Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

ОРГАНИЗАЦИЯ И ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗАВОДОВ И ЦЕХОВ

Методические указания к выполнению практических работ
по дисциплине «Проектирование холодноштамповочных цехов» и «Проектирование цехов высокотехнологичной обработки»
для студентов направления

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

очной и заочной форм обучения

Энгельс 2025

1. Задачи, организация и порядок проектирования цехов и заводов

В современном производстве (производство должно быть определяющим в экономике страны) машиностроение (в том числе, если не в первую очередь, кузнечно-прессовое, наряду со станкостроением и т.п.) играет главнейшую роль (как фондообразующая отрасль), но не отрасли, занятые добычей природных ресурсов (и без глубокой технологической переработки реализующие эти ресурсы), отрасли сферы услуг (они бесспорно также имеют право быть и на хорошем уровне) и т.д.

От технического уровня машин зависит качество технологических переделов, которые и определяют «современность» производства (производительность, экономичность, качество, конкурентоспособность, что обеспечивает в итоге способность присутствия на мировом рынке и занимаемое там место).

Поэтому, следует объективно оценивать:

1. Значение предприятий машиностроения в свете целей и задач по созданию материально-технической базы экономически развитого общества.

2. Роль и значение КШП в машиностроении, в частности.

Задачи и перспективы развития кузнечно-штамповочного производства должны быть нацелены на:

− постоянное совершенствование технологии, повышение коэффициента использования металла, получение продукции, требующей минимальных затрат при последующей технологической переработке (вопросы качества продукции и ее себестоимости);

− создание комплексных механизированных и автоматизированных линий, обеспечивающих высокую производительность и управляемость производства (экономические вопросы и организационные).

Проектирование машиностроительных заводов (равно и кузнечных и листоштамповочных цехов), имеет важнейшее значение, что и следует из уже сказанного выше.

Наука о проектировании машиностроительных заводов в нашей стране свое начало ведет с 30-х годов прошлого столетия.

Основы науки о проектировании заложены в трудах проф. МВТУ И.А. Тиме (1836-1896 гг.), позднее А.П. Гавриленко (1861-1914 гг.).

Как известно, в 30-х годах имел место бурный рост промышленных предприятий: автомобильных (Москва, Нижний Новгород), тракторных (Челябинск, Харьков, Волгоград) и др. В первую пятилетку было сооружено около 1500 новых предприятий, а во вторую и того больше.

Основы проектирования машиностроительных заводов были развиты дальше уже в трудах С.Н. Хржановского (основы проектирования кузнечных цехов), И.А. Норицына, В.Я. Шехтера, Г.Н. Ровинского (основы проектиро-вания листоштамповочных цехов), М.Е. Егорова (основы проектирования в целом машиностроительных заводов).

Эти труды для нас являются классическими.

В настоящее время масштаб проектных работ и строительных, в том числе, велик и обширен.

Выполняют эти работы специализированные проектные и строительные организации: государственные структуры (напр. Росстрой и др.), институты, тресты, частные фирмы и т.п., имеющие в обязательном порядке лицензии (государственные разрешения) на тот или иной вид деятельности.

Задачей курса «Проектирование кузнечно-штамповочных цехов и предприятий» является ознакомление:

- с основами методики проектирования машиностроительных заводов;
- особенностями проектирования кузнечных и листоштамповочных цехов;
- современными принципами технической организации и оснащения цехов и предприятий, обеспечивающими наиболее рациональное использование средств производства с целью достижения наивысшей производительности труда и рентабельности производства;
- ознакомление с основами строительного проектирования и современных методов возведения производственных зданий и сооружений.

1.1. Виды строительства

Различают следующие виды строительства: промышленное, транспортное, сельское, жилищно-гражданское.

Промышленное строительство представляет собой комплекс строительных и монтажных работ, выполнение которых обеспечивает ввод в действие новых и расширение, реконструкцию или техническое перевооружение действующих предприятий, цехов, объектов и целых отраслей материального производства.

Транспортное строительство: возведение новых и реконструкция существующих железных дорог и путей автомобильного, водного, воздушного, магистрального трубопроводного транспорта.

Сельское, жилищно-гражданское строительство: возведение новых и реконструкция действующих предприятий сельско-хозяйственного производства и объектов гражданского назначения (объекты коммунальных служб, жилые дома, объекты социального назначения: школы, медицинские учреждения, санатории, детские учреждения и т.п.).

(Можно еще иметь в виду объекты военного – оборонного назначения и объекты, находящихся в ведении правоохранительных органов).

Заказчик осуществляет строительство тремя способами**: подрядным, хозяйственным и смешанным** (два, из названных последними, ушли из нашей практики).

Осуществление строительства

Осуществление строительства ведется в соответствии с Решениями руководящих органов и в соответствии с нормативными документами, основными из которых являются строительные нормы и правила (СниП) и которые регламентируют:

- классификацию зданий и сооружений, основные положения проектирования;
- состав, порядок разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, зданий и сооружений отраслей народного хозяйства, отраслей промышленности и видов строительства;
- нагрузки воздействия, нормы проектирования;
- основания зданий и сооружений, нормы проектирования;
- бетонные и железобетонные конструкции, нормы проектирования;
- водоснабжение, наружные сети и сооружения, нормы проектирования;
- отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха, нормы проектирования;
- противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений;
- фундаменты машин с динамическими нагрузками, нормы проектирования;
- стальные конструкции, нормы проектирования;
- полы, нормы проектирования;
- внутренний водопровод зданий, нормы проектирования;
- производственные здания промышленных предприятий, нормы проектирования;
- вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий, нормы проектирования;
- указания по строительному проектированию предприятий, зданий и сооружений машиностроительной промышленности;
- инструкции по разработке проектов и смет для промышленного строительства;
- инструкции о порядке проведения экспертизы проектов и смет на строительство (реконструкцию) предприятий, зданий и сооружений;
- санитарные нормы проектирования промышленных предприятий;
- указания по проектированию автоматизации производственных процессов;
- указания по категории производства по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности;
- инструкции по типовому проектированию для промышленного строительства.

При разработке проектно − сметной документации на строительные объекты необходимо руководствоваться действующими законами, Решениями Правительства, а также нормативными актами и документами по проектированию и строительству, в том числе:

- государственными стандартами по проектированию и строительству;
- нормами технологического и строительного проектирования;
- общесоюзным строительным каталогом типовых сборных железо-бетонных, металлических, деревянных и асбестоцементных конструкций и изделий для всех видов строительства;
- каталогами оборудования, приборов и др.

Перед началом строительства необходимо иметь:

Рабочий проект (проект) на строительство предприятий, зданий сооружений;
Рабочую документацию;
Сметную документацию;
Документы, подтверждающие Согласование и Утверждение проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений.

Вопросы для самоподготовки:

1. Охарактеризуйте основные виды строительства?
2. В соответствии с какими документами осуществляется строительство цехов и заводов?
3. Что необходимо иметь перед началом работы?

2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

Любое промышленное предприятие представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных элементов, структура и деятельность которых зависит от типа выпускаемой продукции, ее номенклатуры, программы и применяемых технологических процессов.

2.1. Порядок проектирования заводов и цехов

Согласно Инструкции по разработке проектов и смет для промышленного строительства СН 202 – 76 при проектировании промышленных объектов (предприятий, зданий и сооружений) различают два периода предпроектный и проектный.

ПРЕДПРОЕКТНЫЙ период – это подготовительный период, в который намечаются объекты, подлежащие проектированию и строительству, разрабатываются технико-экономическое обоснование (ТЭО) и после его утверждения в установленном порядке – задание на проектирование.

I. ТЭО.

В нем определяется:

- экономическая целесообразность проектирования промышленного объекта, его производственная мощность, номенклатура выпускаемой продукции, обеспечение сырьем (материалы, полуфабрикаты), энергоресурсами (топливо, э/энергия, газ, вода, сжатый воздух);
- намечаются основные технологические и строительные решения;
- устанавливаются технико-экономические показатели производства;
- выбирается площадка для строительства.

Выбор площадки должен производиться в соответствии с законами:

- об охране природы и рациональном использовании природных ресурсов (Основы земельного законодательства, Основы водного законодательства, Основы законодательства о недрах и т. д.: – Федерального, Республиканского и местного уровня).

ТЭО должно разрабатываться:

- с учетом новейших достижений науки и техники;
- на полную проектную мощность промышленного объекта, а в случае строительства в две или несколько очередей − также на первую очередь.

II. ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ − является следующим этапом после разработки ТЭО.

В нем указываются: наименование предприятия, основание для проектирования, район, пункт и строительная площадка, номенклатура продукции (в натуральном и стоимостном выражении), режим работы предприятия, производственное и хозяйственное кооперирование, мероприятия по защите окружающей среды и утилизации промышленных отходов, требования по АСУ предприятием, необходимые капитало-вложения и основные ТЭ показатели.

Задание на проектирование составляется **ЗАКАЗЧИКОМ** и утверждается в установленном порядке.

ПРОЕКТНЫЙ ПЕРИОД. Проектирование предприятий (цехов), сооружений и зданий осуществляется в одну, ***как правило,*** (техно-рабочий проект) или в две стадии (I. - технический проект, II. - рабочие чертежи).

Техно-рабочий проект состоит из следующих частей: общая пояснительная записка; технико-экономическая часть; генеральный план, транспорт и рекультивация (восстановление) нарушенных земель, технология производства (технологическая часть) и защита окружающей среды; организация труда и системы управления производством; организация строительства; организация подготовки к освоению проектных мощностей, сметная часть; паспорт проекта (на объект).

При разработке техно-рабочего проекта цеха во всех пояснительных записках должны быть рассмотрены только вопросы, относящиеся к цеху и связи его с другими цехами и подразделениями завода.

Технический проект содержит те же части, что и техно-рабочий проект.

В необходимых случаях некоторые решения, принятые в ТЭО, могут быть пересмотрены, а также уточнены отдельные исходные данные.

Все проекты (техно-рабочй, технический) до их утверждения (в установленном порядке) подлежат экспертизе.

Чертежи и другие графические материалы к техническому проекту, а также рабочие чертежи должны быть выполнены в минимально необходимом количестве, в том числе допускаются упрощенные и схематические изображения.

В состав чертежей технического проекта входят компоновочные и планировочные чертежи цехов.

Под компоновкой при технологическом проектировании понимают размещение площадей, а под планировкой − размещение оборудования.

На планировке цеха, входящей в состав рабочих чертежей, должно быть показано все предусмотренное проектом оборудование, включая грузоподъемное, стационарные транспортные устройства, подстанции, верстаки, а также рабочие места, проходы, проезды, подземные сооружения и др.

Масштаб выполнения планировок принимают: для мелких и средних цехов 1:100, для крупных − 1:200. Монтажные планировки выполняют в масштабе 1:50, но при установке отдельных крупных прессов допускается масштаб 1:100.

При разработке компоновочных и планировочных чертежей цеха следует обязательно учитывать перспективы развития производства.

Площадь цеха с учетом перспективы его развития может быть рассчитана по формуле (предложено В.Я. Шехтером):

$$F_K = F\,(1+\Sigma\, k_i), \qquad (2.1)$$

где

F − площадь цеха, определенная по заданной программе выпуска изделий;

k_i − коэффициент, учитывающий влияние на площадь цеха различных факторов;

$$\Sigma k_i = k_1 + k_2 + k_3 + k_4 + k_5 + k_6. \qquad (2.2)$$

Эти коэффициенты учитывают:

k_1 − ежегодный прирост выпуска продукции;

k_2 − увеличение количества штампов и другой оснастки в связи с увеличением выпуска продукции;

k_3 − рост уровня механизации и автоматизации;

k_4 − повышение интенсивности использования оборудования;

k_5 − переход к выпуску новых изделий;

k_6 − другие факторы, влияющие на площадь цеха.

ТИПОВЫЕ ПРОЕТЫ выполняют согласно «Инструкции по типовому проектированию для промышленного строительства» СН 227−70.

Их назначение − обеспечить строительство промышленных предприятий готовой проектной документацией, выполненной на высоком техническом уровне.

Типовые проекты на промышленные объекты содержат те же материалы, что и индивидуальные (пояснительные записки, рабочие чертежи, сметы).

2.2. Задачи, решаемые при проектировании заводов и цехов

При проектировании объектов производственного назначения должны быть решены технические, экономические и организационные задачи.

Технические решения должны быть экономически обоснованы и осуществлены при определенной организационной форме.

В технические задачи входят:

- Разработка технологических процессов:

заготовка – обработка – сборка - испытания – сдача;

- Определение состава основного и вспомогательного оборудования;

- Расчет фонда рабочего времени и потребности рабочей силы;
- Расчет площадей цехов и планировка оборудования;
- Определение потребного количества материалов, топлива, электроэнергии, пара и т. д.;
- Решение вопросов транспорта, освещения, отопления, вентиляции, водоснабжения и канализации;
- Разработка генерального плана завода;
- Разработка строительных проектов зданий и сооружений;
- Мероприятия по технике безопасности, пожарной безопасности.

Экономические задачи:

- обоснование заданной производственной программы, номенклатуры, себестоимости; - определение источников снабжения материалами, полуфабрикатами, топливом, энергией, водой газом; - обеспечение рабочей силой; - выбор географической точки расположения предприятия;
- размеры основных и оборотных средств, эффективность затрат и другие финансовые вопросы; - кооперирование производства; - потребность в жилищном, культурно-бытовом и др. видах строительства.

Организационные задачи:

- разработка схемы управления заводом и его подразделений.
- оперативно- календарное планирование, формы контроля и отчетности;
- снабжение и сбыт;
- мероприятия по организации труда;
- мероприятия по подготовке кадров, обслуживанию рабочих и создание необходимых условий труда.

Вопросы для самоподготовки:

1. Что называют предпроектным периодом строительства цехов или заводов?
2. Какие задачи решаются составлением технико-экономического обоснования?
3. Охарактеризуйте стадии проектного периода строительства цехов или заводов?
4. Перечислите и охарактеризуйте состав чертежных и прочих графических материалов, необходимых при осуществлении проектного периода?
5. Перечислите задачи, решаемые при проектировании заводов и цехов?

СТРУКТУРА МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫХ ЗАВОДОВ

3.1. Классификация машиностроительных заводов

Машиностроительные заводы целесообразно разделить на две основные группы:

I. заводы с полным производственным циклом;

II. заводы с неполным производственным циклом.

I. Заводы с полным производственным циклом имеют в своем составе все основные производственные цехи: заготовительные, обрабатывающие и сборочные (выпускают готовые машины и агрегаты).

К таким заводам относятся: Авто-ЗИЛ, Авто-ГАЗ, Авто-ВАЗ, Гомель-Сельмаш (г. Гомель, Беларусь), Волгоградский тракторный и др.

Агрегатные и приравненные к ним заводы могут быть трех типов:

- выпускающие агрегаты (двигатели, коробки скоростей, задние мосты);
- изготовляющие узлы машин (подшипники, рессоры, колеса и т.д.);
- изготовляющие отдельные детали машин: метизы, зубчатые колеса, пружины, клапаны двигателей, штампы, инструмент и др.

Агрегатные заводы организуются при крупных масштабах производства и в зависимости от рода выпускаемой продукции помимо других цехов имеют специализированные кузнечные и литейные цехи.

II. Заводы с неполным производственным циклом имеют в своем составе не все производственные цехи.

Их можно разделить **на три подгруппы**:

- осуществляющие механообработку деталей из заготовок, поступающих с других предприятий, **и сборку машин** из этих деталей и узлов, агрегатов и деталей, получаемых с других предприятий;

- **заводы производящие только сборку** машин из готовых узлов и агрегатов - сборочные заводы;

- **заводы выпускающие только заготовки**: - кузнечные, сварочные и литейные заводы (центро′кузы, центро′свары, центро′литы).

Приведенная классификация не является исчерпывающей.

Специализация заводов может быть:

- предметной (выпускаются определенные готовые изделия),
- подетальной (выпускаются только отдельные детали),
- технологической (выполняются отдельные технологические операции: сварка и т.п.),
- функциональной (обеспечивается выполнение работ обслуживающего характера − "Организация, планирование и управление предприятиями авто-тракторостроения". Под ред. Б.В. Власова и др. // М., «Высшая школа», 1973.).

3.2. Состав машиностроительного завода

На состав и структуру машиностроительных заводов влияют их назначение и организация производства. На большинстве заводов нет цехов по всем видам технологического процесса.

В состав машиностроительных заводов входят различные по своему назначению цехи и службы.

Цех − в известных границах самостоятельная производственная единица, имеющая свое управление, производственный план и находящаяся, как правило, на хозрасчете.

Цехи подразделяются на: производственные, вспомогательные и обслуживающие.

Производственные цехи: - изготовление продукции, выпускаемой заводом (заготовительные, обрабатывающие и сборочные).

Заготовительные цехи: − чугунолитейный, цех стального фасонного литья, цветного литья, кузнечный, раскройно-заготовительный (изготовление заготовок из сортового металла для всех механических цехов завода).

Обрабатывающие цехи: − механический, листовой штамповки, холодной объемной штамповки и высадки, окраски, металлопокрытий, термический, деревообрабатывающий и т.д.

Вспомогательные цехи: - инструментальные, штампо-механические, модельные, ремонтно-механические, электромонтажные, ремонтно-строительные, упаковочные и т.д.

Обслуживающие цехи, службы: − электростанции, теплоцентрали, электроцентрали, котельные, компрессорные, кислородные станции и т.д., транспортные цехи: автомобильные, железнодорожные.

