

Введение. Тепловые схемы АЭС

Слюсарский Константин Витальевич, к.ф.-

м.н., доцент ИШЭ, НОЦ И.Н. Бутакова



- Рабочее место – аудитория 112 (4й корпус).
- Время консультаций – пятница, 16:30, ауд. 112 (4й корпус).
- Электронная почта – konstantinsv@tpu.ru

Введение

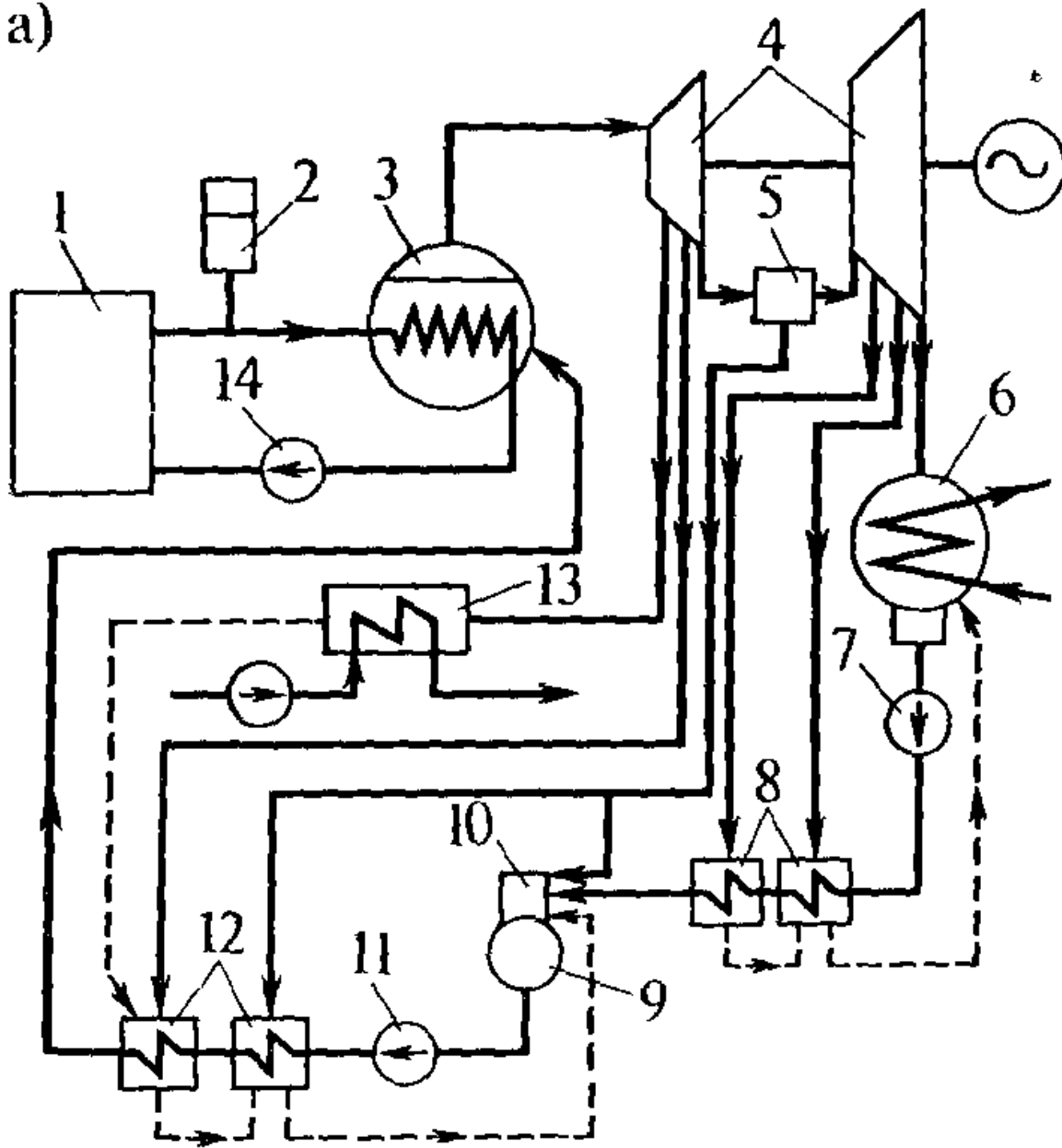
- Трудоемкость освоения дисциплины:
 - Лекции – 16 ч
 - Практики – 32 ч
 - Лабораторные – 16 ч
- Оценочные мероприятия:
 - 8 ИДЗ (по 5 баллов);
 - 8 лабораторных (электронные по 1 баллу, на реальном оборудовании – по 4 балла);
 - 2 контрольные работы (по 10 баллов);
 - Экзамен (20 баллов).
- Курсовая работа.

Рекомендованная литература

- Зорин В.М. Атомные электростанции: учебное пособие для вузов – Москва: Изд-во МЭИ, 2012. — 670 с.: ил.
- Оборудование тепловых и атомных электрических станций : учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / А. В. Воробьёв, Д. В. Гвоздяков, С. В. Лавриненко [и др.]; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Томск: Изд-во ТПУ, 2020.
- Якубенко, И. А.. Технологические процессы производства тепловой и электрической энергии на АЭС :учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / Якубенко И. А., Пинчук М. Э.. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2013. — 288 с.
- Основное оборудование АЭС : учебное пособие для вузов / под ред. С. М. Дмитриева. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. — 288 с.: ил.
- Выговский, С. Б.. Безопасность и задачи инженерной поддержки эксплуатации ядерных энергетических установок с ВВЭР : учебное пособие [Электронный ресурс] / Выговский С. Б., Рябов Н. О., Чернов Е. В.. — Москва: НИЯУ МИФИ, 2013. — 304 с.

