

Конструкции паровых котельных агрегатов

Паровой котельный агрегат – сосуд, находящийся под избыточным давлением, в котором нагревается и испаряется вода за счет тепловой энергии от сгорания топлива, либо за счет электрической, ядерной, солнечной или геотермальную энергию, а так же теплоты от технологических процессов.

Разделяют: паровой котел и парогенератор. Паровой котел дает только насыщенный пар, а парогенератор может выдавать перегретый пар и в его состав, в качестве неотъемлемых и необходимых элементов могут входить пароперегреватели, экономайзеры и воздухоподогреватели.

Типы паровых котлов: газотрубные и водотрубные.

Все котлы (жаротрубные, дымогарные и дымогарно-жаротрубные), в которых высокотемпературные газы проходят внутри жаровых и дымогарных труб, отдавая тепло воде, окружающей трубы, называются газотрубными. Раньше в теплоэнергетике применение газотрубных котлов ограничивалось тепловой мощностью ок. 360 кВт и рабочим давлением около 1 МПа. Сейчас применяют до 5 МВт и выше. Дело в том, что при проектировании сосуда высокого давления, каким является котел, толщина стенки определяется заданными значениями диаметра, рабочего давления и температуры. При превышении же указанных предельных параметров требуемая толщина стенки оказывается неприемлемо большой. Кроме того, необходимо учитывать требования безопасности, так как взрыв крупного парового котла, сопровождающийся мгновенным выбросом больших объемов пара, может привести к катастрофе. При современном уровне техники и существующих требованиях к безопасности газотрубные котлы можно считать устаревшими, хотя пока еще находятся в эксплуатации многие тысячи таких котлов тепловой мощностью до 700 кВт, обслуживающих промышленные предприятия и жилые здания.

В водотрубных котлах по трубам протекает нагреваемая вода, а топочные газы омывают трубы снаружи. По конструкции значительно сложнее газотрубных. Они быстро разогреваются, практически безопасны в отношении взрыва, легко регулируются в соответствии с изменениями нагрузки, просты в транспортировке, легко перестраиваемы в проектных решениях и допускают значительную перегрузку. Недостатком водотрубного котла является то, что в его конструкции много агрегатов и узлов, соединения которых не должны допускать протечек при высоких давлениях и температурах. Кроме того, к агрегатам такого котла, работающим под давлением, затруднен доступ при ремонте. Водотрубный котел состоит из пучков труб, присоединенных своими концами к барабану (или барабанам), причем вся система монтируется над топочной камерой и заключается в наружный кожух. Направляющие перегородки заставляют топочные газы несколько раз проходить через трубные пучки, благодаря чему обеспечивается более полная теплоотдача. Барабаны служат резервуарами воды и пара; их диаметр выбирается минимальным.