В зависимости от масштабов производства и специализации заводов отдельные цехи могут либо отсутствовать, либо объединяться в производственные, либо входить в состав вспомогательных цехов.

Многие крупные цехи, размещенные в отдельном здании, называются **корпусами** (напр.: цехи крупных, средних и мелких поковок).

Такие корпуса при проектировании могут рассматриваться как цехи, а входящие в них цехи, как отделения.

Однородные цехи и некоторые другие, связанные с ними технологи-чески, могут быть объединены ***в производства*** (на АвтоВАЗе однородные цехи и некоторые другие, связанные с ними цехи, объединены в самостоятельные производства: прессовое производство, металлургическое производство, сборочно-кузовное производство и т.п.)**.**

Небольшие предприятия могут иметь бесцеховую структуру организации производства, которое в этом случае разделяется на отделения или участки, возглавляемые мастерами.

В этом случае имеет место уменьшение административного персонала и, соответственно, уменьшение штатов предприятия.

Склады: металлов, полуфабрикатов, изделий смежных производств и материалов, комплектующих изделий, ЦИС, склад шихтовых и формовочных материалов, склад готовых изделий с упаковочной и экспедицией, склад топлива, древесины, склад моделей.

Общезаводские службы.

Центральная заводская лаборатория (ЦЗЛ) с отделениями для механических испытаний, химического анализа, рентгеновского и металлографического исследований, пирометрических и коррозионных отделений.

В цехах имеются филиалы ЦЗЛ.

Технологическая лаборатория для исследований в области технологии всех видовобработки.

Центральная измерительная лаборатория (ЦИЛ) с отделениями в цехах. На отдельных предприятиях имеются службы Главного метролога.

Заводоуправление, где размещены дирекция, технические службы, бухгалтерия, планово-экономические и финансовые подразделения, отдел кадров, охрана и др.

3.3. Организация и управление производственным цехом

Организация и управление производством должны обеспечивать бесперебойную работу цеха (корпуса), выполнение установленной программы, непрерывное совершенствование технологических процессов и всего производства, экономное использование материальных и трудовых ресурсов.

Структура управления цехами зависит от объемов и серийности производства.

Управление осуществляется по двум направлениям − линейному (вертикальному) и функциональному.

К линейному аппарату относятся мастера, начальники пролетов или участков, начальники цехов, начальник корпуса.

Функциональный аппарат − это различные службы корпуса и бюро цехов.

Непосредственное управление производством осуществляется на основе единоначалия линейным персоналом.

Функциональный аппарат помогает в сфере своих функций и полномочий осуществлять это управление и обеспечивает горизонтальные связи.

Начальники цехов, пролетов, участков и мастера должны быть освобождены от забот по обеспечению рабочих мест материалами, заготовками, оснасткой и пр.

Все это, а также наблюдение за работоспособностью оборудования должно входить в обязанности функционального аппарата.

Основной и важнейшей задачей линейного аппарата является выполнение производственной программы, рациональное и эффективное использование трудовых и материальных ресурсов, обеспечение качества продукции.

При разработке схемы управления необходимо исходить из следующих основных предпосылок:

а) схема должна в полной мере отражать принцип единоначального управления как цехом в целом, так и всеми его частями, создавая условия к конкретному оперативному руководству производством;

б) схема должна способствовать установлению четкого распорядка работ и разграничению прав, обязанностей и ответственности всего персонала управления цехом.

**)На примере структуры управления, например кузнечным цехом завода ТМП (или любого другого завода), показать взаимодействие служб.*

Схема управления кузнечным цехом приведена в Приложении.

Вопросы для самоподготовки:

1. На какие основные группы можно классифицировать машиностроительные заводы?
2. Какой может быть специализация заводов?
3. От чего зависит структура управления цехом?
4. Охарактеризуйте линейный и функциональный аппарат управления цехом?

4. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

Генеральным планом промышленного предприятия называется план участка, отведенного под предприятие, на котором показано расположение всех зданий, сооружений, рельсовых и безрельсовых дорог, подземных и наземных сетей, зеленых насаждений и ограждений.

На план, если участок неровный, наносят горизонтали, что позволяет судить о рельефе площадки, и проставляют вертикальные отметки на уровне пола первых этажей зданий.

К генеральному плану прилагают вертикальные разрезы и приводят данные о геологическом строении площадки, характере и свойствах грунта, уровне грунтовых вод, глубине промерзания, метереологических условиях.

При выборе места для предприятия следует учесть или предусмотреть, чтобы оно имело в последующем удобную внешнюю транспортную связь: автомобильные дороги, близость жел / дорожных путей и ж/д станций, близость речных или морских портов.

Для кузнечных заводов примыкание к железнодорожной сети обязательно. Использование соответствующих видов транспорта должно быть технически и экономически обосновано.

При выборе площадки необходимо принять во внимание перспективы дальнейшего расширения завода.

Предприятие должно быть обеспечено всеми необходимыми видами энергии.

При реконструкции промышленного предприятия разрабатывается так называемый совмещенный генеральный план: на существующий генеральный план предприятия наносят контуры всех новых сооружений и дорог, а также отмечают все, что подлежит сносу.

При нахождении вблизи других предприятий и организаций желательно установить с ними кооперацию (хозяйственную и производственную). Ввиду этого, наряду с генеральным планом, необходим ситуационный план.

Ситуационный план – это карта местности в крупном масштабе, охватывающая промышленный район населенного пункта или территорию вокруг него, где должно быть размещено предприятие (ж / дорожные и водные пути, шоссе, дороги, электрические, газовые, тепловые, водные и канализационные сети, участки водоема для водозабора, места для очистки и сброса сточных вод и отходов, жилые поселки, промышленные объекты).

Пример ситуационного плана (Приложение)

Санитарная защитная зона − расстояние от предприятия до жилых зданий, лечебно-профилактических и культурно- бытовых учреждений − устанавливается санитарными нормами для разных предприятий.

4.1. Разработка генерального плана

Генеральный план разрабатывается на стадии технического проекта и уточняется на стадии рабочих чертежей.

При разработке генерального плана необходимо определить площади зданий, цехов, сооружений и устройств и необходимо разместить их наиболее рационально на территории завода.

4.1.1. Определение площади зданий цехов

По заданной производственной программе разрабатывают схему производства, технологический процесс, план расположения основного и вспомогательного оборудования.

На основе этих данных определяют величину площадей цехов и зданий.

Площадь цехов и зданий можно определить на основании технико-экономических показателей аналогичных производств.

Можно использовать следующие технико-экономические показатели:

$П_{1\ пл}$ − годовой выпуск продукции с 1м^2 производственной площади в стоимостном выражении, весовом или в штуках;

$П_{1об}$ − годовой выпуск продукции в том же выражении с единицы основного производственного оборудования;

$П_1\ раб$ − выпуск готовой продукции в том же выражении, приходящийся на одного производственного рабочего.

$F_{1об}$, $F_{1раб}$ − площадь, приходящаяся на единицу основного оборудования или на одного производственного рабочего.

Если известна заданная программа выпуска П, то можно определить:

размер необходимой производственной площади

$$F = \frac{П}{П_1 пл} м^2; \qquad (4.1)$$

Количество основного производственного оборудования $П_{об} = \frac{П}{П_1 об}$ шт.; (4.2)

количество производственных рабочих

Проверка результатов:

$$F = П_{об}\ F_1 об.; \qquad (4.3)$$

$$F = П_{раб}\ F_{1\ раб}. \qquad (4.4)$$

Определив в дальнейшем размеры производственной площади цехов, рассчитывают затем по производственным соотношениям, выведенным на основании подсчетов по ряду ранее разработанных проектов, размеры вспомогательных площадей, входящих в состав цеха.

После определения общих площадей цехов, решают задачу располо-жения зданий на территории завода.

4.1.2. Размещение объектов на заводской территории

Возможны два варианта (вида) проектного решения при разработке генерального плана:

1. размещение объектов по поточности производственного процесса;
2. зонирование территории, т.е. разбивка заводской территории на зо-ны и размещение в каждой зоне однородных объектов.

В основном придерживаются первого принципа, но одновременно создаются зоны для объектов, не относящихся к технологическому процессу, или для объектов по условиям пожарной безопасности или санитарных требований.

Таким обзором:

Здания административного, хозяйственного и служебного назначения целесообразно размещать у главного входа и въезда на предприятие (фа-сад инженерного корпуса с выходом на площадь).

Склады размещают у ограды вблизи железнодорожного входа, в од-ном или нескольких рядах, либо вдоль автомобильной дороги у въезда на завод.

Цехи − источники вредных выделений размещают в отдалении от других цехов на подветренной стороне территории. По этому же принципу размещают объекты повышенной пожарной безопасности.

Роза ветров определяется по 8−ми румбам: север, юг, восток, запад, северо-восток, юго-восток, северо-запад, юго-запад.

По этим направлениям откладывают от центра повторяемость в % (в принятом масштабе) за год ветры каждого румба.

Розу ветров иногда строят по силе ветров в баллах или в м/сек, дующих по данным направлениям.

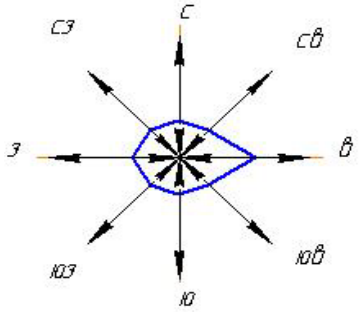


Рис. 1. Схема определения преобладающего
направления ветров (роза ветров)

Энергетические устройства, сооружения размещают в отдельных зданиях.

Производственные цехи располагают по технологической поточности, но таким образом, чтобы главные потребители металла (листоштамповочный цех, кузнечный, литейный) размещались у железнодорожных путей.

Вспомогательные цехи можно разместить в отдельной зоне, но желательно не далеко от цехов, с которыми они связаны. Все цехи и устройства завода должны быть так размещены и связаны транспортом, чтобы грузооборот осуществлялся кратчайшим путем, без встречных потоков и взаимных пересечений. Должна быть разработана общая схема грузооборота, обеспечивающая единый транспортный процесс без излишних перевалочных операций. Необходимо предусматривать безопасное и быстрое перемещение работающих: входы и выходы с завода, наибольшее расстояние до бытовок ≈1,5 км, до цехов ≈ 0,8 км.

Плотность застройки − это отношение площади застройки к общей пло-щади территории предприятия в ограде.

Площади рельсовых, безрельсовых дорог и инженерные сети в площади застройки не включаются**.**

4.2. Железнодорожные пути

На машиностроительных заводах обычно применяется широкая колея

− 1520 мм (узкая – 750 мм). На автомобильных, тракторных и кузнечных за-водах исключительно широкая колея.

Различают три схемы внутризаводских железнодороджных путей: тупиковую, кольцевую и сквозную − (рис. 2, 3, 4).

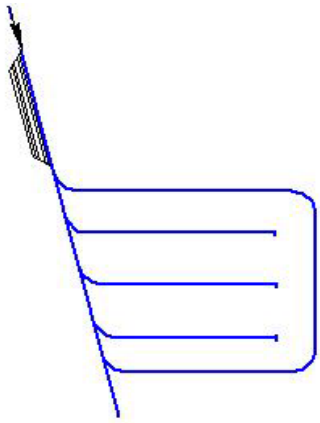


Рис. 2. Кольцевая схема железнодорожных путей с внутренним тупиком

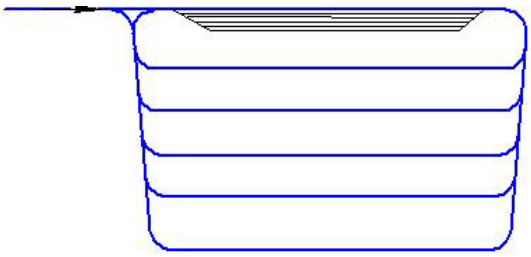


Рис. 3. Кольцевая схема железнодорожных путей

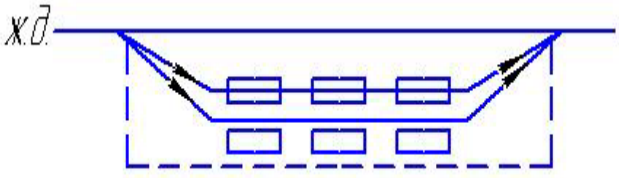


Рис. 4. Сквозная схема железнодорожных путей

(— — — контур участка, ▭ контур здания)

На рисунках не показаны сортировочные пути, но они обязательны.

Наибольший грузооборот обеспечивает сквозная схема, наименьший – тупиковая. Но сквозная схема − это двухстороннее примыкание к железно-дорожной сети или прокладка вторых путей вне территории предприятия.

Для стесненных предприятий наиболее применима тупиковая схема

[М.Е. Егоров // Основы проектирования машиностроительных заводов. М., «Высшая школа», 1969].

4.3. Проезды и автомобильные дороги

В общем объеме перевозок значительная часть отводится безрельсовому транспорту.

Схема внутризаводских проездов должна быть прямолинейной и делить территорию завода на прямоугольные квадраты.

Автомобильные дороги при этом ограничиваются по кольцевой, тупи-ковой или смешанной схемам.

При этом следует выдерживать следующие нормы: (ширина − 6…12м, удаление от стены − 4,25…9,25м), проезды для электрокары − 4,5…6м.

4.4. Грузопотоки

Схема движения материалов, полуфабрикатов и изделий зависит от характера производства и формы участка.

Межцеховые потоки материалов, полуфабрикатов и деталей в процессе их обработки должны направляться по возможно кратчайшему пути.

Типовая схема потоков такова: сырьевые склады (ввоз сырья) > загото-вительные цехи > обрабатывающие цехи > сборочные цехи > склады готовой продукции.

Следует избегать обратных и встречных движений грузопотока. Существует несколько схем движения материалов, полуфабрикатов и изделий:

Прямолинейное движение **(**применяется на крупных заводах для боль-ших грузопотоков), при котором здания расположены последовательно одно за другим в одну или несколько линий параллельно железнодорожным путям (рис. 5).

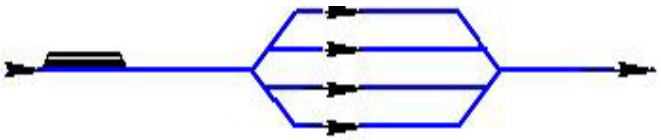


Рис. 5. Прямолинейная схема движения
(применяется для больших грузопотоков)

Движение под прямым углом, диктуемое, как правило, формой участка на территории предприятия и расположенного в виде прямого угла (рис.6).

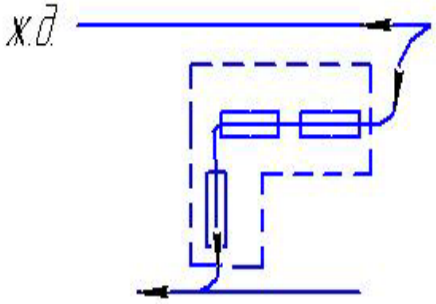


Рис.6. Схема движения материалов,
полуфабрикатов и изделий под прямым углом

(контур участка, контур здания)

Кольцевое движение, вытекающее из такого же расположения (рис. 7), применяется при ограниченных размерах участка в длину и при форме его, близкой к квадрату.

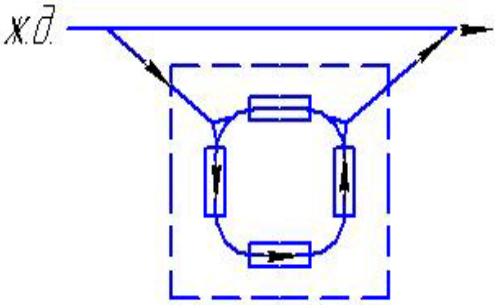


Рис. 7. Схема кольцевого движения материалов, полуфабрикатов и изделий (контур участка, контур здания)

Движение в виде простой вилки является незамкнутым кольцевым, когда здания расположены в виде буквы “**П**“ (рис. 8).

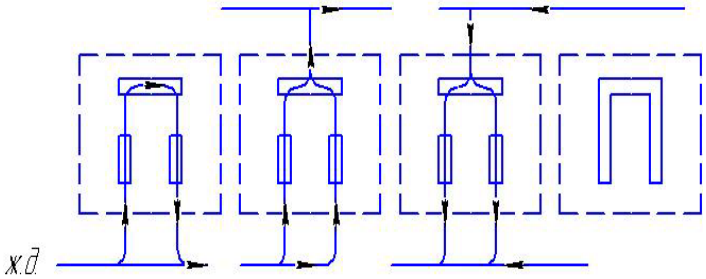
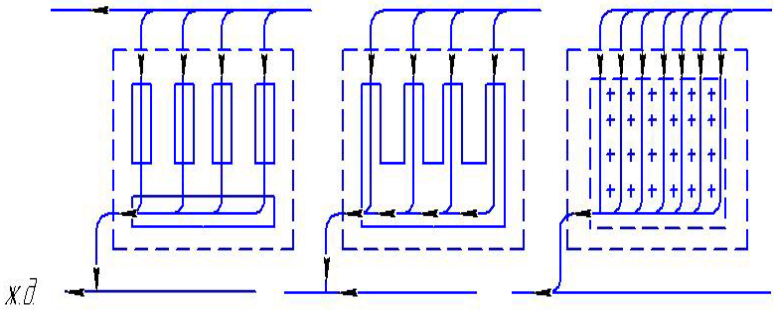


Рис. 8. Движение грузопотоков в виде простой вилки

(контур участка, контур здания)

Движение в виде сложной вилки: потоки изделий из обрабатывающих цехов, расположенных параллельно, поступают в общий поток в сборочном цехе, расположенном перпендикулярно первым (рис. 9).