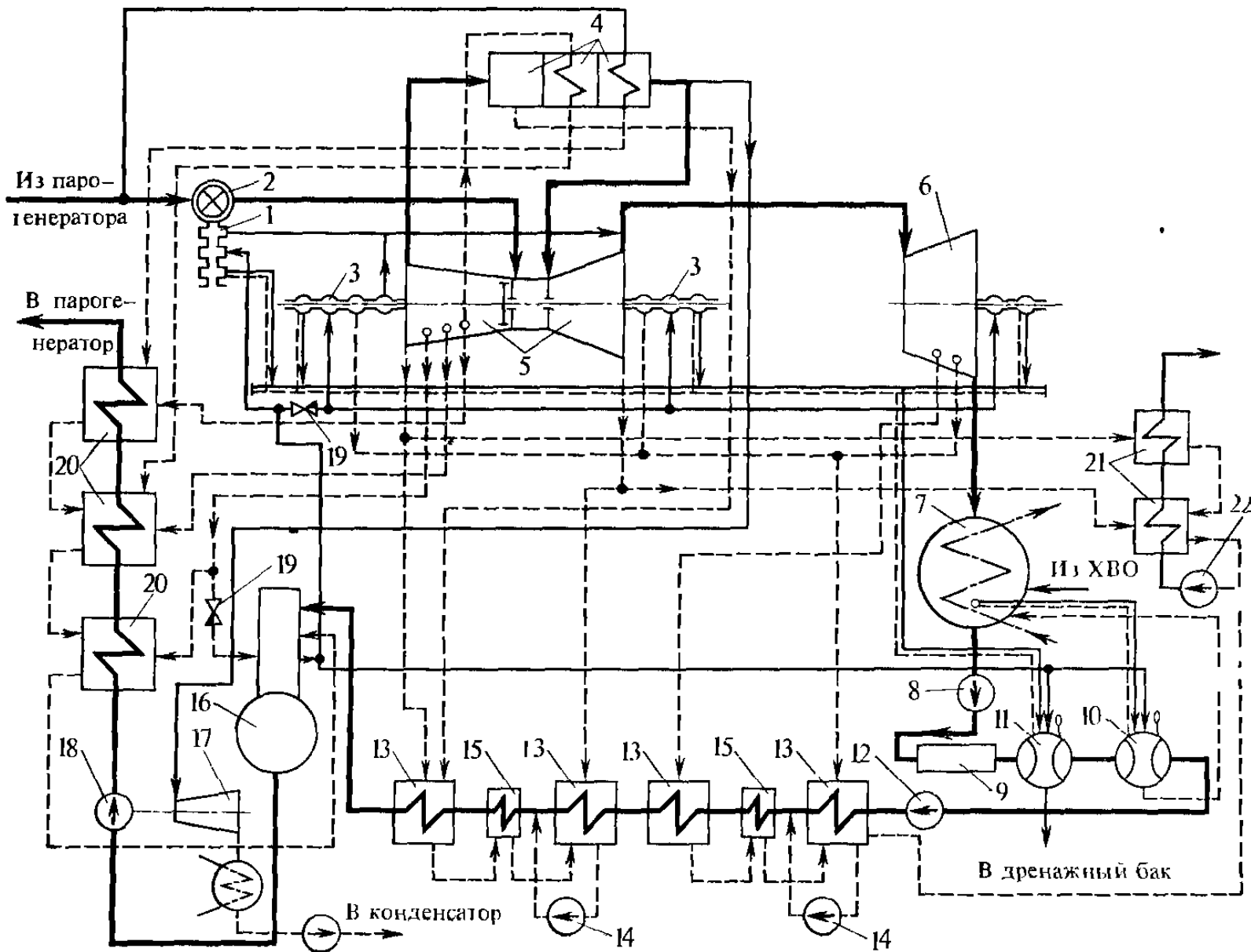
Основное оборудование АЭС

а)



- 1. Реактор
- 2. Компенсатор давления
- 3. Парогенератор
- 4. Турбина
- 5. Сепаратор
- 6. Конденсатор
- 7. Конденсатный насос
- 8. Группа ПНД
- 9. Деаэратор (колонка)
- 10. Деаэратор (бак)
- 11. Питательный насос
- 12. Группа ПВД
- 13. Сетевой подогреватель
- 14. Циркуляционный насос

Основное оборудование АЭС





















Тепловые схемы аЭС

- Виды тепловых схем АЭС:
 - Принципиальная схема – включает в себя основное оборудование. Однотипное оборудование изображается одним элементом вне зависимости от числа установленных агрегатов.
 - Развернутая тепловая схема – включает в себя тепловое оборудование всех трактов, в т.ч. все основные и вспомогательные агрегаты, а также трубопроводы в полном объеме.

Принципиальная тепловая схема используется для реализации проектных и оптимизационных расчетов при проектировании АЭС.

Развернутая тепловая схема позволяет определить функциональные связи всех основных систем АЭС (в т.ч. пусковые, резервные и аварийные линии и оборудование).

