**, содержащих их чертежи и описание работы, а также **из технологических схем, выполненных, как правило, с приблизительным учетом масштаба** изображения аппарата. (ссылка на нашу методичку по выполнению схем номер ссылки и страница). Из таких схем возможно определить приблизительные размеры аппаратов и получить данные об их взаимном расположении. Последнее особенно важно для обнаружения (выделения) каскадов аппаратов. Размеры мелкого вспомогательного оборудования, например, насосов, могут быть взяты произвольно. **Точные размеры аппаратов** при выполнении учебного задания по разработке компоновки оборудования по большому счету **не важны, а их значения, определенные тем или иным способом, обычно, округляют** для облегчения изображения аппаратов на планах и разрезах.

Размеры аппаратов в курсовых и дипломных проектах определяют из расчетов оборудования или принимают по производственным данным.

Затем, на основе описания устройства и работы оборудования, технологии производства, с использованием чертежей аппаратов и принципиальной технологической схемы участка, **выявляют последовательности аппаратов, располагающихся один под другим каскадом** (при перемещении жидких или сыпучих материалов из аппарата в аппарат под действием силы тяжести) **или находящихся на определенном расстоянии один над другим по высоте** (при перетекании жидкости из аппарата в аппарат за счет разности избыточных или остаточных давлений или других причин).

**После этого определяют высоту каждого из выявленных каскадов**, суммируя высоты аппаратов, добавляя по 1,5 м на каждый промежуток между аппаратами по высоте, а также на промежуток между верхним аппаратом и потолком и на расстояние между нижним аппаратом каскада и полом здания (если этот аппарат не стоит на полу).

Полученные этим способом высоты каскадов сравнивают и выбирают из них наибольшую, **определяя**, таким образом, **минимально необходимую**



**высоту производственного помещения.** Необходимая высота производственного помещения также может определяться высотой крупных аппаратов колонного типа, барометрических труб парожетторных вакуум насосов и других высотопределяющих аппаратов и устройств с учетом расстояний от верхней и нижней точек аппарата до плит покрытия и пола, соответственно.

**Минимально необходимое количество этажей** в производственном здании **определяют** путем деления **минимально необходимой высоты производственного помещения на высоту этажа**, выбранную из типоразмерного ряда стандартных высот этажей. Наиболее часто в масложировой промышленности и бродильных производствах используют здания с высотой этажа шесть метров [Буренин Основы пром строит. и сан. техн.].

При наличии в технологической схеме производственного участка каскадов аппаратов различной высоты может оказаться целесообразным использование производственного здания с разным количеством этажей в соответствующих частях здания.

При выборе этажности производственного помещения учитывают также и особенности технологии конкретного производства. Так, например, **одноэтажное здание** выбирают при необходимости горизонтальной транспортировки большого количества сырья и материалов, наличии тяжелого оборудования на отдельных фундаментах, при необходимости хорошей связи с наружной территорией. **Многоэтажное**—при размещении в здании аппаратов колонного типа, для организации самотека жидкости и пересыпания сыпучих продуктов под действием силы тяжести. Высокие в том числе многоэтажные помещения с повышенным отношением производственного объема к объему аппаратов используют в пожаро- и взрывоопасных производствах. Это обеспечивает лучшую аэрацию помещения, а также уменьшает разрушительные последствия возможного взрыва (превращая его в хлопок, если объем взорвавшейся смеси газов или пыли не превышает 5-и % объема помещения), способствует улучшению условий труда. В зданиях, имеющих 5 и более этажей, устанавливают пассажирский лифт.

Кроме определения этажности здания на этом этапе разработки компоновки задаются **какими-либо стандартными значениями параметров его сетки колонн** (обычно принимают шаг  $\times$  пролет = 6  $\times$  6 метров) [Буренин Основы пром строит. и сан. техн.] и **типом организации внутреннего объема производственного помещения** (единый зал с площадками и этажерками внутри; отдельные помещения, изолированные друг от друга по вертикали и горизонтали или комбинация двух предыдущих типов). Выбор типа организации внутреннего объема производственного помещения зависит от ряда факторов: пожароопасности производства, использования в процессе сильно пахнущих или вредных веществ, при наличии в производстве технологических процессов, требующих контроля микробиологического состояния внутренней среды помещения и т.п. Могут быть также выбраны здания, традиционно используемые в данной отрасли промышленности.

Заканчивают второй этап разработки компоновки оборудования выполнением на миллиметровой бумаге в упрощенном виде заготовок поэтажных планов и вертикальных разрезов (продольного и поперечного) будущего производственного здания (без стен, лестничных клеток, перекрытий) с принятыми параметрами шага и пролета сетки колонн, с выбранным количеством этажей заданной ранее высоты и т.п. Эти заготовки необходимы для вычерчивания на них проекций первого (базового) варианта размещения оборудования, составляющего суть третьего (основного) этапа разработки компоновки.

Работами второго этапа заканчивается цикл подготовительных проектных разработок, на основании которых возможно последующее выполнение третьего (основного) этапа проектной разработки - создания первого (базового) варианта компоновки.