а) б) в)

Рис. 9. Схема движения материалов, полуфабрикатов и изделий по форме сложной вилки

(— — — контур участка, ▭ контур здания)

Заготовительные цехи располагаются перед обрабатывающими по тому же направлению. При этом сборочные и обрабатывающие цехи могут располагаться в отдельных зданиях (рис. 9а) или в одном в виде буквы “**Ш**“ (рис. 9б).

Цехи могут располагаться и в одном здании, имеющем форму прямоугольника (рис. 9в). В этом случае обрабатывающие цехи, разделенные рядом колонн, расположены параллельно, а сборочный цех (или зачастую механо-сборочный) − перпендикулярно к ним. При такой схеме достигается наиболее рациональное движение материалов или полуфабрикатов.

Сложность составления генерального плана состоит в том, что он должен удовлетворять и общим требованиям, вытекающим из условий производства, и частным требованиям, определяемым из условий конкретного участка, на котором строится завод.

При разработке генерального плана необходимо исходить из следующего:

1) здания вспомогателных цехов должны быть расположены поблизости от обслуживаемых ими производственных цехов;

2) взаимное расположение зданий и разрывы между ними должны удовлетворять нормам пожарной безопасности, сантехники, светотехнических требований и др.;

3) необходимо предусматривать наиболее полное использование местных путей сообщения: железнодорожных, водных и шоссейных;

4) небольшие однородные производственные и вспомогательные цехи целесообразно блокировать в одним здании (стоимость одного крупного здания ниже стоимости нескольких мелких той же площади и, кроме того, сокращается путь движения материалов и т.п.);

5) здания и сооружения необходимо располагать по отношению к странам света так, чтобы обеспечить наиболее благоприятные условия для естественной вентиляции и освещения; при этом здания для производств, выделяющих газ, пыль, дым, запах следует располагать по отношению к другим с подветреной стороны, учитывая направление господствующих ветров (роза ветров);

6) людские потоки не должны пересекать напряженные транспортные магистрали;

7) здания и сооружения располагать на генплане, соблюдая правильную конфигурацию, прямолинейность магистралей и перпендикулярность или параллельность зданий к магистралям;

8) здания, однородные по производственному характеру и санитарно-гигиеническим условиям необходимо по возможности сосредотачивать отдельными группами с делением территории завода на зоны, однако не нарушая технологические потоки.

Зонирование цехов производят по следующим основным группам:

- зона горячих цехов (литейные, кузнечные, термические) должна располагаться лучше всего с подветренной стороны;
- зона обрабатывающих цехов (механические, листоштамповочные, сборочные, склады готовой продукции);
- зона вспомогательных цехов (инструментальный, ремонтно-механический) должна располагаться поближе к производственным;

• зона энергоустройств (электростанции, ТЭЦ, котельная, газо-генераторная станция со складами топлива…) также должна быть “прописана” с подветренной стороны;

• зона деревообрабатывающих цехов (деревообделочный, тарный, модельный, сушилка для древесины, склады для древесины);

• зона общезаводских устройств:

I. административные, общественные, хозяйственные и культурно-общественные размещаются ближе к главной проходной завода:

II. заводоуправление, поликлиника, столовая, пожарное депо − преимущественно вне территории завода.

Вопросы для самоподготовки:

1. Для чего разрабатывается генеральный план при строительстве заводов?
2. Как определяется площадь зданий цехов?
3. По какому принципу осуществляется размещение объектов на заводской территории?
4. Какому виду транспорта отводится большая часть в объеме внутризаводских перевозок?
5. Охарактеризуйте типовую схему грузопотока?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хржановский С.Н. «Проектирование кузнечных цехов», Машгиз, 1954.
2. Норицын И.А., Шехтер В.Я., Ровинский Г.Н. «Основы проектировния цехов листовой штамповки», Машиностроение, 1964.
3. Егоров М.Е. «Основы проектирования машиностроительных заводов», Высшая школа,1968
4. Панютин А.Г. «Основы строительного дела и санитарной техники», Высшая школа, 1965.
5. Нормативные материалы: «Нормы технологического проектирования машиностроительных предприятий», 1958, «Санитарные нор -мы» и т.д.
6. Справочник по ковке и объемной штамповке по ред. Строжева М.В., т.1,2, Машиностроение, 1968.
7. Романовский В.П. «Справочник по холодной штамповке», Машино -строение, 1965.
8. Мансуров А.М. «Современные кузнечно-штамповочные цехи», Машгиз, 1959.
9. «Проектирование машиностроительных заводов», Справочник по организации и методике проектирования под ред. Айзенберга Б.И., Машгиз, 1960.
10. Екимов К.И. «Механизация и автоматизация кузнечно-штамповочного производства», Машгиз, 1960.
11. Барнин Д.Д. «Расчет оснований и фундаментов», Стройвоенмориздат, 1943.
12. Шилов Б.Ф. «Совершенствование кузнечного оборудования ударного действия», 1968.
13. Временная инструкция по разработке проектов и смет промышленного строительства, СН 202-69, Стройиздат, 1970.
14. Айзенберг Б.И. «Справочник проектанта машиностроительных за водов», т.1,2, Машгиз, 1946-1949.
15. Куроедов В.А. «Совершенствование нагревательных устройств и технологии нагрева в кузнечных и прессовых цехах», ж. Кузнечно-штамповочное производство, №4, 1970.
16. Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий, Машгиз, 1967.
17. Укрупненные нормативы на ремонт кузнечно-прессового оборудования, Машгиз,1959.
18. Мансуров А.М. «Организация рабочих мест и общая планировка оборудования в современных кузнечных цехах», 1964.
19. Зоркин Г.Н. «Проектирование Генерального плана и общезаводского транспорта на машиностроительных предприятиях», НТО Маш-пром, М., 1959.
20. И.А. Норицын, В.Я. Шехтер, А.М. Мансуров // Проектирование кузнечных и холодноштамповочных цехов и заводов. М., «Высшая школа», 1977.
21. М.Е. Егоров // Основы проектирования машиностроительных заводов. М., «Высшая школа», 1969.
22. Злотников С.Л., Казакевич П.И., Михайлов В.Л. // Техника безопасности в кузнечно-прессовых цехах. М., «Машиностроение», 1974.
23. Мещерин В.Т., Чарнко Д.В., // Технология производства кузнечно-штамповочного оборудования и штамповочной оснастки. М., Машгиз, 1961.
24. Проектирование машиностроительных заводов и цехов // Справочник Т.3. Проектирование цехов обработки металлов давлением и сварочного производства. Под ред. А.М. Мансурова. М., «Машиностроение», 1974.
25. Организация, планирование и управление предприятиями автотракторостроения. Под ред. Б.В. Власова и др. // М., «Высшая школа», 1973.
26. Норицын И.А., Власов В.И. // Автоматизация и механизация технологических процессов ковки и штамповки. М., «Машиностроение», 1967.
27. Мещерин В.Т. // Листовая штамповка. Атлас схем. М., Машгиз, 1975.
28. Мошнин Е.Н. // Технология штамповки крупногабаритных деталей. М., «Машиностроение», 1973.
29. Северденко В.П., Овчинников П.С., Розенберг С.Э. // Брак в листовой штамповке. Минск, «Наука и техника», 1973.

СХЕМЫ И РИСУНКИ

1. Генеральный план завода

2.Строительное проектирование.
Основы строительного дела:

- **элементы конструкций;**
- **разрезы зданий;**
- **планировки;**
- **примеры фундаментов;**

3. Технические нормы и правила отгрузки железно - дорожным и автомобильным транспортом

4. Нормы проектирования

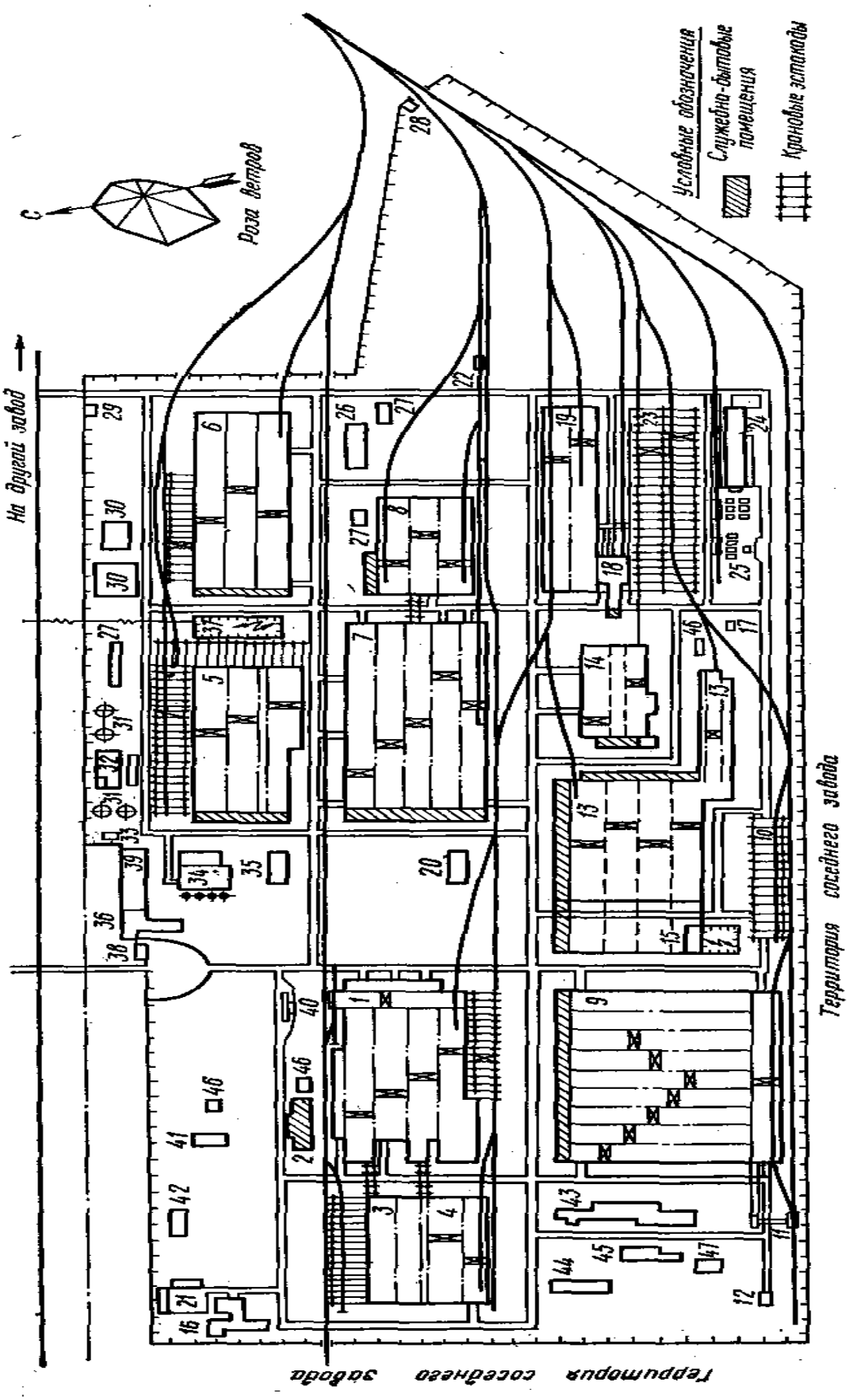


Рис. П1. Генеральный план кузнечно-прессового завода
(площадь территории – 740 000 м^2):

1 - прессовый цех
2 – служебно-бытовые помещения прессового цеха
3 – корпус складов
4 – окрасочный цех
5 – колесный корпус №1
6 – рессорный корпус
7 – кузнечный корпус
8 – заготовительный корпус
9 – колесный корпус №2
10 – склад готовой продукции колесного корпуса №2
11 – участок отгрузки металлоотходов колесного корпуса №2
12 – кислородная рампа
13 – корпус вспомогательных цехов №1
14 – корпус вспомогательных цехов №2
15 – открытая электроподстанция 35 / 6 кВ
16 – депо электропогрузчиков и зарядная станция
17 – ацетиленовая станция
18 – транспортный цех
19 – склады №1 и №2
20 - ОКС
21 – навес для стоянки автопогрузчиков
22 – железнодорожные весы
23 – склад металла (эстакады)
24 – склад масел и химикатов
25 – склад светлых нефтепродуктов
26 – маслоочистительная станция
27 - градирни
28 – стрелочный пост
29 – проходная №2
30 – очистные сооружения
31 – водопроводные сооружения
32 - насосная
33 – газораспределительный пункт
34 - компрессорная
35 – тепловой пункт
36 – заготовочная столовая
37 – открытая электроподстанция глубокого ввода 116 / 6 кВ
38 – проходная №1
39 – инженерный корпус
40 – автомобильные весы
41 – специальные сооружения
42 – склады ОКСа
43 – цех ширпотреба
44 – машиносчетная станция
45 – склад цеха ширпотреба
46 – трансформаторные пункты
47 – склад огнеупоров

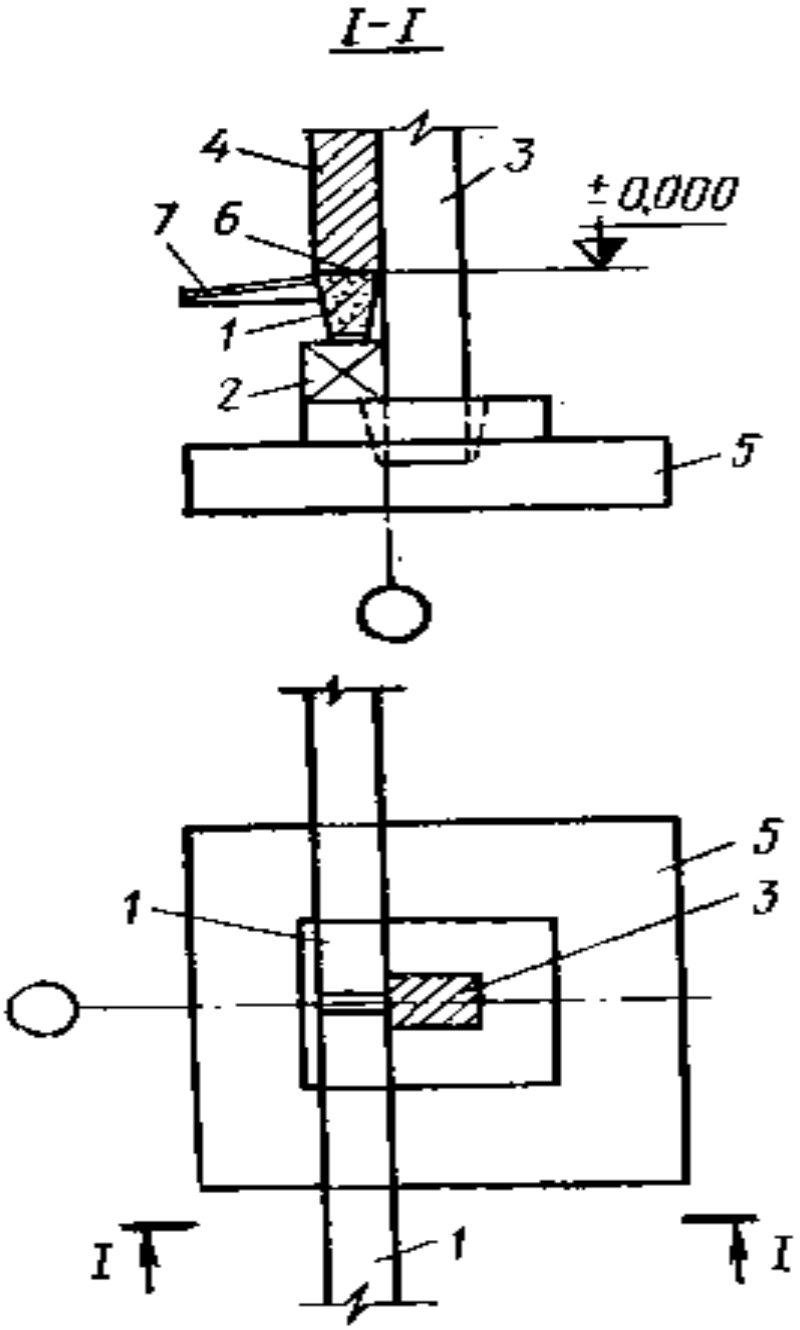


Рис. П2. Схема установки фундаментной балки:

1 - фундаментная балка; 2 – бетонный столбик
3 – колонна; 4 – стена; 5 – фундамент;
6 – гидроизоляция; 7 – отмостка для тротуара

