

ИНДИВИДУАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ И ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ТЕПЛОЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

А. Л. Шкаровский

(Technical University of Koszalin (Польша), СПбГАСУ)

Значительный физический износ трубопроводов и оборудования, морально устаревшая структура построения систем централизованного теплоснабжения выдвигают, наряду со скорейшей заменой изношенного оборудования, неотложную задачу оптимизации схемно-технических решений и режимов функционирования этих систем.

Одним из таких направлений является проектирование **местных систем отопления** в рамках **централизованных систем теплоснабжения**. Необходимо сразу оговориться, что в России при централизованном теплоснабжении традиционно практически не применяется оборудование отдельной квартиры **индивидуальной системой отопления**. В мировой же практике многоквартирного домостроения это очень популярное решение, обеспечивающее простоту расчетов за потребление теплоты на отопление в каждой квартире и отличающееся уникальными возможностями «подстройки» таких систем под требования индивидуального потребителя без ущерба для остальных.

«Индивидуализация» систем отопления в многоквартирном доме сопровождается, прежде всего, радикальным сокращением количества стояков. Вместо

десятков традиционных стояков отопления, пронизывающих все здание рядом с нагревательными приборами, каждая вертикальная группа квартир обслуживается общими стояками, располагающимися на лестничной клетке. При такой схеме в теплоцентре с помощью теплообменников готовится теплоноситель отопительных параметров и потребительская горячая вода, которые разводятся по этажам с помощью

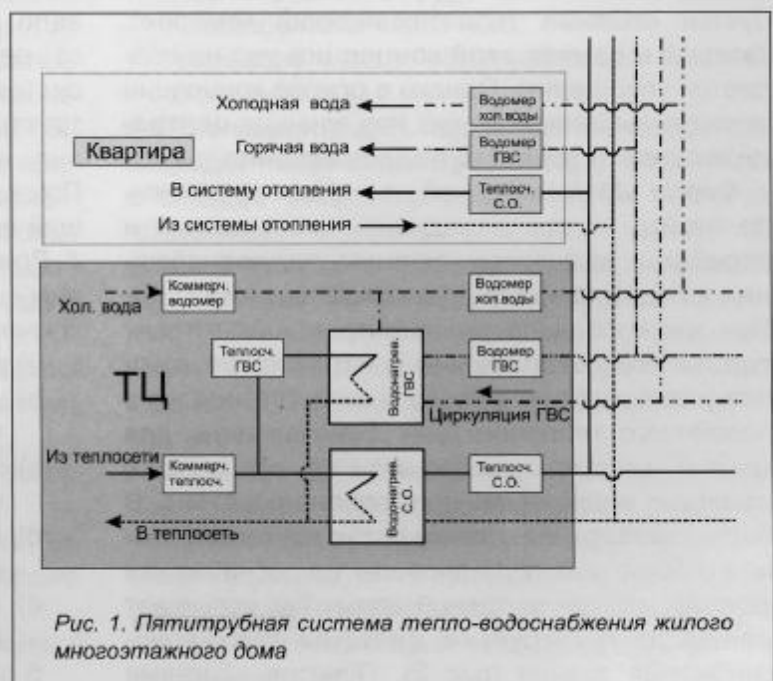
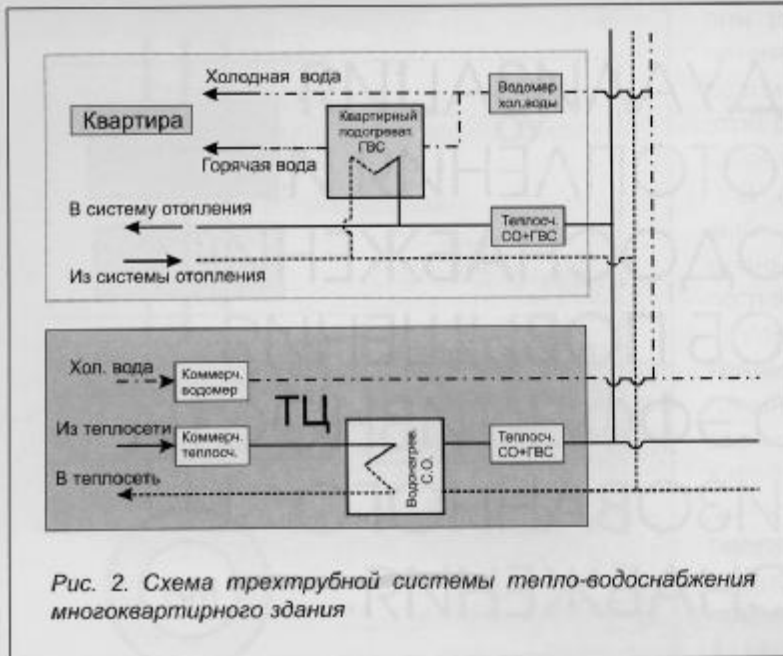


