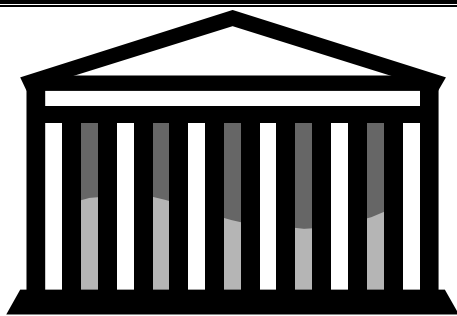


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**



Кафедра технологии строительных материалов, изделий и конструкций

ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ТЕХНОЛОГИИ

методические указания
к выполнению практических работ
для бакалавров направления
«Химия, физика и механика материалов»

ВОРОНЕЖ 2013

Составители: Е.В. Баранов
УДК 691:620.18(07)

Общая теория технологии [Текст]: метод. указ. к выполнению лабор. работ для студентов направления «Химия, физика и механика материалов» / Воронеж. гос. арх. – строит. ун-т; сост.: Е.В. Баранов. - Воронеж, 2013.- 29 с.

Методические указания предназначены для изучения студентами направления «Химия, физика и механика материалов» основных принципов идентификации факторного пространства, организации технологического потока, изучения основных технологических процессов и др.

Электронная версия для обсуждения состава и содержания методических указаний

Введение

Технология – наука о процессах и способах переработки в товарную продукцию сырьевых материалов. Основными элементами технологий являются сырье, энергия и механическое оборудование (машины, механизмы, аппараты). Эти элементы тесно взаимосвязаны и обусловлены экономикой, состоянием и уровнем научно-технического потенциала.

Термин «технология» происходит от греческих слов «техно» – искусство или мастерство и «логос» – знание, т.е. «знание мастерства». Вначале это было индивидуальным искусством в области приемов, методов, рецептов, передаваемых от поколения к поколению, часто в пределах одного рода или семьи. Для того чтобы проследить зарождение технологической науки, необходимо знать основные этапы совершенствования техники в целом, которое осуществлялось на всех стадиях возникновения и развития человеческого общества.

Изучение курса общая теория технологии позволяет студентам освоить основные принципы идентификации факторного пространства, организации технологического потока, изучить основные технологические процессы и др.

ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ

Технология - это совокупность методов обработки, изменения состояния, свойств и формы сырья, совокупность методов изготовления материала или полуфабриката.

Таким образом, при организации технологии необходимо осуществить переходы из начального состояния в конечное необходимое, требуемое состояние.

Этапы проектирования технологии:

- осознание необходимости решения задачи перехода (появление объекта интересов);
- идентификация, представление объекта, постановка задачи;
- генерирование, рождение идеи, обоснование исходного принципа организации перехода;
- исследование и раскрытие закономерностей перехода (раскрытие формального или по существу явлений, механизмов превращений, преобразований)
- синтез совокупности необходимых действий (формирование собственно начальных основ технологии);
- моделирование явлений определение управляющих рычагов получения вариантов решения;
- выбор варианта или вариантов решений из возможных - оптимизация;
- формирование регламента технологии;
- аппаратное оформление технологии;
- реализация и эксплуатация технологии;
- модернизация, совершенствование и развитие технологии.

Студентам предлагается осуществить анализ организации технологии производства некоторых видов строительных материалов, в соответствии с предлагаемыми этапами проектирования технологии.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФАКТОРНОГО ПРОСТРАНСТВА СИСТЕМЫ

Факторное пространство – совокупность всех факторов, влияющих на происходящие преобразования, преобразования в системе и границы значений этих факторов.

Опираясь на методы кибернетики, простейшая структура этой системы представлена на рисунке 1.

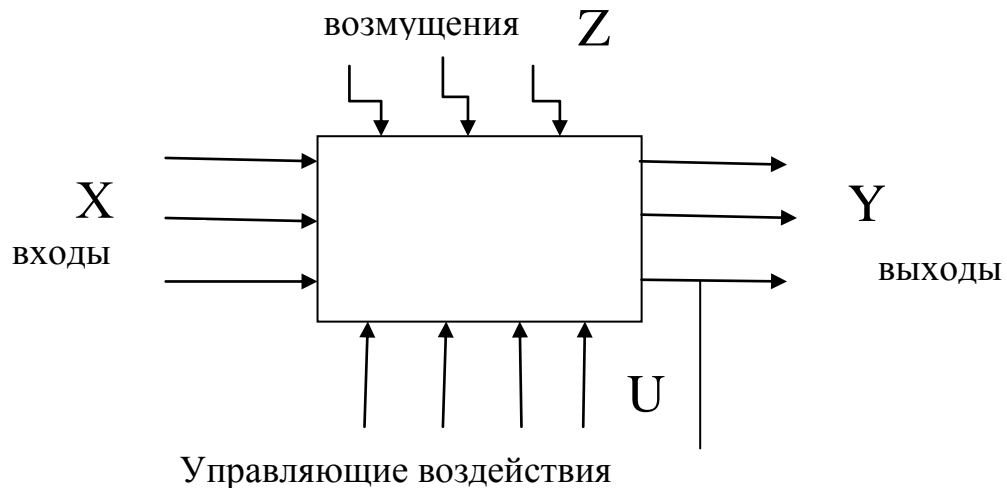


Рисунок 1 – Кибернетическая схема факторного пространства

Всякая систем имеет вход X и выход Y и эта система обычно (всегда) подвержена возмущающими факторами Z . Для их компенсации, с тем чтобы система работала в нужном нам направлении необходимо использовать управляющие воздействия U .

Y – функция;

X – аргумент;

Z - фактор;

U – фактор.

$$Y = f [(X_1 \dots X_i); (Z_1 \dots Z_i); (U_1 \dots U_i)]$$

Это означает, что выход ($Y_1 \dots Y_n$) является функцией всех аргументов (факторов). Все, заключенное в квадратных скобках, образует факторное пространство системы.

Из всей совокупности действующих на систему факторов выделяют следующие:

- 1) факторы начальных условий;
- 2) факторы с постоянными стабилизированными значениями;
- 3) факторы изменяемые, с варьирующими значениями;

4) факторы случайные.

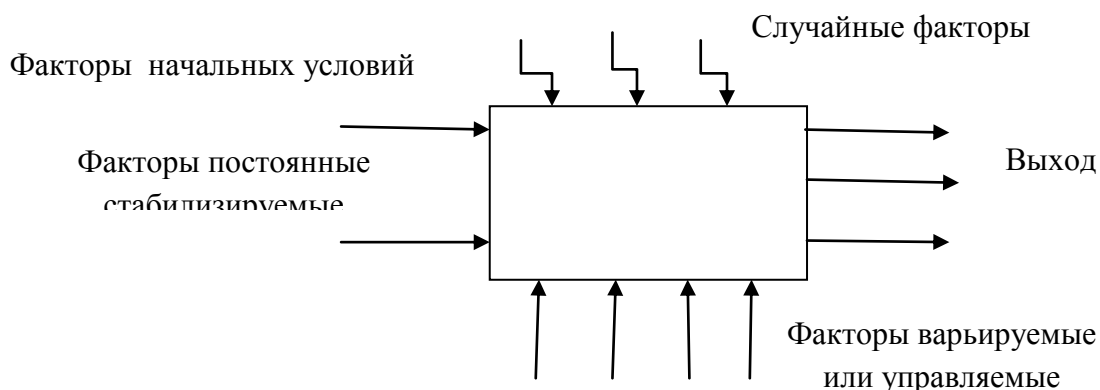


Рисунок 2 – Идентификация факторного пространства системы

Студентам предлагается произвести оценку факторного пространства производства какого-либо вида строительного материала. Систему факторов, оказывающих влияние на конечные (выходные) параметры представляют в виде кибернетической схемы (рисунок 2) и в виде таблицы с описание степени влияния фактора (таблица 1).

Таблица 1

Оценка факторного пространства

Наименование группы факторов	Наименование фактора	Описание влияния фактора на выходные параметры

В дальнейшем производится критериальная оценка системы факторов, оказывающих влияние по основным показателям выходных параметров. Критериальная оценка предусматривает три квалификационных уровня: (++), (+-), (--). При этом оценка (++) соответствовала положительному, высокому уровню качества, то есть ответу «да»; оценка (+-) – удовлетворительному уровню качества и ответу «возможно»; оценка (--) – неудовлетворительному уровню качества и ответу «нет». Ответы «да», «возможно», «нет» касались каждого оцениваемого фактора, влияющего по основным показателям выходных параметров.