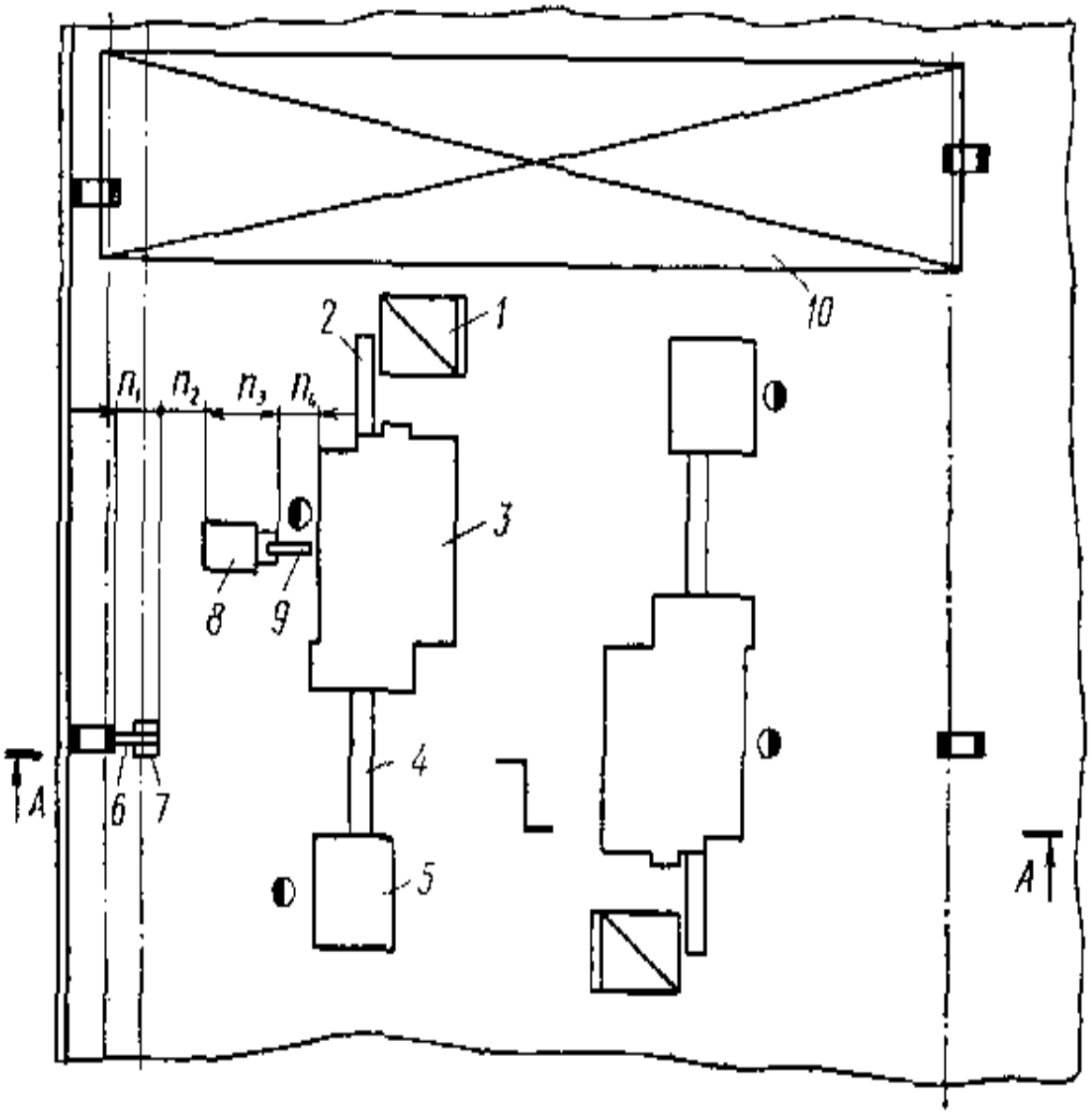
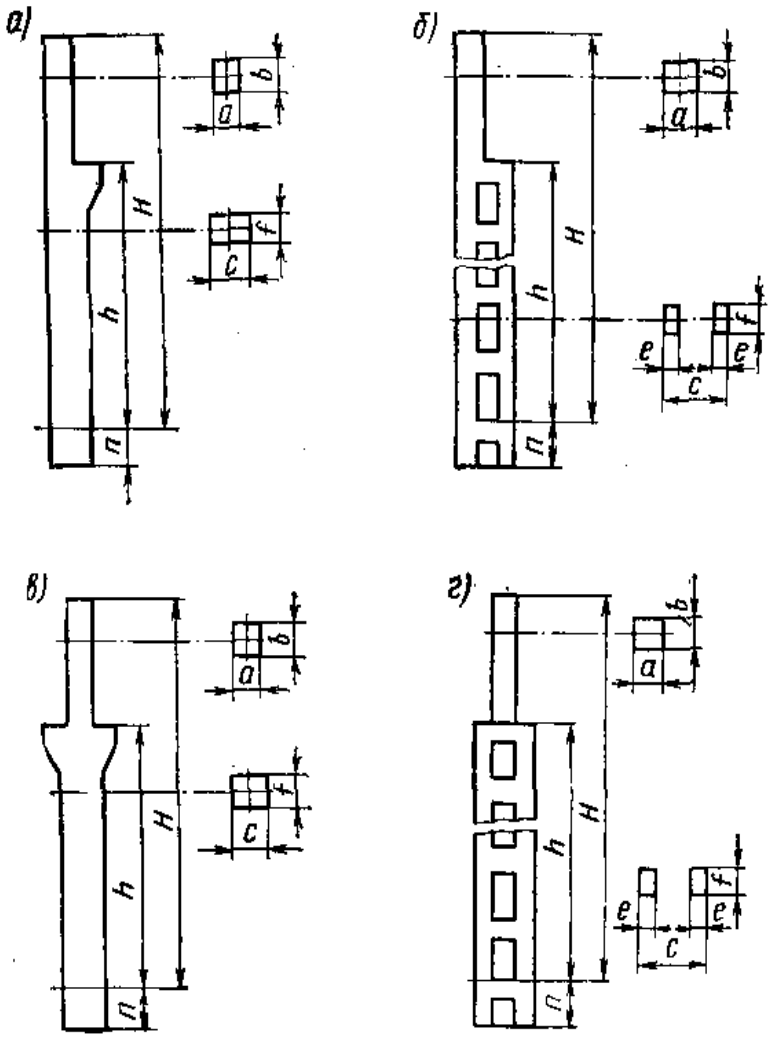


Рис. П3. Схема взаимного расположения фундаментов, колонн и оборудования:

1 — индукционный нагреватель, *2* — транспортер, *3* — горячештамповочный кривошипный пресс, *4* — транспортер, *5* — обрезной пресс, *6* — подвесной конвейер, *7* — люлька подвесного конвейера, *8* — манипулятор, *9* — заготовка, *10* — мостовой кран (остальные обозначения см. гл. VII и VIII)



а, б — крайние одно- и двухветвевые, *в, г* — средние одно- и двухветвевые

Рис. П4. Железобетонные колонны

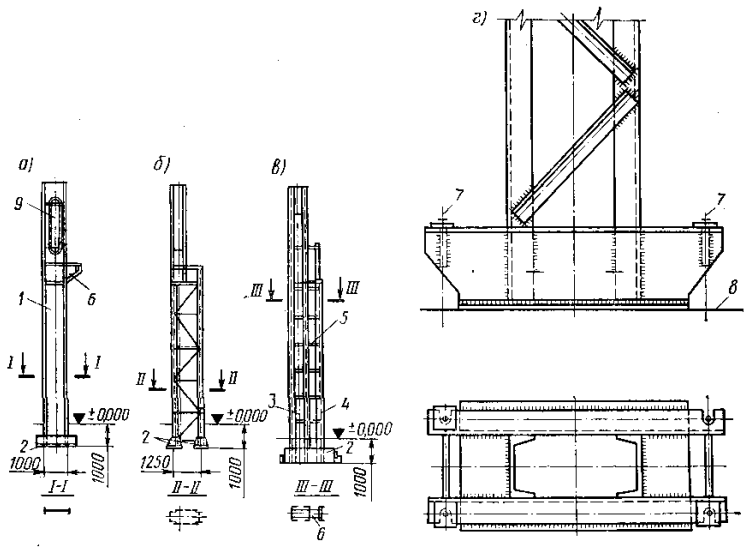


Рис. 2. 4 Металлические колонны

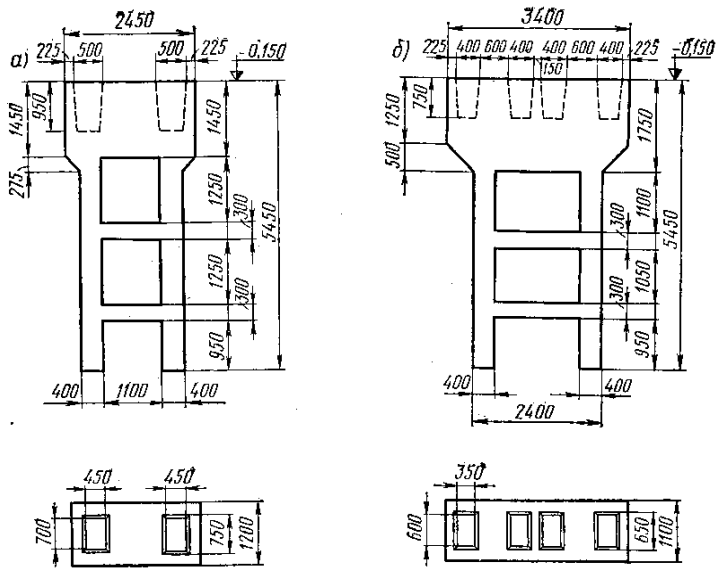


Рис. П5. Подколонники

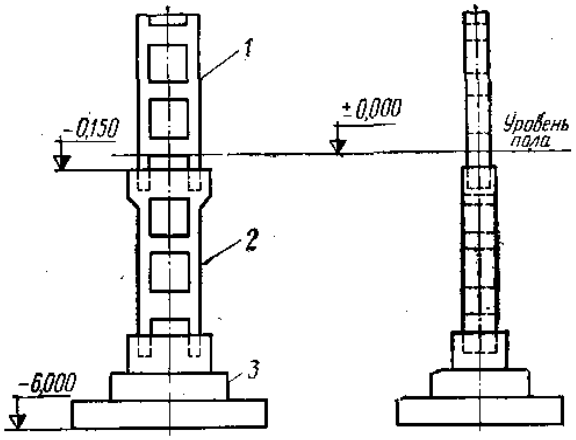


Рис. П6. Схема соединения двухветвевой колонны, подколонника и фундамента

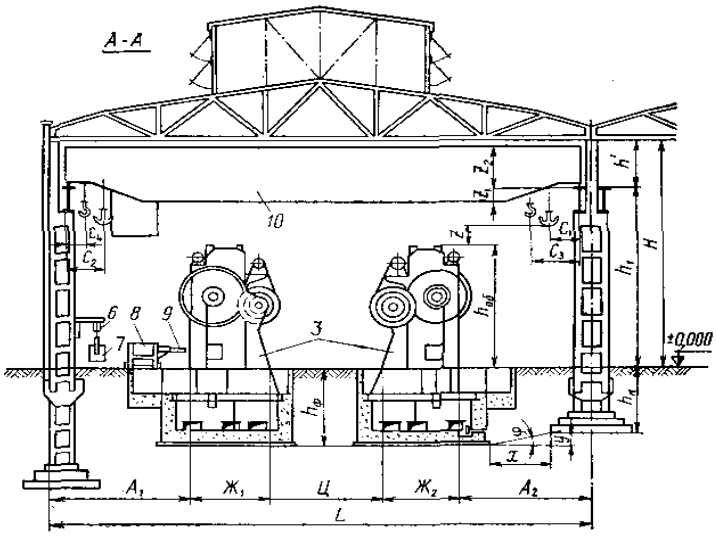


Рис. П7. (разрез) Схема взаимного расположения фундаментов колонн и оборудования

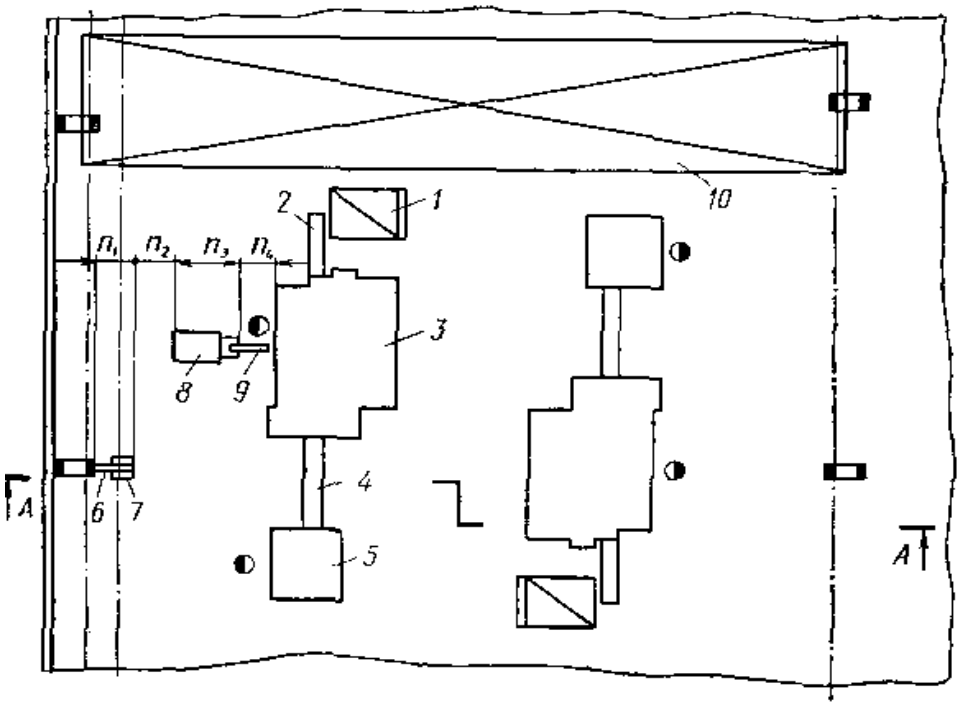


Рис. П8. (план) Схема взаимного расположения фундаментов колонн и оборудования:

1 — индукционный нагреватель, *2* — транспортер, *3* — горячештамповочный кривошипный пресс, *4* — транспортер, *5* — обрезной пресс, *6* — подвесной конвейер, *7* — люлька подвесного конвейера, *8* — манипулятор, *9* — заготовка, *10* — мостовой кран (остальные обозначения см. гл. VII и VIII)