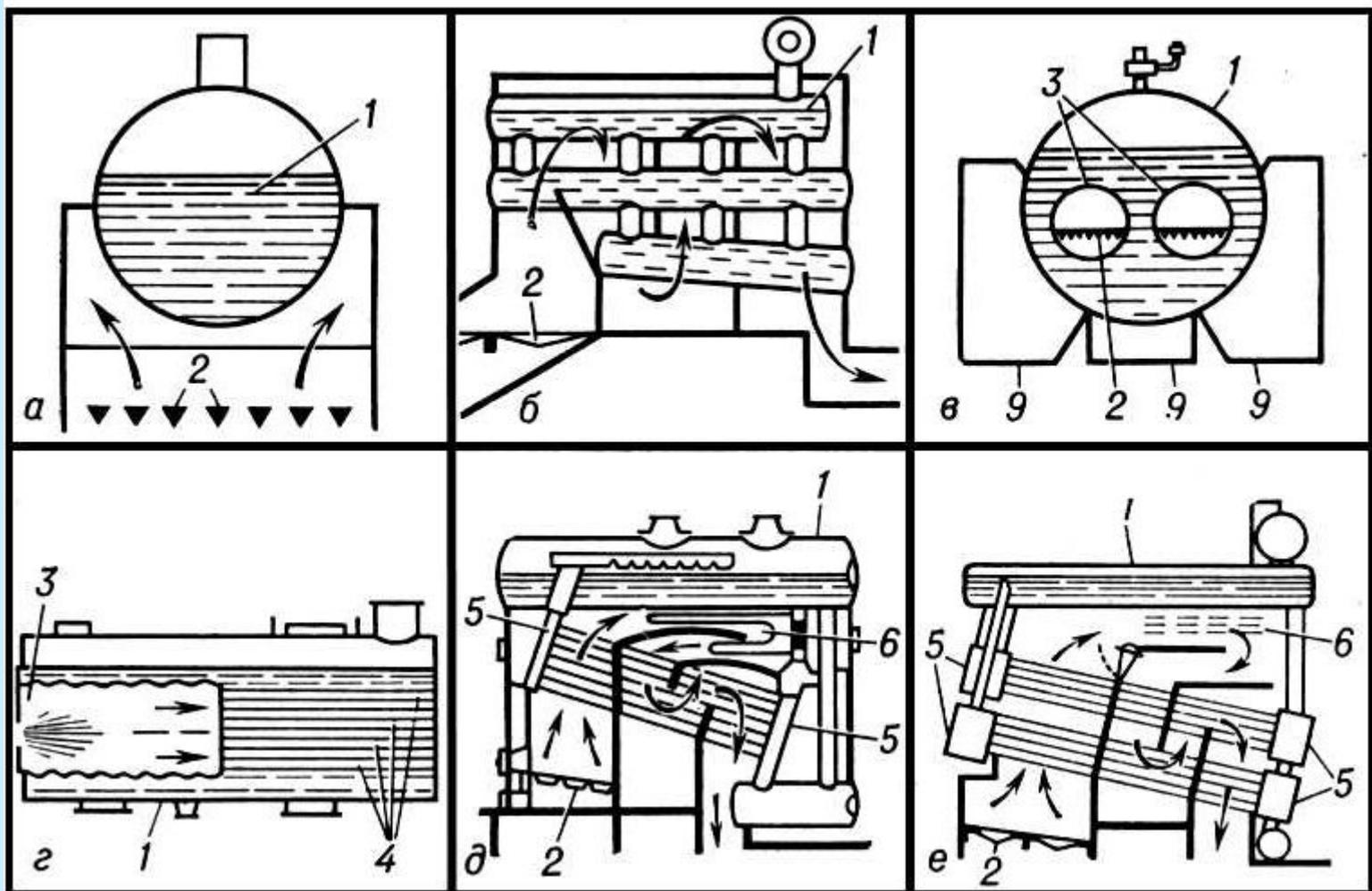


Рис 1. Конструкции паровых котлов.

а — цилиндрический; б — батарейный; в — жаротрубный; г — жаротрубно-дымогарный (локомотивный); д — камерный горизонтально-водотрубный; е — камерный горизонтально-водотрубный конструкции В. Г. Шухова;

1 — барабан; 2 — колосниковая решётка; 3 — жаровая труба; 4 — дымогарная труба; 5 — сборная камера; 6 — пароперегреватель; 9 — газоход.

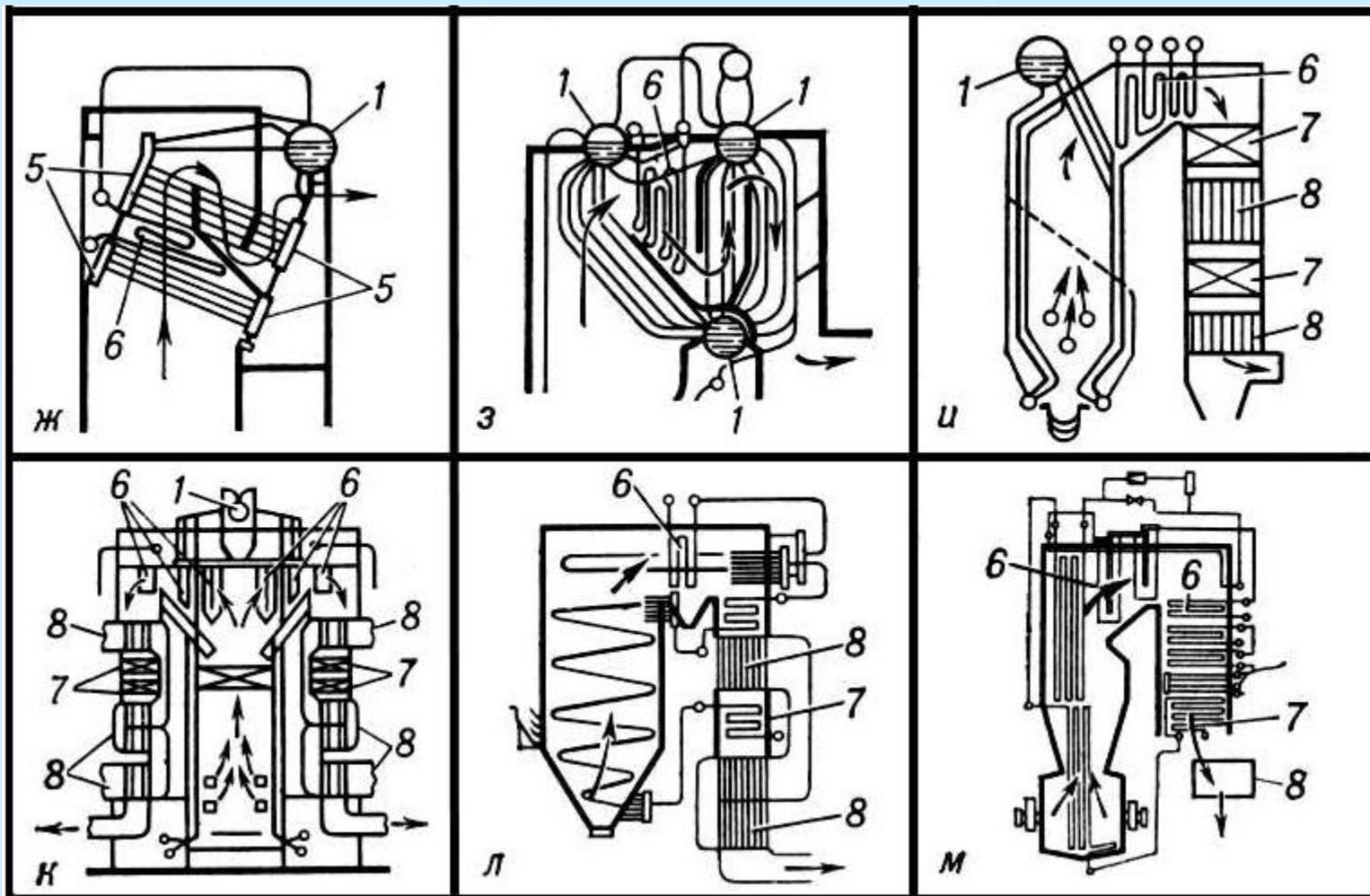


Рис 2. Конструкции паровых котлов (продолжение).