## **Пример выполнения второго этапа компоновки участка расщепления жира**

Заготовки планов и разрезов производственного здания с сеткой колонн 6х6 метров и высотой этажа приведены на рисунке 5.

Рис.5. заготовки планов и разрезов для получения первого(базового) варианта компоновки.

Содержание третьего этапа работ по разработке компоновки является сутью второго принципа компоновки. Он заключается в выполнении первоочередных подготовительных проектных работ, необходимых для последующего построения первого (базового) варианта компоновки оборудования.

### **2.2.1. Выполнение второго этапа разработки компоновки оборудования на примере участка безреактивного расщепления жира в автоклавах**

При выполнении второго этапа данного расчетно-графического задания основную трудность представляет определение габаритных размеров и других особенностей оборудования участка расщепления жиров в автоклавах, влияющих на их размещение в производственном здании при компоновке. Это связано прежде всего с тем, что в выполняемом учебном задании не предусмотрен расчет оборудования. Поэтому **размеры аппаратов и другие**

**необходимые сведения берем по литературным данным** из описания устройства и работы оборудования и технологии производства данного участка (см. Товбин, Файнберг, стр.666?).. **Дополнительным источником данных об относительных размерах и взаимном расположении аппаратов может служить технологическая схема** проектируемого участка, приведенная в данных методических указаниях на рисунке 1. Из нее можно получить, с одной стороны, сведения о поэтажном размещении оборудования в цехе и наличии каскадов аппаратов, а с другой – данные об относительных размерах аппаратов. Так как на этой схеме, основные аппараты выполнены с примерным учетом масштаба. Зная действительные размеры одного из аппаратов, например, автоклава равна 9 метров ( ), и соотношение однотипных размеров (высот) автоклава емкости поз.Е5?? на схеме по пропорции можно вычислить приблизительную высоту этой емкости. части выполнения размеров аппаратов, содержат элементы схемы технологической принципиальной, выполняемой с учетом масштаба (ссылка на методичку по выполнению схемы). В крайнем случае, **приблизительные размеры аппаратов могут быть определены по схеме из литературы**, при пересчете их размеров в масштабе, вычисленному для какого либо аппарата с известными размерами. Размеры мелкого вспомогательного оборудования могут быть взяты произвольно. Например, центробежный насос можно разместить на фундаменте размером (в плане) 50х100 или 60х120 см при высоте фундамента 10 см и высоте самого насоса около 50 см. По большому счету **точные размеры аппаратов при выполнении учебного задания по компоновке не важны, а размеры аппаратов, определенные тем или иным способом, желательно округлять с целью облегчения их изображения на проекциях, выполняемых на листах миллиметровой бумаги, желательно от руки (в эскизном варианте).**

представлены в табл. 2\*\*.

Таблица 2 – Особенности технологического оборудования участка расщепления жира, влияющие на его размещение в производственном здании

при компоновке

Позиц. обозн.	Наименование аппарата	Размеры, мм Дл.х выс.х шир.	Масса, т	Примечания

Автоклавы являются довольно тяжелыми аппаратами, поэтому их желательно размещать на первом этаже на отдельном фундаменте. Более легкие аппараты (понижитель давления, отстойники-жироловушки, промывные аппараты) могут быть размещены на более высоких этажах.

**Особенности технологии** связаны прежде всего с наличием в технологической схеме каскадов последовательно работающих аппаратов, расположенных один под другим, и связанных друг с другом перетоком (пересыпанием) обрабатываемых в них материалов под действием силы тяжести. Располагают такие каскады как на этажах, так и на дополнительных площадках (этажерках). Каскады аппаратов, имея значительные размеры по высоте, как и аппараты колонного типа, могут определять высоту помещения.

Каскадом называют расположенных один под другим (указ каскады).

На основе выявленных каскадов и данных таблицы 1 определяем минимально необходимую высоту производственного помещения. При этом мы

суммируем высоты аппаратов, входящих в каскад, добавляя по 1,5 м на промежуток между аппаратами по высоте, а также на промежуток между аппаратом и потолком (полом) здания.

**\*\*Размеры аппаратов в курсовых и дипломных проектах определяют из расчетов оборудования или принимают по производственным данным.**

### **2.3. Третий этап**

Содержание третьего этапа работ определяется **вторым принципом компоновки**. Он формулируется следующим образом. **Разработка первого (базового) варианта компоновки оборудования. Оценка, а, при необходимости, и корректировка выбранных параметров здания.**

Базовый вариант компоновки разрабатывают на основе принятого проектного решения по форме основного производственного потока, результатов анализа особенностей оборудования, процессов, технологии и принятых параметров здания. При обязательном наличии других необходимых исходных документов (см. пункт 1.2.).

**Работу начинают с определения соответствия направления основного производственного потока на схеме решения по форме потока осям заготовок поэтажных планов.** При этом на поэтажных планах определяют места начала и окончания основного производственного потока.