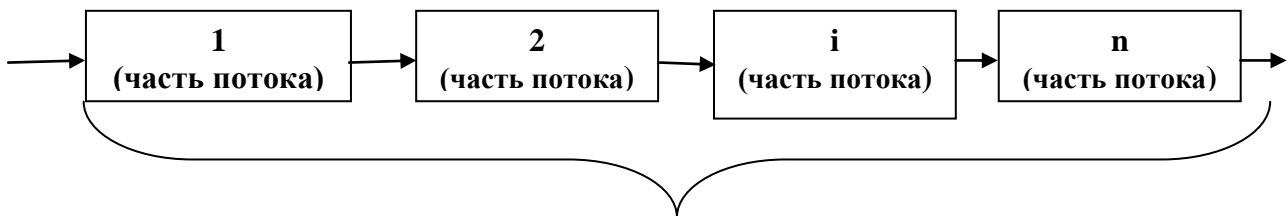
По результатам оценки получают итоговый показатель как сумму всех плюсов и всех минусов для соответствующего варианта фактора. На основании полученных данных выделяют наиболее значимые факторы.

ТЕОРИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТОКА

Технология - это всегда превращение, преобразование при переходе из начального в конечное состояние. Такой переход реализуется в форме потока вещества, энергии, информации. Переход в форме потока – это всегда переход во времени и в пространстве (в среде) с его (потока) движущими силами и влияющими на них факторами. В потоке всегда есть действие или чаще совокупность каких-то действий. Переход в форме потока – это и есть по существу технология

Поток –это целое, состоящее из частей.

Поток – это система из подсистем, наделенных устойчивыми внутренними связями друг с другом и имеющие внешние связи со средой.



Поток, целое состоящее из отдельных частей

Рисунок 3 – Пример технологического потока

Студентам предлагается представить технологию какого-либо материала в виде технологического потока и произвести его описание в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2

Наименование технологического передела	Технологические операции	Определяющие законы протекания процесса	Основные технологические параметры	Варианты оборудования	Предлагаемое оборудование к использованию

После представления технологического потока студенты приступают к составлению функциональной, операторной и технологической схемы.

Функциональная схема (рисунок 4) дает перечень определяющих технологических переделов с указанием их параметров, последовательная связь между которыми показывается стрелками:



Рисунок 4 - Функциональная схема производства вспученного перлитового щебня

Технологическая схема отображает последовательность технологических процессов и переделов при изготовлении строительных материалов и изделий посредством условного изображения оборудования и аппаратов, на которых осуществляются эти процессы (рисунок 5). Допускается не обозначать транспортирующее и другое вспомогательное оборудование.

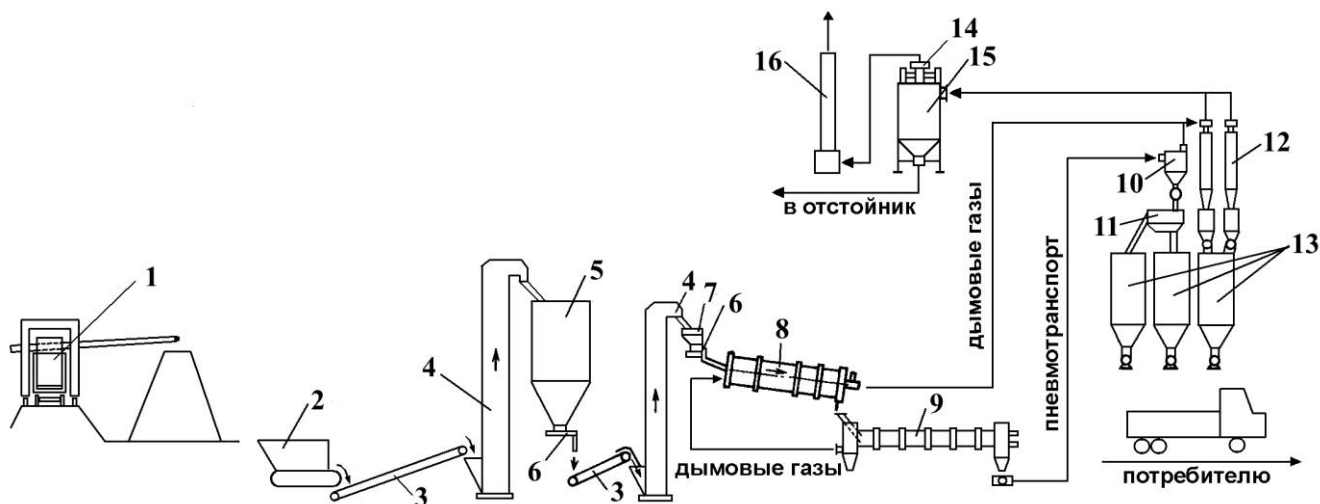


Рисунок 5 - Технологическая схема производства вспученного перлитового щебня:

1 – путевой разгрузатель; 2 – ящичный подаватель; 3 – ленточный конвейер; 4 – ковшевой элеватор; 5 – силос сырья; 6 – питатель; 7 – бункер-накопитель; 8 – барабан термоподготовки; 9 – вращающаяся печь; 10 – осадитель; 11 – сито-бурат; 12 – циклоны; 13 – силосы готовой продукции; 14 – насос; 15 – мокрый пылеуловитель; 16 – дымовая труба

Для представления операторной схемы технологии необходимым окажется понимание сути явлений, преобразований и превращений, сути основных процессов, последовательности и сочетаний механических, гидромеханических, тепловых, массообменных, химических процессов. Для идентификации технологического потока используют основные и вспомогательные операторы.

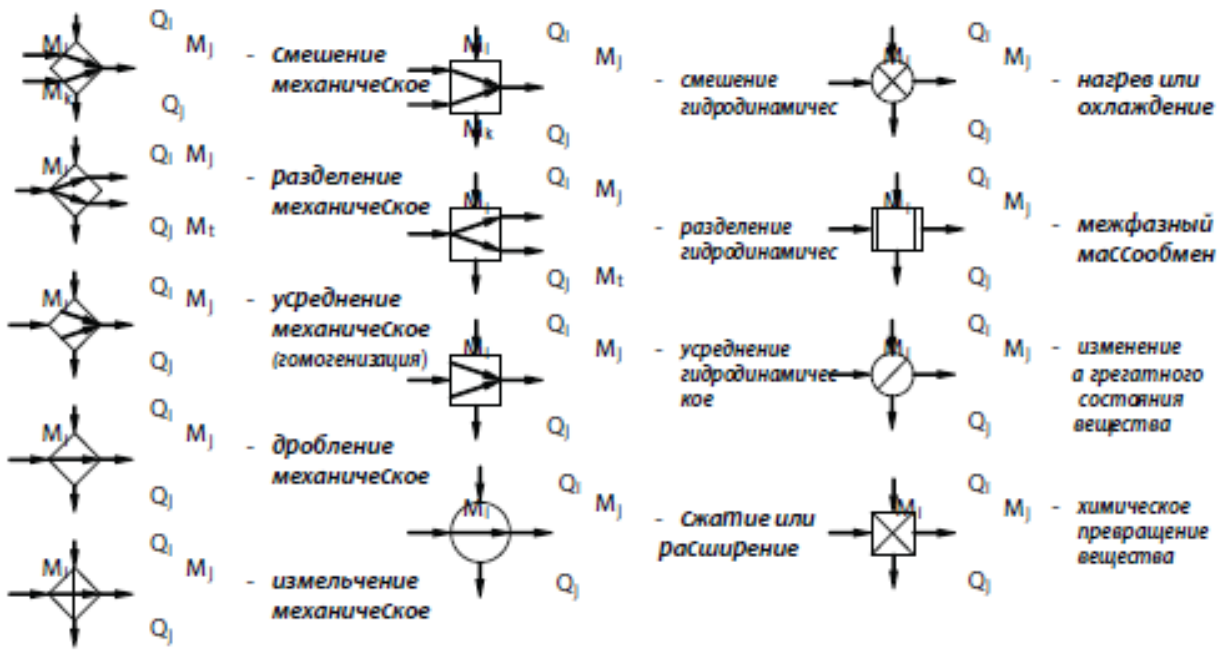


Рисунок 6 – Основные и вспомогательные операторы

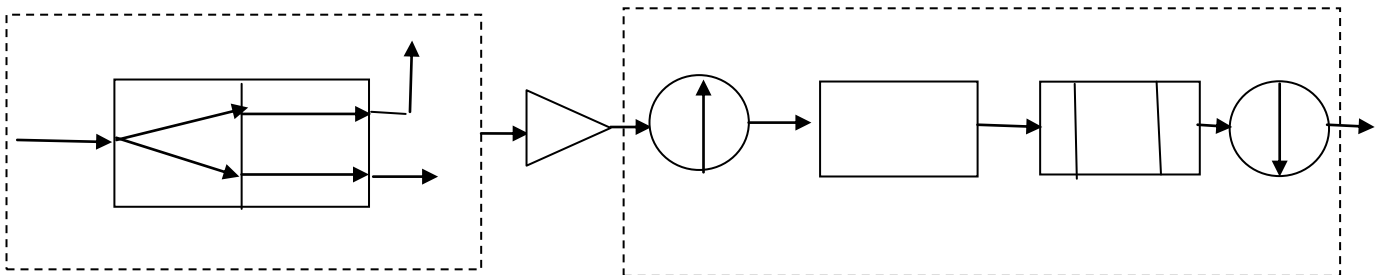


Рисунок 7 – Фрагмент операторной схемы

РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ И РАСХОДА СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ, РЕЖИМ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ

Для расчета производственной программы необходимо, прежде всего, определить режим работы предприятия (цеха, линии) по выпуску строительных материалов и изделий. Режим работы выбирается по нормам технологического проектирования, исходя из наиболее эффективного использования оборудования, экономии рабочей силы и характеризуется числом рабочих дней в году, в неделе, числом смен в сутки, продолжительностью смены, годовым фондом времени работы линии и оборудования (в ч), и представляется в виде таблицы 3.