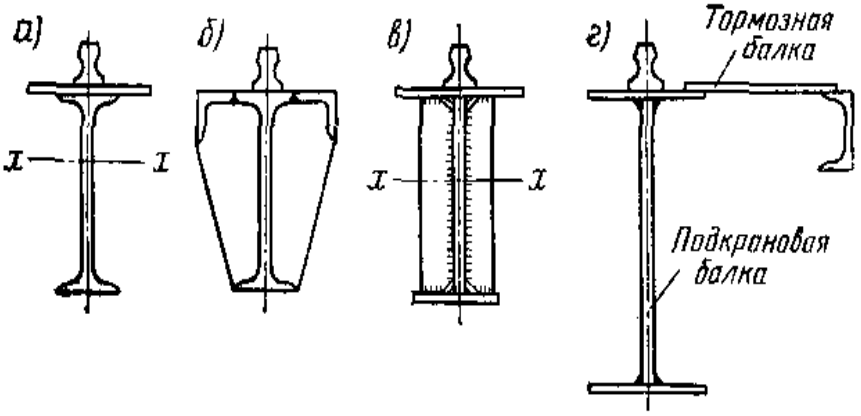


Рис. П9. Сплошные погдкрановые балки

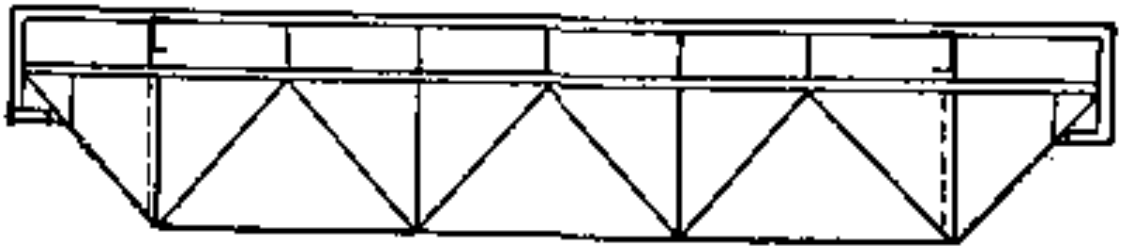


Рис. П10. Решетчатая подкрановая балка

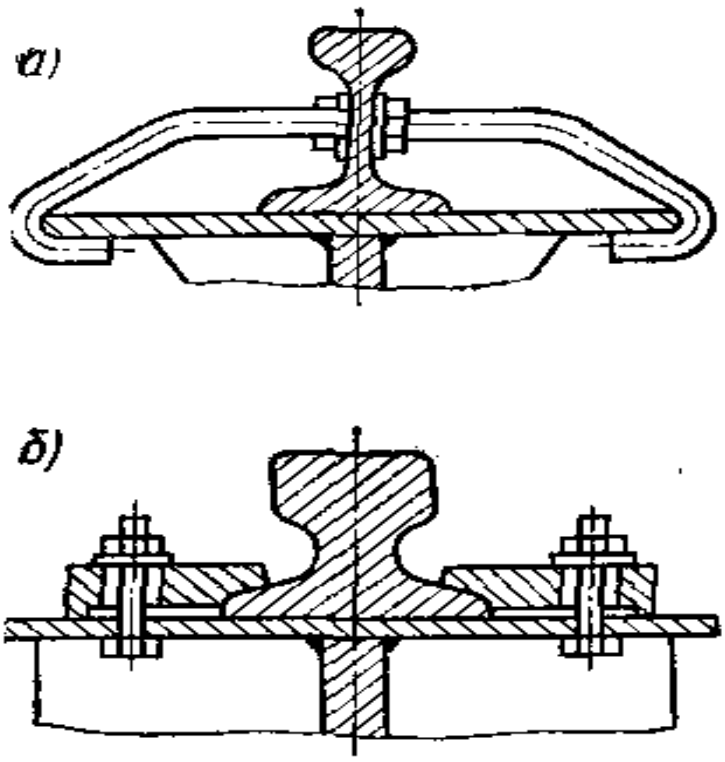


Рис. П11. Крепление рельса к подкрановым балкам

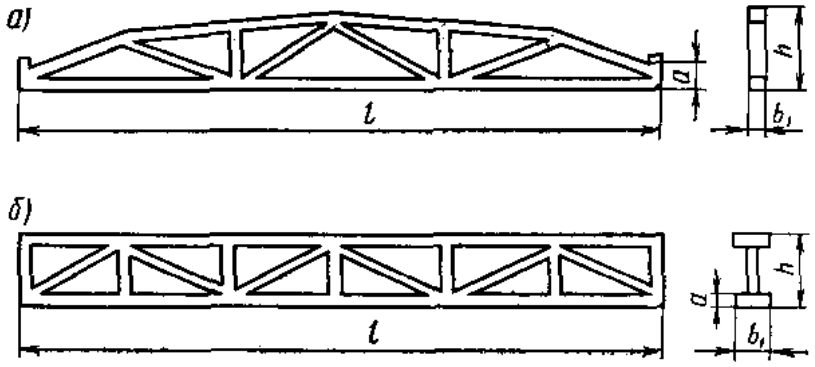


Рис. П12. Железобетонные фермы

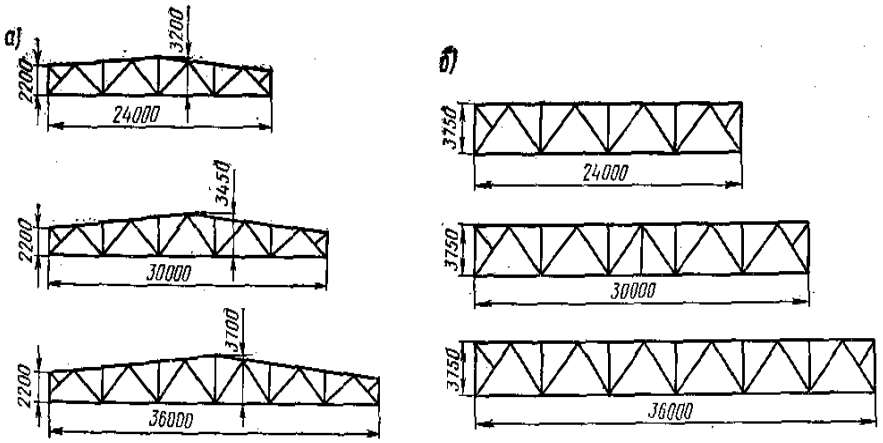


Рис. П13. Металлические фермы

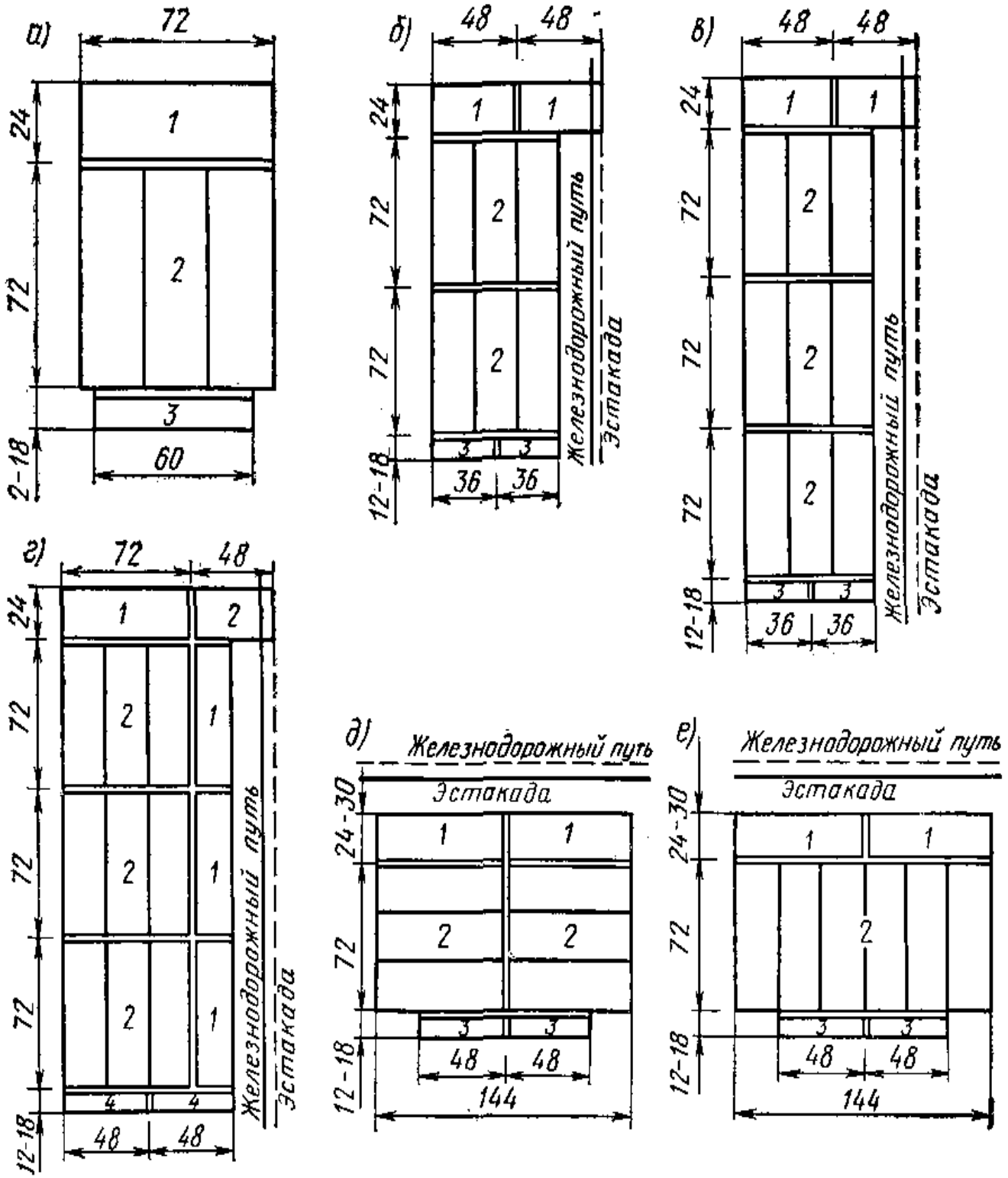
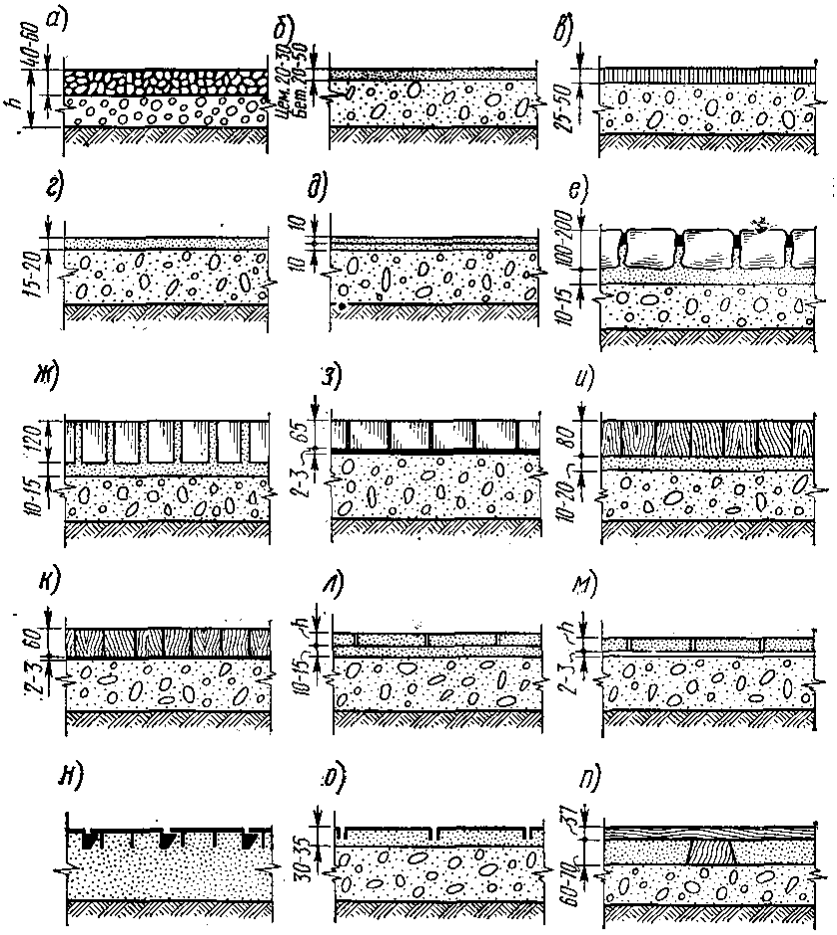


Рис. П14. Схемы компоновки зданий кузнечного цеха



а — гравийный или щебеночный, *б* — бетонный, *в* — асфальтобетонный, *г*, *д* — ксилолитовые, *е* — брусчатый, *ж*, *з* — кирпичные, *и*, *к* — торцовые, *л*, *м* — плиточные, *н*, *о* — из металлических плит (чугунных), *п* — дощатый