Рис. 1. Пятитрубная система тепло-водоснабжения жилого многоквартирного дома



лестничных стояков, а по квартирам – с помощью горизонтальных подводок в полах. С учетом стояка холодной воды и циркуляционной линии ГВС возникает так называемая **пятитрубная система** тепло-водоснабжения здания.

Схема подобной системы с комплексом счетчиков (общедомовых и квартирных) изображена на рисунке 1. Каждая квартира оборудована счетчиками холодной и горячей воды, а также теплосчетчиком на нужды отопления. С точки зрения распространенности в современном зарубежном строительстве такую схему можно смело назвать традиционной, тогда как для отечественной практики она была бы значительным шагом вперед.

При реализации пятитрубной схемы требуется сложный теплотехнический комплекс, который **в рамках этой концепции** уже не поддается упрощению. Однако в основе концепции лежит незыблемый до сих пор принцип **централизованного горячего водоснабжения**.

Фирма «Meibes» одной из первых предложила отойти от этого традиционного решения и перейти к ключевому понятию **теплоснабжения каждой квартиры** (включая нагрузку ГВС). При таком подходе теплоцентр здания готовит **только воду отопительных параметров**, которая разводится по зданию в качестве местного первичного теплоносителя. Горячая вода для каждой квартиры подогревается отдельно с помощью индивидуального водонагревателя. В лестничной группе стояков остаются только прямой и обратный трубопроводы теплоснабжения квартир и стояк холодной воды. Так возникает концепция **трехтрубной системы** тепло-водоснабжения здания (рис. 2). Понятия «система

отопления» и «ГВС» в этом случае приобретают сугубо **местный** характер, поскольку эти системы начинаются от мини-теплоцентра **каждой квартиры**. При этом владелец квартиры рассчитывается за **потребленную теплоту** без деления на отопление и ГВС, что значительно упрощает коммерческие расчеты.

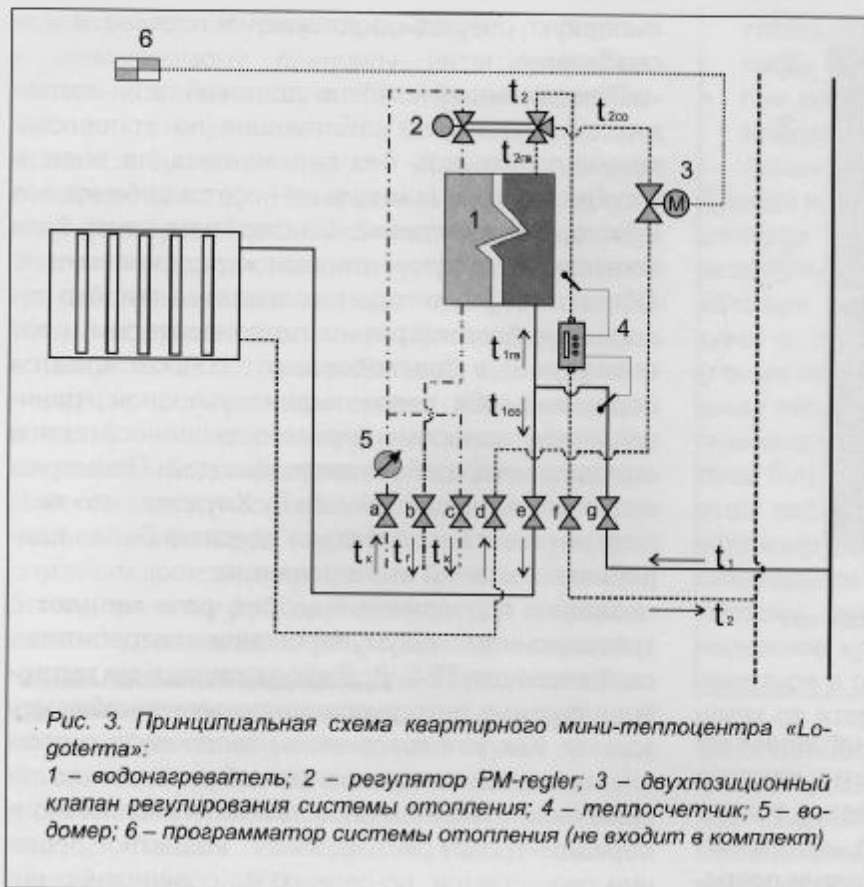
Основными преимуществами трехтрубных систем по сравнению с пятитрубными являются:

- сокращение на 40% **числа и протяженности стояков**, распределяющих теплоносители;
- упрощение оборудования и эксплуатации теплоцентра здания (отсутствует общедомовая водонагреватель ГВС и циркуляционный насос, сокращается количество счетчиков);
- отсутствие счетчиков ГВС в **каждой квартире**;

- снижение общего теплоснабжения здания в связи с отсутствием потерь теплоты в подающих и циркуляционных стояках ГВС и постоянно работающего на покрытие этих потерь теплообменника;
- теплоноситель в системе теплоснабжения здания подвергается более глубокому охлаждению, что снижает потери теплоты и повышает эффективность всей системы.

Существенным недостатком трехтрубной системы является необходимость оборудования каждой квартиры водонагревателем ГВС, что и является обычно предметом споров по поводу обоснованности ее применения. Это потребовало надежного и эффективного технического решения, обеспечивающего подключение систем отопления и ГВС каждой квартиры к трехтрубной системе тепло-водоснабжения здания, которое получило название «Logoterma». Принципиальная технологическая схема и общий вид устройства приведены на рисунках 3 и 4. Для пояснения принципа его работы перечислим назначение шаровых кранов на панели подключения к стоякам и квартирным разводкам:

- а) холодная вода от лестничного стояка;
- б) горячая вода к водоразборным точкам квартиры;
- в) холодная вода к водоразборным точкам квартиры;
- г) обратная линия от квартирной системы отопления;
- д) подающая линия к квартирной системе отопления;
- е) подключение квартиры к обратному стояку



на лестничной клетке;

г) подключение квартиры к подающему стояку на лестничной клетке.

Водонагреватель ГВС формально включен параллельно системе отопления. Однако при сколько-нибудь значительном водоразборе устройство, обозначенное как РМ-regler (рис. 3, поз. 2) переключит все теплоснабжение на нагрузку ГВС. При закрытии крана горячей воды вся мощность устройства снова переключится на нагрузку отопления. Такое присоединение водонагревателя логично называть **замещающим**. Учитывая незначительное время использования нагрузки ГВС (речь идет о теплоснабжении отдельной квартиры), а также тепловую инерцию ограждающих конструкций, можно утверждать, что замещающий принцип подключения системы ГВС не приводит к значительным колебаниям температуры воздуха в отапливаемых помещениях.

«Logoterma» представляет собой квартирный мини-теплоцентр (а также узел водоснабжения), выполняющий целую гамму функций:

- измерение количества потребленной теплоты (общего на цели отопления и ГВС);
- измерение количества израсходованной водопроводной воды (общего на цели холодного и горячего водоснабжения);
- обеспечение циркуляции теплоносителя в квартирной системе отопления;

- регулирование системы отопления (во взаимодействии с программатором, не входящим в базовый состав устройства);
- местный подогрев горячей воды.

Ключевым элементом в работе всего устройства является регулятор-переключатель взаимодействия квартирных систем отопления и ГВС.

Поступление первичного теплоносителя от лестничного стояка (t_1) обеспечено беспрепятственно как в систему отопления (t_{1co}), так и к водонагревателю ГВС (t_{1m}). Однако при отсутствии разбора горячей воды регулятор оставляет открытым только патрубок обратной линии системы отопления (t_{2co}), а обратный патрубок водонагревателя (t_{2rb}) закрыт. Поэтому расход воды через теплообменник отсутствует и весь обратный расход (t_2) равен расходу воды через систему отопления (t_{2co}).

В момент начала водоразбора горячей воды (t_1) регулятор воспринимает падение давления под своей мембраной и выполняет следующие действия:

- открывает доступ холодной воды (t_x) из водопровода к водонагревателю и далее – к водоразборной арматуре;
- открывает клапан возврата греющей воды от водонагревателя (t_{2rb}), обеспечивая расход теплоносителя через него;
- закрывает клапан обратной линии системы отопления (t_{2co}).

С этого момента весь первичный теплоноситель проходит через водонагреватель, а циркуляция в системе отопления прекращается. Система продолжает отдавать некоторое количество тепла в помещения только за счет остывания воды, находящейся в нагревательных приборах. Такое положение сохраняется до закрытия крана горячей воды, после чего вся тепловая мощность устройства вновь переключается на систему отопления.