Таблица 3

Режим работы предприятия

Наименование цеха или отделения	Количество рабочих			
	суток в году	смен в сутки	часов в смену	часов в году

Производственная программа изготовления строительных материалов и изделий рассчитывается на основании задания по объему их выпуска, технологии производства и принятого режима работы предприятия, цеха, линии. Расчет производственной программы оформляется в виде таблицы 4.

Таблица 4

Производственная программа по выпуску материалов и изделий

Наименование выпускаемых материалов и изделий	Ед. измерения	Объём производства			
		годовой	суточный	сменный	часовой

Понятие о материальном балансе. Для определения расхода исходных материалов, выхода готовых продуктов, размеров и производительности аппаратов необходимо предварительно провести материальные расчеты на основе закона сохранения материи и стехиометрических отношений, выраженных в химических уравнениях.

По закону сохранения материи вес материалов (G_1), поступающих на переработку, должен быть равен весу материалов (G_2), получающихся в результате переработки, т. е.:

$$G_1 = G_2 \quad (1)$$

Однако в практически осуществляемых процессах всегда происходят потери материалов, вследствие чего вес продуктов, получающихся в результате проведения процесса, всегда меньше веса исходных материалов, поступающих на переработку, и, следовательно,

$$G_1 = G_2 + G_{\text{п}} \quad (2)$$

где $G_{\text{п}}$ – потери материалов, кг.

Уравнение (2) называют *уравнением материального баланса*. Оно в одинаковой степени применимо как к определенной операции или целому процессу, так и к любой его стадии.

Материальный баланс может быть составлен для всех материалов, участвующих в процессе, или для какого-либо одного компонента.

Так, например, баланс одного компонента для процесса сушки влажного материала может быть составлен по весу сухого вещества в высушиваемом материале или по весу влаги, содержащейся в материале.

При составлении материальных балансов химических процессов пользуются уравнениями, выражающими реакции, протекающие в этих процессах.

Данные материального баланса обычно сводят в таблицу прихода и расхода материалов, а иногда, для большей наглядности, составляется еще диаграмма, на которой в определенном масштабе изображаются потоки материалов.

На практике материальный баланс имеет большое значение для правильного проведения технологических процессов. При проектировании новых производств он позволяет правильно выбрать схему технологического процесса и размеры аппаратов. В процессе производства по материальному балансу выявляют непроизводительные потери материалов, устанавливают состав и количество побочных продуктов и примесей и намечают пути их уменьшения.

Материальный баланс отражает степень совершенства производственных процессов и состояние производства. Чем полнее составлен материальный баланс, тем, следовательно, детальнее изучен данный технологический процесс; чем меньше потерь и побочных продуктов, тем правильнее проводится процесс.

Если материальный баланс составить невозможно, то это показывает, что данный процесс несовершенен и мало изучен. Выявление в материальном балансе больших потерь показывает, что технология данного процесса должна быть усовершенствована.

Отношение количества продукта, полученного в результате проведения процесса, к количеству исходного материала, поступившего на переработку, выраженное в процентах, называется *выходом*.

Вследствие потерь выход практически всегда меньше 100%. Чем выход ближе к 100%, тем совершеннее процесс, тем меньше расход исходных материалов и тем ниже стоимость готового продукта.

Энергетический баланс. Переработка материалов в технологических процессах связана с затратой энергии (тепловой, механической, электрической и др.). Для определения расхода энергии составляют энергетические (тепловые) балансы.

Энергетический баланс составляют на основе закона сохранения энергии, согласно которому количество энергии, введенной в процесс, должно быть равно количеству энергии, полученной в результате проведения процесса, или, иными словами, в любом процессе приход энергии равен ее расходу.

Такое равенство соблюдается и практически, если учесть все потери энергии, которые неизбежны в любом производственном процессе. Обозначим: Q_1 – количество тепла, введенного в процесс с материалами в виде физического тепла; Q_2 – количество тепла, введенного в процесс извне; Q_3 – количество тепла, выделяющегося в результате проведения процесса; Q_4 – количество тепла, выведенного из процесса с материалами в виде физического тепла; Q_5 – количество тепла, теряемого в окружающую среду, в *ккал*.

Тогда уравнение теплового баланса будет иметь следующий вид:

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = Q_4 + Q_5 \quad (3)$$

Из этого уравнения можно определить любую из пяти величин при условии, что известны остальные четыре. При проектировании обычно приходится определять по уравнению теплового баланса количество тепла, которое необходимо подводить извне, а при обследовании действующих аппаратов и машин – потери тепла.

Расчет расхода сырьевых компонентов на единицу продукции, изделие производится в соответствии с нормативными документами с учетом неизбежных производственных потерь (при транспортировании, при сушке, потери при прокаливании и др.) и брака. Расчет расхода сырьевых материалов ведут в порядке обратном технологическому потоку (начиная со склада готовой продукции и заканчивая складом сырьевых материалов), за исходную величину принимают заданную производительность предприятия. На каждом технологическом переделе необходимо учитывать

влажность материала, а в некоторых случаях содержание воды в исходных продуктах выделяется обособленно отдельной строкой.

Производительность каждого технологического передела определяют по формуле

$$P_{\text{пр}} = P_{\text{ип}} / (1 - (X/100)), \quad (4)$$

где $P_{\text{пр}}$ – производительность рассчитываемого передела;

$P_{\text{ип}}$ – производительность передела предшествующего рассчитываемому;

X – технологические потери передела (%).

Расход сырьевых материалов на каждом технологическом переделе представляется в виде таблицы 5.

Таблица 5

Расход сырьевых материалов

Наименование технологического передела	Процент потерь, %	Расход сырья и материалов, т			
		годовой	суточный	сменный	часовой

Практическая работа №5

ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ

Для осуществления выпуска изделий, отвечающих требованиям действующей нормативной документации и проектным требованиям, необходимо предусмотреть все виды контроля.

Для производственного процесса необходимо предусматривать входной контроль качества сырьевых материалов, текущий (пооперационный) контроль технологических параметров и контроль качества получаемых изделий (выходной контроль).

Под входным контролем понимают контроль сырьевых материалов, поступающих на завод.

Текущий контроль – это контроль продукции или технологического процесса, осуществляемый во время прохождения определенных операций и переделов или после их завершения.

Контроль качества – это контроль готовой продукции, по результатам которой принимается решение о его пригодности для поставки потребителю.

Контроль качества предлагается представить в виде таблицы 6.

Таблица 5

Технологические переделы и операции	Контролируемые параметры и нормативные документы	Место контроля	Средства контроля	Периодичность контроля	Исполнитель	Вид учетной документации

ЗАДАЧИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ТЕХНОЛОГИИ

Задача 1. Сколько необходимо обжечь глинистого сырья для получения 15 т дегидратированной (безводной) глины, если данное сырье на 87 % по массе состоит из монтмориллонита $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot 4H_2O$, а остальное – неразлагающиеся примеси?

Задача 2. Сколько можно получить низкообжигового гипсового вяжущего (полуводного гипса) из 5 т гипсового камня, содержащего 15 % неразлагающихся примесей?

Задача 3. Сколько можно получить высокообжигового гипсового вяжущего (ангидрита) из 2 т гипсового камня, не содержащего примесей?

Задача 4. Определите массу и объем затвердевшего гипса, полученного при затворении водой 25 кг низкообжигового гипсового вяжущего (строительного гипса), если влажность конечного материала составляет 8 %, средняя плотность в сухом состоянии – 1500 кг/м^3 , а вяжущее состоит из 90 % полуводного гипса, и 10 % неразложившегося двуводного гипса (гипсового камня).