ж — двухсекционный горизонтально-водотрубный («морской»); з — вертикально-водотрубный с гнутыми трубами; и — вертикально-водотрубный с П-образной компоновкой; к — вертикально-водотрубный с Т-образной компоновкой; л — прямоточный конструкции Л. К. Рамзина; м — прямоточный котёл ТПП-210А (СССР): 1 — барабан; 5 — сборная камера; 6 — пароперегреватель; 7 — водяной экономайзер; 8 — воздухоподогреватель; 9 — газоход.

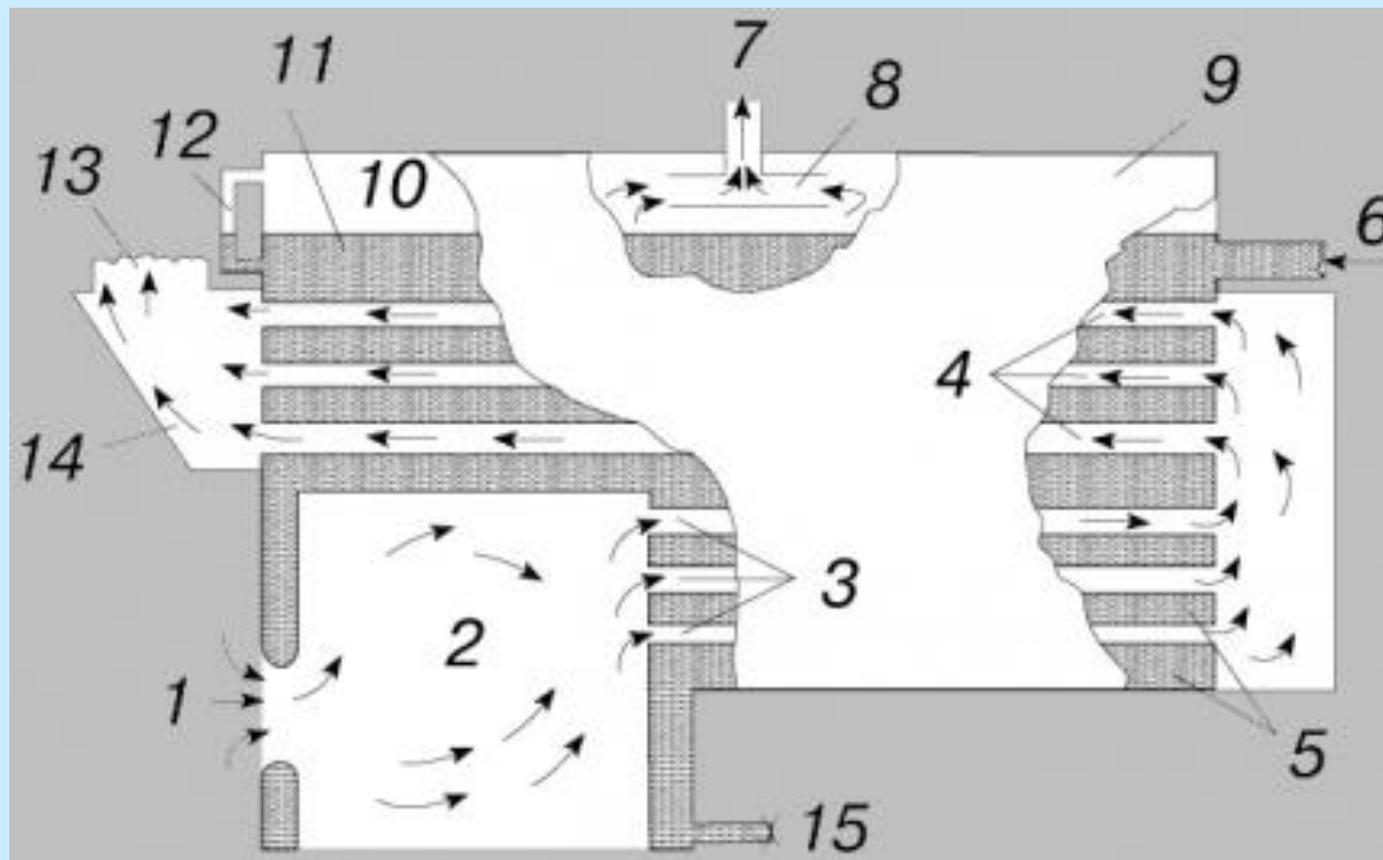


Рис 3. Горизонтальный двухходовой дымогарный газотрубный паровой котел.
1 – подвод топлива и воздуха; 2 – топочная камера; 3 – дымогарные трубы прямого прохода; 4 – дымогарные трубы обратного прохода; 5 – задняя трубная решетка; 6 – вход воды; 7 – выход пара; 8 – сепаратор пара; 9 – барабан; 10 – пар; 11 – вода; 12 – водомерное стекло; 13 – дымоход к дымовой трубе; 14 – дымовой короб; 15 – слив.