Когда нет потребления горячей воды, а двухпозиционный клапан регулирования системы отопления закрыт, квартира как потребитель вообще не расходует теплоту. Если в таком положении начинается водоразбор, то «Logoterma» просто подает греющий теплоноситель на теплообменник ГВС.

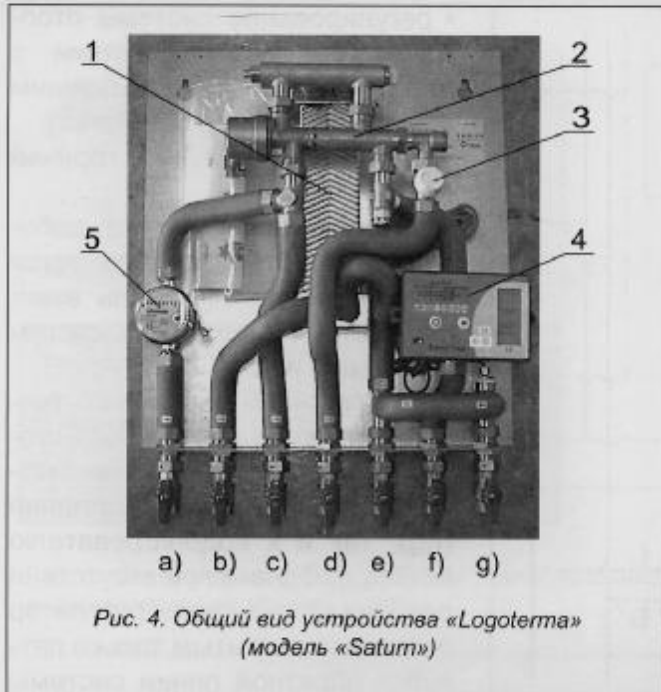


Рис. 4. Общий вид устройства «Logoterma» (модель «Saturn»)

Переход отечественного теплоснабжения на коммерческий учет расхода теплоты каждого индивидуального потребителя является только вопросом времени. Такой переход неизбежно будет связан и с изменением психологии потребителей, для которых понятие экономии тепла и воды станет привычным и повседневным. Автоматически это повлечет за собой и отсутствующую пока мотивацию заказчиков более требовательно подходить к оценке проектов под этим углом зрения. Одним из важнейших достоинств квартирных мини-теплоцентров «Logoterma» в период реконструкции здания является возможность поэтапного их внедрения во время эксплуатации без какого-либо нарушения существующего режима тепло-водоснабжения, например в условиях неполного финансирования строительства.

Следующим логическим шагом на пути повышения энергоэффективности теплоснабжения является применение аккумуляторов теплоты. Аккумуляторные теплоцентры никогда не были широко распространены в отечественном жилищном строительстве. Однако рыночные принципы развития теплоснабжения неизбежно затронут проблему так называемой «заказанной» тепловой мощности. При рыночных отношениях в этой сфере упомянутый параметр определяет постоянную часть оплаты, не зависящую от потребленного в действительности количества теплоты. Отсюда вытекает стремление заказчика к снижению, образно говоря, «диаметра» абонентского ввода. Это стимулирует проектантов искать решения, максимально использующие суточные колебания потребления теплоты, чему

в первую очередь подвержено горячее водоснабжение.

В наибольшей степени для этой цели подходят аккумуляторы, работающие на «слоевом» принципе, то есть без перемешивания воды в их объеме. Сам принцип не несет в себе ничего нового. В отечественной литературе такие баки называются аккумуляторами «продавливания». Обвязка аккумулятора выполняется так, что заполнение бака нагретым теплоносителем и его последующее расходование сопровождается перемещением вверх и вниз условной границы между запасом нагретого теплоносителя и «продавливающей» холодной водой. Примером могут служить системы А. В. Хлудова, что позволяет не останавливаться здесь на более подробном описании этого решения.