Задача 5. Сколько известкового теста (по массе и объему), содержащего 50 % гашеной извести и 50 % воды, можно получить из 25 т негашеной извести (кипелки) активностью 88 %, если плотность известкового теста – 1400 кг/м^3 ? Примеси в реакции не участвуют и остаются в гасильном аппарате.

Задача 6. Сколько известняка влажностью 5 % необходимо обжечь для получения 45 т воздушной негашеной извести и сколько должно содержаться в нем неразлагающихся примесей, чтобы активность полученной извести по содержанию $CaO_{\text{акт}}$ составляла 90 %?

Задача 7. Сколько можно получить сухой гашеной извести при гашении 5 т негашеной извести с активностью по содержанию $CaO_{\text{акт}}$ 85 %?

Задача 8. Определите, сколько можно получить гашеной (гидратной) извести из 5 т негашеной извести активностью 83 % по $\text{CaO}_{\text{акт}}$, если влажность полученной гидратной извести составляет 3,5 %.

Задача 9. Сколько глины по массе и объему потребуется для изготовления 10 тыс. шт. керамических камней размером 250 X 250 X 120 мм с пустотностью 56 %. Средняя плотность керамических камней 1460 кг/м^3 , средняя плотность глины 1700 кг/м^3 при влажности глины 10%. Потери при прокаливании составляют 8 % от массы сухой глины, брак камней - 2 %.

Задача 10. Требуется получить 1000 шт. пористого кирпича со средней плотностью 1000 кг/м^3 . Средняя плотность керамического кирпича из этой глины 1800 кг/м^3 . Рассчитать количество древесных опилок (по массе), необходимых для получения 1000 шт. пористого кирпича, если средняя плотность опилок 300 кг/м^3 .

Задача 11. Какое количество одинарного керамического кирпича можно приготовить из 5 т глины. Влажность глины 10%, потери при прокаливании 8% от веса сухой глины. Кирпич должен быть со средней плотностью 1750 кг/м^3 .

Задача 12. Для подогрева кровельного битума до температуры 90°C потребовалось 30 кг условного топлива с удельной теплотой сгорания 29300 кДж/кг . Нагревание битума осуществлялось в стальном котле массой 100 кг. Начальная температура котла и битума $+20^\circ\text{C}$, к.п.д. котла 20%. Удельная теплоемкость стали – $0,49 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$, битума – $1,85 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$.

Определить сколько тон битума было нагрето в котле. Определить расход топлива при замене его на каменный уголь с удельной теплотой сгорания 26000 кДж/кг

Задача 13. На стройплощадке для подогрева кровельного битума до температуры 90°C используется стальной котел массой 150 кг. Сколько кубов дров (древесины) потребуется для приготовления 1,5 т битума? Сколько условного топлива потребуется для приготовления 1,5 т битума? Начальная температура котла и битума $+18^\circ\text{C}$, к.п.д. котла – 15%, средняя плотность древесины – 520 кг/м^3 , удельная теплота сгорания древесины - 12600 кДж/кг . Удельная теплота сгорания условного топлива - 29300 кДж/кг . Удельная теплоемкость стали – $0,49 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$, битума – $1,85 \text{ кДж/кг}^\circ\text{C}$

Задача 14. Сколько потребуется каменного угля с удельной теплотой сгорания 26397 кДж/кг (6300 ккал/кг), чтобы получить 20 т негашеной извести из чистого известняка. Известно, что на разложение 1г-моль известняка требуется 178 кДж ($42,5 \text{ ккал}$).

Оглавление

Введение.....	3
Практическая работа №1 ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ	4
Практическая работа №2 ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФАКТОРНОГО ПРОСТРАНСТВА СИСТЕМЫ.....	5
Практическая работа №3 ТЕОРИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПОТОКА....	7
Практическая работа №4 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ И РАСХОДА СЫРЬЕВЫХ МАТЕРИАЛОВ, РЕЖИМ РАБОТЫ ПРЕДПРИЯТИЯ.....	11
Практическая работа №5 ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И КАЧЕСТВА ГОТОВОЙ ПРОДУКЦИИ.....	14
ЗАДАЧИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ТЕХНОЛОГИИ.....	15
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.....	18

Примеры обозначения оборудования на технологических схемах

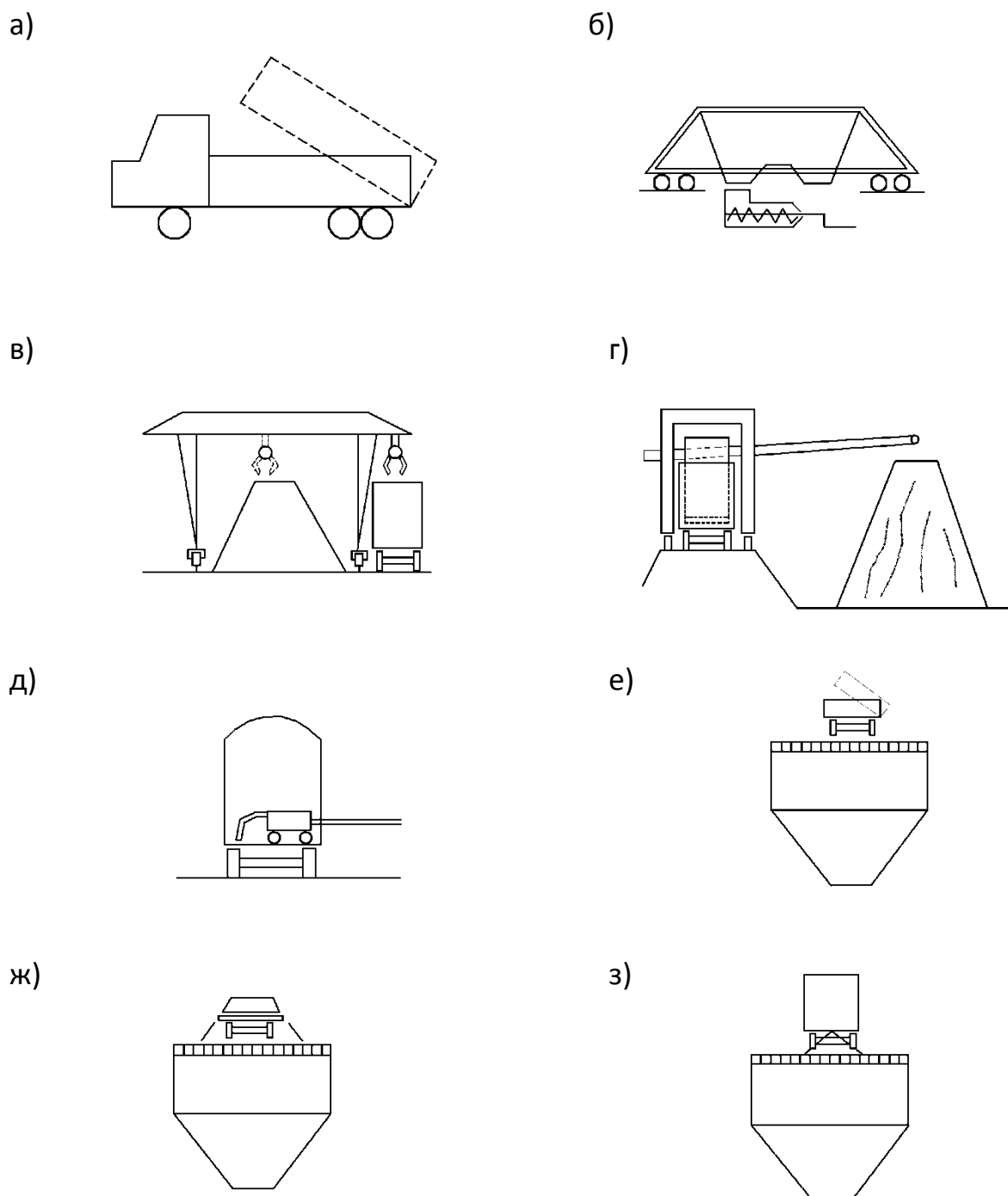


Рис. П.1.1. Примеры оборудования для доставки и выгрузки сырьевых материалов:

а – автотранспорт; б – цементовоз; в – козловой кран; г – путевой разгрузатель; д – вакуумный разгрузатель; е – опрокидывающаяся платформа; ж – плужковый сбрасыватель; з – ж/д вагон с выгрузкой через днище