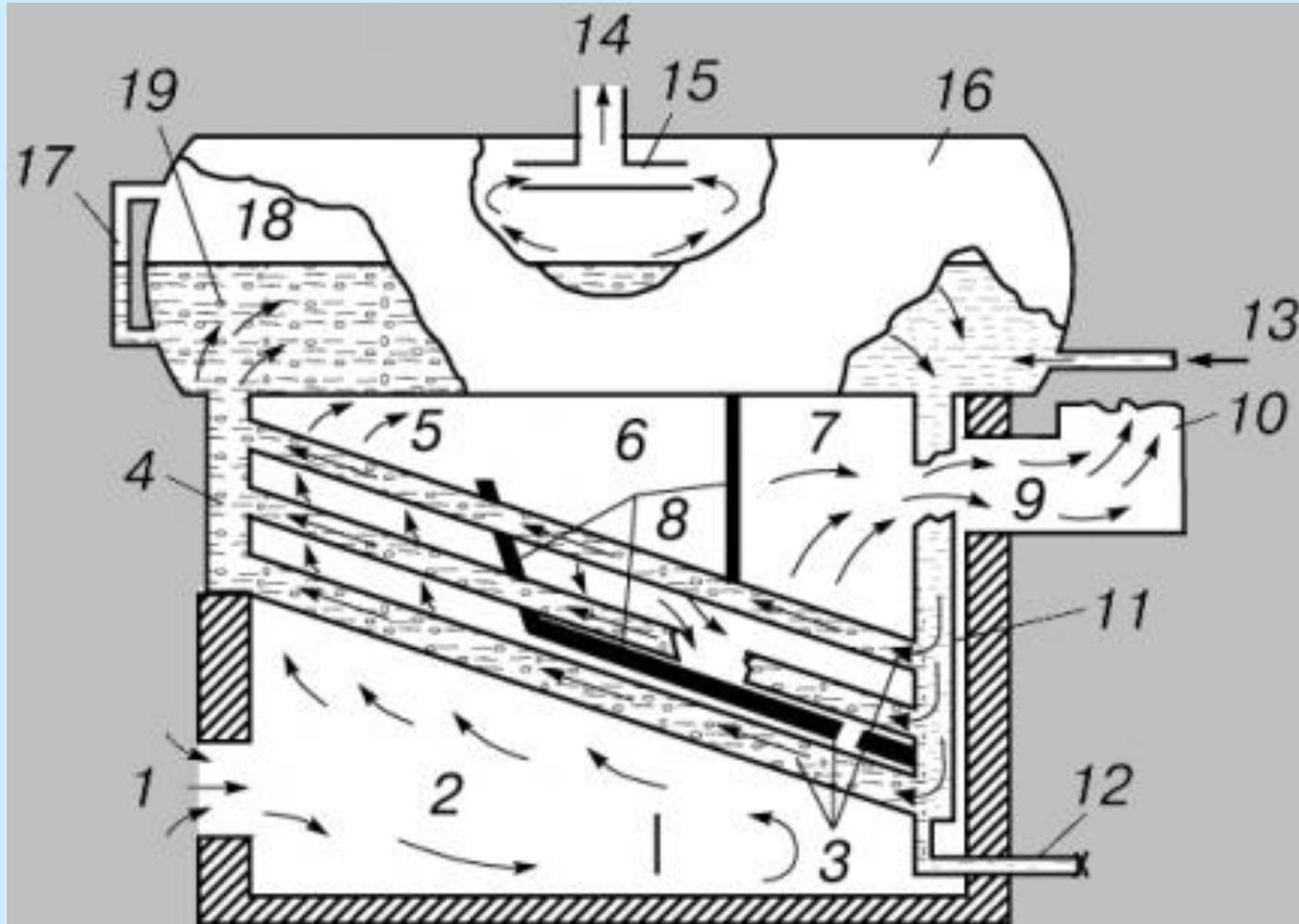


Рис 4. Горизонтальный водотрубный котел.

1 – подвод топлива и воздуха; 2 – огнеупорная топочная камера; 3 – водяные трубы; 4 – передний коллектор (пароводяная смесь); 5 – первый проход; 6 – второй проход; 7 – третий проход; 8 – направляющие перегородки; 9 – дымовой короб; 10 – дымоход к дымовой трубе; 11 – задний коллектор (вода); 12 – слив; 13 – вход воды; 14 – выход пара; 15 – сепаратор пара; 16 – барабан; 17 – водомерное стекло; 18 – пар; 19 – пароводяная смесь.