Однако подчеркнем еще раз, речь не идет о традиционном аккумулировании потребительской воды для ГВС, а об аккумулировании теплоты в системе интегрированного теплоснабжения здания. Как уже говорилось, теплоцентр в этом случае готовит теплоноситель отопительных параметров, и именно он подлежит накоплению и периодическому расходованию. Известное решение реализуется, во-первых, на совершенно но-

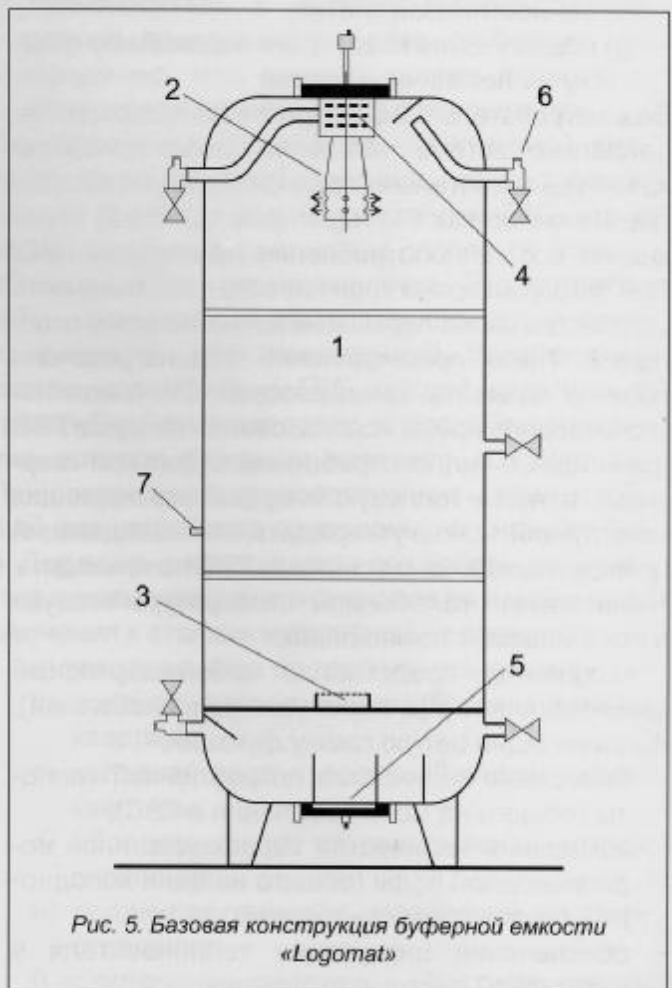


Рис. 5. Базовая конструкция буферной емкости «Logomat»

вом техническом уровне и, во-вторых, в привязке к описываемому принципу интегрированного теплоснабжения здания. Такой реализацией известного принципа на новом техническом уровне является буферная емкость «Logomat» фирмы «Meibes» (рис. 5). Называть «Logomat» просто аккумулятором было бы большим упрощением. Это многофункциональное устройство состоит из собственно бака-аккумулятора (1) слоевого типа с модулем заполнения (2), гарантирующим слоевой характер его работы. В бак встроена перфорированная перегородка (3), благодаря которой он одновременно выполняет функцию **вертикального гидравлического разделителя**. Дополнительно «Logomat» оборудован автоматическим сепаратором газов (4) и грязевиком (5) со спускным краном и магнитным блоком (вариант), благодаря чему работа аккумулятора сопровождается удалением газов, осадка и магнитных частиц из теплоносителя. Для подключения аккумулятора к источнику теплоты и к внутренней системе теплоснабжения здания служат четыре основных патрубка (6) с шаровыми кранами, а датчики температуры устанавливаются в гильзах (7). Емкость изолируется полиуретановой пенкой толщиной 100 мм.

Положение аккумулятора в схеме теплоснабжения здания показано на рисунке 6. Поскольку слоевой принцип действия аккумулятора предотвращает перемешивание воды в его объеме, возможны следующие основные варианты его работы:

- при теплотреблении меньшем, чем расчетное, происходит аккумуляция теплоты с перемещением границы между нагретым и холодным теплоносителем вниз;
- при пиковом теплотреблении накопленная теплота используется, а граница нагретого

теплоносителя перемещается в верхнюю часть емкости;

- при расчетном теплотреблении здания аккумулятор работает «на пролет» (изменение положения границы не происходит).

Другим преимуществом аккумулирующих теплоцентров является возможность использования вторичных источников теплоты, особенно таких, которые нельзя считать надежными источниками с гарантированной тепловой мощностью (солнечная энергия, различного рода утилизируемая теплота и т. п.). Для подключения вторичных источников служит пятый патрубок на корпусе буферной емкости «Logomat». Однако при этом возникает проблема «мягкого» включения утилизируемых тепловых потоков (с не предсказуемыми заранее параметрами) в общую систему теплоснабжения. Решением является надежное «расслоение» теплоносителя по температуре в объеме аккумулятора и поступление воды от вторичных источников на уровне бака, заполненного водой с близкой температурой. С этой целью емкость оборудуется вертикальной секцией послыного включения вторичных теплоносителей (рис. 7, поз. 1). Секция соединена с объемом бака вертикальным рядом отверстий, которые закрыты отклоняющимися упругими клапанами (3).