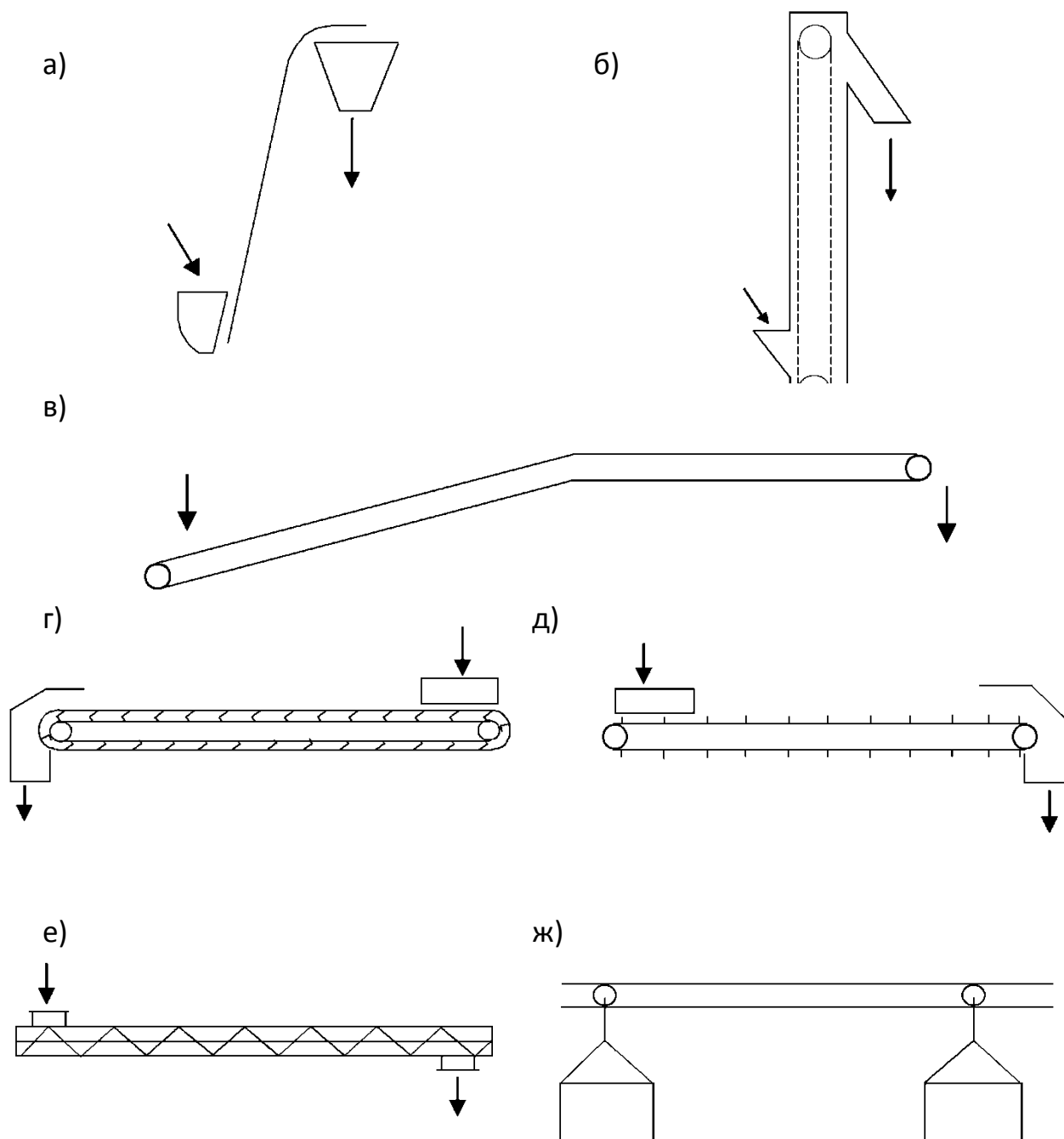


Рис. П.1.2. Примеры транспортного оборудования:

а – скиповый подъемник; б – ковшевой элеватор; в – ленточный конвейер;
 г – пластинчатый конвейер; д – скребковый конвейер; е – шнековый конвейер; ж –
 подвесной конвейер

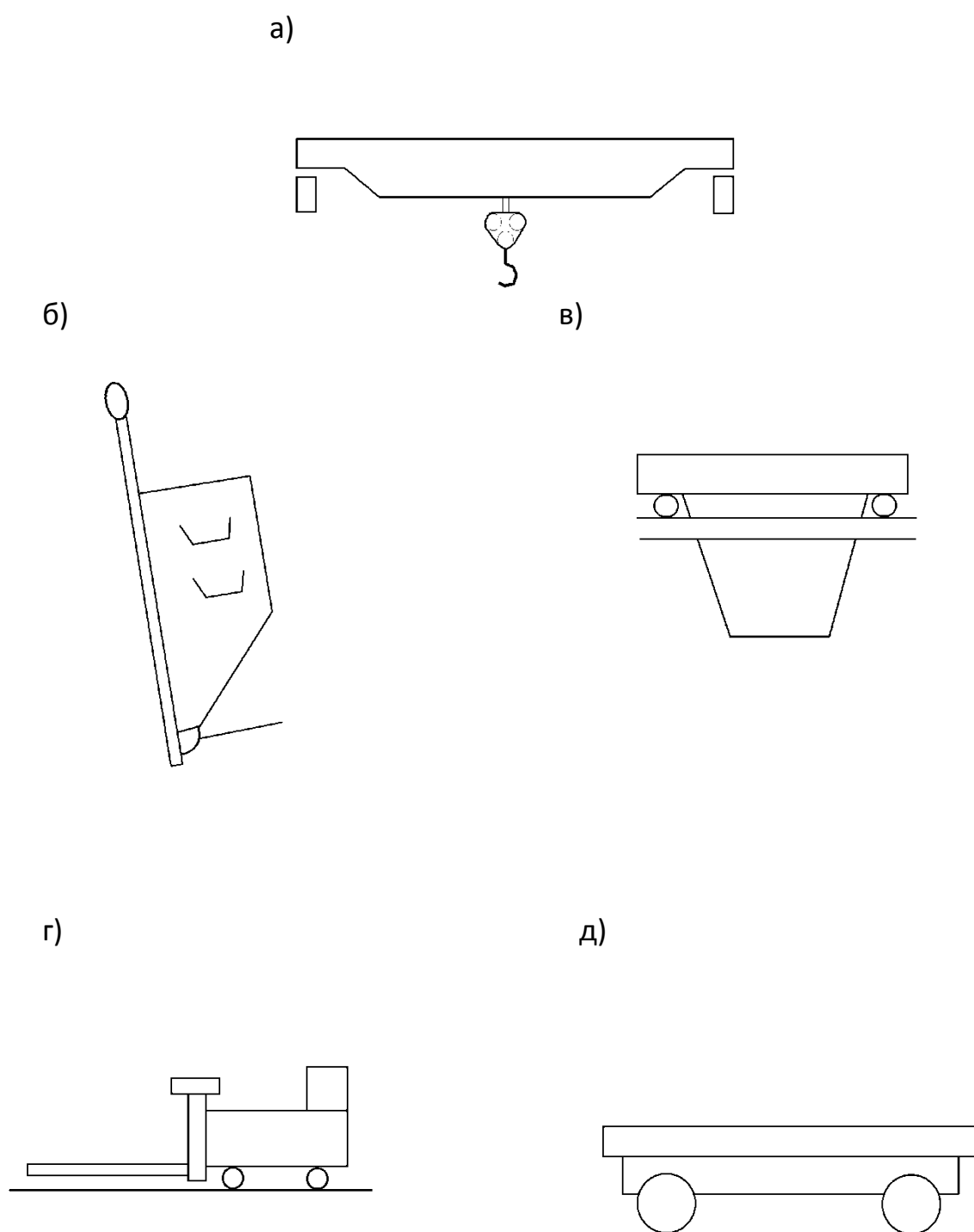


Рис. П.1.3. Примеры оборудования внутрицехового транспорта:

а – мостовой кран; б – ковш; в – бетоновозная тележка; г – электрокар;
д – вагонетка