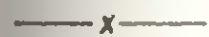
Основные обозначения

	Свежий пар		Непрерывная продувка
	Пар промежуточного перегрева		Периодическая продувка
	Питательная вода, впрыск		Клапан, задвижка
	Конденсат		Обратный затвор
	Пар отборов, на обдувку		Регулирующий клапан
	Пар уплотнений		Регулирующий клапан с электроприводом
	Дренаж		Регулирующий клапан с колонкой дистанционного управления (КДУ)
	Паровоздушная смесь		Обратный затвор с гидроприводом
	Рециркуляция, линии растопки		Предохранительный клапан

Основные обозначения



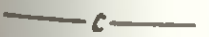
Выпар



Химобессоленая вода



Циркуляционная вода



Пар сбросной, перепускной, на собственные нужды



Шайба дроссельная



Набор дроссельных шайб



Электропривод



Соединение трубопроводов



Арматура под вакуумом



Редукционный клапан



Впрыскивающий пароохладитель



Редукционно-охлаждающее устройство



Расходомер



Воронка открытая



Выхлоп в атмосферу



Фильтр водяной

Газвертуемая тепловая схема АЭС ВВЭР-440

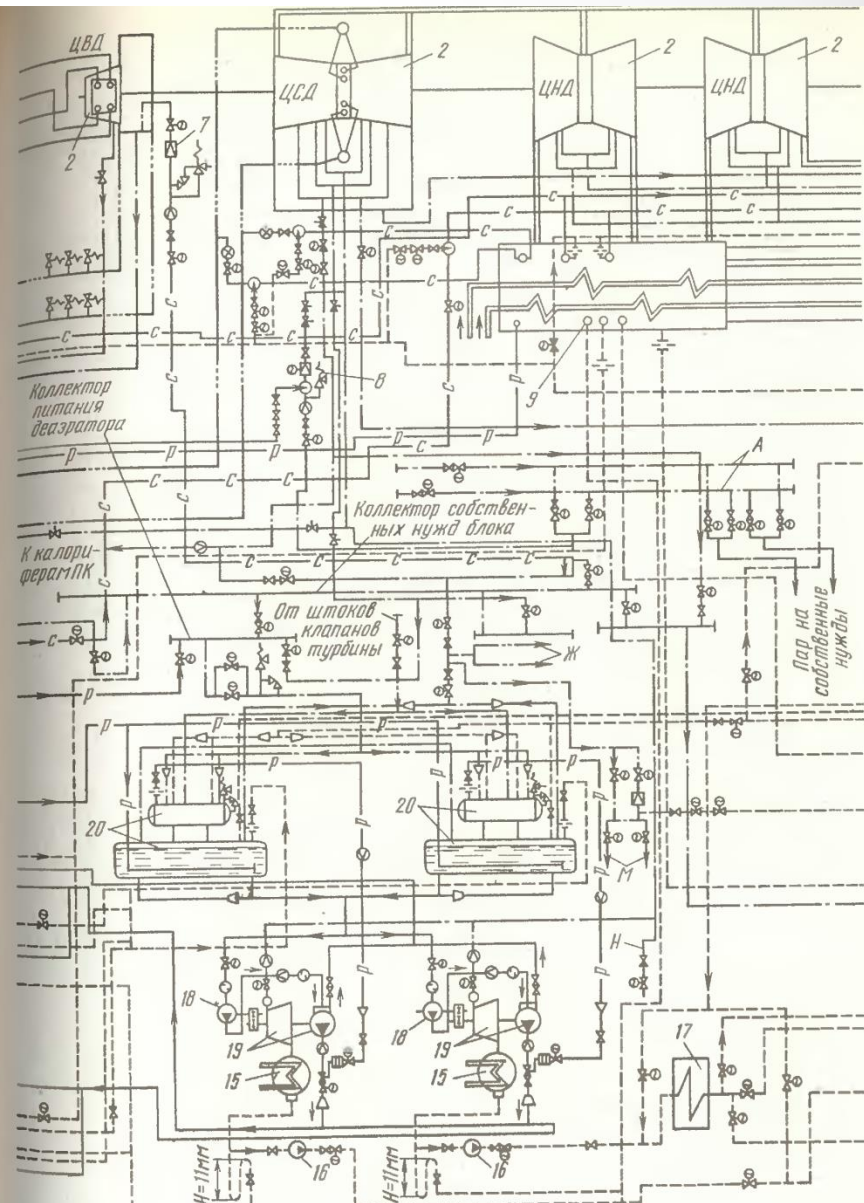
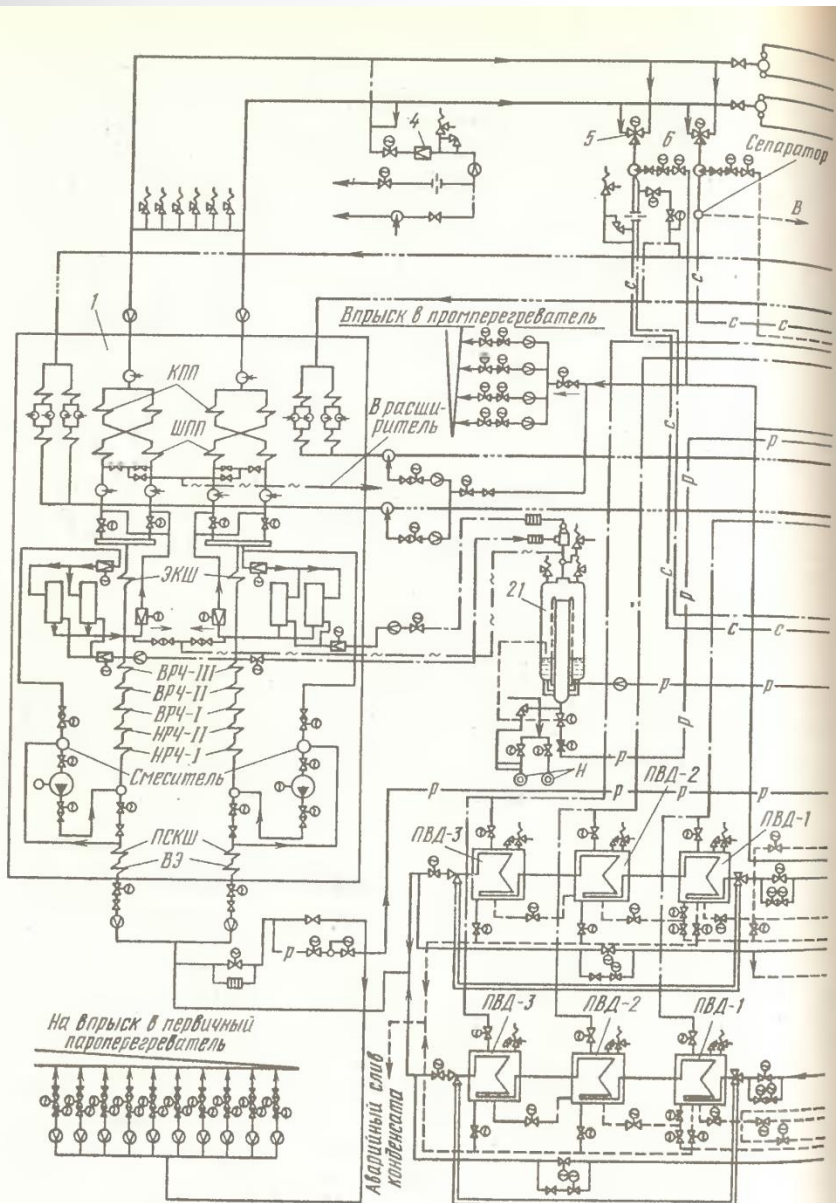
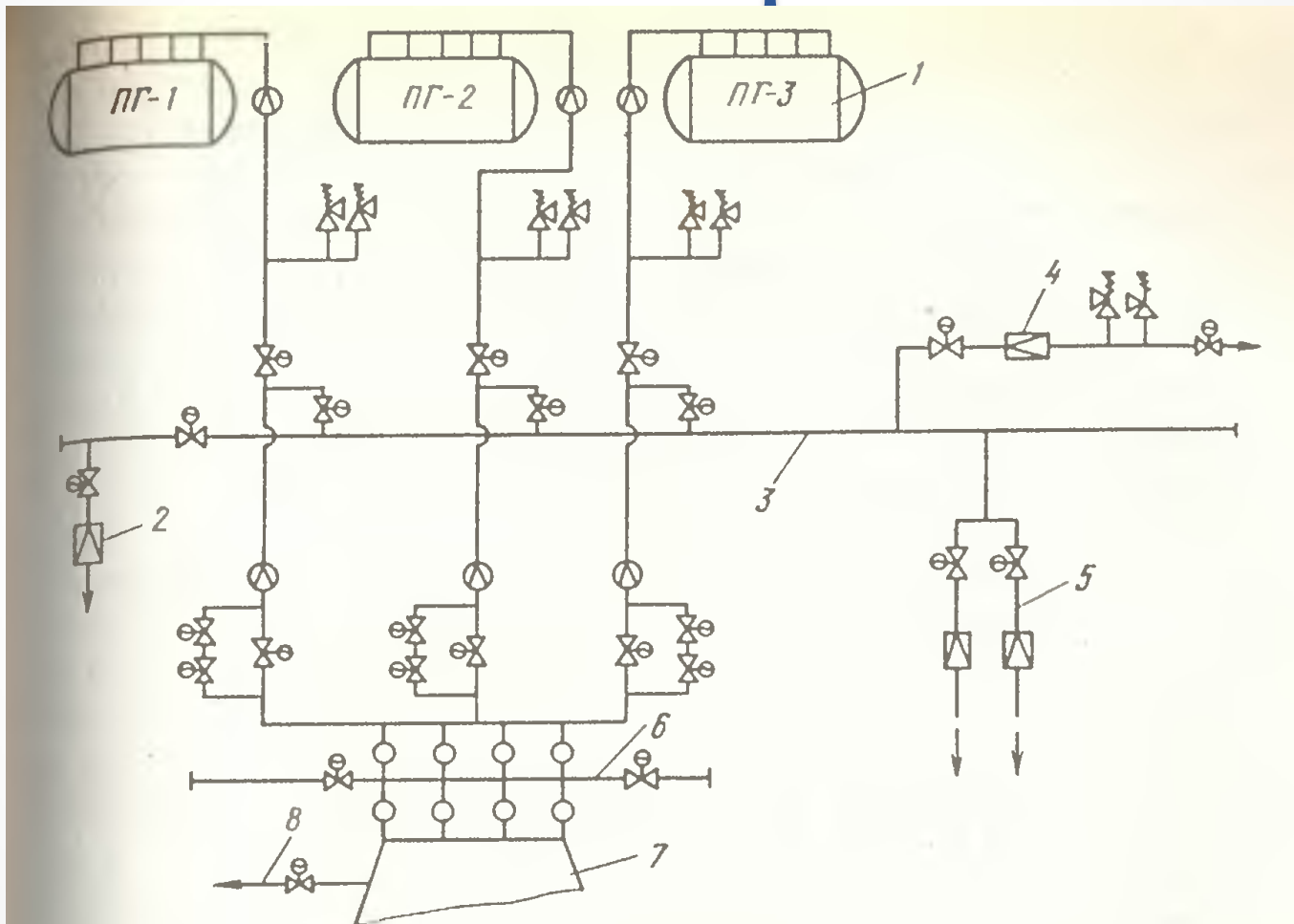