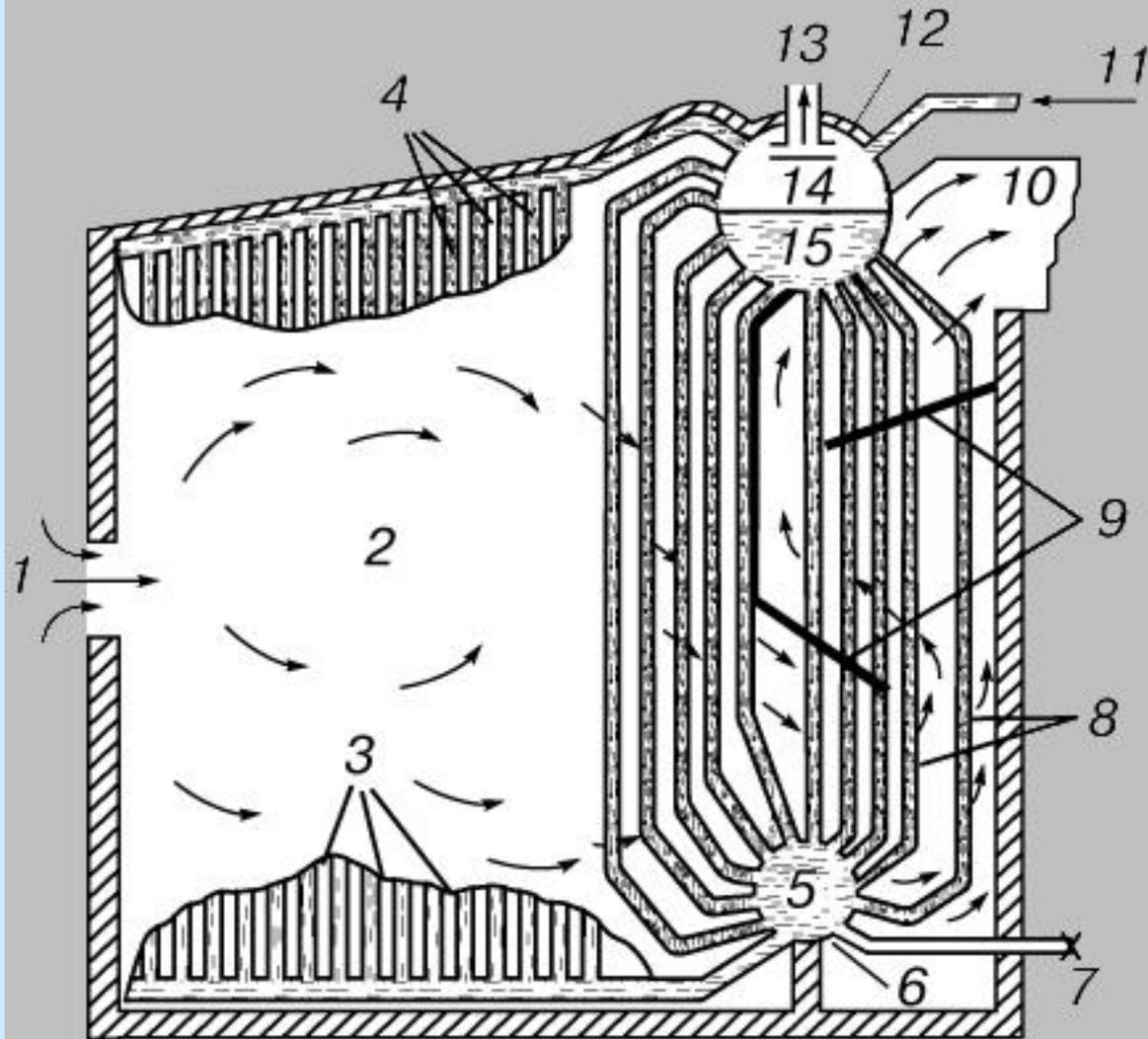
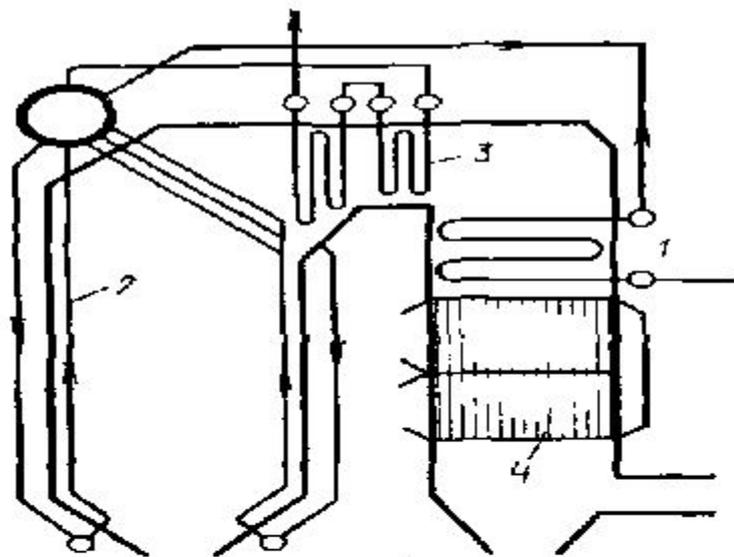
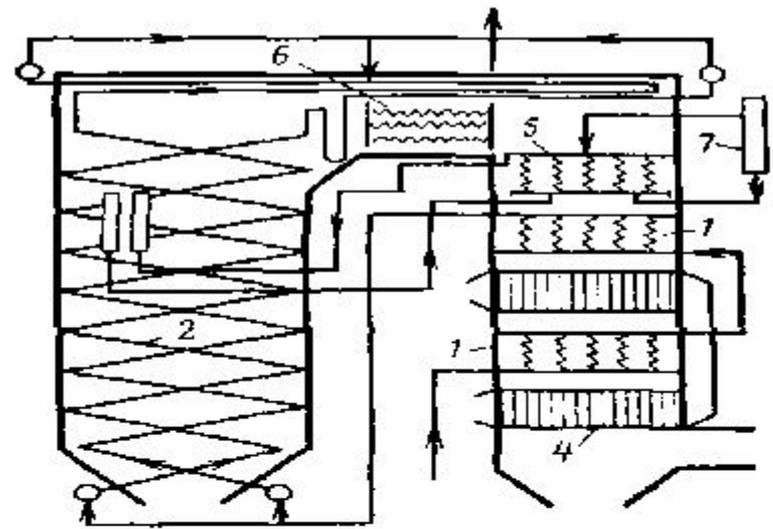


Рис 5. Двухбарабанный вертикальный водотрубный котел.