Рис. П15. Полы производственных зданий

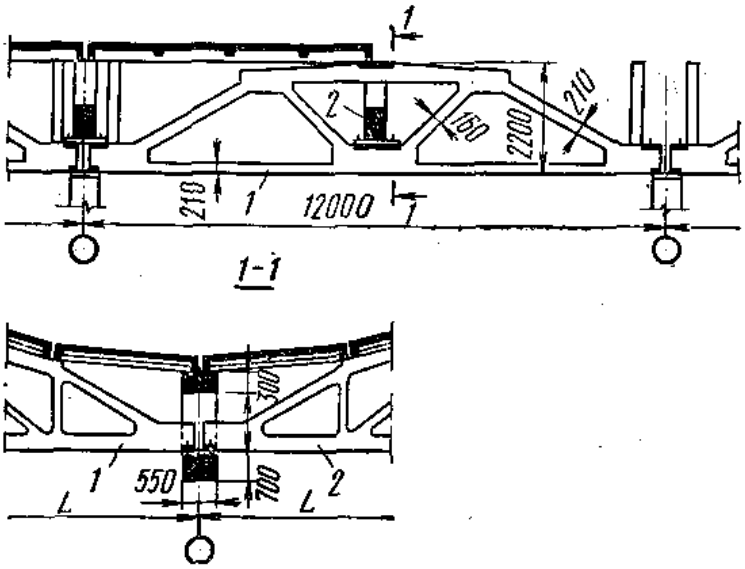


Рис. П16. Железобетонная подстропильная ферма

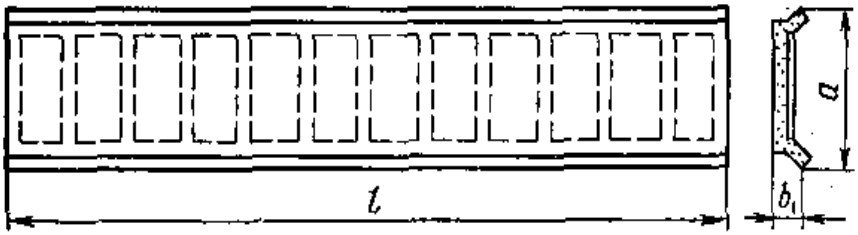


Рис. П17. Железобетонная плита покрытия

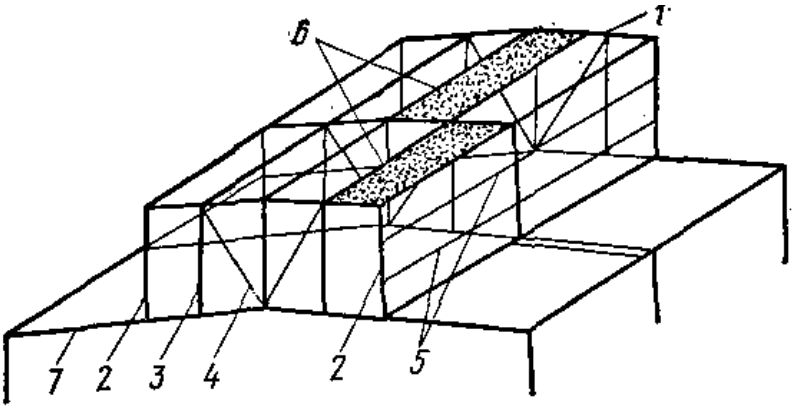


Рис. П18. Схема каркаса фонаря

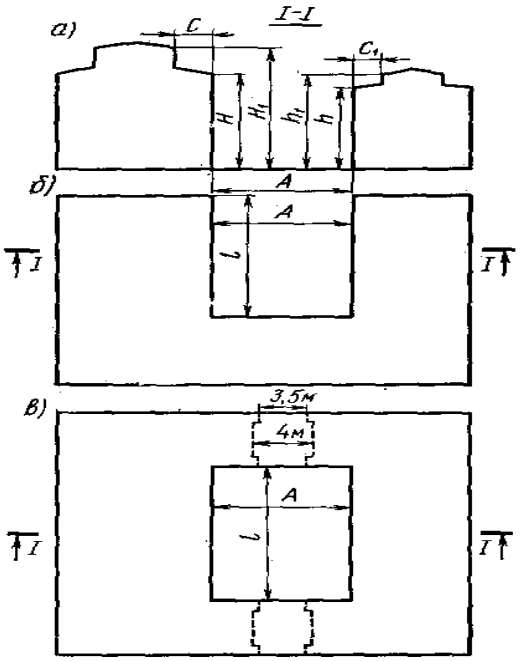


Рис. П19. Санитарные разрывы

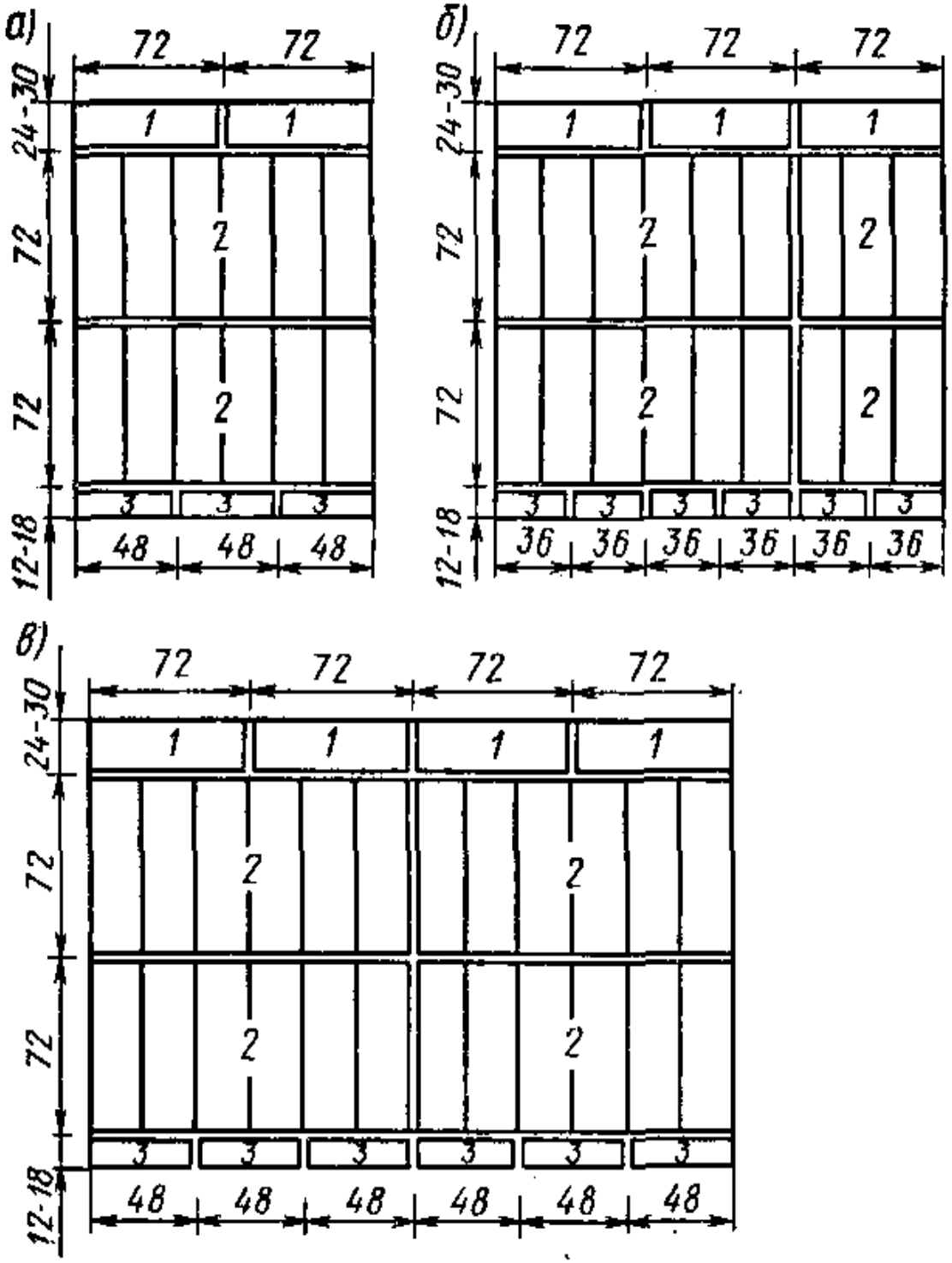


Рис. П20. Схемы компоновки зданий цеха листовой штамповки

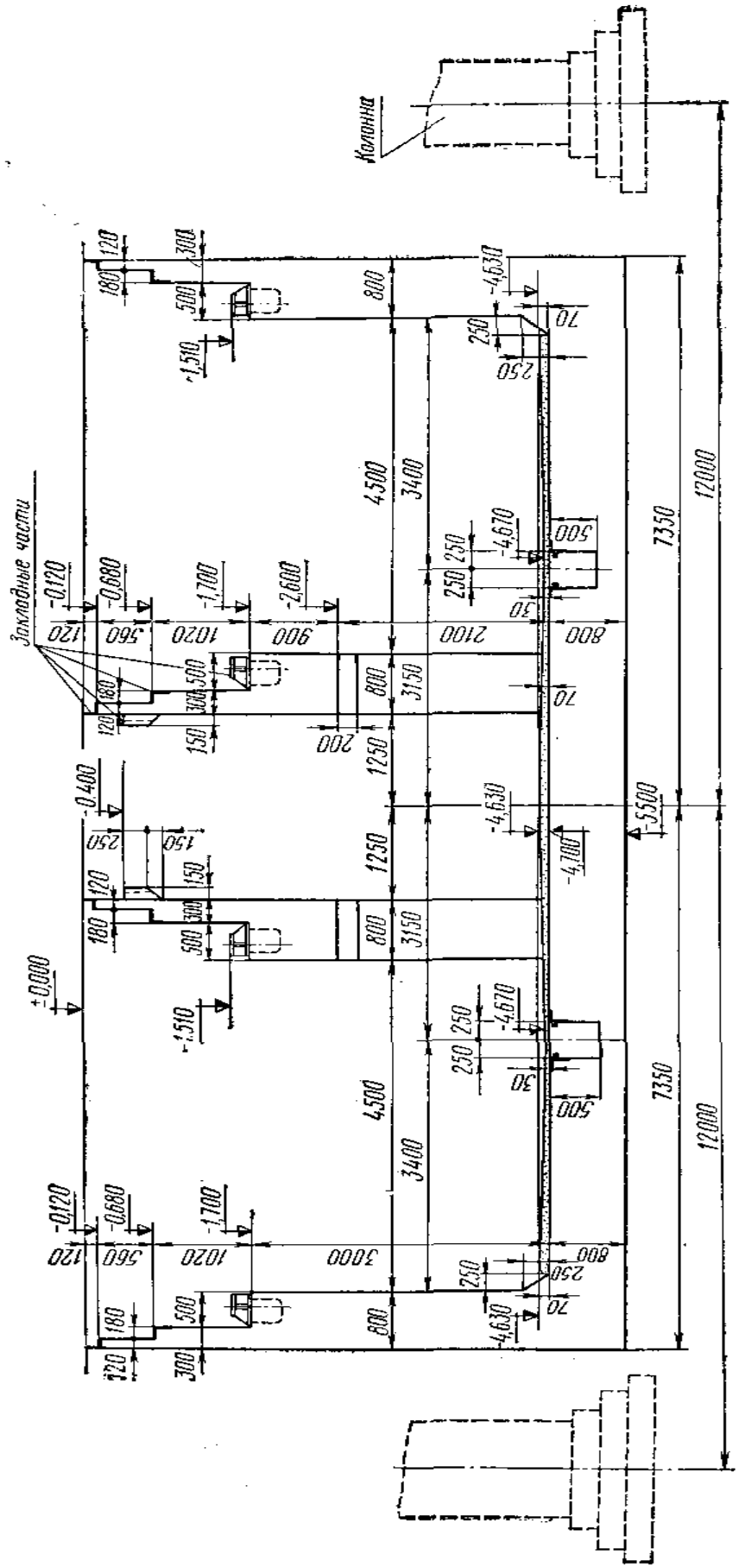


Рис. П21. Схема двух траншейных фундаментов одинаковой ширины

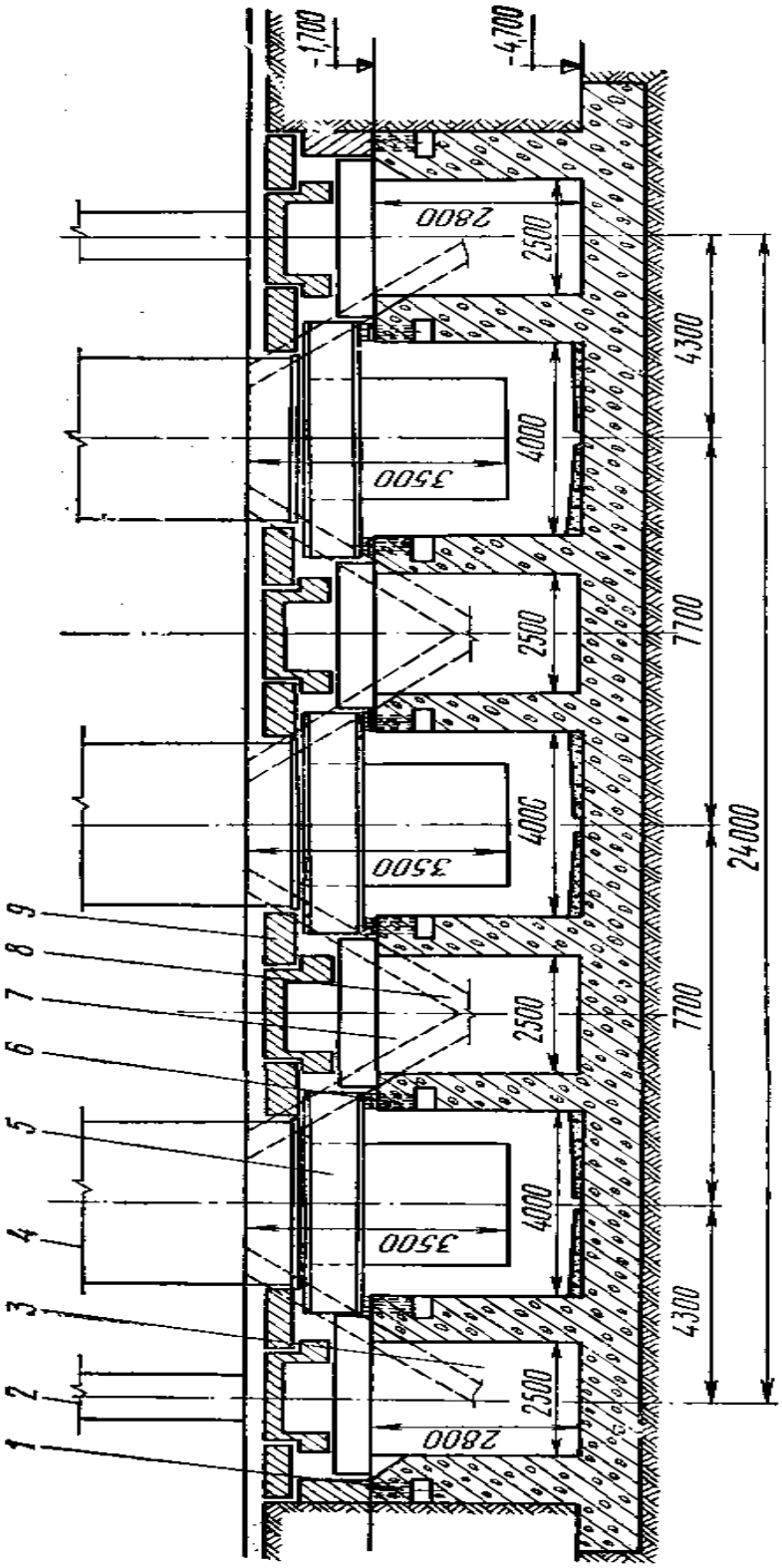


Рис. П22. Схема трех траншейных фундаментов в сочетании с туннелями:

1-стена фундамента, 2-колонна здания, 3-туннель под колонной для удаления металлоотходов, 4-пресс, 5-рама, 6-проем для закладных частей, 7-туннель под проездом, 8-лоток для удаления металлоотходов, 9-плита перекрытия

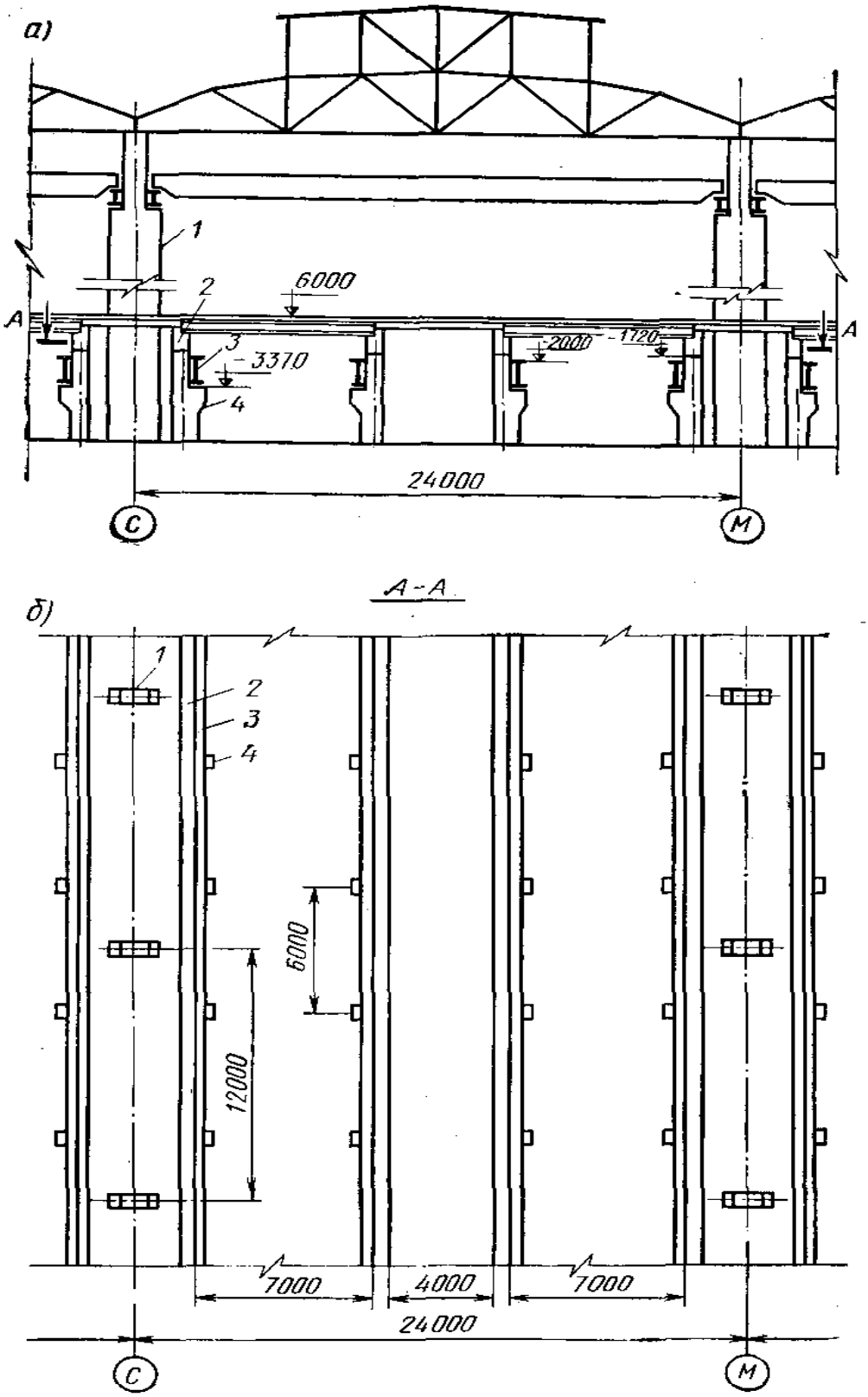


Рис. П23. Схема рамных фундаментов в здании с наземным фундаментным этажом:

а — поперечный разрез рамного фундамента, *б* — нижний этаж (вид в плане); *1* — колонна здания, *2* — ригель, *3* — стальная балка для установки промежуточной рамы, *4* — железобетонная стойка

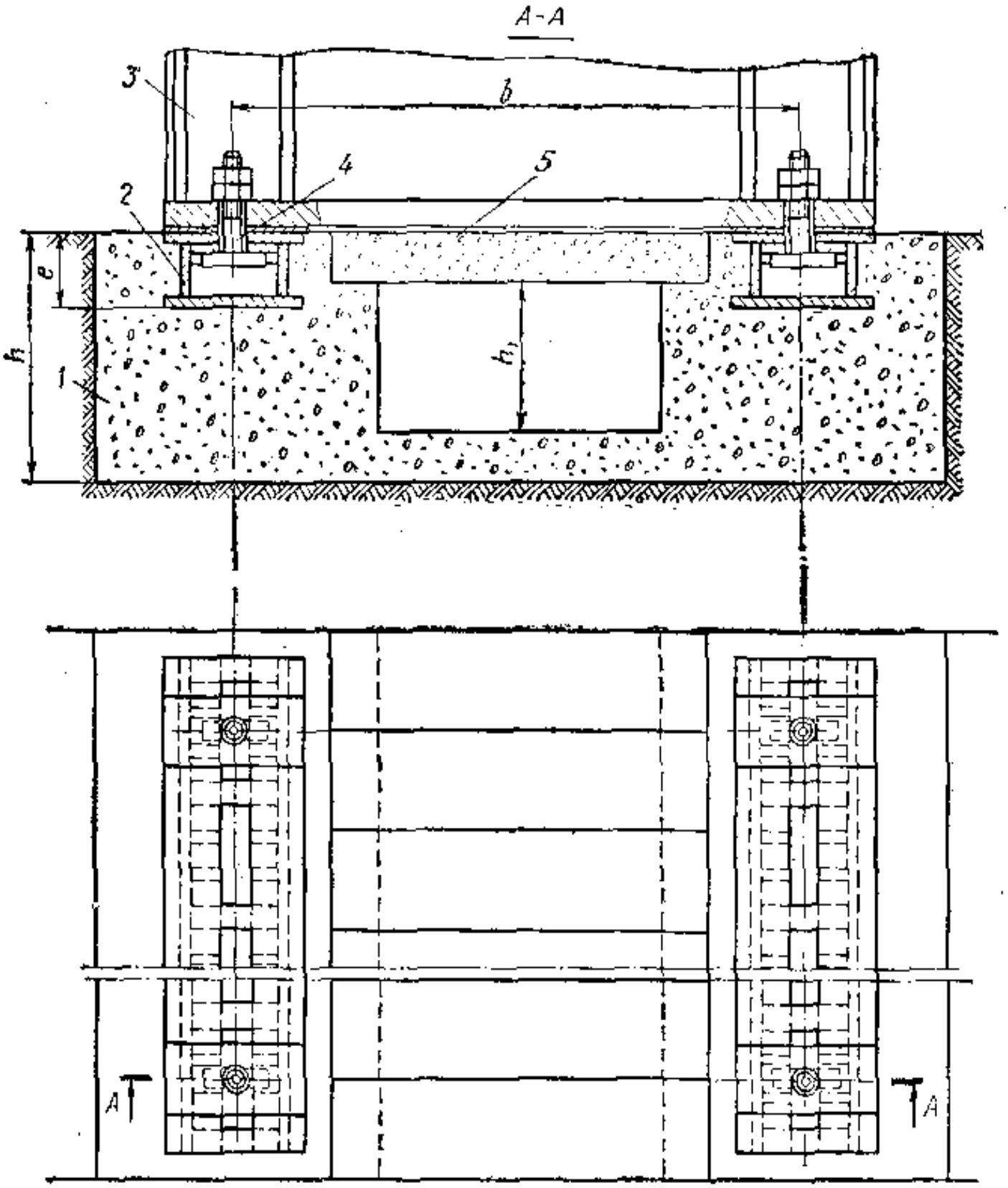
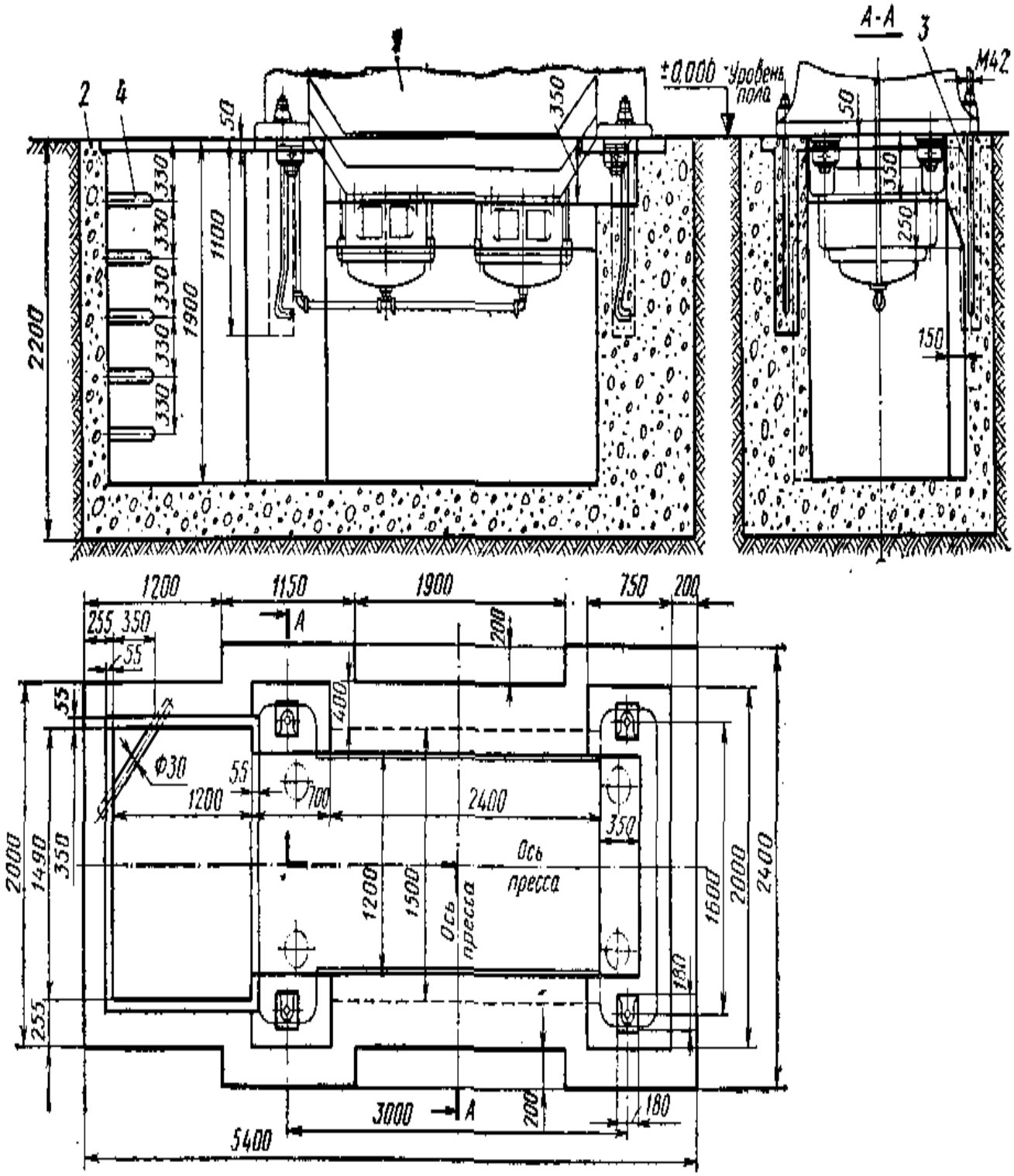