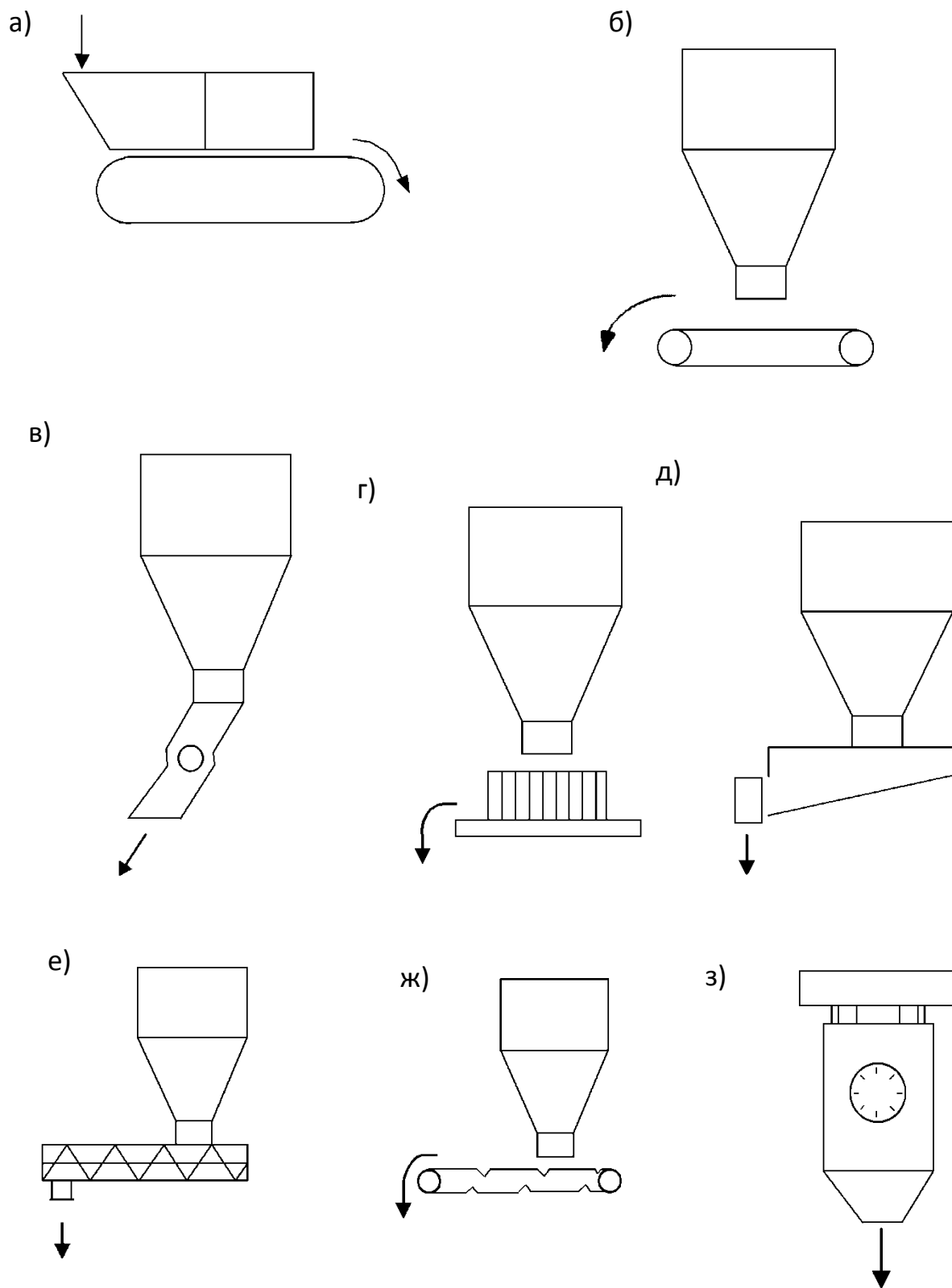


Рис. П.1.4. Примеры дозирочного оборудования:

а – ящичный подаватель; б – ленточный питатель; в – барабанный питатель;
 г – тарельчатый питатель; д – лотковый питатель; е – шнековый питатель;
 ж – пластинчатый питатель; з - автоматический весовой дозатор

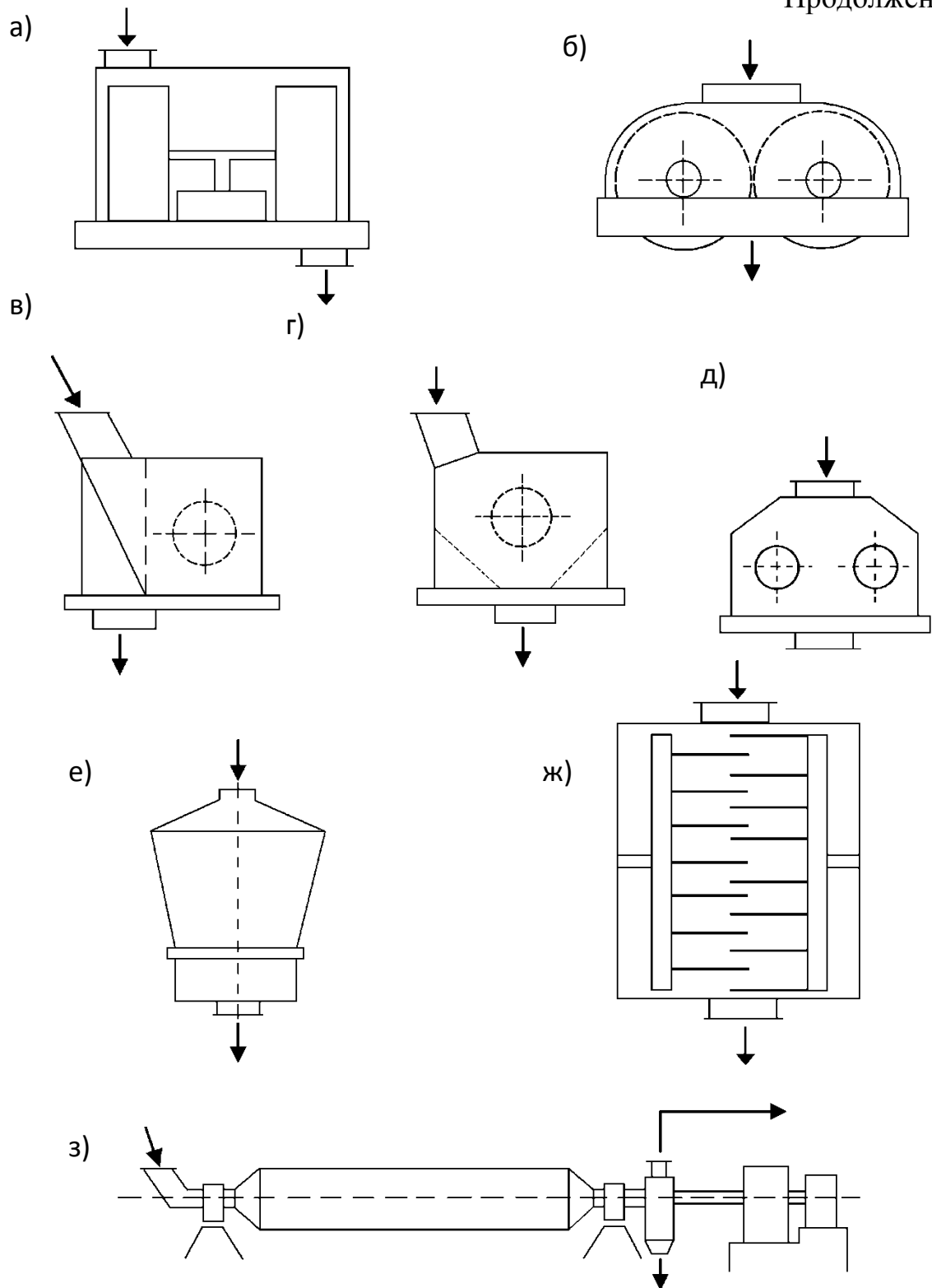


Рис. П.1.5. Примеры диспергирующего оборудования:

а – бегуны; б – вальцы; в – щековая дробилка; г – молотковая дробилка; д – валковая дробилка; е – конусная дробилка; ж – дезинтегратор; з – шаровая мельница