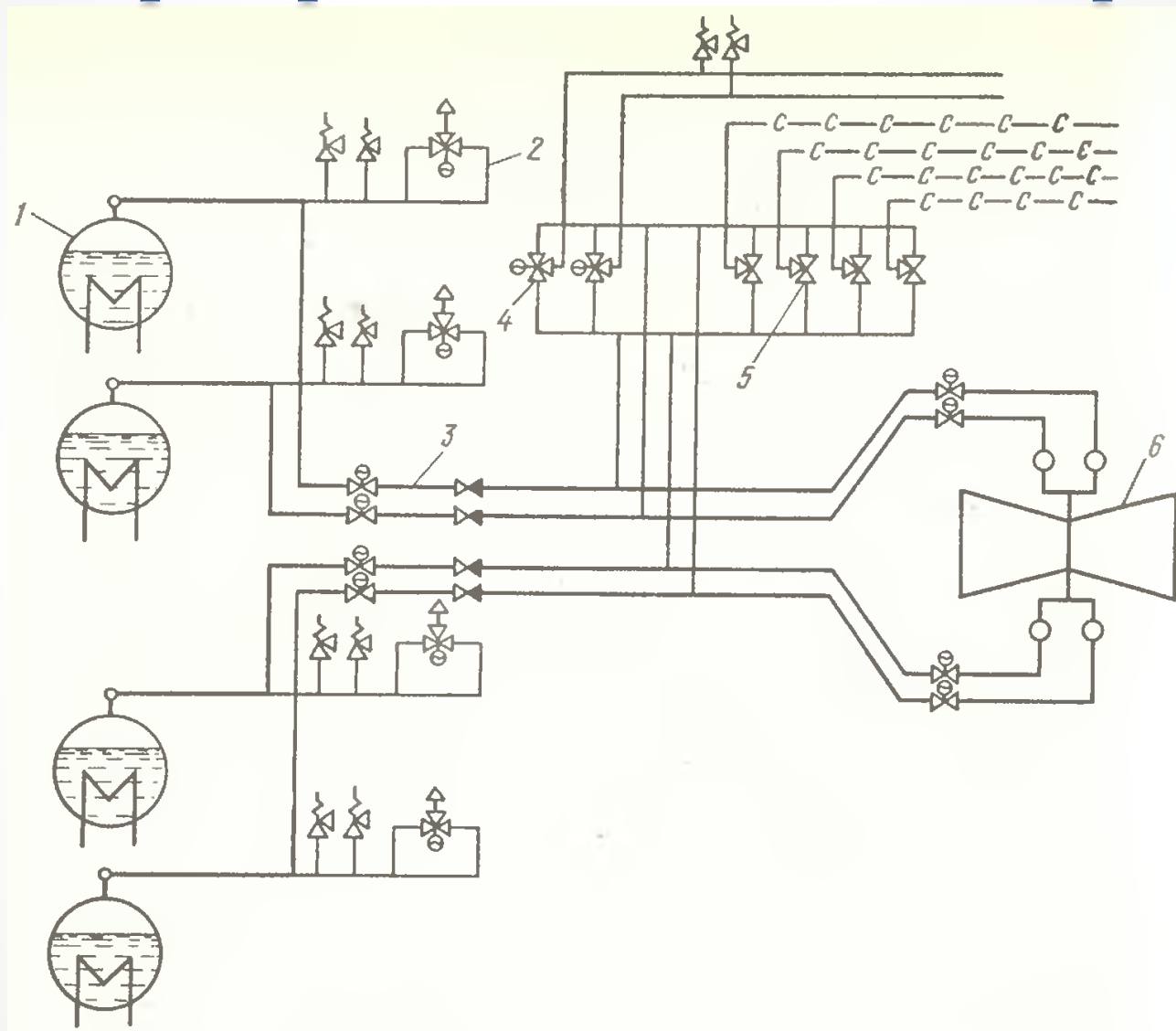
Рис. 10.7. ПТС блока мощностью 800 МВт.