Вторичный теплоноситель с произвольной температурой попадает в секцию через упомянутый пятый патрубок (2). На уровне с более низкой температурой воды в баке клапаны надежно прижаты снаружи благодаря большей плотности этой воды. Подъем вторичного теплоносителя по секции подключения продолжается до уровня с близкой температурой и плотностью. В ближайшем к этому месту клапане динамическое давление внутри секции преодолевает упругость

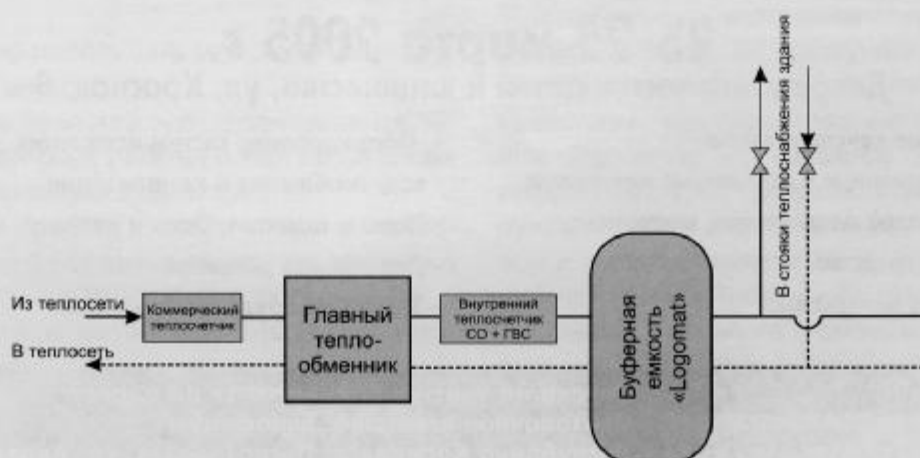


Рис. 6. Положение буферной емкости в интегрированной системе теплоснабжения здания

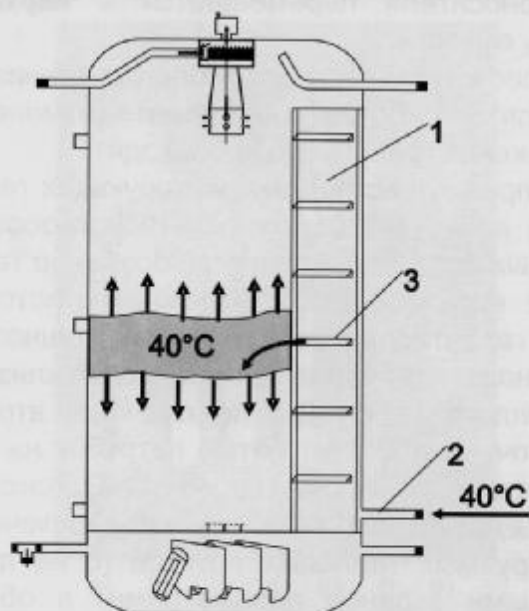


Рис. 7. Принцип действия секции подключения вторичных источников теплоты

клапана, и вторичный теплоноситель поступает в основной объем буферной емкости на уровне с близкой температурой. Происходит увеличение

высоты слоя с этой температурой. Более нагретая вода вышележащих уровней выдавливается в систему теплоснабжения здания в качестве теплоносителя, а более холодная из нижней части аккумулятора – на подогрев в теплообменник. Легко убедиться, что при любом режиме работы буферной емкости поступающий в ее объем вторичный теплоноситель заменит часть тепловой мощности, которая до этого времени обеспечивалась основным источником теплоты.

Переключение всех режимов работы аккумулятора и секции подключения вторичных теплоносителей происходит автоматически на гидравлическом и термодинамическом уровне без привлечения каких-либо дополнительных устройств автоматики. Однако взаимное бесконфликтное согласование тепловой мощности источника теплоты, вторичных источников и теплоснабжения здания требует высокой степени автоматизации всех систем, начиная от абонентского ввода. Их основой должны служить быстродействующие датчики температуры, микропроцессорные регуляторы и обязательно – системы активного управления числом оборотов электродвигателей насосов.