Рис. П24. Схема ленточного фундамента для установки кривошипных прессов



1-пресс, 2-фундамент, 3- анкерный болт, 4- лестничные стержни

Рис. П25. Общий вид индивидуального фундамента для установки крупного кривошипного пресса

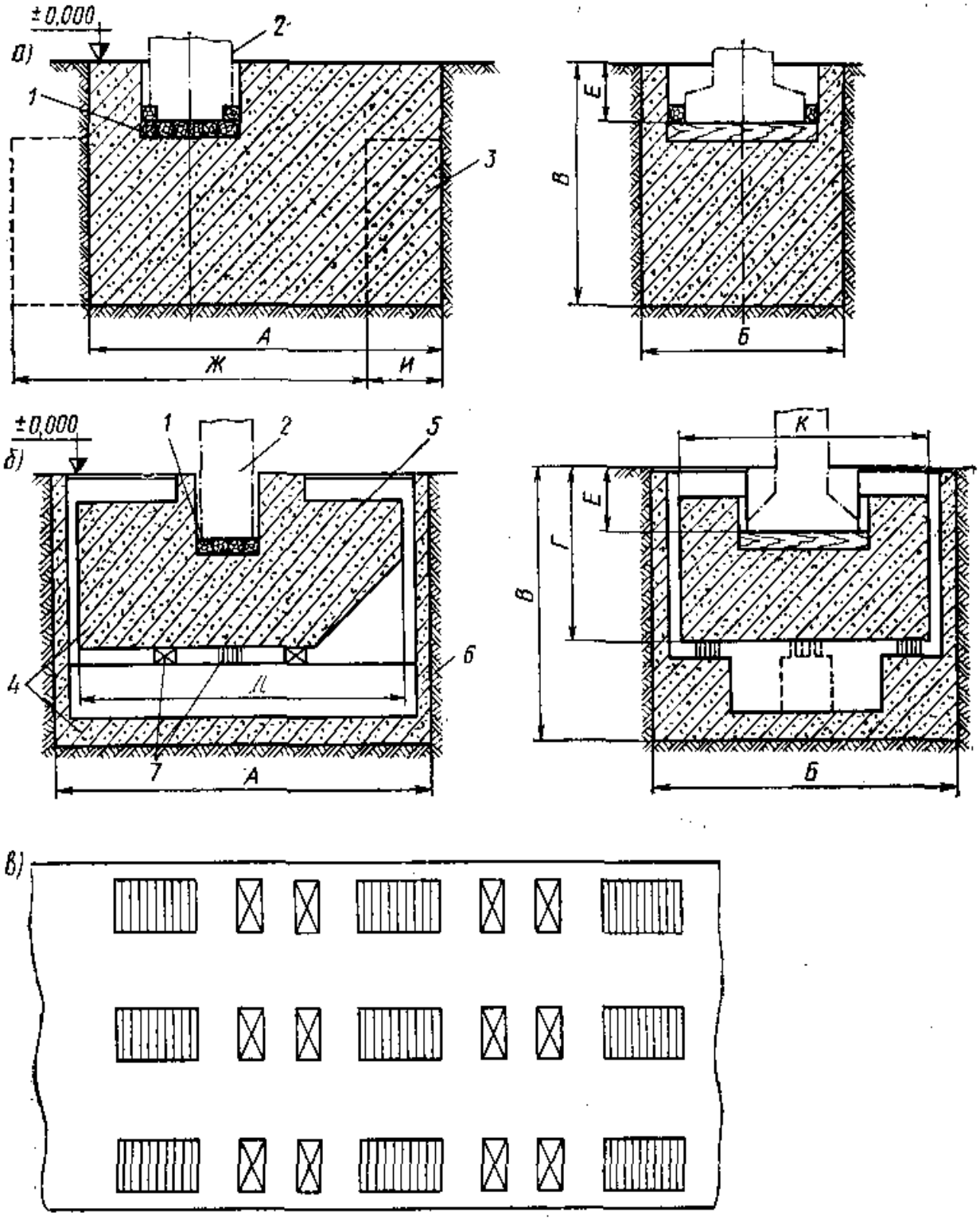


Рис. П26. Схемы фундаментов под пневматические ковочные молоты:

а - жесткий фундамент, б - виброизолированный фундамент,
в – расположение виброизоляторов; 1-подшаботная прокладка, 2-шабот, 3-бетон, 4-железобетон, 5-фундаментный блок,
6-подфундаментный короб, 7-виброизоляторы

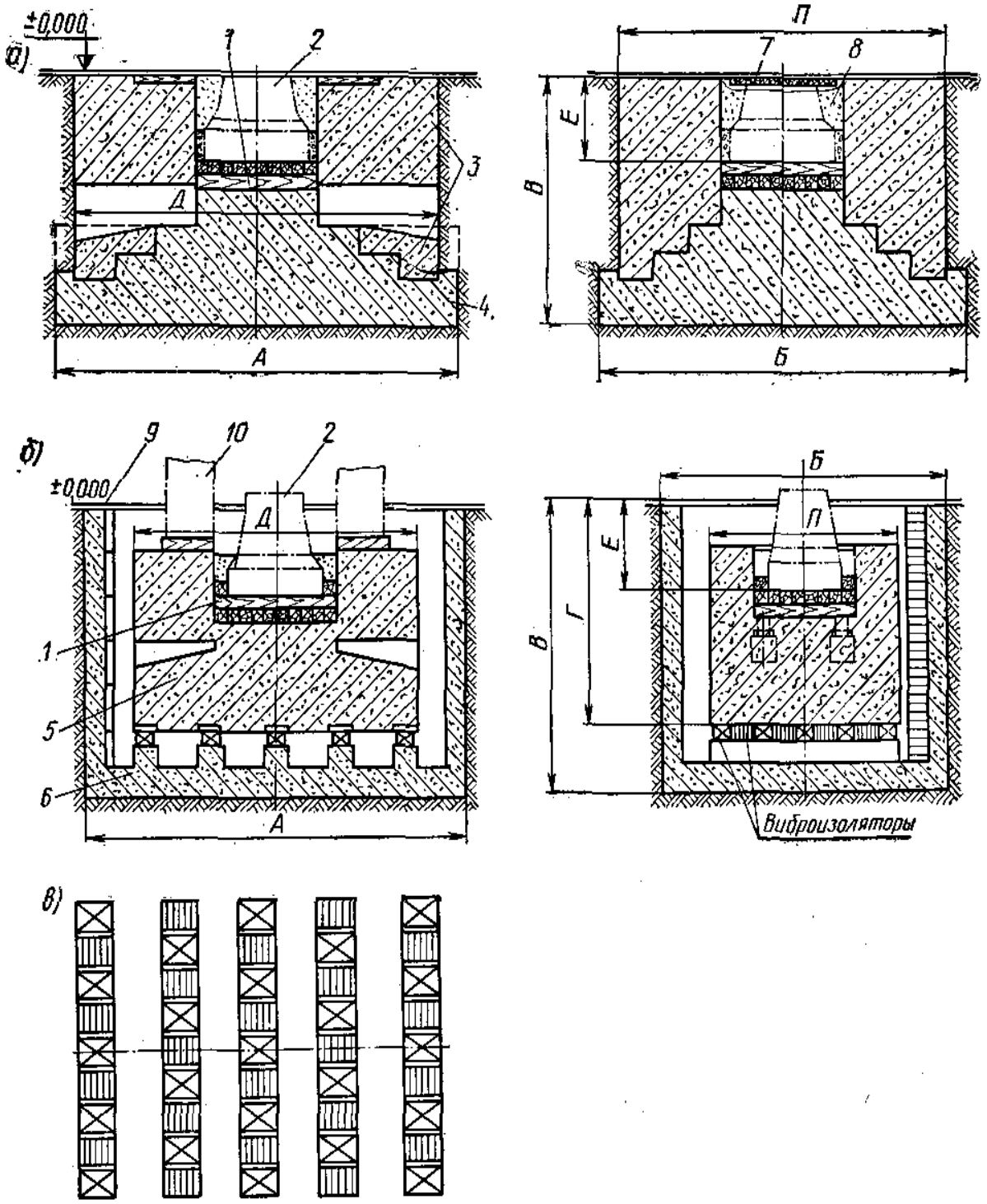


Рис. П27. Схемы фундаментов под паровоздушные ковочные молоты:

а-жесткий фундамент, б-виброизолированный фундамент, в-расположение виброизоляторов; 1-подшаботная прокладка, 2-шабот, 3-бетон, 4-железо-бетон, 5-фундаментный блок, 6-подфундаментный короб, 7-брусья, 8-утрамбованная глина, 9-перекрытие короба, 10-станина молота

Рис. П28. Схемы фундаментов под паровоздушные ковочные молоты:

а-жесткий фундамент, б-виброизолированный фундамент, в-расположение виброизоляторов; 1-подшаботная прокладка, 2-шабот, 3-железо-бетон, 4-фундаментный блок, 5-подфундаментный короб, 6-виброизоляторы