Затем, поочередно, аппарат за аппаратом, в соответствии с технологической схемой, начинают размещение оборудования, входящего в основной

производственный поток, по этажам, эскизно прорисовывая положение каждого аппарата на заготовках поэтажных планов и вертикальных разрезов здания. При выборе местоположения каждого аппарата прежде всего учитывают форму основного производственного потока, а также выявленные особенности аппаратов, процессов и технологии.

На этой стадии работы студент должен научиться воплощать принятое решение по форме основного производственного потока в реальную компоновку. Другими словами он должен научиться размещать оборудование по этажам производственного здания в соответствии с принятым решением по направлению и форме основного производственного потока (см. подпункт 2.1.1.). Чтобы облегчить этот процесс на планах этажей целесообразно провести штрих-пунктирные линии, соответствующие направлению основного производственного потока, на которых должны располагаться центры (оси симметрии) горизонтальных проекций размещаемых аппаратов.

**При размещении оборудования необходимо учитывать многочисленные специфические особенности функционирования аппаратов, устройств и протекающих в них процессов.**

Сырьевые емкости, аппараты для подготовки сырья и другое наиболее тяжелое оборудование располагают на первом этаже многоэтажного здания. Размещение таких аппаратов на других этажах здания утяжеляет и удорожает его конструкцию. На верхних этажах устанавливают более легкую теплообменную, реакционную и другую подобную аппаратуру, размещая ее на межэтажных перекрытиях или с «провисанием» через перекрытия, а также на дополнительных площадках и этажерках. При этом расстояние между аппаратами в плане должно быть не менее 0,8 м.

Трубопроводы, между аппаратами при самотеке должны иметь для обеспечения минимального гидравлического сопротивления соединяющие. При максимально коротких трубопроводах

**Последовательно работающие аппараты, входящие в каскад, наоб-**

**ходимо располагать на минимально возможных расстояниях** (для уменьшения гидравлического сопротивления при самотеке).

**Наименьшими из возможных должны быть также расстояния между аппаратами, работающими под вакуумом.** Часто такие аппараты объединяют в единые конструкции (устройства) [Методичка по схеме, где есть термины.], в которых расстояния между составляющими их частями действительно минимальны. Например, расстояния между эжекторами и барометрическими конденсаторами в многоступенчатом парэжекторном блоке.

**Вертикальные барометрические трубы, через которые осуществляют непрерывную выгрузку жидкости из аппаратов, работающих под вакуумом, имеют строго определенную минимальную длину** (вакуум сушильный аппарат, деаэратор и т.п.).

**Несамовсасывающий (центробежный) насос, используемый для откачки жидкости из емкостного оборудования, устанавливают «под залив»,** то есть на таком уровне по отношению к минимальному уровню жидкости в емкости, чтобы было возможно его заполнение из этой емкости самотеком.

**Лотки (желоба) или трубы, используемые при выгрузке сыпучего материала из бункера под действием силы тяжести, должны иметь угол наклона к горизонту всегда больший, чем угол естественного откоса для данного материала.** Из этого неравенства могут быть вычислено расстояние между бункером и аппаратом и разность высот пересыпания материала.

Существуют и другие особенности аппаратов, процессов и технологии, учитываемые при размещении оборудования.

**Особенностью строительной части производственного здания каркасного типа, которая учитывается при компоновке, является то, что все вертикальные нагрузки от веса самого здания, веса оборудования и материалов воспринимаются плитами перекрытий и несущим каркасом здания.** Нарушение целостности любого из несущих элементов вызовет частичное разрушение здания **Поэтому при размещении оборудования аппараты,**



**проходящие сквозь перекрытия этажей, не должны пересекать несущие конструкции здания** (колонны, ригели, стропильные балки, а также ребра плит перекрытия и др.). Если при прохождении аппарата через плиты перекрытия, не удастся избежать пересечения им несущих ребер одной или нескольких плит (например, в случае, если диаметр аппарата больше ширины плиты), то эти плиты убирают, а вместо них устанавливают монтажное перекрытие, состоящее из несущих стальных балок и покрывающего их стального листа с насечкой для предотвращения скольжения обуви при ходьбе по такому перекрытию.

**2.3.1. Разработка первого варианта компоновки участка безреактивного расщепления жира.**

**2.4.**

## **ПЕРЕЧЕНЬ ИСТОЧНИКОВ ИНФОРМАЦИИ**

- 1.
- 2.
- 3.
4. Методичні вказівки до виконання розрахунково-графічного завдання з дисципліни «Проектування підприємств з основами САПР». Розділ 1. Розробка схеми технологічної принципової. Харків: НТУ«ХПІ», 2009. –40 с.

К ним прежде всего относятся работы по **выявлению особенностей технологического оборудования, процессов и технологии, влияющих на взаимное расположение аппаратов друг относительно друга.** А также работы по **обоснованию и предварительному выбору** обычно определяется формой основного производственного потока. Поэтому наряду с наиболее распространенной формы здания, в виде вытянутого прямоугольника, в которую хорошо вписываются технологические участки с прямолинейно-поступательной и возвратно-поступательной формами производственного потока, могут использоваться здания и более сложной конфигурации (с поворотом в виде буквы Г, в виде замкнутой конструкции с внутренним двором и др.).