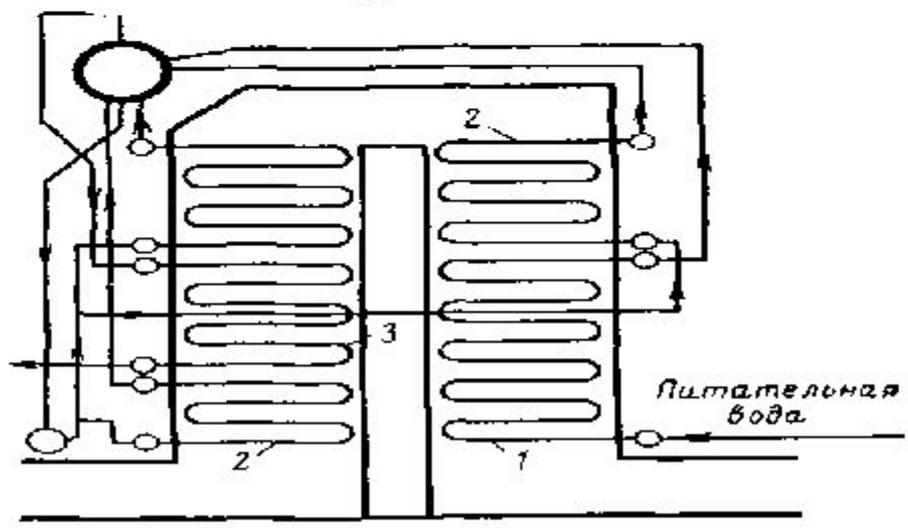
1 – подвод топлива и воздуха; 2 – экранированная (радиационная) топочная камера; 3 – огнеупорная обмазка или металлическая обшивка труб экрана; 4 – трубы экрана; 5 – вода; 6 – цилиндрический водяной барабан; 7 – слив; 8 – вертикальные водяные трубы; 9 – направляющие перегородки; 10 – дымоход к дымовой трубе; 11 – вход воды; 12 – цилиндрический паровой барабан; 13 – выход пара; 14 – пар; 15 – кипящая вода.



а)



б)



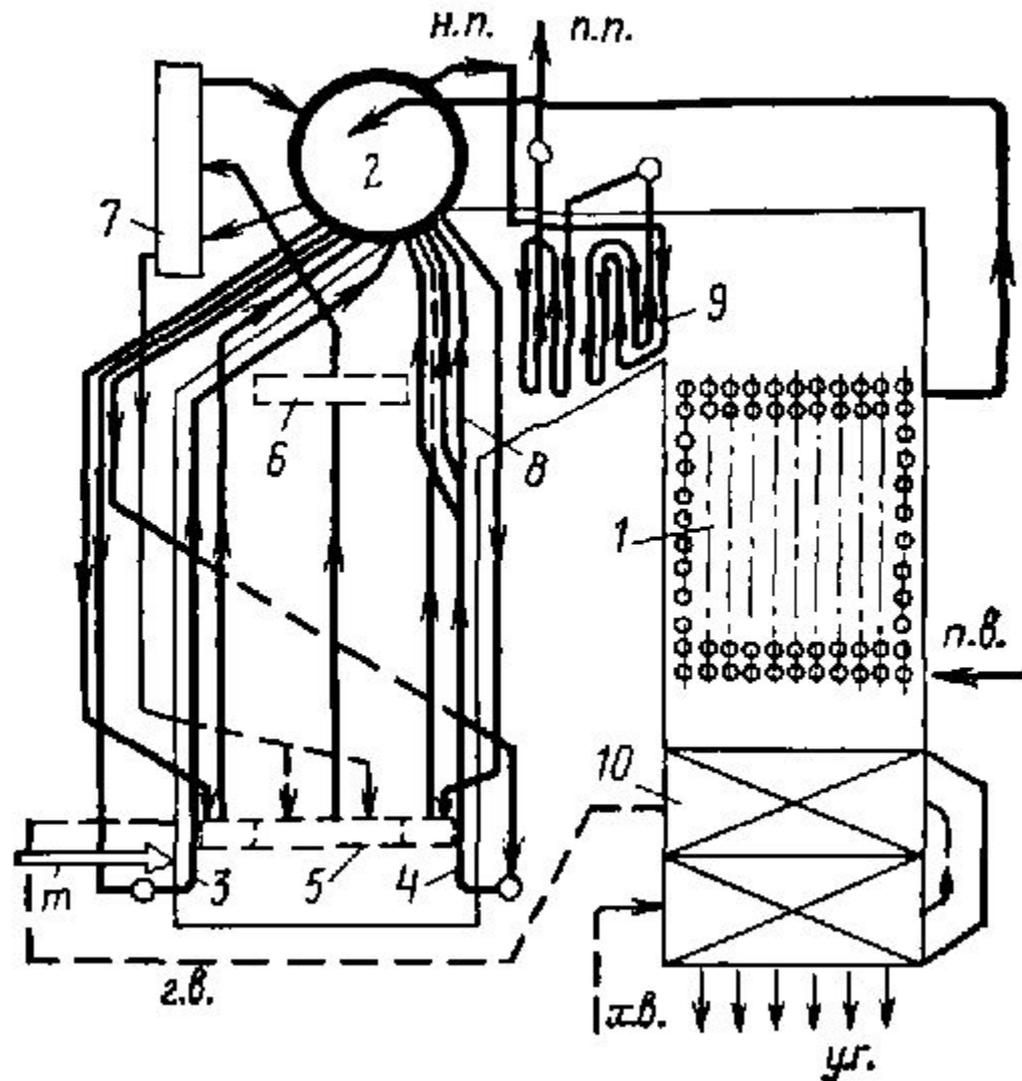
б)