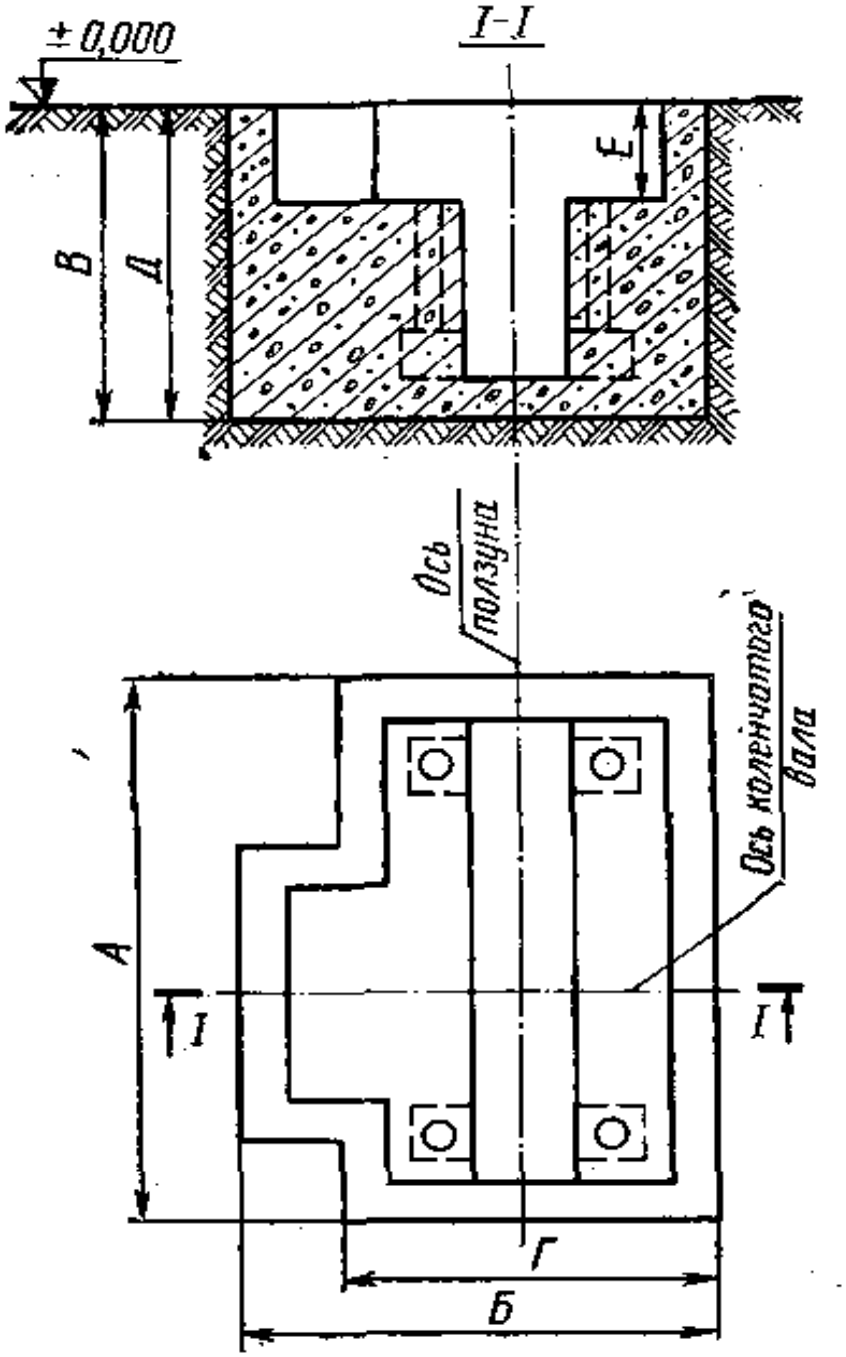


Рис. П29. Схема фундамента под кривошипный горячештамповочный пресс

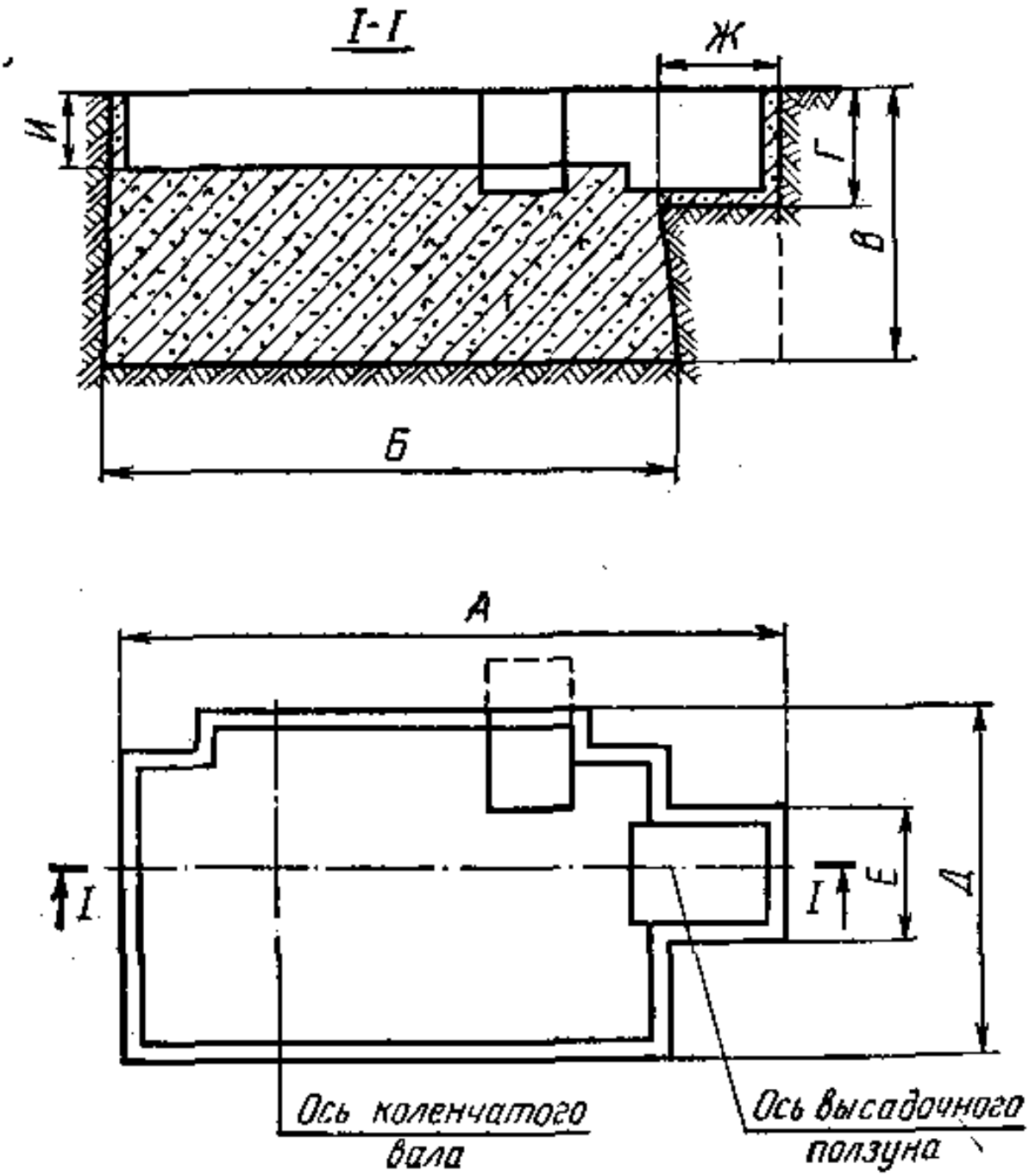


Рис. П29. Схема фундамента под горизонтально-ковочную машину

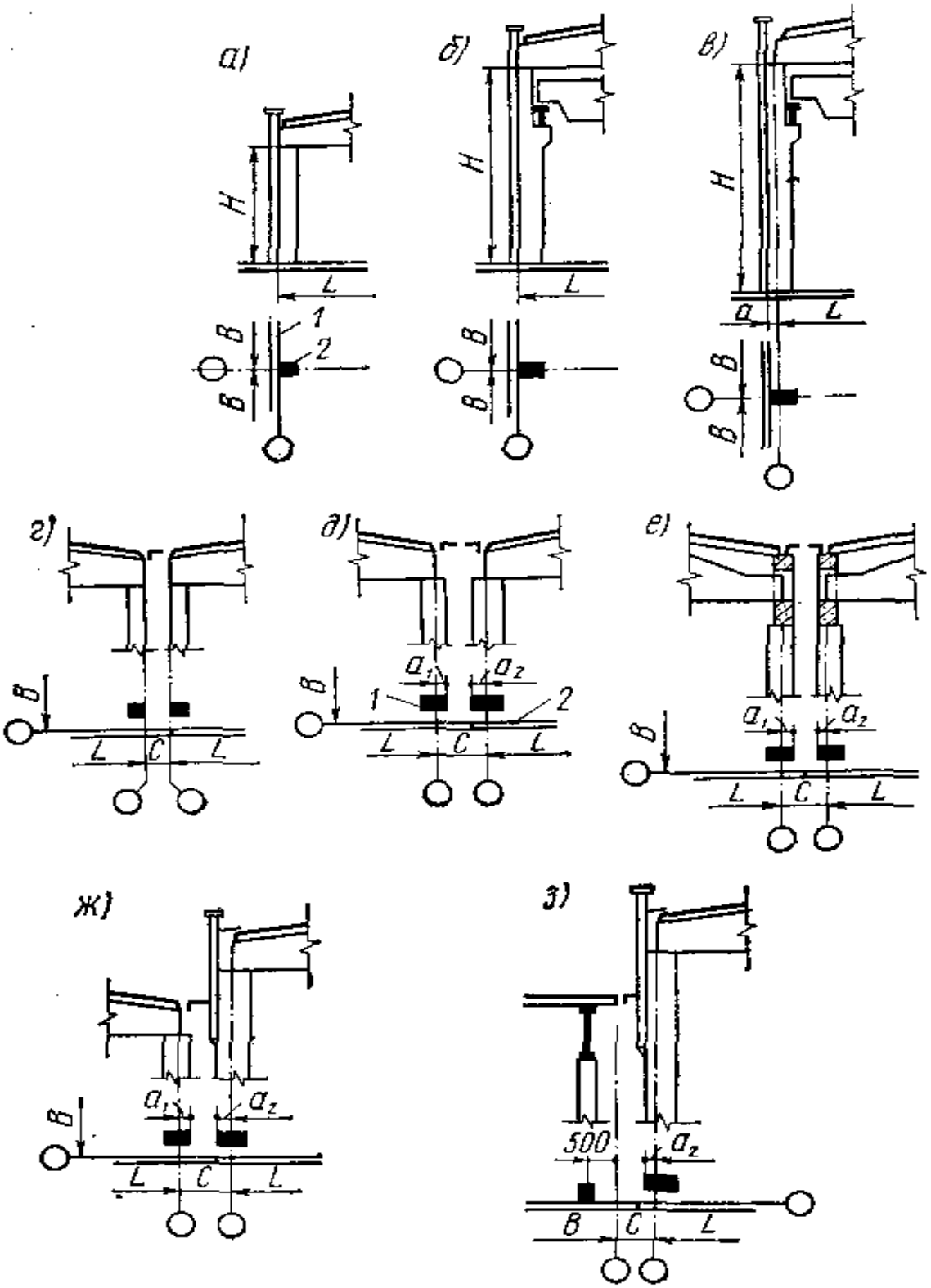


Рис. П30. Привязка к разбивочным осям:

а, б — нулевая привязка колонн и стен к продольным разбивочным осям, *в* — смешанная привязка колонн и стен к *продольным разбивочным осям*, *г* — *нулевая привязка* колонн продольного температурного шва к продольным разбивочным осям, *д* — смешанная привязка колонн продольного температурного шва к продольным разбивочным осям, *е* — привязка колонн продольного температурного шва к продольным разбивочным осям при наличии у покрытий подстропильных конструкций, *ж* — привязка колонн на перепаде высот к продольным разбивочным осям, *з* — привязка колонн к разбивочным осям у взаимно перпендикулярных пролетов; *1* — колонна, *2* — стена

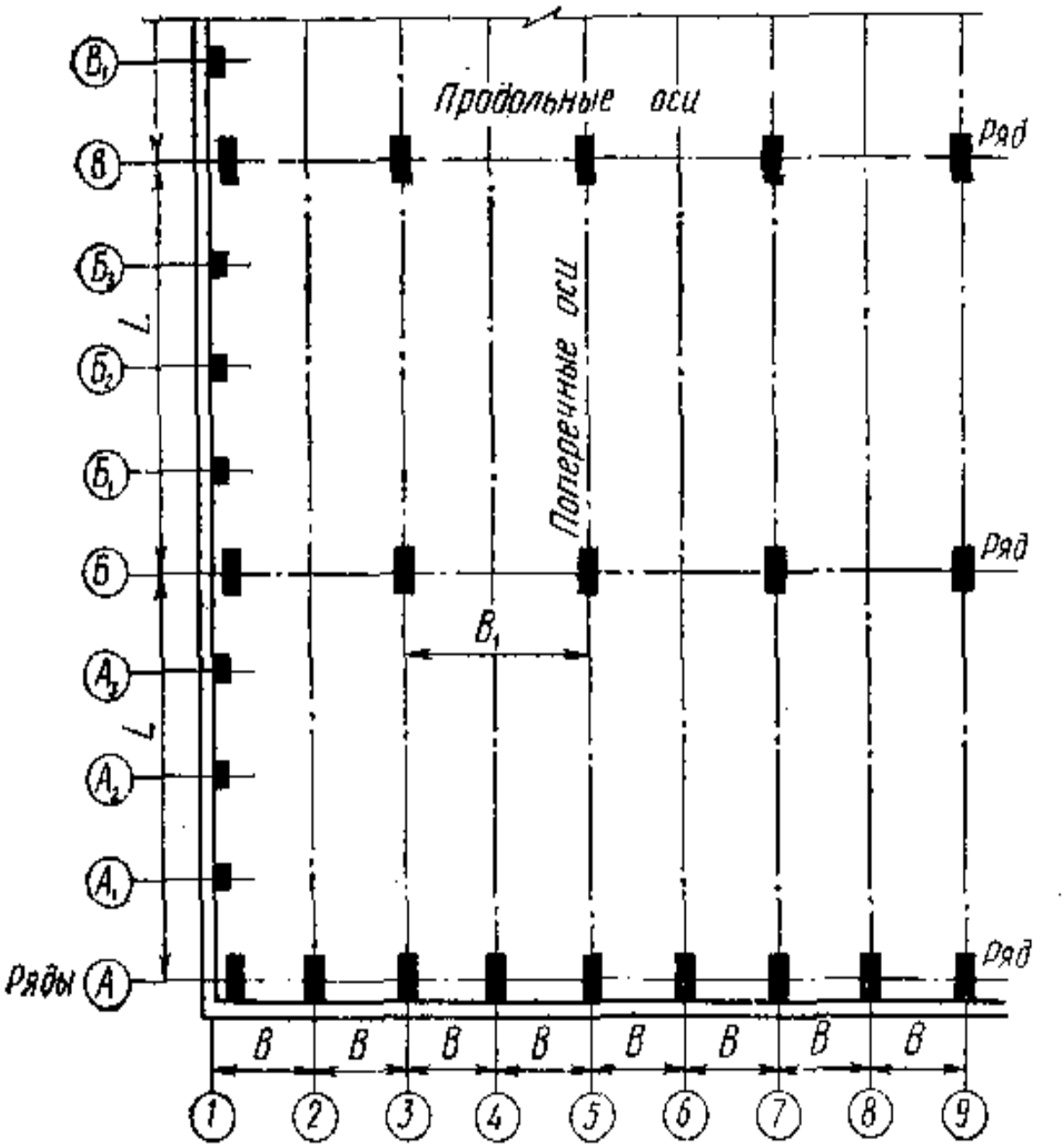


Рис. П31. Разбивочные оси.

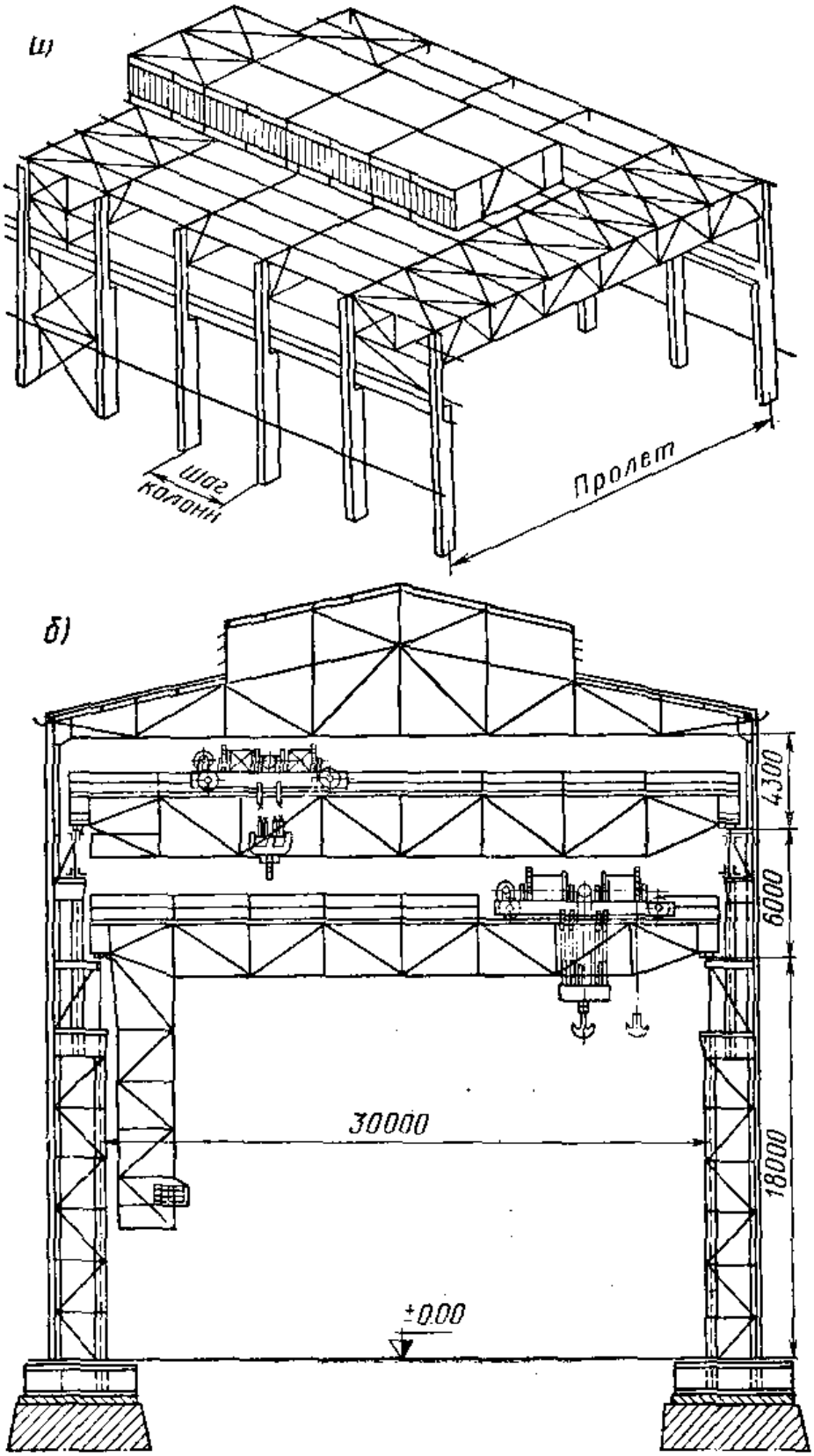


Рис. П32. Металлический каркас здания

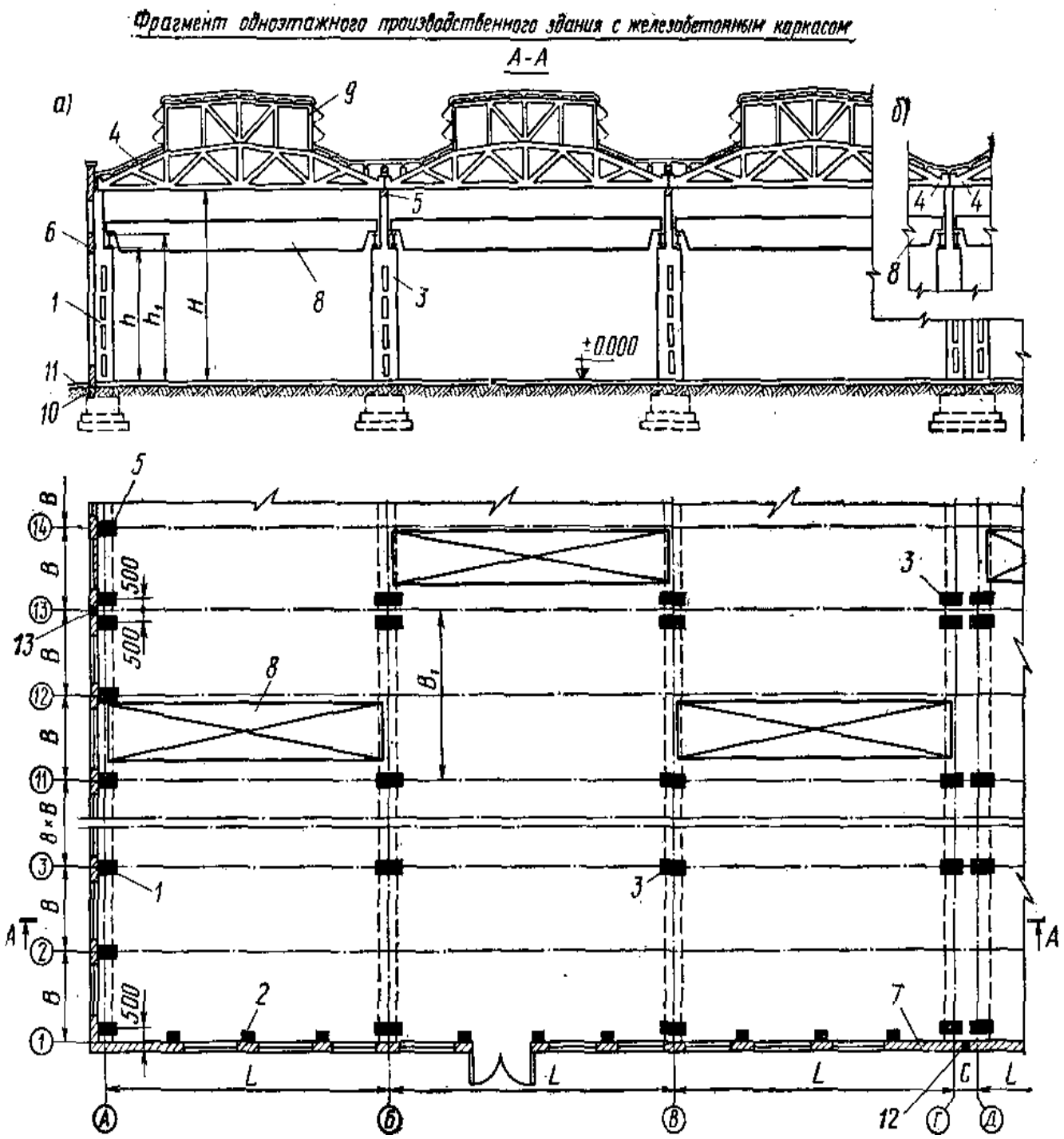


Рис. П33. Одноэтажное производственное здание из сборного железобетона:

L – ширина пролета, B – шаг крайних колонн, B_1 – шаг средних колонн, C- размер вставки (расстояние между продольными разбивочными осями у продольного температурного шва)