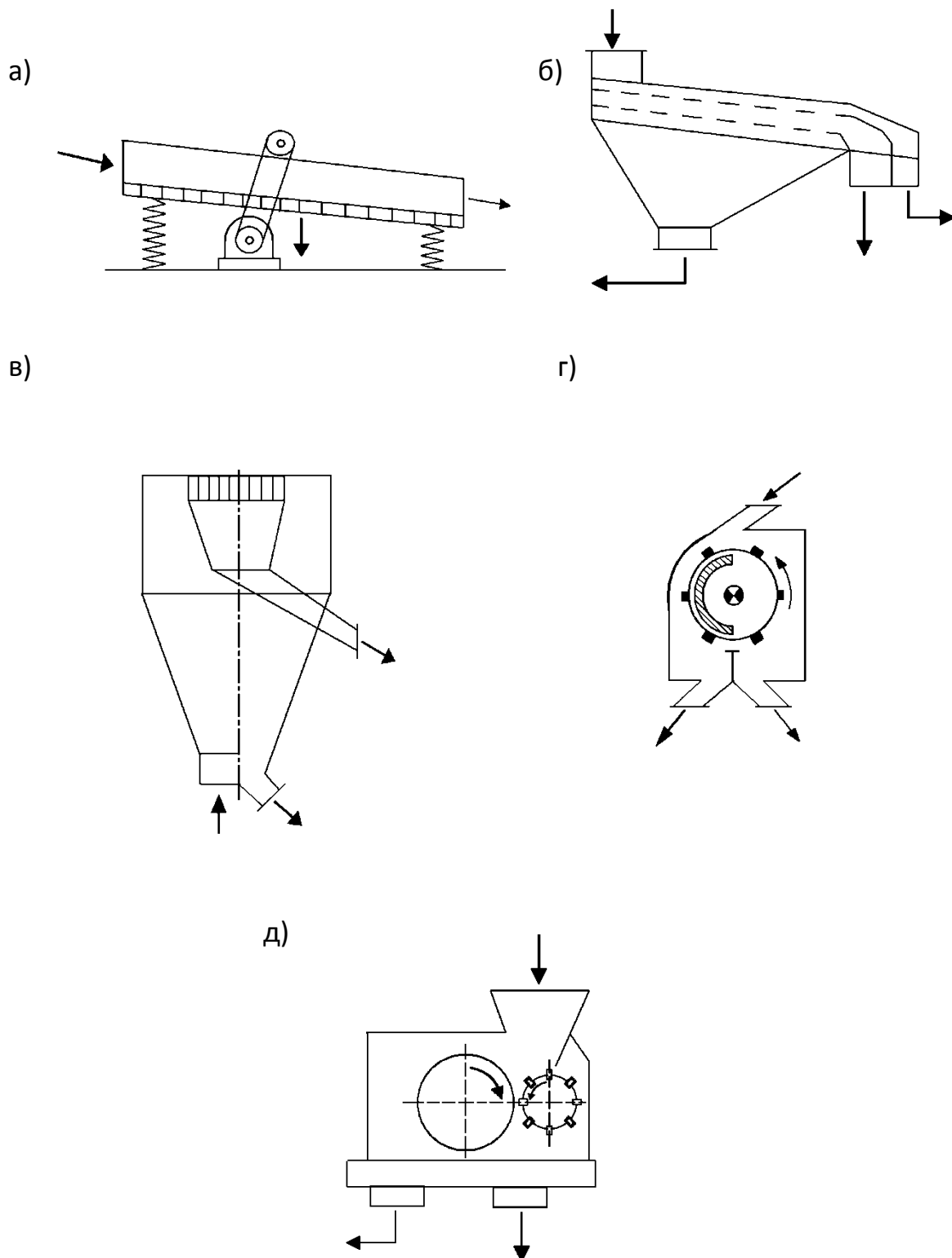


Рис. П.1.6. Примеры сортировочного и обогащительного оборудования:

а – вибросито; б – грохот; в – пневматический сепаратор; г – электромагнитный сепаратор; д – камневывделительные вальцы

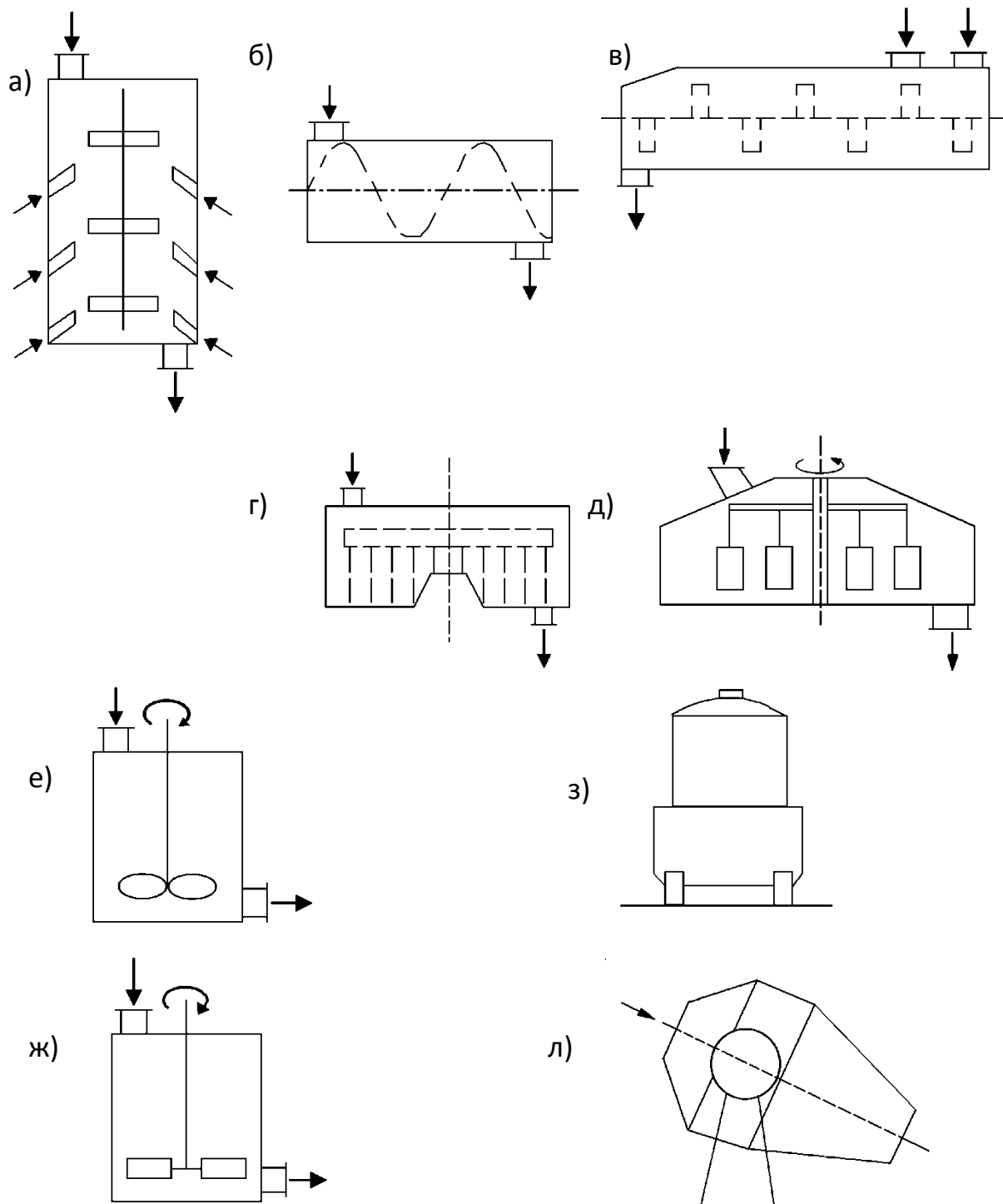


Рис. П.1.7. Примеры гомогенизаторов и смешительного оборудования:

а – пневмомеханический гомогенизатор; б – лопастной смеситель; в – двухвальный смеситель; г – аппарат непрерывного роспуска глины; д – тарельчатый бетоносмеситель; е – пропеллерный смеситель; ж – турбинный (роторный) смеситель; з - гидродинамический смеситель; л – гравитационный бетоносмеситель