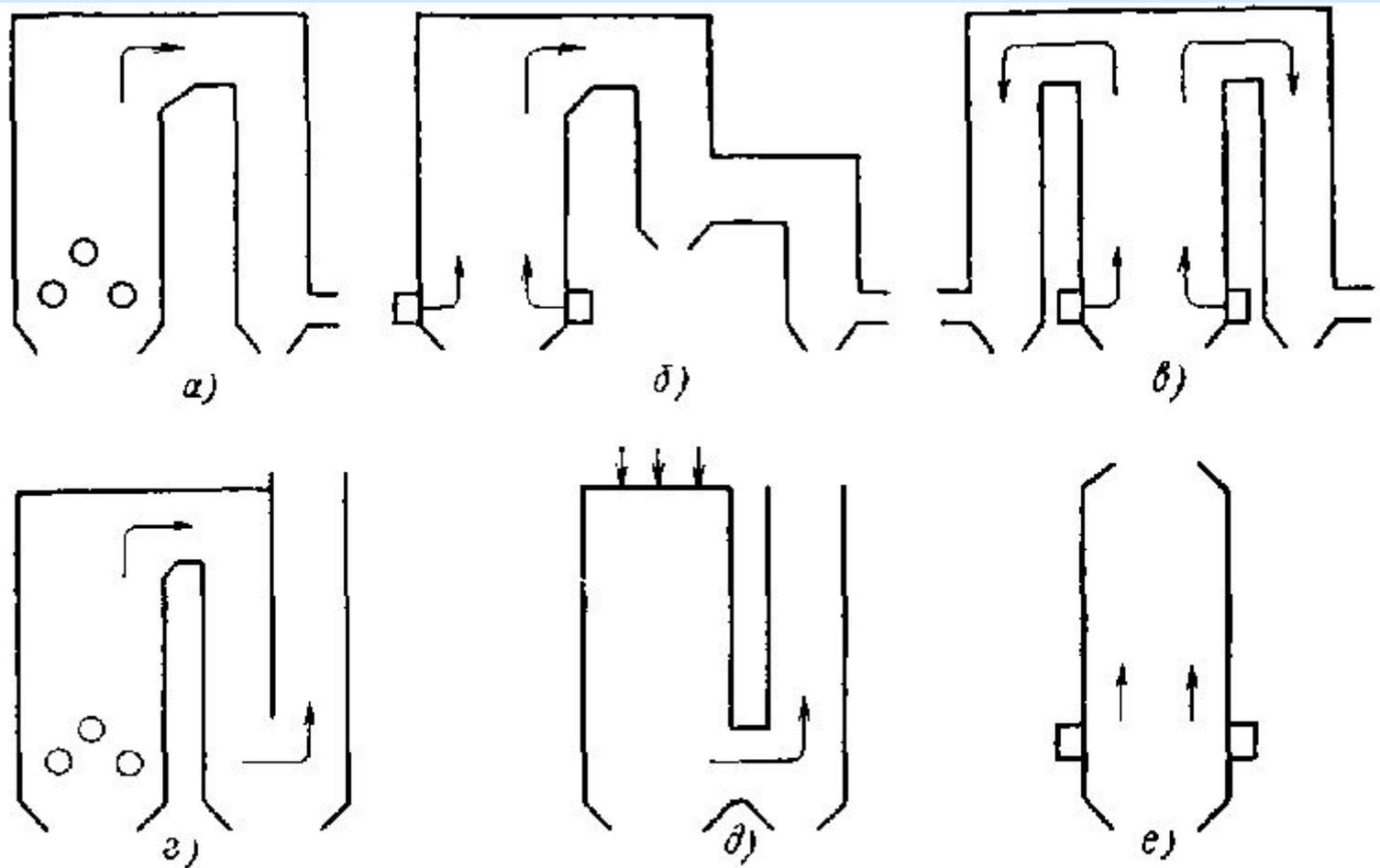
Типы котлов:

а — барабанный с естественной циркуляцией; б — с многократно принудительной циркуляцией; в — прямой; 1 — экономайзер; 2 — испарительные поверхности нагрева; 3 — пароперегреватель; 4 — воздухоподогреватель; 5 — переходная зона испарительной поверхности нагрева; 6 — конвективный пароперегреватель; 7 — сепаратор пара

Общий вид котла БМ-35-РФ и его циркуляционная схема:

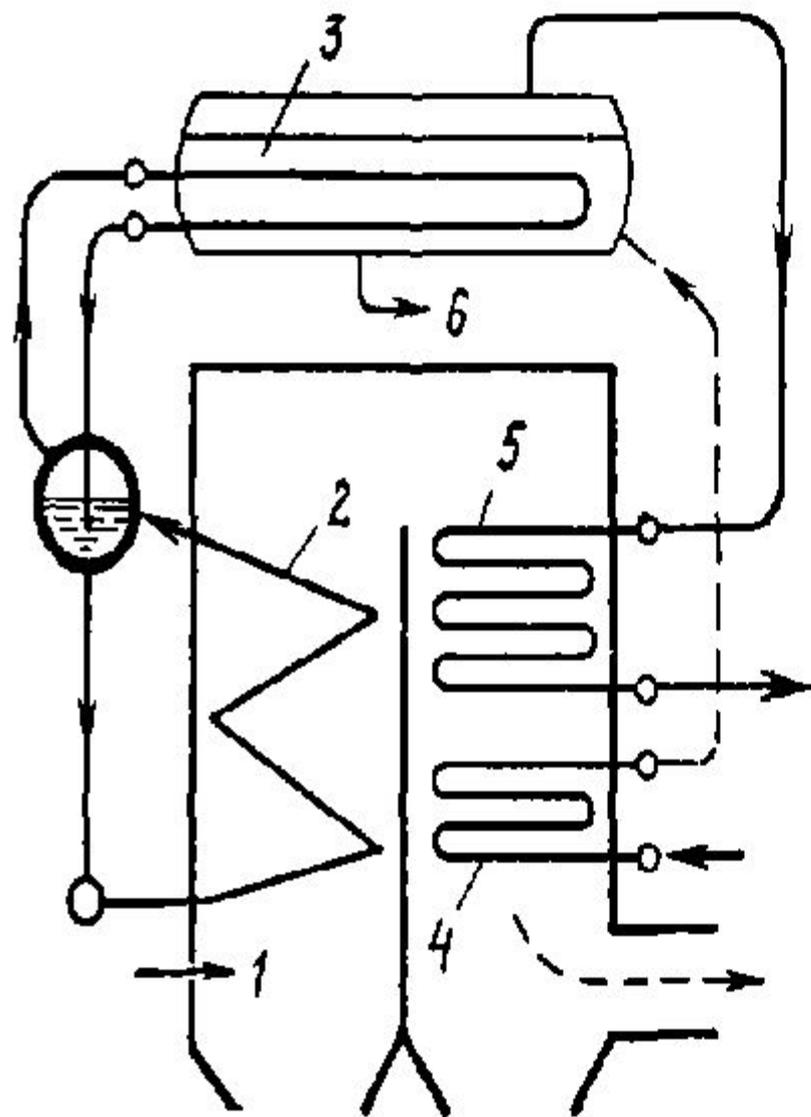
1 — экономайзер; 2 — барабан; 3 — фронтальный экран; 4 — задний экран; 5 — коллектор бокового экрана; 6 — выходной коллектор основного бокового экрана; 7 — циклон II степени испарения; 8 — фестон; 9 — пароперегреватель; 10 — воздухоподогреватель; н.в. — питательная вода; н.п. — насыщенный пар; п.п. — перегретый пар; х.в. — холодный воздух; т — топливо; у.г. — Уходящие газы