Схема паропроводов свежего пара АЭС



1 – ПГ; 2 – пар в технологический конденсатор; 3 – переключательная магистраль; 4 – БРУ собственных нужд (БРУ-СН); 5 – БРУ сброса в конденсатор (БРУ-К); 6 – отвод свежего пара в пароперегреватель; 7 – ПВД турбины; 8 – отбор пара в пароперегреватель и в регенеративный подогреватель

Схема паропроводов свежего пара АЭС



1 – ПГ; 2 – БРУ-А; 3 – главный паропровод; 4 – БРУ-РТД; 5 – БРУ-К; 6 – ЦВД турбины

Подвод питательной воды

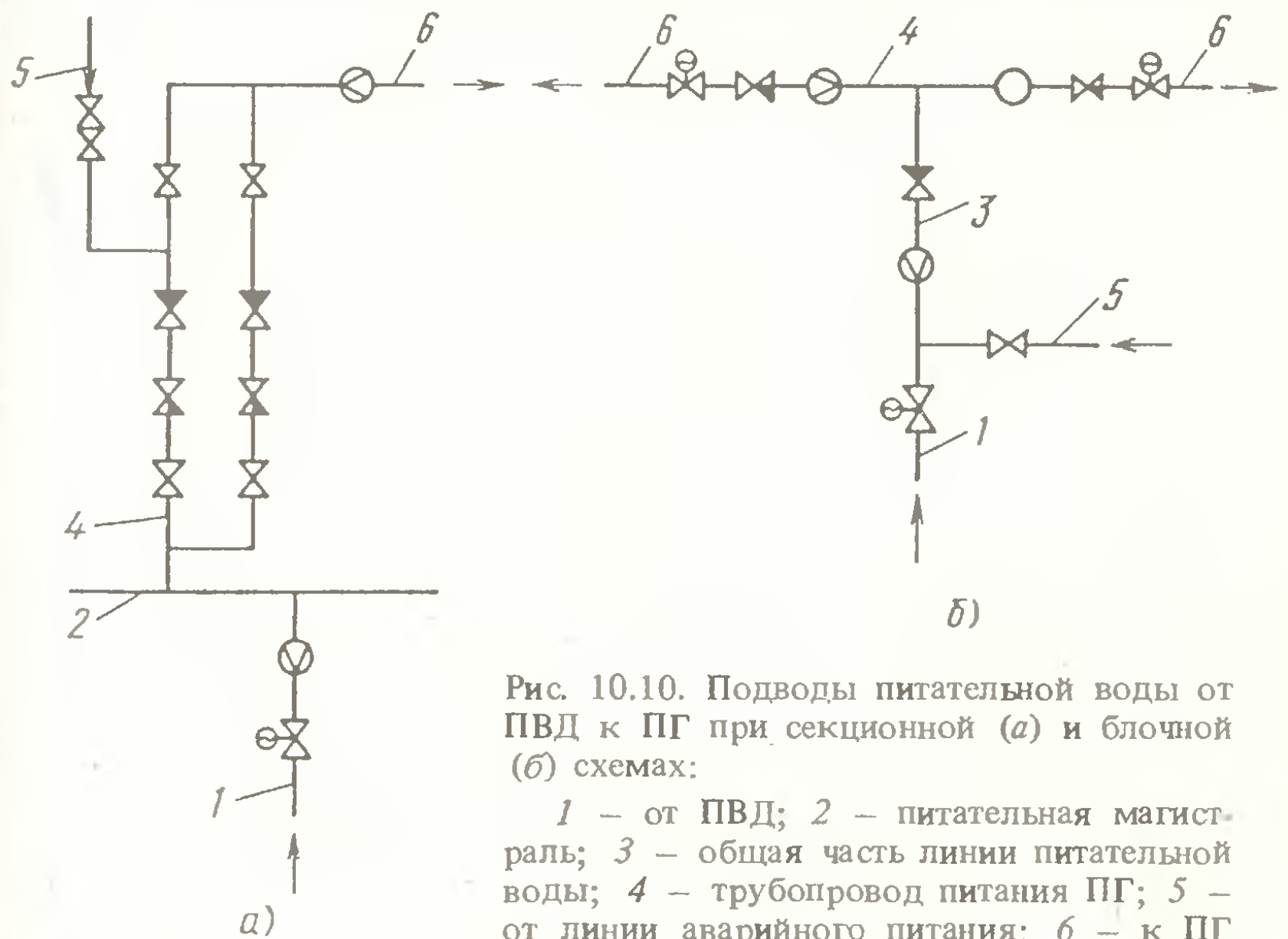
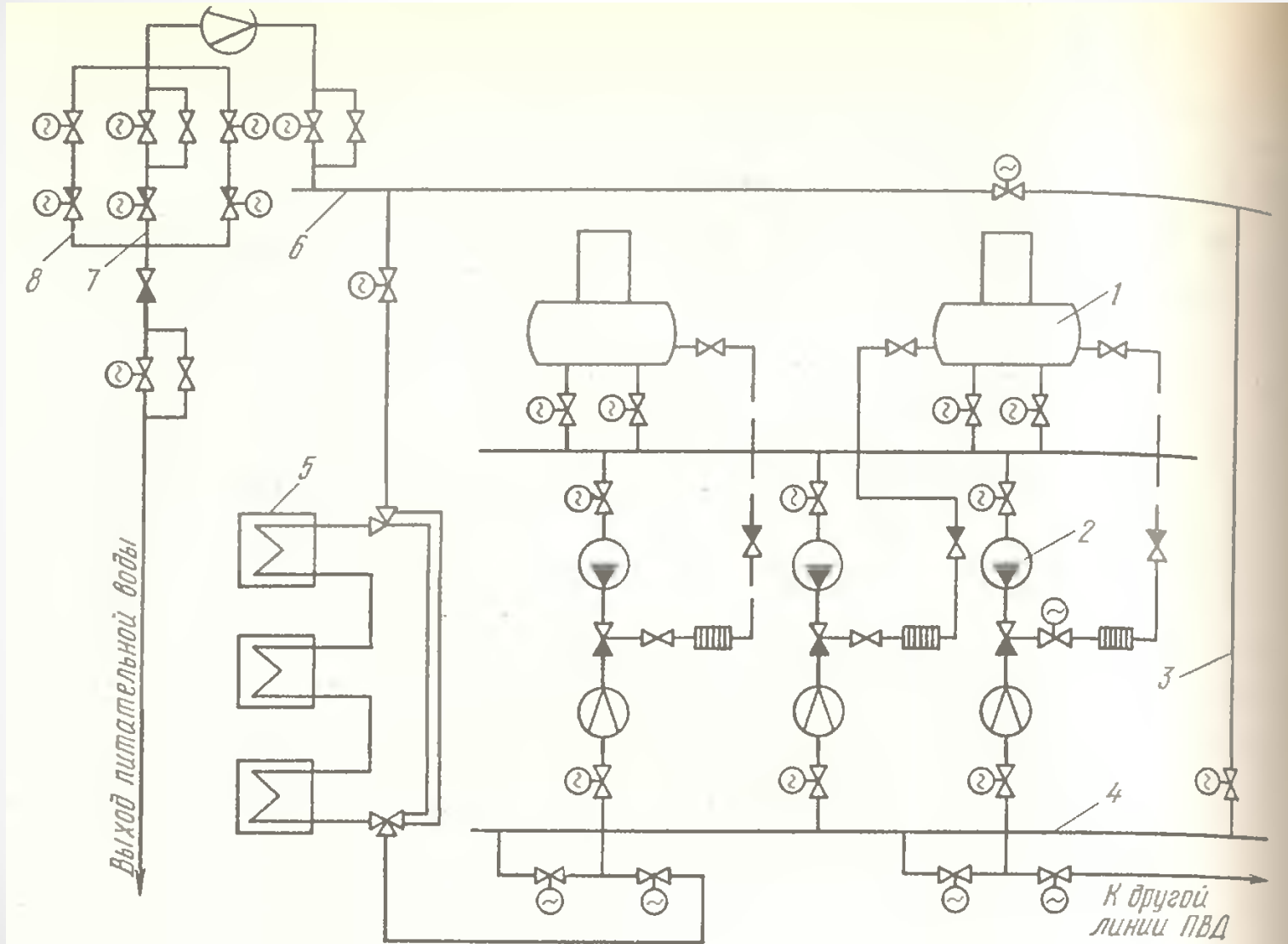