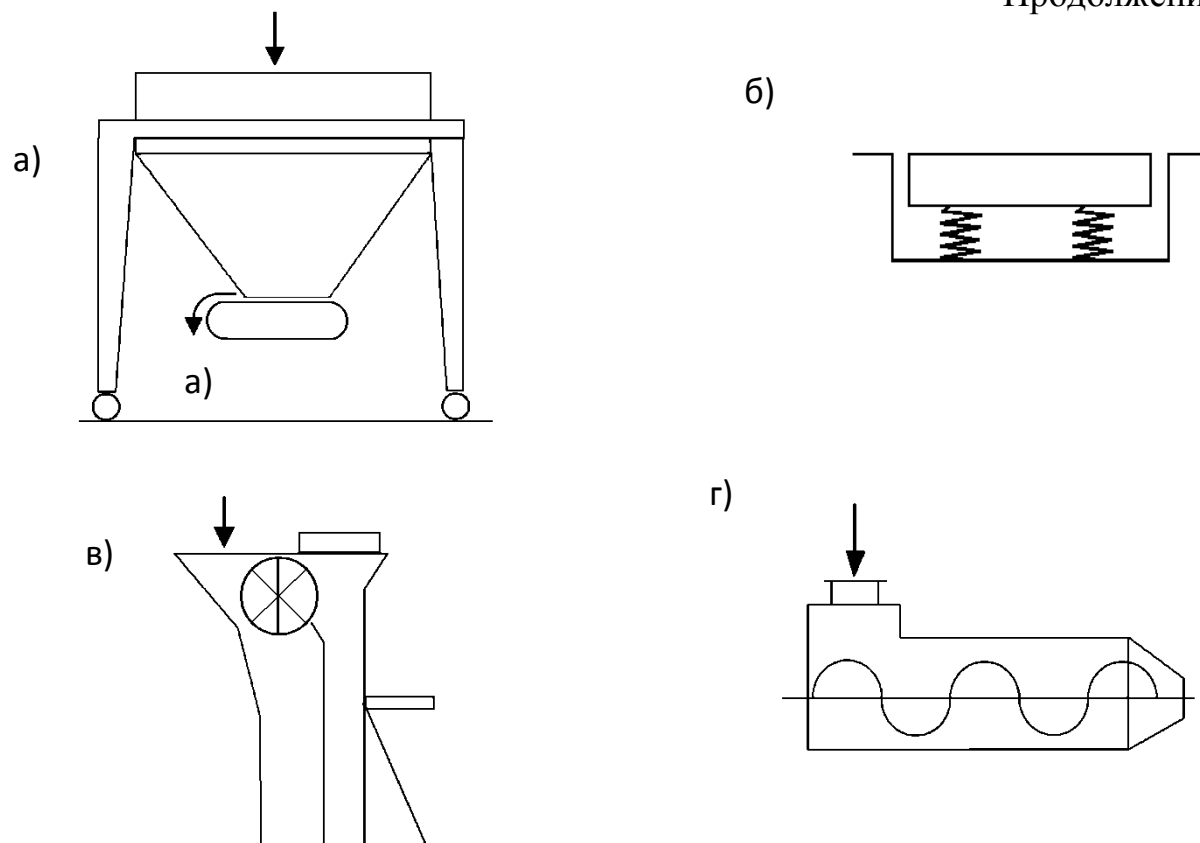


Рис. П.1.8. Примеры формовочного оборудования:

а – бетоноукладчик; б – виброплощадка; в – колено-рычажный пресс;
г – ленточный шнековый пресс

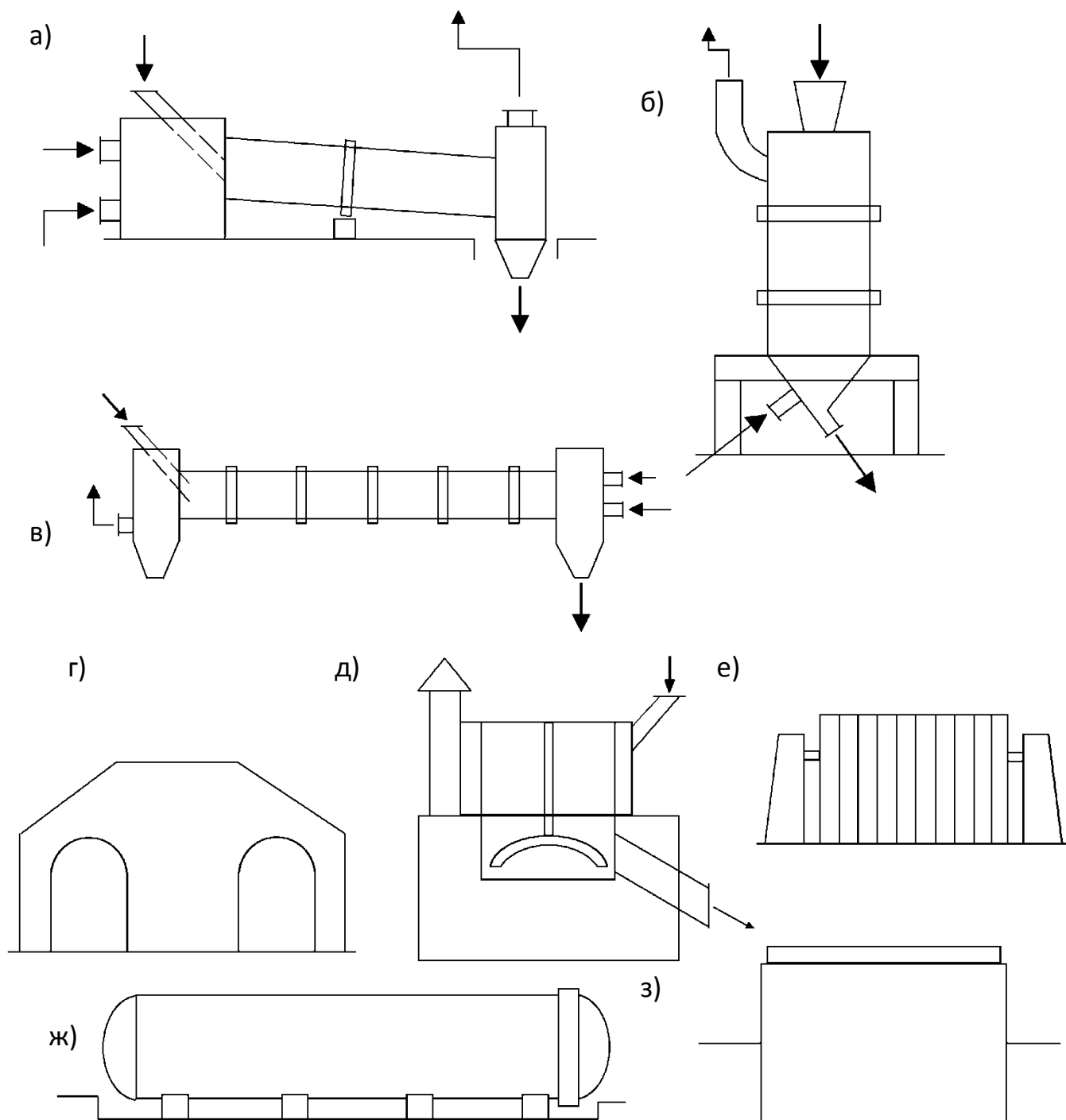


Рис. П.1.9. Примеры теплотехнического оборудования:

а – сушильный барабан; б – шахтная печь; в – вращающаяся печь; г – кольцевая печь; д – гипсоварочный котел; е – кассетная установка; ж – автоклав; з – ямная пропарочная камера

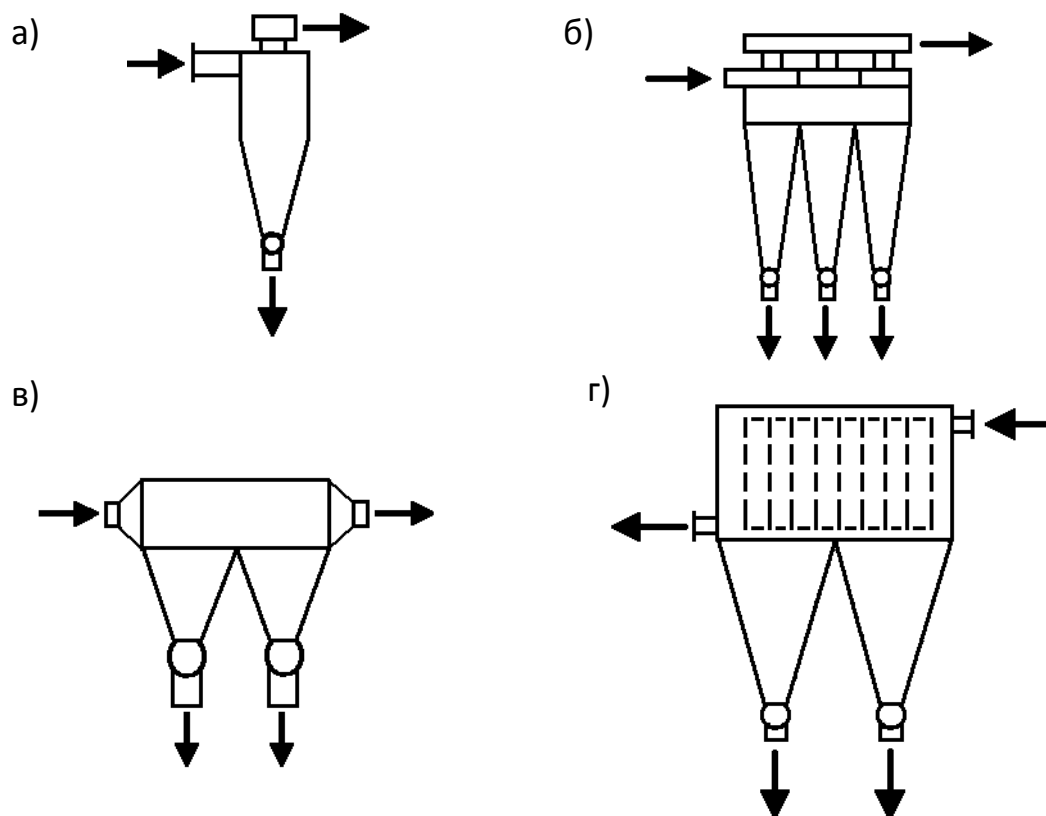


Рис. П.1.10. Примеры аспирационного (пылеулавливающего) оборудования:

а – циклон; б – батарея циклонов; в – пылесадительная камера;
г – электрофильтр