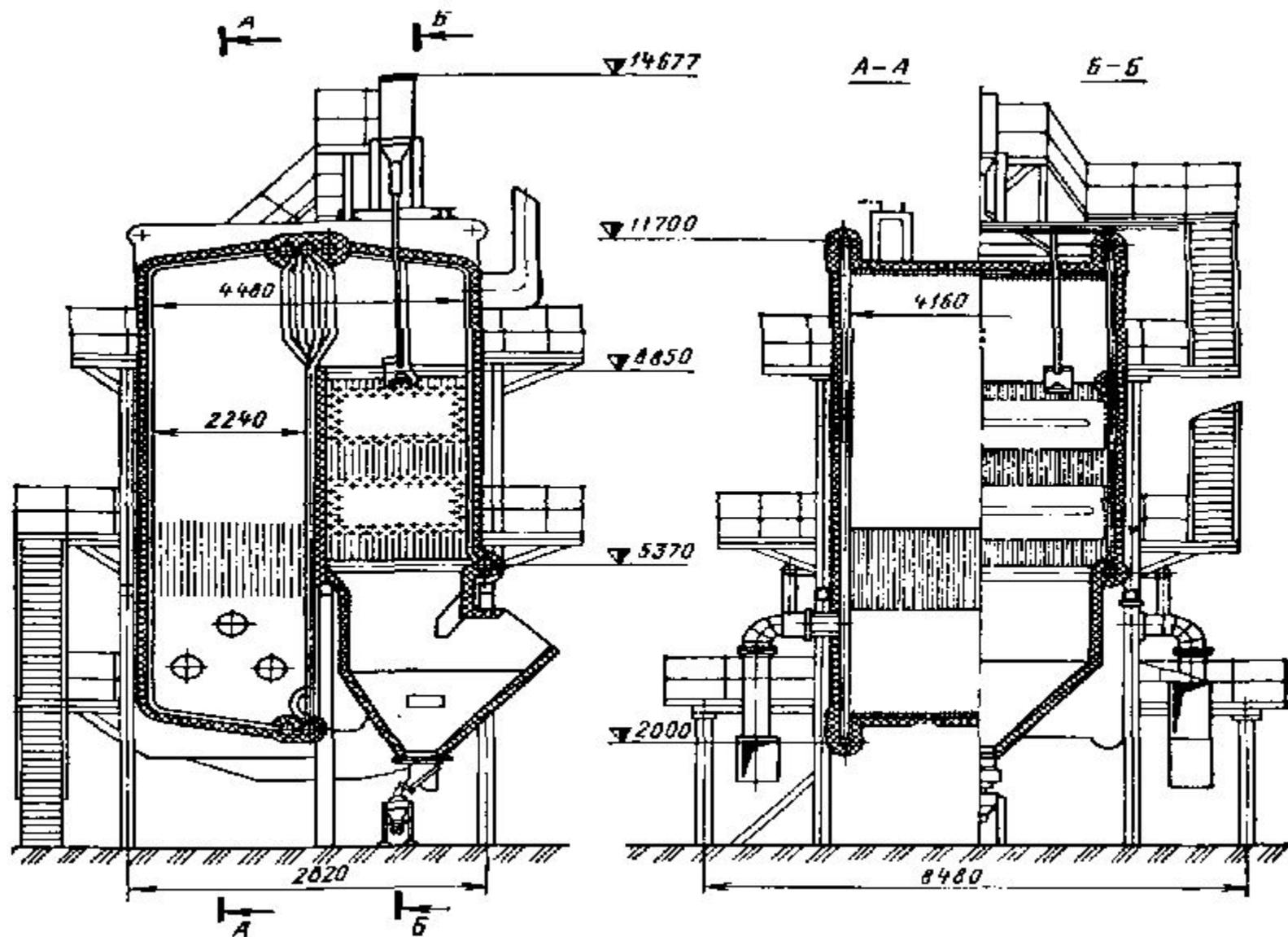
Схемы компоновок котлов:

a — П-образная; ***б*** — П-образная двухходовая; ***в*** — Т-образная с двумя конвективными шахтами; ***г*** — с U-образными конвективными шахтами; ***д*** — с инвертной топкой; ***е*** — башенная



Двухконтур- ный водо-водяной котел:

1 — топочная камера; 2 — испарительные поверхности нагрева первичного контура; 3 — барабан-испаритель; 4 — экономайзер; 5 — пароперегреватель; 6 — продувочная линия



Водогрейный газомазутный котел ПТВМ-30М (КВ-ГМ-30-150)