Рис. 10.10. Подводы питательной воды от ПВД к ПГ при секционной (а) и блочной (б) схемах:

1 – от ПВД; 2 – питательная магистраль; 3 – общая часть линии питательной воды; 4 – трубопровод питания ПГ; 5 – от линии аварийного питания; 6 – к ПГ

Схема питательных трубопроводов



1 – деаэратор; 2 – питательный насос; 3 – линия холодного питания; 4 – переключающая магистраль; 5 – ПВД; 6 – общая питательная магистраль; 7 – главный питательный трубопровод парового котла; 8 – байпасная линия

Схема питательных трубопроводов

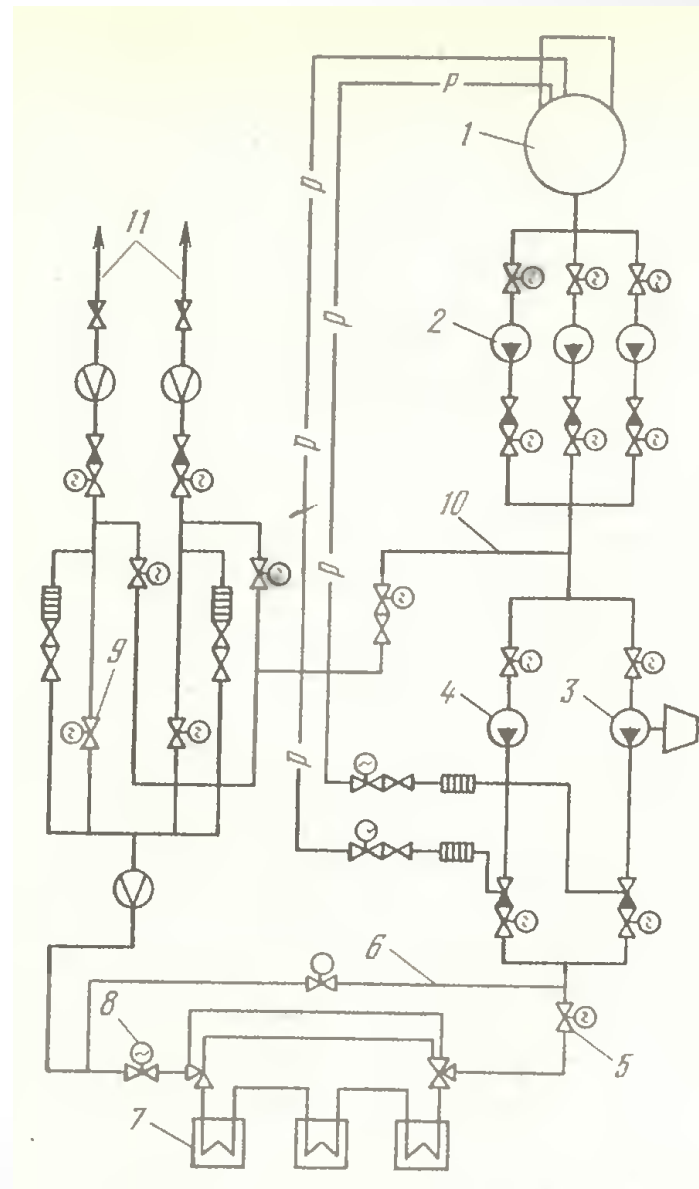
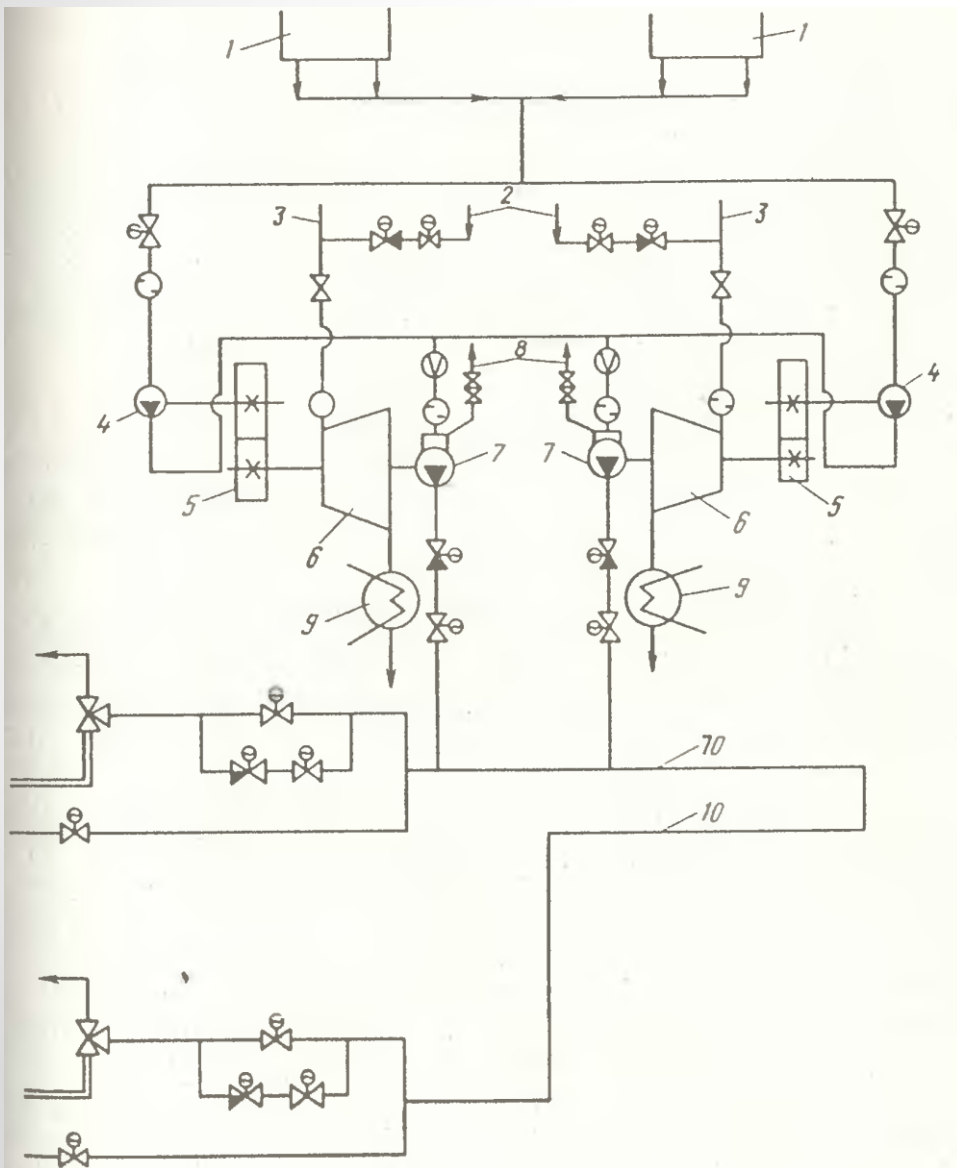
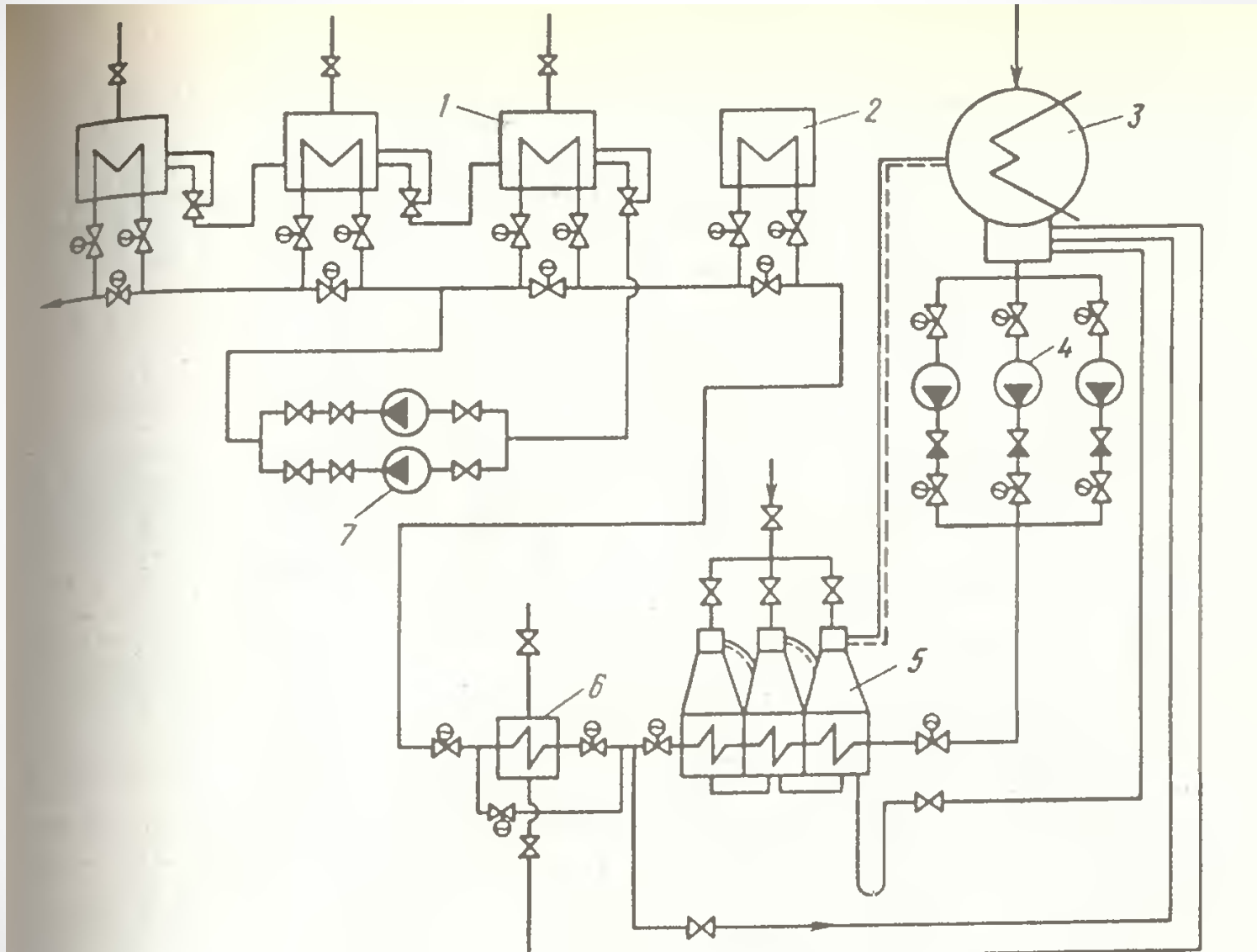


Схема конденсатной линии



1, 2 – ПНД на линии основного конденсата и встроенный в конденсатор турбины; 3 – конденсатор турбины; 4 – конденсатный насос; 5 – эжекторная установка; 6 – подогреватель уплотнений (ПУ); 7 – дренажный насос

Спасибо за внимание!